

С.А. Граханов, В.И. Шаталов, В.А. Штыров,  
В.Р. Кычкин, А.М. Сулейманов

# РОССЫПИ АЛМАЗОВ РОССИИ

Главный редактор  
член-корреспондент РАН *Д.А. Додин*

НОВОСИБИРСК  
АКАДЕМИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО "ГЕО"  
2007

УДК 553.81:068.5  
ББК 33.347 (2Рос-4)  
Р779

**Россыпи алмазов России** / С.А. Граханов, В.И. Шаталов, В.А. Штыров, В.Р. Кычкин, А.М. Сулейманов ; гл. ред. Д.А. Додин. – Новосибирск : Академическое изд-во “Geo”, 2007. – 457 с. – ISBN 978-5-9747-0079-8 (в пер.).

Обобщены и проанализированы материалы по геологии россыпей алмазов России. Исследованы генезис, условия формирования, внутреннее строение, морфология, вещественный состав и продуктивность древних и четвертичных россыпей. Определены главные эпохи и стадии россыпеобразования и благоприятные для их формирования стратиграфические уровни осадочных коллекторов. Предложены основные критерии степени алмазности россыпей. В составе россыпных месторождений выделены россыпи ближнего, умеренного и дальнего переноса. По магматическим, минералогическим и структурно-тектоническим критериям произведено районирование Сибирской рудно-россыпной провинции с выделением субпровинций, минерагенических зон, рудно-россыпных и россыпных районов. В работе предложена классификация промышленных россыпей России. Приведена авторская оценка перспектив россыпной и коренной алмазности отдельных площадей.

Для геологов геолого-разведочных и горно-добывающих предприятий, занимающихся поисками, разведкой и эксплуатацией россыпных месторождений алмазов, студентов геологических специальностей, менеджеров горно-добывающих предприятий.

**Diamond placers of Russia** / S.A. Grakhanov, V.I. Shatalov, V.A. Shtyrov, V.R. Kychkin, and A.M. Suleimanov ; Ed. by D.A. Dodin. – Novosibirsk : Academic Publishing House “Geo”, 2007. – 457 p. – ISBN 978-5-9747-0079-8 (in cloth).

Data on geology of diamond placers of Russia were generalized and analyzed. Much attention was given to genesis, formation conditions, internal structure, morphology, petrology, and diamond potential of ancient and Quaternary placers. Also, the main epochs and stages of placer formation and stratigraphic levels of sedimentary reservoirs favorable for this process were determined. The main criteria for estimating the diamond potential of placers were proposed. The placers have been classified into near-, medium-, and far-transport types. Regionalization of the Siberian ore-placer province by magmatic, mineralogical, and structure-tectonic criteria was performed, during which subprovinces, mineragenic zones, and ore-placer and placer districts were recognized. The authors proposed classification of commercial diamond placers in Russia and estimated the placer and native diamond potential of some areas.

The book is intended for geologists and managers of geological-prospecting and mining enterprises involved with search for and exploration of diamond placers as well as for students in geology.

Редакционная коллегия:

д-р геол.-мин. наук *Н.Н. Зинчук*, д-р геол.-мин. наук *А.П. Смелов*,  
канд. геол.-мин. наук *Е.И. Борис*

Рецензенты:

канд. экон. наук *Л.Н. Ковалев*,  
канд. геол.-мин. наук *Г.Г. Наумов*

© С.А. Граханов, В.И. Шаталов, В.А. Штыров,  
В.Р. Кычкин, А.М. Сулейманов, 2007

© ОАО “Нижне-Ленское”, 2007

© Академическое издательство “Geo”, 2007

ISBN 978-5-9747-0079-8

---

## ОТ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Представляемая на суд читателям монография по россыпям алмазов России – чрезвычайно важна для геологов, горняков, менеджеров, студентов и в целом для страны.

Это первая книга, в которой рассматриваются все значимые древние и четвертичные россыпи алмазов России. Большая часть объектов находится в Арктической зоне Республики Саха (Якутия). Там же расположена гигантская арктическая россыпь р. Эбелях, которая является уникальным объектом мирового класса. Сотни миллионов долларов стоят алмазы, добываемые из россыпей, и их большую половину составляют камни Якутской Арктики. С одной стороны, это лишний раз подчеркивает величие Российского Севера, а с другой – убедительно свидетельствует об особой значимости арктической минерагенической составляющей – одного из ведущих положений глобальной металлогении.

В работе впервые детально разобраны закономерности размещения и формирования россыпей алмазов, убедительно доказано, что они образовались за счет неоднократного размыва коренных и промежуточных источников. Аргументировано, что россыпи наиболее промышленно-значимого Анабарского района сформировались за счет разрушения вторичных коллекторов алмазов, коренные источники которых до сих пор не выявлены. А раз так, то есть широкий простор для поисков новых алмазоносных месторождений, которые, учитывая масштабы россыпей, должны быть крупными и суперкрупными. То есть наконец-то стало совершенно очевидно, что те объекты, которые полвека обеспечивают России славу Великой алмазной державы – не последние. При соответствующем развороте поисковых работ в Якутии могут, а есть твердая уверенность, что и будут открыты новые объекты, сопоставимые с гигантами (трубки Удачная, Айхал, Мир, Юбилейная, Нюрбинская и др.) алмазной индустрии страны.

Таким образом, настоящая работа не только характеризует установленные россыпи, многие из которых эксплуатируются, но и четко показывает алмазное будущее страны.

Такой поворот представленной монографии стал возможен потому, что она составлена коллективом профессионалов высочайшего класса, блестяще знающих алмазную проблему и умеющих смотреть далеко вперед.

Я абсолютно уверен, что читатель поймет этот оригинальный исследовательский ход авторской мысли и с большим интересом прочтет монографию.

Убежден, что в Республике Саха (Якутия) грянут новые крупные открытия алмазоносных месторождений. Именно они дадут мощный толчок Российской алмазодобывающей промышленности и обеспечат нашей стране лидирующее место в мире.

*Член-корреспондент РАН Д.А. Додин*

## ВВЕДЕНИЕ

В Российской Федерации открыто более ста россыпных месторождений и проявлений алмазов. По их запасам Россия занимает одно из лидирующих мест в мире. Россыпные промышленные месторождения находятся в Республике Саха (Якутия) и Пермской области. До пятидесятих годов прошлого столетия центром россыпной алмазодобычи был Урал. После открытия коренных месторождений в Западной Якутии основным источником россыпных алмазов стал Малоботуобинский район. Позднее в Якутии в результате интенсивных геологоразведочных работ было открыто около сотни россыпей. Уникальной алмазонасностью выделены арктические регионы республики. С начала XXI века якутская Арктика стала одним из основных поставщиков россыпных алмазов. В 2003 году в промышленное освоение была введена кимберлитовая трубка Нюрбинская с прилегающей одноименной россыпью. Однако, несмотря на обилие накопленного фактического материала, до настоящего времени в открытой печати отсутствовала обобщающая литература по алмазонасытым россыпям России. В данной работе авторами впервые была предпринята попытка системной характеристики промышленных россыпей РФ. При написании книги использовались обширные авторские материалы, а также фондовые данные производственных и научных организаций, занимавшихся поисками и разведкой россыпей алмазов. Авторами предложена оригинальная точка зрения по проблеме коренных источников россыпей северо-востока Сибирской платформы. Авторы надеются, что данная книга будет в полной мере востребована широким кругом геологов производственных и научных организаций.

При написании книги авторы использовали геологические отчеты геологов Якутского геологического управления, чьим трудом открыты и разведаны уникальные россыпные месторождения России: Н.Н. Абрамова, В.Н. Аполя, А.В. Баландина, Ю.П. Белика, В.Б. Белова, В.Т. Береснева, Е.И. Бориса, В.В. Бочарова, И.А. Бухмиллера, Н.И. Быковского, И.А. Галкина, А.А. Горбунова, В.А. Горяшина, С.А. Граханова, В.С. Григорьева, Г.Ф. Дорганова, А.Н. Егорова, Л.М. Зарецкого, В.М. Зуева, А.С. Кириллина, В.А. Ключко, И.М. Корякина, В.Ф. Кривоноса, А.И. Крючкова, В.М. Куницкого, В.П. Лимонова, Ю.А. Ломакина, В.К. Лозовика, В.Е. Минорина, М.Г. Мухамедьярова, В.И. Немца, В.Т. Николаева, В.М. Подчасова, Ю.Д. Полубенцева, В.И. Сафьянникова, В.Д. Скульского, В.Ф. Симоненко, В.М. Судакова, А.М. Сулейманова, А.Г. Сычева, Г.Х. Файнштейна, П.Т. Федорова, Е.Д. Черного, А.М. Черосова, М.А. Чумака, В.И. Шаталова, В.Е. Якутина, а также НИИГА (“Севморгеология”): И.Ф. Гориной, С.Ф. Духанина, В.В. Жукова, В.Ф. Медведева, В.А. Милашева, Г.И. Поршнева, И.Б. Рубенчика, ВАГТ (“Аэрогеологии”): Р.О. Галабалы, Н.И. Гогиной, Л.М. Израилева, Л.М. Натапова, Б.И. Прокопчука, В.В. Селивановой, Ю.М. Сибирцева и уральских геологов: В.А. Ветчанинова, А.Д. Ишкова, В.А. Кириллова, В.Я. Колобянина, П.Н. Конева, Н.И. Корепова, Г.И. Лучникова, Г.Д. Мусихина, В.М. Марусина, И.С. Степанова, Г.Н. Сычкина, Е.Г. Якимова.

При описании геологического строения алмазонасных районов, наряду с опубликованной литературой, использовались отчеты геологов Р.А. Биджиева, В.Н. Боброва, В.В. Боровкова, М.Н. Васильевой, В.М. Гаращука, Ю.А. Дукарта, А.Ю. Егорова, Л.А. Зимина, А.Е. Клейзера, Г.Н. Копылова, Г.В. Коробкова, М.А. Крутойярского, З.В. Осиповой, В.И. Охлопкова, И.П. Попова, С.А. Прокопьева, М.И. Рабкина, Е.Я. Радина, В.Д. Стаднюка, А.А. Тамбовцева, М.Я. Фалисеви-ча, В.Г. Широченко, Э.Н. Эрлиха.

Авторы выражают благодарность руководству ОАО “Нижне-Ленское”, оказавшему финансовую и техническую поддержку при издании книги: А.В. Давыдову, В.В. Беркутову, Е.Ф. Нартахову, Д.Н. Адамовой, Т.П. Калягиной. Руководству Госкомгеологии Республики Саха (Якутия) Л.Н. Ковалеву, Г.С. Иванову и Территориального агентства по недропользованию по Республике Саха (Якутия) Г.Г. Наумову, Л.Е. Шматковой за поддержку издания данной книги.

Неоценимую поддержку на разных этапах подготовки книги оказали: А.Н. Бурим, О.С. Граханов, А.И. Дак, В.И. Жаворонкин, С.И. Дмитриев, Б.А. Калмыков, А.А. Краев, К.К. Курбатов, Л.А. Липчанская, Э.А. Масленникова, В.А. Матросов, С.И. Митюхин, А.С. Иванов, В.М. Подчасов, И.Д. Пантелеева, Н.Л. Петров, В.В. Поляничко, И.А. Тренина, Б.М. Цыбульский, Т.Е. Цыбульская, Ю.Т. Яныгин. По разным вопросам авторы получали консультации или обращались к фундаментальным трудам российских ученых: К.П. Аргунова, В.П. Афанасьева, О.А. Богатикова, Ф.Ф. Брахфогеля, В.И. Ваганова, Э.М. Галимова, В.К. Гаранина, А.В. Герасимчука, Ю.К. Голубева, Н.И. Горева, Н.Л. Добрецова, Д.А. Додина, А.Н. Евдокимова, К.Н. Егорова, Н.И. Еремина, П.А. Игнатова, А.И. Зайцева, Н.Н. Зинчука, В.В. Ковальского, И.И. Колодезникова, В.И. Коптиля, Г.П. Кудрявцевой, Б.А. Малькова, А.В. Манакова, В.Л. Масайтиса, М.С. Мащака, В.А. Милашева, В.Е. Минорина, М.В. Михайлова, А.А. Маракушева, В.К. Маршинцева, В.М. Мишнина, А.В. Округина, Ю.Л. Орлова, Н.Г. Патык-Кара, Н.П. Похиленко, Б.И. Прокопчука, О.М. Розена, А.Д. Савко, А.Ф. Сафронова, Е.В. Скларова, А.П. Смелова, Н.В. Соболева, А.В. Толстова, Н.М. Чернышева, А.Д. Харьковца, В.С. Шацкого, Н.А. Шило, Ю.М. Эринчека, Н.П. Юшкина, Б.С. Ягнышева. Пользуясь случаем, последним выражается признательность и благодарность.

Авторы благодарны главному редактору Д.А. Додину и членам редколлегии: Е.И. Борису, Н.Н. Зинчуку, Л.Н. Ковалеву, А.П. Смелову.

Авторы прекрасно понимают, что основу этой работы составляет труд многих сотен геологов, обогатителей, горняков, буровиков, механизаторов, поэтому книга посвящается работникам Якутского территориального геологического управления, Научно-исследовательского института геологии Арктики, Всесоюзного аэрогеологического треста, АК “АЛРОСА”, ОАО “Нижне-Ленское”, ОАО “Алмазы Анабара”, Уральского территориального геологического управления, прииска “Уралалмаз”, чьим трудом открыты, разведаны и вовлечены в промышленное освоение уникальные россыпные месторождения алмазов Российской Федерации, составляющее весьма весомую часть ее минерально-сырьевой базы.

\* \* \*

Настоящее издание осуществлено при финансовой поддержке ОАО “Нижне-Ленское”.

ОАО (до 2000 г. – ГГПП) “Нижне-Ленское” создано согласно указу Президента Республики Саха (Якутия) от 29 марта 1994 г. по инициативе Государственного комитета Республики Саха (Якутия) по геологии и недропользованию и зарегистрировано в Министерстве юстиции РС (Я) 14 апреля 1994 г. Задачами предприятия были: организация особо охраняемого геологического объекта в Приленском алмазодобывающем районе, определение промышленной значимости россыпи алмазов р. Молодо, разведанной в 70-е годы и остававшейся в резерве.

С этой целью на россыпи проведены поисково-ревизионные работы, в результате которых были пересчитаны и утверждены разведанные запасы, а месторождение оценено как подготовленное к промышленному освоению, которое и началось в 1997 г. В 1999 г. по итогам конкурса предприятие получило лицензию на россыпь алмазов р. Биллях, на которой в том же году начались опытно-промышленные работы.

С 1999 г. начался новый этап в развитии предприятия – из геолого-разведочного оно переходит в разряд горно-добывающих. В значительных объемах ведется добыча алмазов и эксплуатационная разведка на отработываемых россыпях, проводятся геолого-разведочные работы на коренные и россыпные месторождения алмазов на севере республики. Ныне ОАО “Нижне-Ленское” – одно из основных и наиболее стабильно развивающихся горнодобывающих предприятий РС (Я). Добычные работы проводятся на трех россыпях (Биллях, Молодо, Хара-Мас), еще два месторождения (Верхний Биллях, Талахтах) подготавливаются к освоению. В итоге проведения разведочных работ ряд объектов (Далдын, Моторчуна, Талахтах, Хара-Мас) получил геолого-промышленную оценку. Темпы роста добычи алмазного сырья с 2002 г. были увеличены в несколько раз.

Показатель	Год				Оценка на 2006 г.
	2002	2003	2004	2005	
Объем товарной продукции, млн руб.	815	1026	1401	1941	2600
Объем переработанной горной массы, млн м <sup>3</sup>	5,60	8,78	11,61	9,16	16,00

## ЧАСТЬ I

### ХАРАКТЕРИСТИКА РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗОВ

#### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ АЛМАЗОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

В пределах России алмазы установлены в прибрежно-морских и континентальных отложениях девона, карбона, перми, триаса, юры, мела, палеогена, неогена и четвертичного возраста. Промышленной алмазоносностью выделяются отложения девона, карбона, триаса, юры, неогена и долинские кайнозойские образования. Балансовые запасы россыпных алмазов находятся в Республике Саха (Якутия) и Пермской области.

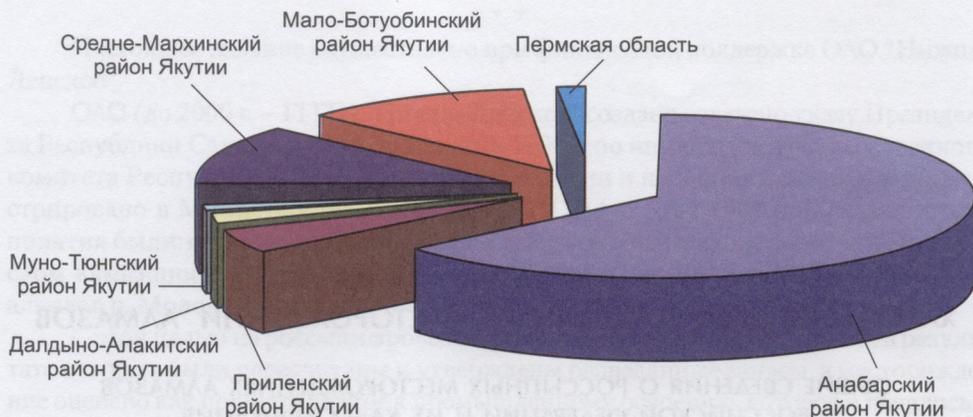
Основные запасы россыпных алмазов (98,6 %) и прогнозных ресурсов (94,5 %) открыты и разведаны в Западной Якутии (табл. 1.1, рис. 1.1). Здесь в Анабарском районе сосредоточено 64,2 % запасов разведанных и подготовленных к промышленному освоению россыпных месторождений алмазов Российской Федерации. Половина российского потенциала россыпных алмазов находится в бассейне р. Эбелях – 52,3 %.

Прогнозные ресурсы россыпных алмазов Российской Федерации распределены также неравномерно. Основная их часть приурочена к северо-западу Республики Саха (Якутия) – 68,0 % (см. табл. 1.1).

Таблица 1.1

#### Разведанные запасы и прогнозные ресурсы россыпных алмазов Российской Федерации, %

Алмазоносный район	Разведанные запасы промышленных категорий В+С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub>	Прогнозные ресурсы категорий Р <sub>1</sub> +Р <sub>2</sub> +Р <sub>3</sub>
<b>Республика Саха (Якутия)</b>		
Анабарский район	64,2	53,3
в том числе бассейн р. Эбелях	52,3	15,1
Приленский район	4,6	8,5
Нижне-Оленекский район	0	6,2
Всего по северу Якутии	68,8	68,0
Муно-Тюнгский район	2,3	0
Далдыно-Алаakitский район	1,4	0
Средне-Мархинский район	13,8	16,7
Мало-Ботубинский район	12,3	9,8
Всего по Якутии	98,6	94,5
<b>Другие регионы Российской Федерации</b>		
Пермская область	1,4	1,4
Свердловская область	0	0,7
Красноярский край	0	3,4
Всего по России	100	100



**Рис. 1.1.** Запасы промышленных россыпных месторождений в алмазоносных районах Российской Федерации.

С позиций современной геолого-экономической оценки учтенные государственным балансом (50-е–60-е гг. прошлого столетия) четвертичные россыпи рек Улаах-Муна, Сред. Марха (Энердекский дражный полигон), Мал. Ботуобия вряд ли могут представлять промышленный интерес (табл. 1.2). В Далдыно-Алаakitском алмазоносном районе небольшие россыпи приурочены к кимберлитовой тр. Удач-

Таблица 1.2

**Основные промышленные россыпи алмазов Российской Федерации**

Возраст россыпи	Алмазоносный район, россыпь				
	Якутия				
	Анабарский	Приленский	Муно-Тюнгский	Средне-Мархинский	Мало-Ботуобинский
Четвертичный	Эбелях, Исток, Холомолоох, Ыраас-Юрях, Гусиный, руч. 53, Биллях, Маят, Хара-Мас, Талахта, Моргогор	Молодо, Далдын, Моторчуна	Улахан-Муна	Энердекский дражный полигон	Мал. Ботуобия, Ирелях, Террасовый, Горный
Неогеновый	Верхний Биллях, Гусиный, Холомолоох	–	–	–	–
Юрский-триасовый	–	–	–	Нюрбинская, Ботуобинская	Солур, Водораздельные галечники, Дачная-1, Глубокий и др.*
Палеозойский	–	–	–	–	Восточная
	Урал				
	Северный		Средний		
Четвертичный	Северный Колчим, Большой Колчим, Большой Щугор		Чикман		
Неогеновый	Россольнинская, Илья-Вожская, Вогульская		Участки р. Чикман		
Палеозойский	Ишковский участок		–		

\* Не приведены отработанные высокопродуктивные россыпи: Новинка, Геофизическая и другие мелкие россыпи Мало-Ботуобинского района.

ная и к настоящему времени они практически все отработаны. Основные площади, где можно ожидать существенного прироста алмазов, расположены в северной части Западной Якутии и в Средне-Мархинском районе, где в 90-е гг. прошлого столетия открыты уникальные коренные месторождения алмазов Накынского кимберлитового поля. Здесь к трубкам Нюрбинская и Ботуобинская приурочены погребенные древние высокопродуктивные россыпи.

В северной части Западной Якутии основная часть россыпей имеет четвертичный возраст, в центральной – доминируют древние россыпи. На Урале отрабатываются как четвертичные аллювиальные россыпи, так и неогеновые россыпи эрозионно-карстовых долин. В настоящее время в Вишерском алмазоносном районе Северного Урала отрабатывается древняя ископаемая россыпь, приуроченная к базальному горизонту такатинской свиты эйфельского яруса девона.

В Красноярском крае из-за низкого уровня алмазоносности ни палеозойские, ни четвертичные россыпи не представляют практического интереса. Находки алмазов в Свердловской области проблематичны, и ранее подсчитанные прогнозные ресурсы, по нашему мнению, необоснованно оптимистичны.

Государственной комиссией по запасам Министерства природных ресурсов РФ рекомендована классификация россыпных месторождений (табл. 1.3).

Таблица 1.3

**Размерность россыпных месторождений полезных ископаемых  
[Методические рекомендации..., 2000]**

Полезные ископаемые	Балансовые запасы россыпей		
	крупные	средние	мелкие
Золото, т	3,0	0,5–3,0	0,5
Золото и металлы платиновой группы, т	3,0	0,5–3,0	0,5
Олово, тыс. т	10,0	1,0–10,0	1,0
Вольфрам, тыс. т	15,0	1,0–15,0	1,0
Тантал, тыс. т	1,0	0,1–1,0	0,1
Титан, млн т	5,0	0,5–5,0	0,5
Алмазы, млн кар	5,0	0,1–5,0	0,1

По нашему мнению, предложенная классификация для месторождений алмазов больше подходит для уральских россыпей, доля которых в российском балансе незначительна. По предложенной классификации все якутские россыпи алмазов перейдут в разряд средних и крупных месторождений. Нам представляется, что ранг мелких месторождений необходимо поднять до 1 млн кар. Классификацию можно расширить ранжированием месторождений по стоимости и содержанию. Предлагается следующий вариант классификации россыпных месторождений алмазов (табл. 1.4).

Таблица 1.4

**Классификация россыпных месторождений алмазов**

Параметр	Размер, уровень			
	Уникальные	Крупные	Средние	Мелкие
Размер, млн кар	Свыше 20,0	5–20	1–5	До 1
Содержание алмазов, кар/м <sup>3</sup>	Уникальное Свыше 5,0	Высокое 1–5	Среднее 0,5–1,0	Низкое меньше 0,5
Цена, дол./кар	Уникальная Свыше 100,0	Высокая 50–100	Средняя 30–50	Низкая До 30

Россыпные месторождения алмазов Российской Федерации [Граханов, 2005]

№ россыпи	Россыпь, возраст	Содержание алмазов	Запасы алмазов	Категории запасов-ресурсов	Прогнозируемая стоимость алмазов по классификатору "СИТИ"
1	2	3	4	5	6
<b>Якутия</b>					
<b>Анабарский алмазоносный район</b>					
1	Эбелях, Q <sub>1-4</sub>	Высокое	Уникальные	V+C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	Средняя
2	Биллях, Q <sub>3-4</sub>	»	Крупные	»	Высокая
3	Холомолоох, Q <sub>3-4</sub>	»	»	»	Средняя
4	Ыраас-Юрях, Q <sub>3-4</sub>	»	Средние	V+C <sub>1</sub>	Низкая
5	Исток р. Эбелях, Q <sub>3-4</sub>	»	»	V+C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	Высокая
6	Гусиный, N, Q <sub>3-4</sub>	»	»	V+C <sub>1</sub>	Средняя
7	руч.53, Q <sub>3-4</sub>	»	Мелкие	C <sub>1</sub>	Низкая
8	Маят, Q <sub>3-4</sub>	Среднее	Средние	C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub> +P <sub>1</sub>	Высокая
9	Хара-Мас, Q <sub>3-4</sub>	»	»	»	Средняя
10	Талахтаах, Q <sub>3-4</sub>	Высокое	»	»	Высокая
11	Верх. Биллях, N	»	»	C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	»
12	Моргогор, Q <sub>3-4</sub>	»	»	C <sub>2</sub> +P <sub>1</sub>	»
<b>Приленский алмазоносный район</b>					
13	Молодо, Q <sub>3-4</sub>	Высокое	Средние	C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	Высокая
14	Далдын, Q <sub>3-4</sub>	Низкое	»	P <sub>1</sub>	Уникальная
15	Моторчуна, Q <sub>4</sub>	»	»	C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub> +P <sub>1</sub>	Средняя
<b>Муно-Тюнгский алмазоносный район</b>					
16	Улахан-Муна, Q <sub>4</sub>	Низкое	Средние	C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	Средняя
<b>Средне-Мархинский алмазоносный район</b>					
17	Нюрбинская, J <sub>1</sub>	Высокое	Уникальные	C <sub>2</sub> +P <sub>1</sub>	Средняя
18	Ботуобинская, J <sub>1</sub>	»	Мелкие	C <sub>2</sub>	»
19	Энердекский дражный полигон, Q <sub>4</sub>	Низкое	Средние	C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	Высокая
<b>Мало-Ботуобинский алмазоносный район</b>					
20	Солур-Восточная, C <sub>2</sub> -J <sub>1</sub>	Высокое	Крупные	C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub> +P <sub>1</sub>	Средняя
21	Малая Ботуобия с россыпью Горная, Q <sub>4</sub>	Низкое	Средние	V+C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	Уникальная
22	Ирелях, Q <sub>2-4</sub>	»	Завершается отработка	»	»
23	Водораздельные Галечники, J <sub>1</sub>	Средние	То же	»	Высокая
24	Дачная-1, J <sub>1</sub>	»	Мелкие	C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	»
25	Западная, C <sub>3</sub>	»	Крупные	P <sub>1</sub> +P <sub>2</sub>	Средняя
<b>Урал</b>					
<b>Вишерский алмазоносный район</b>					
26	Сев. Колчим, Q	Низкое	Мелкие	C <sub>1</sub>	Уникальная
27	Бол. Колчим, Q	»	»	C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	»
28	Бол. Щугорское, Q	»	»	»	»
<b>Яйвинский алмазоносный район</b>					
29	Чикман, N, Q <sub>2-4</sub>	Низкое	Мелкие	C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub> +P <sub>1</sub>	Уникальная
30	Чаньва, N, Q <sub>2-4</sub>	»	»	P <sub>1</sub> +P <sub>3</sub>	»

1	2	3	4	5	6
Вишерский алмазоносный район, древние россыпи					
31	Рассольнинская депрессия, N	Низкое	Мелкие	C <sub>1</sub> + C <sub>2</sub>	Уникальная
32	Илья-Вожская депрессия, N	»	»	»	»
33	Вогульская депрессия, N	»	»	»	»
34	Ишковский участок, D	»	»	»	»

Пр и м е ч а н и е. Данные по мелким россыпям Мало-Ботуобинского района не приведены. Расположение россыпей, согласно нумерации таблицы, приведено на рис. 1.1, 1.2. Россыпи Западная в Якутии и Чаньва на Урале не разведаны до промышленных категорий.

По параметрам алмазоносности россыпные месторождения России неоднородны. Даже в пределах одних алмазоносных районов эти значения варьируют в несколько раз. Согласно предложенной классификации россыпные месторождения алмазов Российской Федерации ранжированы в следующем порядке (табл. 1.5, рис. 1.2, 1.3).

Промышленная добыча алмазов производится в Республике Саха (Якутия) и Пермской области. В Западной Якутии россыпи алмазов обрабатываются в четырех алмазоносных районах: Анабарском, Приленском, Средне-Мархинском и Мало-Ботуобинском.

В Анабарском алмазоносном районе Анабарский ГОК АК "АЛРОСА" завершил отработку россыпи Ыраас-Юрях (левый приток р. Эбелях), начато промышленное освоение россыпи руч. Холомолоох, участка Исток россыпи р. Эбелях и россыпи руч. 53. ОАО "Нижне-Ленское" и ОАО "Алмазы-Анабара" продолжают эксплуатацию россыпей бассейнов рек Биллях, Хара-Мас и Маят. На всех россыпях отработка производится раздельным способом с обработкой песков на сезонных обогатительных фабриках.

В Приленском алмазоносном районе ОАО "Нижне-Ленское" раздельным способом обрабатывает россыпь р. Молодо с обогащением песков на сезонной обогатительной установке.

В Средне-Мархинском алмазоносном районе Нюрбинским ГОКом АК "АЛРОСА" эксплуатируется элювиально-делювиальная россыпь кимберлитовой трубки Нюрбинская. Обогащение выполняется на круглогодичной фабрике № 16 и сезонной № 15.

В Мало-Ботуобинском алмазоносном районе Мирнинским ГОКом АК "АЛРОСА" продолжается отработка россыпей Водораздельные Галечники, Левобережный, Горелый, Горная и Ирелях. Разработка последней (с 1960 г.)

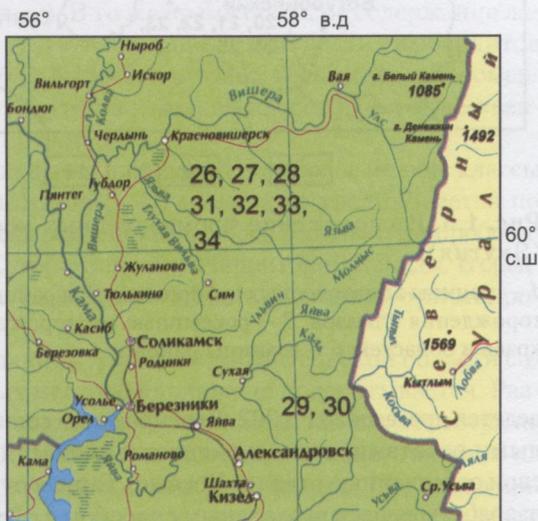


Рис. 1.2. Расположение промышленных россыпей алмазов на Урале.

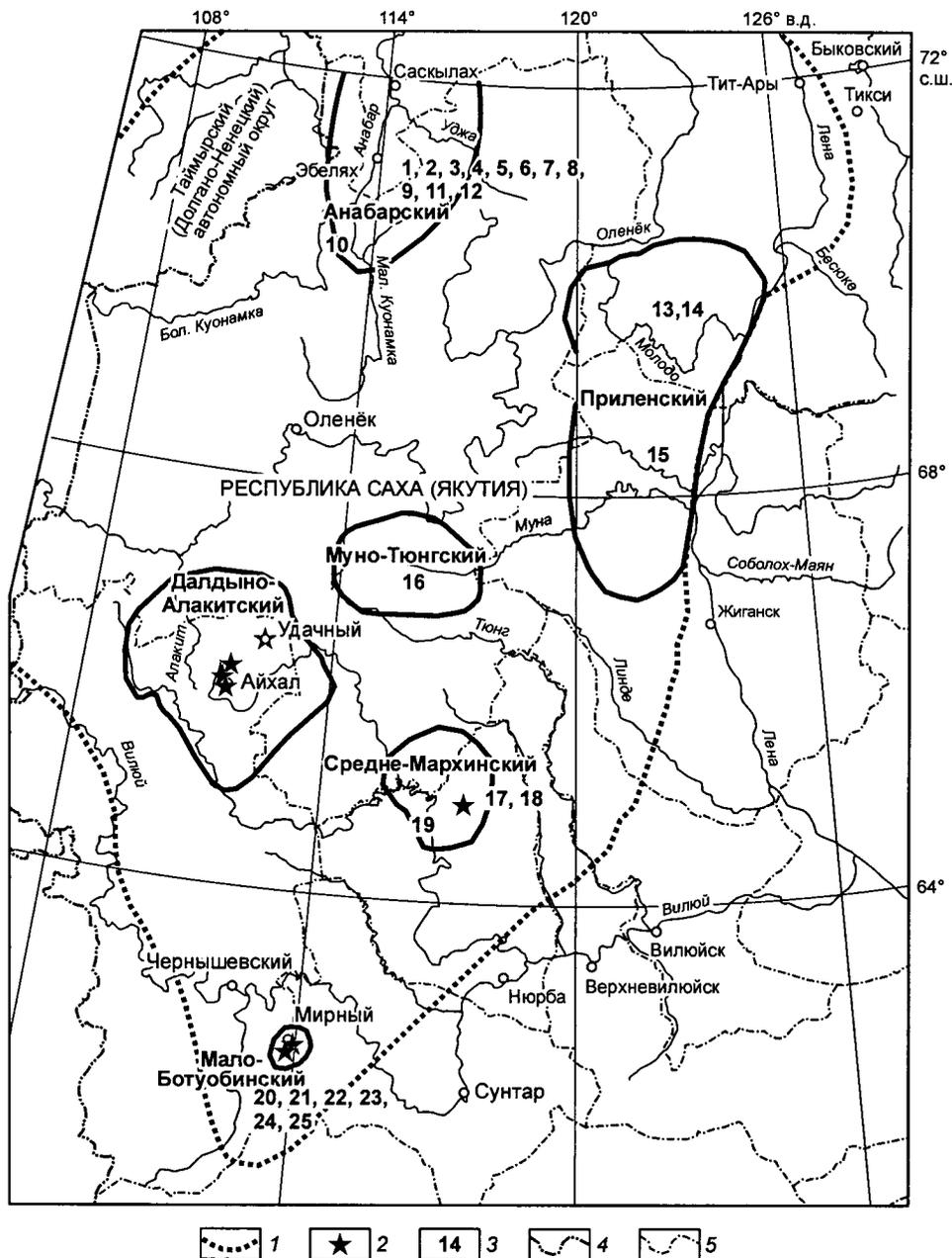


Рис. 1.3. Расположение промышленных россыпей алмазов в Республике Саха (Якутия):

1 – границы алмазоносных субпровинций и районов; 2 – эксплуатируемые коренные месторождения алмазов, 3 – россыпные месторождения алмазов; 5 – границы республик, краев и областей; 6 – границы районов.

ведется драгами 201 и 202. Драгирование сопровождается опережающими вскрышными работами, паро- и гидрооттайкой. С 1986 г. драги начали перерабатывать свои собственные отвалы. Россыпь Горная обрабатывается драгой 203. Остальные разрабатываются раздельным способом с обогащением песков на обогатительных фабриках.

В Пермской области ЗАО “Прииск Уралалмаз” отдельным способом начал отработку девонской россыпи Ишковский участок. Гидравлическими установками с подачей песков на сезонные фабрики разрабатываются неоген-четвертичные россыпи Рассольнинская и Илья-Вожская депрессии. Долинные четвертичные россыпи рек Бол. Щугор, Бол. Колчим и Сев. Колчим обрабатываются четырьмя драгами с емкостью ковша 150–250 л [Кириллин и др., 1999].

Общий объем россыпной алмазодобычи Российской Федерации составляет более 200 млн дол.

## **ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ РОССЫПЕЙ АЛМАЗОВ**

В Российской Федерации насчитывается более ста россыпных месторождений и проявлений алмазов. Подавляющая часть россыпей алмазов располагается на северо-востоке Сибирской платформы, в арктической зоне Республики Саха (Якутия). Все россыпи алмазов тяготеют к питающим источникам, которые делятся на два типа: коренные и промежуточные. К коренным источникам приурочена часть современных и древних россыпей Мало-Ботуобинского, Средне-Мархинского, Муно-Тюнгского и Далдыно-Алакитского алмазоносных районов. Все россыпи северо-востока Сибирской платформы, часть россыпей Мало-Ботуобинского района и россыпи Урала образованы за счет перемыва промежуточных коллекторов алмаза. На северо-востоке Сибирской платформы и на Урале коренные источники для промежуточных коллекторов не установлены.

Как же распределены алмазы в коренных источниках, россыпях ближнего и дальнего переноса?

Кимберлитовые поля по кристалломорфологическим особенностям алмазов отличаются друг от друга. Так, например, если в коренных месторождениях Мирнинского поля доминируют ламинарные алмазы октаэдрического габитуса, то в кимберлитах Средне-Мархинского и Далдыно-Алакинского алмазоносных районов доля ламинарных октаэдров, переходных форм и ромбододекаэдров составляет равные части. Очень показательным в плане оценки степени продуктивности кимберлитовых трубок является присутствие округлых алмазов уральского и жильного типов. Как правило, их повышенное количество свидетельствует об относительной бедности коренного источника (трубки северо-востока Сибирской платформы; жила Ан. 21 и тр. Амакинская Мирнинского поля; основная часть трубок Архангельской субпровинции и т. д.). В то же время большое содержание ламинарных алмазов чаще всего говорит о высокой продуктивности кимберлитов [Коптиль, 1994; Зинчук, Коптиль, 2003]. В кимберлитовых телах идет закономерное увеличение количества алмазов от крупных к мелким классам, при существенном преобладании последних (табл. 1.6, рис. 1.4).

Опробование коренных месторождений алмазов на еще более мелкие классы показывает, что количество микроалмазов (<0,5 мм) также увеличивается по сравнению с классом –1+0,5 мм. В этом плане показательны результаты опробования нескольких кимберлитовых тел Северо-Западных территорий Канады. В среднем в кимберлитах на один кристалл размером >0,5 мм приходится три микрокристалла <0,5 мм (табл. 1.7).

При разведочных работах в Западной Якутии и Архангельской области содержание алмазов <0,5 мм в коренных месторождениях не подсчитывается. Разведочные работы проводятся с извлечением алмазов >0,5 мм, так как несмотря на большое количество микроалмазов, их весовая доля незначительна, а затраты на извлечение не компенсирует крайне низкая их стоимость. В конце 70-х годов при разведке тр. Юбилейная была предпринята попытка извлечения микроалмазов с использованием флотации. Однако, судя по полученным результатам, доля мик-

Распределение алмазов в коренных источниках России

Кимберлитовая трубка, поле	Средний вес, мг	Количество алмазов по классам крупности, %			
		-8+4 мм	-4+2 мм	-2+1 мм	-1 мм
Республика Саха (Якутия)					
Ленинград, Укукитское поле	6,7	0,3	4,5	43,5	51,7
Малокуонамская, Куранахское поле	2,7	0,1	2,5	12,2	79,2
Заполярная, Верхне-Мунское поле	6,6	0,3	3,1	26,5	70
Нюрбинская, Накынское поле	2,6	0,1	2,3	18,7	78,9
Удачная, Далдынское поле	3,6	0,1	1,8	20,9	77,2
Юбилейная, Алакит-Мархинское поле	2,5	0,1	1,1	16,9	81,9
Комсомольская, Алакит-Мархинское поле	6,5	0,3	4,6	24,5	70,6
Айхал, Алакит-Мархинское поле	3,9	0,1	0,9	23,3	75,7
Мир, Мирнинское поле	6,2	1,1	9,4	39,0	50,5
Интернациональная, Мирнинское поле	5,4	0,6	12,1	39,2	48,1
Дачная, Мирнинское поле	4,6	0,2	7,9	31,2	60,7
Архангельская область					
Ломоносова	3,4	0,1	3,3	19,2	77,4
Архангельская	5,1	0,4	3,7	25,9	70,0
Поморская	7,9	0,7	9,1	37,0	53,2
Карпинского-1	7,9	0,6	6,3	36,3	56,8

роалмазов оказалась невысокой и в среднем не превысила 12 % от количества макроалмазов. По нашему мнению, полученные результаты обусловлены значительными технологическими потерями при флотации мелких классов, и достоверность полученных результатов невысокая. Более объективны результаты химического растворения кимберлитов. В небольшом объеме были растворены кимберлиты тр. Ботуобинская. По этим данным доля микроалмазов в пробах достигает 70 % от количества макроалмазов. Но и эти данные, безусловно, нельзя считать бесспорными из-за низкой представительности проб на извлечение крупных классов алмазов, что, конечно, отразилось и на общей статистике.

По нашему мнению, наиболее приближены к истине приведенные выше данные канадских геологов [James, 1993], которые свидетельствуют о том, что количество микроалмазов в два-три раза превышает содержание макроалмазов. К сожалению, распределение мелких классов (<0,5 мм) в коренных месторождениях алмазов России остается неизученным, хотя эти закономерности можно использовать в практике геолого-разведочных работ. За счет уменьшения

веса проб, но при условии полноты извлечения алмазов всех классов

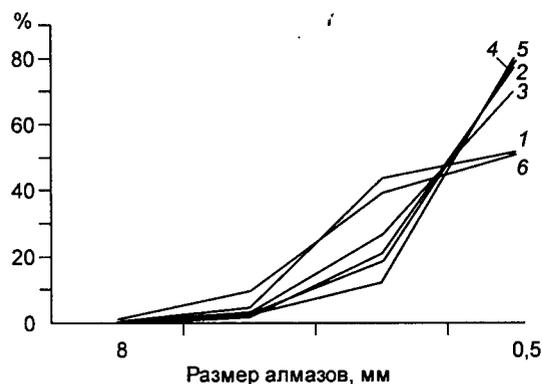


Рис. 1.4. Распределение алмазов по количеству и классу крупности (размеру) в кимберлитовых трубках Западной Якутии.

Трубка: 1 – Ленинградская, 2 – Малокуонамская, 3 – Заполярная, 4 – Нюрбинская, 5 – Удачная, 6 – Мир.

Таблица 1.7

## Результаты опробования кимберлитов из некоторых трубок Канады [James, 1993]

Кимберлитовое тело	Суммарная масса проб, кг	Число кристаллов		Соотношение между микро- и макрокристаллами
		макрокристаллы (>0,5 мм)	микрокристаллы (<0,5 мм)	
Пойнт-Лейк	1078,5	367	971	2,64
DO-27	452,8	136	391	2,90
DO-18	290,8	22	77	3,50
ДНК блок	545,3	30	100	3,30
Диавик	77,9	3	10	3,30
Торри	161,6	39	152	3,90
Среднее		597	1701	2,84

(химрастворение небольших образцов) можно оперативно производить разбраковку кимберлитовых тел по их промышленной значимости. Последующий ввод поправочного коэффициента на крупные классы позволит с определенной долей допуска определить истинное содержание алмазов. В сочетании с минералогическими критериями оценки алмазности кимберлитов (по методике Н.В. Соболева [1971]) данные по микроалмазам позволяют в короткий срок и с небольшими затратами предварительно оценивать кимберлитовые поля.

Для определения динамики изменения гранулометрического состава алмазов в россыпях разного генетического типа были проанализированы россыпи ближнего переноса от известных коренных месторождений Западной Якутии: Новинка (юрская россыпь тр. Интернациональная), Водораздельные Галечники (юрская россыпь тр. Мир), четвертичная россыпь р. Ирелях ниже тр. Мир, мезозойские россыпи трубок Нюрбинская и Ботуобинская [Граханов, Митюхин, 2003; Граханов и др., 2003]. Среди них полностью отражают параметры своих коренных источников только россыпи последних двух трубок. Это можно объяснить тем, что их полигенные отложения, вмещающие промышленную алмазность, в основном состоят из делювиально-пролювиальных фаций, которые содержат несортированные продукты разрушения кимберлитов. Гранулометрический состав алмазов россыпи р. Ирелях ниже впадения лога Хабардина, размывающего тр. Мир, также повторяет состав своего коренного источника, но уже через 1 км по течению реки количество кристаллов класса  $-1+0,5$  мм уменьшается на 10%. В юрских россыпях Новинка и Водораздельные галечники, практически примыкающих к своим коренным источникам, в отличие от последних, уже чувствуется дефицит мелких классов алмазов (рис. 1.5). Вероятно, это объясняется более сложной геологической историей формирования названных россыпей, т. е. кроме

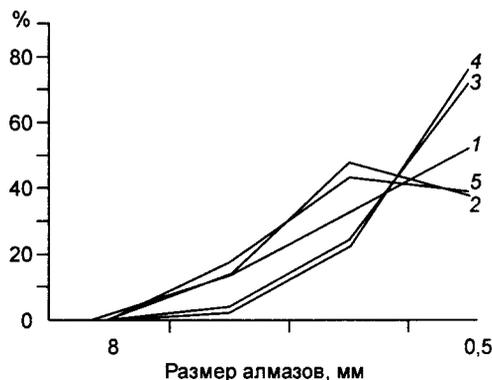


Рис. 1.5. Распределение алмазов по количеству и размеру в россыпях ближнего переноса:

1 – р. Ирелях, ниже тр. Мир; 2 – Водораздельные Галечники, юрская россыпь тр. Мир; 3 – верхнетриасовая–нижнеюрская россыпь тр. Нюрбинская; 4 – юрская россыпь тр. Нюрбинская; 5 – Новинка, юрская россыпь тр. Интернациональная.

Таблица 1.8

Исходные данные по изучению распределению алмазов от тр. Мир до р. Виллой

Участок	Длина участка, км	Количество горных линий	Объем опробования, м <sup>3</sup>	Извлечено алмазов	
				штук	карат
Р. Ирелях от тр. Мир до устья	30	57	6193	28132	2785,6
Р. Мал. Ботуобия от устья Иреляха, участки Заря-Звезда	50	146	9077	8942	1036,5
Р. Мал. Ботуобия до р. Кюелях	15	40	1322	2367	290,2
Р. Мал. Ботуобия до р. Дьегус	25	51	6157	7267	599,8
Р. Мал. Ботуобия до р. Сосновка	30	66	3196	3386	262,9
Устьевой отрезок р. Мал. Ботуобия, участок Искра	55	69	5044	5466	326,2
Р. Виллой, 20 км ниже Мал. Ботуобии, коса Сталинская	20	8	3250	334	38,9
Итого	225	437	34239	55894	5340,1

прямого размыва коренного источника, они вмещают продукты размыва ныне эродированных верхнепалеозойских коллекторов алмазов.

Для установления характера изменения ситовых характеристик алмазов в россыпях по мере удаления от коренных источников был изучен эталонный объект, представляющий собой протяженный (более 200 км) ореол от тр. Мир (табл. 1.8).

В результате исследований на достаточно представительном фактическом материале установлено, что наиболее показательным, свидетельствующим о дальности коренного источника, является размерный класс алмазов  $-1+0,5$  мм. Его доля уже через 15–30 км в долине р. Ирелях сокращается вдвое (табл. 1.9) за счет увеличения содержания крупных классов. В этом вопросе не ясно, на какие расстояния переносятся мелкие классы алмазов, ведь на изученном отрезке рек Ирелях–Мал. Ботуобия–Виллой (225 км) от тр. Мир при равномерно большом объеме опробования не установлено участков их концентраций.

Результаты опробования аллювия р. Виллой ниже устья р. Мал. Ботуобия свидетельствуют о том, что если на косе Сталинская (225 км от тр. Мир) количество алмазов класса  $-1+0,5$  мм составляет 29,3 %, то на косе Звездочка, расположенной в 280 км ниже устья р. Мал. Ботуобия (500 км от тр. Мир), содержание мелких

Таблица 1.9

Распределение алмазов в россыпях по мере удаления от коренного источника

Участок	Извлечено алмазов, %				Средний вес, мг
	8+4 мм	4+2 мм	2+1 мм	1+0,5 мм	
Р. Ирелях ниже тр. Мир	0,51	9,68	31,92	57,89	9,7
Устье р. Ирелях	3,36	27,95	39,48	29,15	27,5
Р. Мал. Ботуобия ниже устья р. Ирелях, участки Заря-Звезда	1,2	22,7	50,8	25,3	23,18
Р. Мал. Ботуобия до р. Кюелях	2,66	30,25	46,43	20,66	24,52
Р. Мал. Ботуобия до р. Дьегус	2,7	18,41	58,68	20,21	16,51
Р. Мал. Ботуобия до р. Сосновка	3,33	16,67	60,0	20,0	15,63
Устьевой отрезок р. Мал. Ботуобия, участок Искра	1,23	12,75	71,97	14,05	11,94
Виллой – ниже р. Мал. Ботуобия, коса Сталинская	3,59	31,74	35,33	29,34	23,31

Таблица 1.10

## Результаты опробования косового аллювия р. Вилюй ниже устья р. Мал. Ботуобия

Название кос, расстояние от тр. Мир, км	Извлечено алмазов количество, %				Средний вес, мг
	8+4 мм	4+2 мм	2+1 мм	1+0,5 мм	
Сталинская, 225	3,59	31,74	35,33	29,34	23,31
Соколиная, 490	1,2	24,4	67,1	7,3	10,8
Звездочка, 500	0,0	11,0	75,0	14,0	Н. д.
Сказочная, 520	0,36	15,8	30,3	55,5	10,1
Тенкелинская, 550	Н. д.	Н. д.	Н. д.	Н. д.	8,3

Примечание. Н. д. – нет данных.

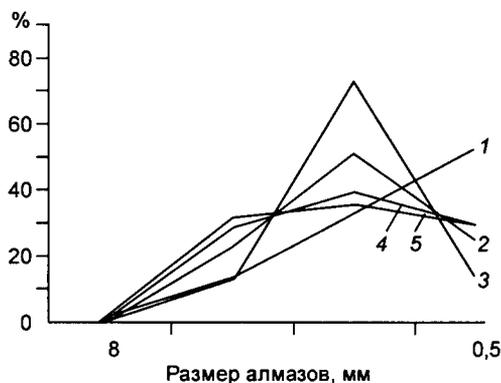
классов падает до 14. % (табл. 1.10). Таким образом, на изученном 500-километровом отрезке гидросети, ниже тр. Мир, не установлены участки концентрации алмазов мелких классов, доминирующих в коренных телах. Вероятно, они выносятся на большие расстояния, составляющие тысячи километров и концентрируются в более спокойной гидродинамической обстановке на участках долин с выположенным продольным профилем. В данном случае это, скорее всего, происходит на отрезке долины р. Вилюй в пределах Вилюйской синеклизы. На это указывает существенное возрастание мелких классов и снижение среднего веса кристаллов на косах Сказочная и Тенкелинская (520 и 550 км от тр. Мир), расположенных в пределах данной структуры.

Содержание крупного класса алмазов ( $-8+4$  мм) на всем 225 км отрезке рек Ирелях–Мал. Ботуобия до р. Вилюй изменяется незначительно. Ниже устья р. Мал. Ботуобия в аллювии р. Вилюй содержание крупных классов постепенно снижается, и на косе Звездочка алмазы этого класса не установлены, хотя ниже в незначительных концентрациях они появляются снова (см. табл. 1.10). Доля средних классов ( $-4+2$  и  $-2+1$  мм) по мере удаления от источника постепенно выравнивается (рис. 1.6). Абсолютное равновесие установлено на косе Сталинская, ниже устья Мал. Ботуобии и затем отмечается плавная тенденция снижения количества алмазов класса  $-4+2$  мм и повышения доли более мелких классов.

Значения средних весов кристаллов без анализа всего гранулометрического спектра не являются показательными. Ниже тр. Мир они составляют 9,7 мг, к таким же цифрам приближаются в устьевой части р. Мал. Ботуобия и на р. Вилюй, что удалено от коренного источника соответственно на 200 и 550 км. Наглядно изменение ситовых характеристик видно по россыпям среднего переноса, где доля мелких классов и крупных классов ничтожно мала, а соотношение средних ( $-4+2$  и  $-2+1$  мм) практически выравнивается.

Рис. 1.6. Распределение алмазов в россыпях по удалению от коренного источника:

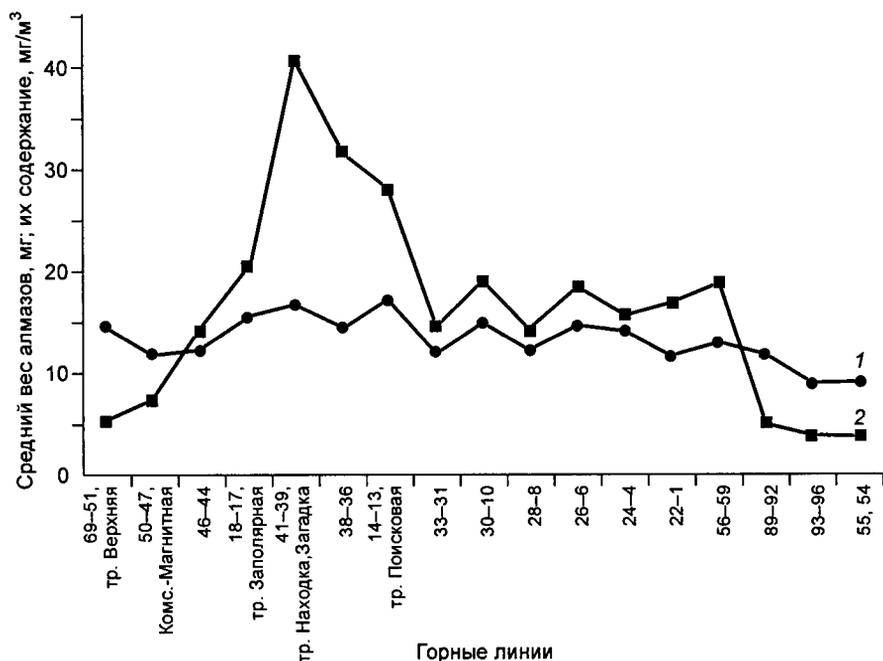
1 – р. Ирелях, ниже тр. Мир; 2 – устье р. Ирелях; 3 – р. Мал. Ботуобия, ниже устья р. Ирелях; 4 – устьевой отрезок р. Мал. Ботуобия; 5 – р. Вилюй, ниже р. Мал. Ботуобия, коса Сталинская.



Неоднозначность оценки по среднему весу кристаллов при прогнозировании коренных месторождений алмазов подчеркивается фактическим материалом, полученным при разведке россыпного проявления р. Улаах-Муна.

Река Улаах-Муна является правым притоком р. Муна. В ее среднем течении на отрезке в 18–40 км от устья в 50-х годах открыто Верхне-Мунское кимберлитовое поле, насчитывающее 21 объект (трубки, дайки и жилы). Среди них повышенное содержание алмазов установлено в трубках Заполярная, Комсомольская-Магнитная, Новинка и Поисковая. Наиболее крупным объектом Верхне-Мунского поля является тр. Заполярная, которая включает в себя более 50 % всех запасов алмазов этого поля. По данным 67 разведочных горных линий, пройденных Амакинской экспедицией в 1960 г., шлейф алмазов в русле р. Улаах-Муна тянется от трубок Комсомольская-Магнитная и Новинка, расположенных в долине реки недалеко от ее русла. Влияние тр. Заполярная сказывается в существенном повышении уровня алмазоносности в два-три раза (рис. 1.7), хотя прямого размыва кимберлитов не происходит, а поступление камней осуществляется через склоновые делювиально-солифлюкционные отложения. Трубка Поисковая из-за ее небольших размеров и удаленности от русла реки на продуктивность россыпи не влияет.

Изменение средних весов алмазов в продольном разрезе россыпи Улаах-Муна свидетельствует о том, что использование этого параметра без анализа всех классов крупности для прогнозирования коренных источников алмазов может привести к существенной ошибке. Средний вес алмазов тр. Заполярная составляет 1,9 мг, тр. Комсомольская-Магнитная – 2,2 мг. Однако следует учесть, что эти значения, скорее всего, занижены, так как при обработке коренных пород в результате многостадийного дробления среди алмазов значительную долю составляют мел-



**Рис. 1.7.** Изменение параметров алмазоносности в продольном разрезе россыпи р. Улаах-Муна в районе Верхне-Мунского кимберлитового поля (усредненные данные по четырем линиям):

1 – средний вес, мг; 2 – среднее содержание, мг/м³.

кие технологические осколки, что фактически существенно снижает их средний вес. Более объективные данные могут быть получены при обработке рыхлого элювия трубок. По пробам из элювия тр. Заполярная средний вес алмазов составил 3,0–3,4 мг. По этим характеристикам ни по одной из горных линий, пройденных ниже алмазоносных коренных тел, аналогичные значения не получены.

В пределах р. Улаах-Муна можно выделить непротяженный отрезок россыпи от тр. Комсомольская-Магнитная, где по двум горным линиям (л. 48 и 47) средний вес алмазов более чем в два раза ниже аналогичных параметров по водотоку – 6,9 мг (см. рис. 1.7), что явно свидетельствует о близости источника. Но практическая значимость этого открытия довольно низкая, так как чтобы это установить потребовалось пройти 67 горных линий и обогатить около 5 тыс. м<sup>3</sup> песков, что на поисковых стадиях работ вряд ли будет оправдано. Средний вес одного кристалла по россыпи р. Улаах-Муна составил 14,1 мг, по р. Муна ниже этой россыпи – 10,9 мг и выше ее – 9,0 мг. По этим данным, казалось бы, наиболее благоприятен на коренные источники алмазов участок долины р. Муна выше устья р. Улаах-Муна, хотя в настоящее время однозначно установлено, что там они отсутствуют.

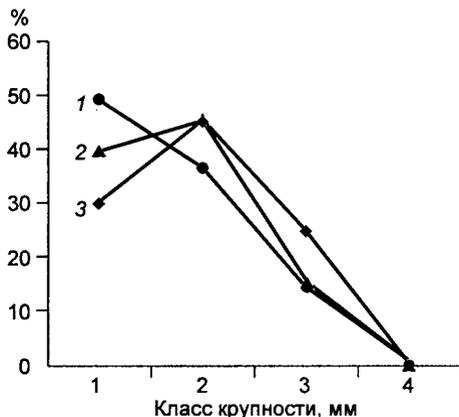
Существенную помощь в оценке удаленности алмазов от их коренного источника может оказать покристальное взвешивание. В результате обработки данных эксплуатации установлено отличие средних весов кристаллов размерных классов из коренных и россыпных месторождений алмазов. Как правило, в коренных месторождениях средний вес алмазов по классам крупности меньше, чем в россыпях. Россыпные алмазы выделяются более высокими средними весами, что опять же связано с более активным переносом камней более мелких размерно-весовых классов.

Распределение алмазов в россыпях дальнего переноса или сформированных в результате перемива древних промежуточных прибрежно-морских коллекторов выглядит более необычно. Эти россыпи выделяются высоким средним весом, полным отсутствием кристаллов класса –1 мм и существенным снижением доли класса –2+1 мм. В качестве примера таких россыпей можно привести месторождения Урала [Кухаренко, 1955; Ветчанинов, 1974] и прибрежно-морские россыпи Юго-Западной Африки, россыпь р. Бол. Куонамка северо-запада Якутии. Естественно, что из-за хорошей сортировки и повышенной крупности алмазы таких россыпей характеризуются высокой стоимостью (рис. 1.8).

В Западной Якутии россыпные месторождения алмазов находятся в пределах Сибирской платформы. В Лено-Анабарской алмазоносной субпровинции основная часть четвертичных россыпей тяготеет к антеклизам и приурочена к более мелким положительным тектоническим структурам. В пределах прогибов и синеклиз россыпная алмазоносность носит локальный характер и промышленных

Рис. 1.8. Распределение алмазов в россыпях дальнего переноса и сформированных в результате перемива древних промежуточных коллекторов:

1 – такатинская свита, средний девон, Исковский участок, Урал; 2 – Расеольнинская депрессия, Урал; 3 – Вогульская депрессия, Урал.  
Класс крупности, мм: +4 (1); –4+2 (2); 2+1 (3); 1+0,5 (4).



*Холментаушский не образует. Анализ размывов дельтовых отложений центральной-бирской субпровинции показывает, что для их формирования наиболее благоприятны зоны сочленения антеклиз с синеклизами. Благоприятную позицию занимает территория Накынского кимберлитового поля, расположенного в зоне сочленения Вилюйской синеклизы и Анабарской антеклизы. Локальный контроль россыпной алмазности осуществляется зонами сочленения более мелких структур: в дяхтарское – эрозионно-карстовыми депрессиями, в оруктахское время – бортом Дюлюнго-Дяхтарской долинообразной палеодепрессии. На Урале промышленная алмазность охватывает складчатую область.*

Максимальные концентрации алмазов приурочены к районам неотектонических поднятий, на фоне которых проявляется глубинная эрозия, река имеет узкое днище и характеризуется прямолинейностью или глубоковрезанными в коренные склоны меандрами. Мощность аллювия здесь в два-три раза меньше, а средние содержания алмазов на порядок выше. На основных россыпных месторождениях алмазов севера Якутии эта закономерность ярко выражена. В пределах самого крупного россыпного месторождения алмазов России – Эбеляхского – максимальные концентрации алмазов тяготеют к нижнему участку. Этот отрезок россыпи приурочен к узкой нетеррасированной долине. Мощность руслового аллювия на этом отрезке небольшая, не превышает 0,5–1,5 м, часты отрезки русла, лишенные аллювия. Такая же закономерность установлена для россыпи Молодо, где также промышленная алмазность тяготеет к отрезку каньонообразной долины. Главенствующее влияние неотектонического фактора на алмазность россыпи подчеркивается и обратной корреляционной связью между мощностью аллювия и содержаниями в нем алмазов, установленной для всех четвертичных россыпей Якутии: Эбелях, Биллях, Молодо, Моторчуна, Бол. Куонамка и т. д. Анализ характера распределения алмазов в продольном профиле большинства четвертичных россыпей позволяет убедительно подтвердить вывод ряда геологов о том, что тектонические движения, синхронные формированию аллювия, оказывают прямое влияние на уровень концентрации алмазов [Жуков и др., 1968; Прокопчук, 1979; Граханов, 2000; и др.]. В результате анализа продольных профилей основных россыпей установлено, что они имеют ступенчатый характер. Ступени продольного профиля долин наиболее ярко проявлены на участках неотектонических поднятий и, вероятно, являются отражением влияния положительных структур более мелкого порядка. Как правило, это каменные островки с выступающими коренными породами, на которых фиксируются фрагменты маломощного аллювия. Эти участки наиболее благоприятны для ураганных концентраций алмазов (10–100 кар/м<sup>3</sup>).

Формирование россыпи в зоне неотектонического поднятия придало своеобразие и продуктивной толще аллювия. Продольный профиль долин довольно крутой, с трассирующимися по бортам долины крупными обнажениями коренных пород. Интенсивная боковая и глубинная эрозия обусловила то, что большая часть отложений русла сложена делювиальными и делювиально-аллювиальными фациями. По составу все три фациальные толщи однотипны, так как везде преобладает местный коренной материал разных гранулометрических классов и в разных соотношениях, но аллювиальные фации тяготеют к стрежневой части русла и намываемым берегам. От делювиальных и смешанных фаций они отличаются включением гальки, гравия и валунов чуждых району пород, доля которых в аллювии ничтожна мала. В аллювиальных фациях пестрый минералогический состав тяжелой фракции, где практически всегда присутствуют крупные минералы-спутники алмаза, в которых более высока доля псаммитовой составляющей. Аллювиальные фации с повышенным содержанием экзотических пород четко выделяются и высокой алмазностью. При этом в составе отложений должна быть существенная

доля валунного материала. Наличие чуждого району валунного материала в составе аллювиальных фаций является общим критерием повышенной алмазности для россыпей севера Якутии. Для ископаемых россыпей Урала [Ветчанинов, 1974] установлена прямая связь содержания алмазов с гранулометрическим составом отложений: максимальные концентрации выявлены на участках, где в базальных горизонтах такатинской свиты встречены крупноглыбовые конгломераты.

В Центрально-Сибирской алмазносной субпровинции формированию мезозойских россыпей предшествовала среднепалеозойская эпоха кимберлитового вулканизма, к которой приурочены все известные коренные месторождения алмазов. Масштаб россыпной алмазности мезозойских отложений определяется величиной денудационного среза известных и прогнозируемых коренных источников алмазов. Денудационный срез пород кимберлитовмещающего цоколя в Средне-Мархинском районе составляет 480 м, а в Мало-Ботуобинском районе – 380–430 м.

Стратиграфические уровни россыпей определяются путем анализа разреза разновозрастных отложений. В Средне-Мархинском районе наиболее благоприятны для локализации россыпей дяхтарская и оруктахская свиты нижней юры, в Мало-Ботуобинском – лапчанская и ботуобинская свиты среднего–верхнего карбона и юлегорская и оруктахская свиты нижней юры.

В Якутии формированию продуктивных мезозойских отложений предшествовала средне-позднетриасовая эпоха корообразования. В пределах Средне-Мархинского алмазносного района формирование кор выветривания сопровождалось широким развитием эрозионно-карстовых процессов. В итоге сформировалась сложная система палеодолин с движением водных потоков с северо-востока на юго-запад и серия изолированных эрозионно-карстовых впадин глубиной до 40 м, приуроченных к зонам контактов карбонатных пород и даек долеритов Вилюй-Мархинской рудоконтролирующей зоны. В дальнейшем эрозионно-карстовые депрессии были заполнены продуктами разрушения кимберлитов трубок Нюрбинская и Ботуобинская, которые выделялись положительными формами нижеюрского палеорельефа.

Большая, возможно основная, роль в концентрации алмазов принадлежит составу подстилающих пород. Основная часть промышленных россыпей тяготеет к полям развития закарстованных пород кембрия и ордовика. В качестве примера можно привести россыпи Анабарского и Средне-Мархинского алмазносных районов, которые включают 78 % российского россыпного потенциала. Россыпные месторождения Урала, как древние, так и кайнозойские, также приурочены к площадям развития карстующихся пород [Степанов, 1974]. Наиболее крупные эрозионно-карстовые депрессии Урала выявлены в пределах развития карстующихся доломитов силура или вблизи их контакта с терригенными толщами.

Россыпи северо-востока Сибирской платформы и Западного Урала сформировались в результате многократного перебива вторичных коллекторов алмазов и на значительные расстояния оторваны от своих коренных источников, которые до настоящего времени не установлены.

На севере Сибири особую роль сыграли неогеновые отложения, заполняющие реликты эрозионно-карстовых депрессий или плащеобразно залегающие на водораздельных пространствах. Наблюдается четкая корреляция алмазности современных россыпей с фрагментами распространения алмазносных неогеновых долин или развитием на водоразделах покровных отложений этого возраста (эбеляхская толща [Гриненко и др., 2005]). Такие примеры многочисленны: россыпь р. Биллях – реликтовая залежь Верхний Биллях и Верхний Биллях II. В пределах россыпей Гусиная, Холомолоох, Ыраас-Юрях, Куман по бортам и днищам долин

вскрыты эрозионно-карстовые западины, заполненные высокоалмазоносными, превосходящими по уровню содержаний современные россыпи неогеновыми осадками. Россыпи рек Моргогор и Маят тяготеют к покровам неогеновых осадков, развитых на их водоразделах или притоках. Такую же картину можно наблюдать и в долине р. Молодо, где наиболее богатая часть россыпи – участок Молодо приурочен к обширным полям неогеновых отложений (толща водораздельных галечников [Там же]). Алмазоносность рек Мас-Уджа и Токур-Уджа хорошо согласуется с широко развитыми здесь неогеновыми осадками, и по мере их исчезновения уровень алмазоносности в притоках р. Уджа резко падает. Примером прямого влияния наличия неогеновых осадков на алмазоносность современного аллювия могут служить реки Беенчимэ и Куойка, где на первой описываемые осадки развиты широко, соответственно, сформирована россыпь, а на второй они практически отсутствуют, и р. Куойка отличается убогой алмазоносностью.

В пределах Лено-Анабарского прогиба широко развитые на междуречье рек Анабар, Уджа и Уеле водораздельные алмазоносные неогеновые осадки выделяются повышенными концентрациями алмазов и тонкого золота в реках Кангалас-Уеле, Хатыгын-Уеле, Буолколаах, Средняя, Половинная, Чюмпэ-Юряге, Билир, Оннехой и др. На Анабаро-Хатангском междуречье описаны большие поля мощных неогеновых отложений, но эти осадки не содержат алмазы или последние устанавливаются в крайне низких концентрациях. Эта же закономерность сохраняется и в современном аллювии, на реках Федор, Доруоха, Эге-Юряге алмазы встречаются спорадически. В Нижне-Оленекском алмазоносном районе также очевидна связь алмазоносности современного аллювия с полями развития покровных полигенных рыхлых отложений. Однако в этих районах комплекс четвертичных отложений более сложный, связанный с генеральной перестройкой гидросети в раннечетвертичное время (долина пра-Лены) и развитием зырянских образований. Естественно, расчленение этих сложных четвертичных комплексов и их датировка при опробовании довольно условна. В Муно-Тюнгском алмазоносном районе, возможно, размывом железистых конгломератов и связанных с ними покровных неогеновых отложений можно объяснить наличие экзотических для этих районов северных алмазов V–VII разновидностей и ураганные содержания северного пикроильменита в аллювии рек Муна, Тюнг, Чимидикян и их притоков [Дак, 1997].

Все промышленные россыпи Западного Урала тяготеют к выходам алмазоносной такатинской свиты среднего девона и полям развития неогеновых эрозионно-карстовых депрессий, отложения которых по цвету, минералогическому составу очень напоминают аналогичные образования Анабарского алмазоносного района. Максимальные концентрации алмазов приурочены к наиболее древним (миоценовым) и сортированным отложениям, отличающимся небольшой мощностью [Ветчанинов, 1974].

На северо-востоке Сибирской платформы в Анабарском районе промышленная алмазоносность всех притоков р. Эбелях, истоков этой реки, верхних частей рек Биллях и Маят, р. Хара-Мас обязана развитию погребенных верхнечетвертичных долин. Именно к ним, а не к современному аллювию, приурочена промышленная алмазоносность. Современный аллювий в верхнем и среднем течении этих водотоков “вложен” в пойменную фацию верхнечетвертичного аллювия и лишь на приустьевых отрезках, где он начинает “резать русловую фацию, уровень его алмазоносности достигает промышленных значений. При этом нередко можно увидеть, что в днищах верхнечетвертичных долин фиксируются реликты карстовых полостей, выполненных неогеновым аллювием (см. гл. 2, россыпь Гусиная). Эти наблюдения подчеркивают сложную многостадийную историю формирования россыпей севера Якутии: коренной источник → древний коллектор → неогеновый

Таблица 1.11

## Содержание пиропов алмазной ассоциации в коренных источниках и россыпях Накынского поля (данные Ботубинской экспедиции)

Объект	Разновидность кимберлитов	Количество проанализированных зерен	Алмазная ассоциация (по Н.В. Соболеву)	
			Количество зерен	
			шт.	%
Тр. Ботубинская	Автолитовая кимберлитовая брекчия	469	22	4,7
	Ксенотуфобрекчия	223	16	7,2
	Порфиновые кимберлиты	274	6	2,2
Тр. Нюрбинская	Автолитовая кимберлитовая брекчия	161	2	1,2
	Порфиновые кимберлиты	143	26	18,2
Среднее по трубкам		1270	72	5,7
Россыпи в районе трубок		537	63	11,7

Примечание. Анализы выполнены в Центральной аналитической лаборатории Ботубинской экспедиции АК "АЛРОСА".

*коллектор* → *коллектор четвертичных погребенных долин и надпойменных террас* → *современные русловые россыпи*. Аналогичное строение имеет и разрез эрозионно-карстовых депрессий Урала, когда в основании залегают аллювиальные и пролювиальные неогеновые осадки, а выше лежат алмазоносные средне-верхнечетвертичные образования продуктивного пласта.

Для россыпей северо-востока Сибирской платформы характерно низкое содержание пиропов алмазной ассоциации. Исключение составляют россыпные проявления бассейна рек Кютюнгдэ, Далдын и верховья р. Молодо. На этих участках источниками пиропов алмазной ассоциации служат нуччаюрегинская свита нижнего карбона и далдынская – верхнего карбона–нижней перми, где работами Н.В. Соболева, Н.П. Похиленко, Ю.П. Белика и других установлены высокие концентрации пиропов алмазной ассоциации [Белик и др., 1980; Соболев и др., 1981]. Противоположная картина наблюдается в россыпях Центрально-Сибирской субпровинции, где, как и в коренных источниках, доля пиропов алмазной ассоциации высока и, чаще всего, превосходит свои коренные источники (табл. 1.11). Это вполне естественно, так как высокохромистые пиropy наиболее устойчивы к процессам гипергенеза. Довольно высокое содержание пиропов алмазной ассоциации отмечено в такатинской свите Северного Урала (см. гл. 3).

Для многих древних и современных россыпей России характерна четкая корреляционная связь алмазоносности с концентрациями крупных пиропов класса +1 мм (табл. 1.12).

В крупных классах (–8+4 и +8 мм) было отмечено, что повышенный выход алмазов этого класса хорошо согласуется с высокими содержаниями лимонита. Вероятно, это обусловлено тем, что пиropy крупнее 4 мм более редки, чем сами алмазы. Это вполне естественно, так как многие четвертичные россыпи севера Якутии и Урала были сформированы в результате перемива промежуточных коллекторов, из которых наиболее продуктивными являются неогеновые отложения, где к основным минералам тяжелой фракции в первую очередь относится лимонит. Для подтверждения данных выводов проведен анализ результатов работы одной обогатительной установки предприятия ОАО "Нижне-Ленское" на россыпи р. Молодо. По результатам работы обогатительной установки в течение трех меся-

Результаты опробования четвертичной россыпи р. Моторчуна [Граханов, 2000]

№ пробы	Результаты шлихового опробования, 20 л					Опробование на алмазы, кар/м <sup>3</sup>
	выход тяжелой фракции	алмазы в шлихах, шт.	находки пиропов по классам крупности, шт.			
			+2 мм	-2+1 мм	-1 мм	
2401	Высокий	2	3	30	>100	2,28
2402	»	2	8	80	>100	4,37
2403	»	2	5	40	>100	
2406	Очень низкий	–	–	–	–	Алмазов нет
2444	Средний	1	3	50	>100	1,19
246a4	»	–	2	20	60	3,82
1-5	Нет данных	Нет данных	32	>50	>80	9,04
6-6	»	»	46	>50	>90	8,04
1-4	»	»	35	50	85	5,75
1-3	»	»	15	40	55	5,06
6-5	»	»	14	18	32	4,65
1-1	»	»	6	8	14	3,25
3-1	»	»	5	6	11	2,54
9-1,2	»	»	3	5	8	0,11
4-0	»	»	1	3	4	0,06
2-3	»	»	–	2	2	0,07
3-2	»	»	–	4	4	Алмазов нет
1-7	»	»	–	–	1	»
8-2	»	»	–	–	–	»

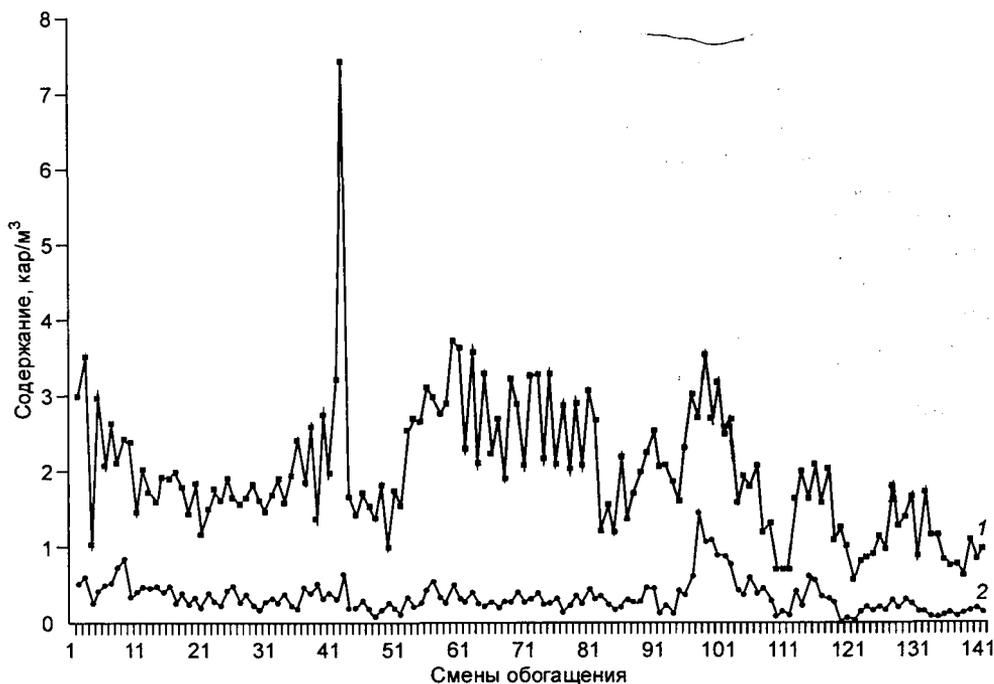


Рис.1.9. Содержания алмазов и тяжелой фракции в песках россыпи Молодо:  
1 – тяжелая фракция, кг/м<sup>3</sup>; 2 – алмазы, кар/м<sup>3</sup>.

цев (141 рабочая смена) непрерывно фиксировался вес алмазов и тяжелой фракции (на 99,9 % представленной лимонитом и лимонитизированными обломками осадочных пород) отдельно по классам крупности  $-8+4$  и  $-4+2$  мм, проведен расчет содержаний по этим параметрам. Полученные результаты свидетельствуют о четкой прямой корреляционной связи между весом тяжелой фракции, алмазами ( $-4+2 = +0,7585$ ;  $-8+4 = +0,6147$  и сумма равна  $+0,7434$ ) и их содержаниями (рис. 1.9).

Если среди четвертичных россыпей Лено-Анабарской субпровинции прямая корреляционная связь пиропов и алмазов очевидна, то корреляция последних с пикроильменитом не всегда подтверждается полевыми наблюдениями. Вероятно, это объясняется тем, что на северо-востоке Сибирской платформы известно более 700 кимберлитовых тел, которые практически не содержат алмазов, но вмещают значительные концентрации пикроильменита. В результате значительного эрозионного среза палеозойских и мезозойских кимберлитовых трубок в терригенные формации фанерозоя попало огромное количество пикроильменита из неалмазоносных тел. Циркон, хромшпинелид, хромдиопсид и оливин встречаются реже, и их связь с алмазоносностью к настоящему времени не доказана.

Хорошая связь между алмазоносностью и содержанием минералов-индикаторов кимберлита характерна и для древних россыпей (табл. 1.13).

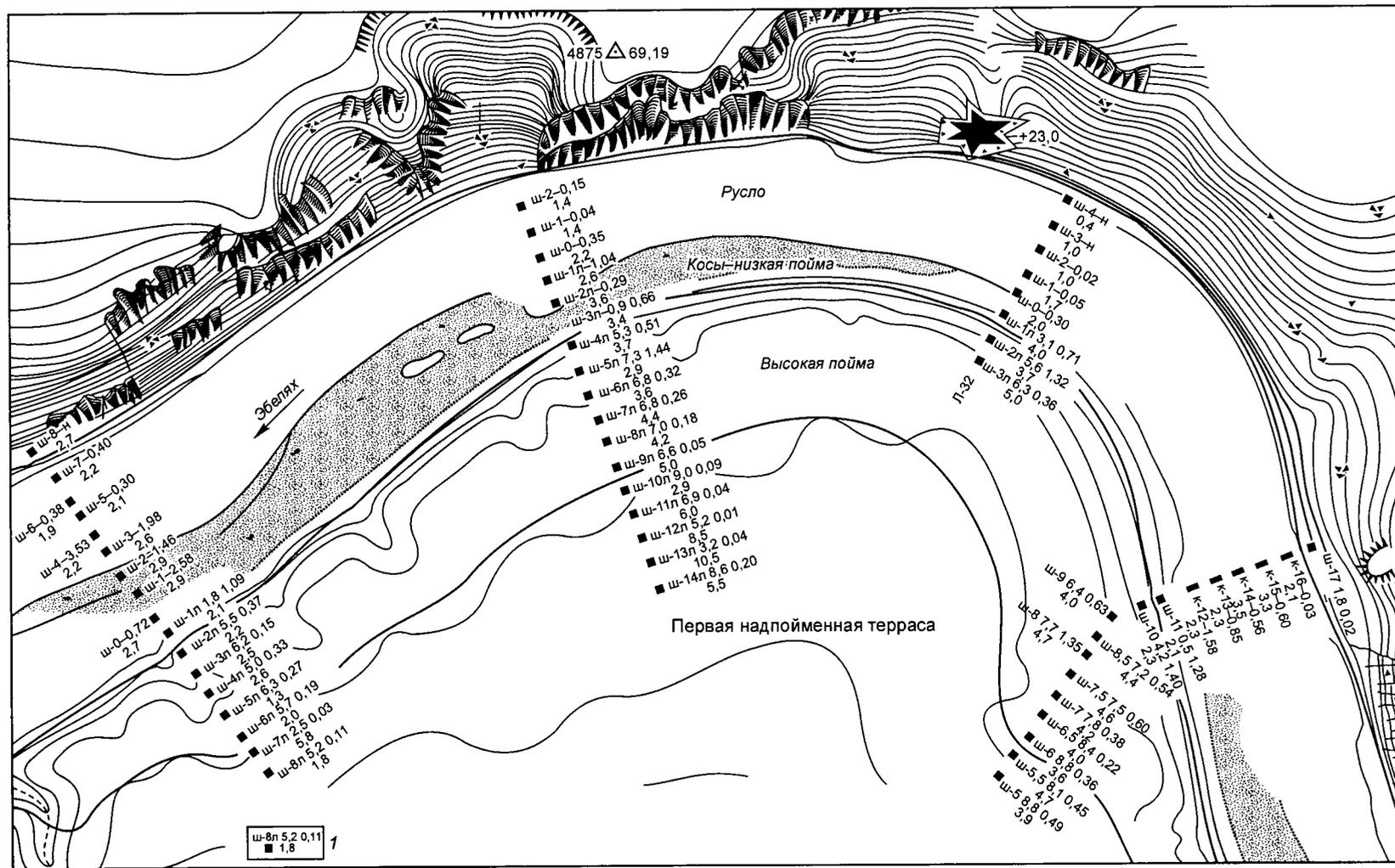
Работами В.И. Сафьянникова и В.С. Григорьева (Ботуобинская экспедиция АК "АЛРОСА") оценка корреляционной зависимости параметров алмазоносности и содержаний минералов-спутников произведена на представительном статистическом материале по древним россыпям Мало-Ботуобинского района Солур (MZ) и Восточная (PZ). По шахте 1 по 138 пробам различных объемов установлено, что весовые и количественные содержания алмазов находятся в четкой корреляционной положительной связи с количеством пиропов в классе  $-2+1$  мм. Связи параметров алмазоносности с пикроильменитом не установлено. Слабая корреляционная связь всех параметров алмазоносности устанавливается с пиропами классов  $-0,5$  мм. По шахте 7 положительные коэффициенты корреляции установлены между всеми параметрами алмазоносности с общим количеством пиропов, с количеством пиропов в каждом гранулометрическом классе (кроме класса  $-0,5$  мм). Приведенные расчеты свидетельствуют о целесообразности и эффективности использования минералогических данных при оконтуривании площадей древних россыпей.

Для россыпей Урала прямая связь алмазоносности с содержанием пиропов подтверждается примером такатинской свиты, где ее высокая продуктивность (по сравнению с другими россыпями Урала) согласуется с наличием пиропов. Такая корреляция может играть важную роль при поисках россыпных месторождений алмазов, так как позволит в существенной мере уменьшить объемы горно-опробовательских работ, выделить промышленный пласт, ускорить выполнение поиско-

Таблица 1.13

**Коэффициенты парной корреляции количественного содержания алмазов и минералов-индикаторов кимберлитов в древних россыпях Якутии**

Россыпь, алмазоносный район	Количество пар	Коэффициенты корреляции		
		Пироп	Пикроильменит	Хромшпинелид
Геофизическая, Мало-Ботуобинский	44	0,810	0,802	0,777
Мезозойская, Мало-Ботуобинский	46	0,111	0,020	-
Триасовая-Булкур, Приморский	27	0,507	0,061	-
Триасовая-Тас-Ары, Приморский	17	0,519	0,217	0



вых работ и значительно удешевить работы. При использовании минералогического метода при поисках россыпных месторождений особое внимание следует уделять находкам в шлихах самих алмазов, как правило, во всех россыпях, где уровень алмазоносности превышает промышленные значения, в шлихах объемом 10–20 л обязательно встречаются алмазы. По опыту работ в Мало-Ботуобинском и Средне-Мархинском алмазоносных районах находки алмазов в шлиховых пробах из керна скважин свидетельствуют о потенциальной продуктивности с содержанием не менее 1 кар/м<sup>3</sup>.

Для большинства четвертичных россыпей Сибирской платформы повышенными концентрациями выделяются крупные излучины реки. На них более высокая алмазоносность фиксируется на намываемых берегах (рис. 1.10).

Подмываемые части берегов характеризуются убогой алмазоносностью. По более высокому уровню содержания алмазов отличаются головные части кос и стрежневые подфации аллювия, в которых максимальные концентрации алмазов приурочены к переходным участкам между плесами и перекатами. По всем аллювиальным россыпям распределение алмазов носит струйчатый характер. На спрямленных участках русла головные части струй расположены в пределах стрежневой подфации аллювия в переходной зоне плес–перекат. Именно к последнему приурочены центральные и хвостовые части струй. На излучинах рек головные части струй также расположены в пределах стрежня переходной зоны, а центральные и хвостовые – на косах.

В зависимости от мощности анализ алмазоносности продуктивного пласта четвертичных россыпей свидетельствует об общей закономерности увеличения концентраций алмазов к базальному горизонту аллювия. Исключение составляют единичные аллювиальные разрезы, когда в верхней части фиксируются ложные плотики, обусловленные прослоями глин или валунов. По этим разрезам наблюдаются вспышки повышенной алмазоносности в верхних частях разрезов. Для уральских россыпей также наблюдается концентрация алмазов в нижней части разреза галечников, при этом, в отличие от якутских россыпей, более обогащены галечники с низким содержанием глины [Ветчанинов, 1974].

Уровень алмазоносности россыпей России различный. Среди четвертичных россыпей бесспорным мировым лидером по запасам алмазов является россыпь р. Эбелях. Здесь высокий уровень алмазоносности характерен как для руслового, так и для террасового аллювия. Среди древних россыпей алмазов Западной Якутии лидируют мезозойские россыпи Накынского кимберлитового поля, которые по высококонцентрированным запасам не имеют себе аналогов среди месторождений этого возраста в России. Типоморфные особенности алмазов россыпей Центрально-Сибирской субпровинции имеют полное сходство со своими коренными источниками. Алмазы из четвертичных и неогеновых россыпей Урала корреспондируются с кристаллами из такатинской свиты.

Для якутских россыпей не характерна резкая дифференциация гранулометрического состава алмазов в продольных профилях россыпей. Для уральских россыпей [Там же], если в верховьях имеются выходы алмазоносных пород такатинской свиты, в современном аллювии их максимальные концентрации и сортировка наблюдаются в среднем

Рис. 1.10. Фрагмент россыпи р. Эбелях:

1 – номер шурфа, мощность торфов, м, содержание алмазов, кар/м<sup>3</sup>, мощность песков, м.

течении, в нижнем же происходит снижение уровня алмазонасности и уменьшение среднего веса кристаллов (реки Сев. Колчим и Бол. Колчим). На Урале благоприятные условия для образования россыпей аккумулятивных террас создаются при условии дренирования реками древних поверхностей выравнивания с остатками кор выветривания и рыхлых дочетвертичных отложений, сохранившихся на отметках 30 м и выше [Месторождения..., 1984].

### СВЯЗЬ РОССЫПЕЙ С КОРЕННЫМИ ИСТОЧНИКАМИ

В Центрально-Сибирской алмазонасной субпровинции основные промышленные россыпи алмазов привязаны к их коренным источникам. В пределах Лено-Анабарской субпровинции, несмотря на масштабное проявление россыпной алмазонасности (около 400 тыс. км<sup>2</sup>), коренные источники до сих пор не открыты. Существует несколько основных точек зрения на их природу: кимберлиты палеозойского или мезозойского возрастов известных полей [Алмазонасные россыпи..., 1967; Жуков и др., 1968; Брахфогель, Ковальский, 1970]; неизвестные продуктивные кимберлиты, расположенные в акватории моря Лаптевых [Горина, 1971; Милашев, Томановская, 1971]; нетрадиционные для Сибири кимберлиты на флангах алмазонасных районов, перекрытые более молодыми отложениями [Граханов, 2000; Граханов и др., 2003]; докембрийские кимберлиты [Метелкина и др., 1976; Метелкина, Прокопчук, 1976; Соичева, Метелкина, 1981; Афанасьев и др., 2002]; лампроиты [Епифанов, Родин, 1991; Владыкин, Торбеева, 2005] или щелочно-ультраосновные породы [Поршнева и др., 1986].

При детальном изучении типоморфных особенностей алмазов из основных россыпных месторождений северо-востока Сибирской платформы [Бартошинский, 1961, 1996; Соболев и др., 1979; Коптиль, Биленко, 1980; Коптиль, 1983, 1994; Галимов, 1984; Орлов, 1984; Зинчук и др., 1999, 2000; Коптиль и др., 2002; Зинчук, Коптиль, 2003] было замечено, что они по своим кристалломорфологическим особенностям и физическим свойствам разделяются на три основные группы, которые связаны с различными коренными источниками [Коптиль, 1994].

К *первой группе* относятся алмазы кимберлитового генезиса, содержащиеся во всех кимберлитовых и лампроитовых трубках России, Африки, Китая, Австралии, Канады и т. д. Они имеют утяжеленный изотопный состав углерода, свойственный кристаллам ультраосновного парагенезиса [Коптиль, 1994; Зинчук, Коптиль, 2003]. К этому типу относятся ламинарные алмазы, скрытоламинарные ромбододекаэдрониды уральского (бразильского) и додекаэдрониды жильного типов (I разновидность, по классификации Ю.Л. Орлова [1984]). Для алмазонасных кимберлитовых тел характерно преобладание ламинарных алмазов первой разновидности, а для слабоалмазонасных – округлых кристаллов уральского и жильного типов [Коптиль, 1994].

Ко *второй группе* относятся алмазы эбеляхского (северного) типа, представленные графитизированными ромбододекаэдронидами V разновидности (по: [Орлов, 1986]) и сростками додекаэдронидов VII разновидности с легким ( $\delta^{13}\text{C} = 23 \text{ ‰}$ ) изотопным составом углерода и равномерно окрашенными кубоидами II разновидности с промежуточным составом углерода ( $\delta^{13}\text{C} = 13,6 \text{ ‰}$ ). Эти алмазы в кимберлитовых телах Сибирской алмазонасной провинции не встречаются, но установлены в кимберлитовых телах северо-запада России, трубках Орапа (Ботсвана) и Гуаньямо (Венесуэла) [Соболев и др., 1979; Sobolev et al., 1998a, b; Галимов и др., 1999; Зинчук и др., 2001].

*Третью группу* составляют алмазы импактного генезиса, коренным источником которых являются породы Попигаийской астроблемы [Масайтис и др., 1975, 1998].

Соотношение алмазов кимберлитового, эбеляхского и импактного типов в четвертичных россыпях северо-востока Сибирской платформы в среднем составляет 6:4:0,0001.

Из-за отсутствия алмазов эбеляхского типа в известных слабоалмазоносных кимберлитовых трубках Лено-Анабарской субпровинции, расположенных по обрамлению россыпных районов, их связь с россыпями маловероятна. Однако нельзя исключать, что какая-то часть алмазов первой разновидности могла попадать в россыпи из этих тел. Это хорошо видно на примере убогоалмазоносных тел Западно-Укукитского поля, которые обнажаются в долинах современных рек. Минералогические шлейфы от них прослеживаются в аллювии только на несколько километров, затем теряются в региональном ореоле. Конечно, можно предположить, что среди них находятся еще неоткрытые тела, содержащие алмазы искомого спектра с промышленной алмазоносностью. Однако, исходя из размахов россыпной алмазоносности, эти объекты должны быть внушительных размеров или содержать алмазы в ураганных концентрациях. "Спрятать" такие коренные источники на площадях с простой геологической обстановкой невозможно. Любое известное месторождение в первую очередь заявляет о себе шлейфом алмазов в современных россыпях. Учитывая, что открытые территории в течение пятидесяти лет достаточно надежно опроисковывались, то предполагать среди них наличие коренных месторождений по крайней мере безосновательно. Если проанализировать открытие коренных месторождений алмазов Якутии, расположенных в аналогичных геологических обстановках (трубки Зарница, Мир, Удачная, Верхне-Мунского поля, частично Сытыканская и Айхал), то нетрудно заметить, что все они были открыты выдающимися геологами (Л.А. Попугаева, Н.Н. Сарсадских, Е.Н. Елагина, Ю.И. Хабардин, В.Н. Щукин, А.Н. Здота, А.И. Кручек, П.В. Скляр) в течение шести лет (1954–1960 гг.). Последующие сорок пять лет не принесли позитивных результатов. Открытые позднее месторождения (трубки Интернациональная, Комсомольская, Юбилейная, Краснопресненская, Нюрбинская и Ботуобинская), перекрытые толщей пород верхнего палеозоя или мезозоя, располагались уже на площадях с более сложными геологическими условиями.

По нашему представлению, открытые слабоалмазоносные тела северо-востока Сибирской платформы не ответственны за россыпную алмазоносность этого региона. Коренные источники россыпей, скорее всего, перекрыты толщей осадочных пород и расположены на флангах алмазоносных районов в более сложных геологических обстановках.

Сторонники "лампроитовой" теории алмазоносности считают, что коренными источниками являются лампроитоподобные породы, развитые в бассейнах рек Эбелях и Масапы [Епифанов, Родин, 1991]. Основанием для отнесения этих пород к продуктивным лампроитам послужил специфический химический состав кор выветривания и находки в них алмазов. Учитывая, что на отдельных кристаллах фиксируются следы механического износа, скорее всего, это связано с технологическим заражением из перекрывающих четвертичных отложений. Нельзя отрицать и алмазоносность собственно кор выветривания, перетолженные аналоги которых в Эбеляхском поле повсеместно содержат единичные кристаллы. На наш взгляд, мы имеем дело с аллитовыми корами выветривания, развитыми по основным породам, слагающим дайки или мелкие штоки в этом районе, что подтверждается высокими концентрациями в четвертичных отложениях пироксена и магнетита. Содержание хромшпинелидов, являющихся минералами-индикаторами лампроитов, минимально и соответствует средним значениям по алмазоносному району. В аллювиальных отложениях рек Эбелях и Масапы, как и во всех россыпях Анабарского района, изобилуют сильно изношенные (с прибрежно-морским

## Типоморфные особенности алмазов севера Якутии

Кимберлитовые поля, промежуточные коллекторы, россыпи	Воз- раст	Сумма алмазов, %							
		ламинарных	округлых	I разно- видности	II разно- видности	III разно- видности	IV разно- видности	V+VII разновидностей	VIII разно- видности
Кимберлитовые поля и отдельные тела									
Верхне-Мунское, Заполярная	PZ <sub>2</sub>	32,8	45,1	92,8*	0,1	0,5	0,8	0,0	5,7
Огонер-Юряхское, Аэрогеологическая	PZ <sub>2</sub>	54,7	18,9	94,3*	1,9	0,0	0,0	0,0	1,9
Куойкское, Дьянга	T <sub>2-3</sub>	20,6	54,1	93,9*	3,3	0,0	2,5	0,0	0,0
Зап. Укукитское, Светлана	PZ <sub>2</sub>	69,7	19,3	99,5*	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1
Зап. Укукитское, Русловая	PZ <sub>2</sub>	68,3	16,6	94,3*	0,0	0,0	0,5	0,0	5,2
Куранахское, Малокуонамская (порфиновые кимберлиты)	T <sub>2-3</sub>	64,0	14,4	97,6*	2,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Куранахское, Малокуонамская (автолитовые кимберлиты)	T <sub>2-3</sub>	32,6	43,4	94,9*	0,7	1,5	0,0	0,0	2,9
Лучеканское	T <sub>2-3</sub>	32,1	24,5	81,1*	0,0	0,0	18,9	0,0	0,0
Эбеляхское (данные химрастворения)	T <sub>2-3</sub>	33,0	16,1	94,4*	0,0	5,6	0,0	0,0	0,0
Далдынское, тр. Удачная	PZ	84,7	5,7	91,9	0,1	1,1	0,3	0,0	6,6
Мирнинское, тр. Мир	PZ <sub>2</sub>	98,7	0,0	99,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
Промежуточные коллекторы									
Р. Оленек	C <sub>1</sub>	75,9	11,2	88,2	0,5	0,0	9,7	0,0	1,6
Устье р. Лена, участок Усат-Хая	T <sub>3</sub>	10,0	42,1	67,9	2,8	0,6	0,0	25,2	0,4
Устье р. Лена, участок Булкур	T <sub>3</sub>	7,1	33,8	51,7	2,4	0,0	0,0	45,6	0,0
Междуречье рек Беенчиме-Уджа	J <sub>1p</sub>	21,1	31,6	68,4	10,5	0,0	0,0	21,0	0,0
Междуречье рек Лена-Молодо- Сюнгюдэ	J <sub>3</sub>	27,2	31,8	81,8	2,3	0,0	2,3	13,6	0,0
Участок Эбелях	K <sub>1</sub>	19,1	27,6	58,2	2,8	0,7	0,7	35,5	2,1
Участок Билях	N	13,5	52,0	76,3	3,2	0,1	0,5	19,7	0,2
Участок Гусиный	N	21,2	25,7	55,5	2,2	0,2	0,0	41,6	0,5
Четвертичные россыпи									
Эбелях	Q	14,1	36,5	62,9	3,6	0,2	0,5	30,9	0,3
Билях	»	18,3	45,8	72,4	2,7	0,3	0,2	21,5	0,1

Гусино	»	10,7	24,6	46,5	3,1	0,2	0,3	49,6	0,2
Маят	»	7,0	44,0	56,5	6,0	0,0	2,0	35,5	0,0
Юлегир	»	10,8	53,6	69,3	5,7	0,0	2,9	22,1	0,0
Бол. Куонамка	»	19,6	50,1	88,0	1,7	0,0	0,4	7,2	0,5
Молодо, детальный	»	23,6	45,6	81,6	3,2	0,1	1,8	12,7	0,5

\* Значительную долю составляют алмазы "без типа" – техногенные осколки и обломки, что искажает фактическое соотношение кристалломорфологических форм.

износом (Афанасьев и др., 1981) минералы-индикаторы кимберлитов. При этом их концентрации достигают более 50 % от веса тяжелой фракции, что не соответствует выводам Н.В. Владыкина [Владыкин, Торбеева, 2005] о преобладании алмазов над минералами-спутниками в этом районе. Максимально изношены алмазы всех разновидностей, включая первую, типичную для лампроитов. На руч. Холомолоох, в долине которого выделяются лампроиты [Епифанов, Родин, 1991], износ ламинарных кристаллов составляет 25 %, камней уральского типа – 17,5 %, жильного – 21,7 % и эбеляхского – 49,2 %. Алмазы россыпи руч. Холомолоох характеризуются повышенной крупностью с полным отсутствием мелких классов, которые преобладают во всех коренных объектах [Граханов, Митюхин, 2003].

На северо-востоке Сибирской платформы щелочно-ультраосновные породы широким развитием пользуются в пределах Уджинского поднятия. В составе Уджинского комплекса выделяются интрузивные формации ийолит-карбонатитовая массивов центрального типа, альнеит-тингваитовая и альнеит-пикритовая (щелочно-ультраосновных лампрофинов) диатремово-дайковые [Фролов и др., 2003]. В тяжелой фракции последних отмечаются хромит, магнетит, магнезиоферрит, хромшпинелиды, изредка пикроильменит и, еще реже, пироп и алмаз. Среди пиропов и хромшпинелидов зерна алмазной ассоциации отсутствуют (Г.И. Поршнева и др., 1986 г.). Впервые алмазы в щелочно-ультраосновных породах были найдены при опробовании пикритовых порфиритов массива Томтор – два кристалла в протолочке (Г.И. Поршнева и др., 1983 г.). В последующем из пород этой же аномалии были отобраны две мелкообъемные пробы и извлечен еще один алмаз. При термохимическом растворении проб (Г.И. Поршнева и др., 1986 г.) из десяти тел щелочно-ультраосновных пород массива Томтор в одном найден обломок октаэдрического кристалла. Находки алмазов и наличие в породах минералов-спутников алмаза подтверждают потенциальную возможность алмазоносности комагматичных кимберлитов пород, однако то, что находки практически не повторяются, характеризует крайне низкий уровень алмазоносности. Среди найденных алмазов кристаллов, относящихся к V–VII разновидностям [Орлов, 1984] эбеляхского–северного типа не обнаружено. Таким образом, алмазы в щелочно-ультраосновных породах встречаются как акцессорные минералы, поэтому предполагать, что они ответственны за россыпную алмазоносность региона вряд ли логично.

Алмазы V–VII разновидностей, не установленные в фанерозойских кимберлитах Сибирской платформы (табл. 1.14), В.П. Афанасьев датирует докембрийским возрастом [Афанасьев и др., 2002], однако с этим нельзя согласиться.

ские коллекторы были выведены в мезозое. При условии вывода протерозойских коллекторов на уровень среза в триасе алмазы с "протерозойским" износом, попадая в триасовые отложения, были бы окатаны, как на Анабаре, так и в Приленье или, наоборот, неокатаны на обеих площадях, если бы размывались непосредственно докембрийские трубки, так как активность волноприбойной деятельности триасовых морей была низкой [Там же]. При этом варианте не наблюдалось бы устойчивого тренда увеличения изношенных алмазов пятой–седьмой разновидностей с севера на юг и северо-востока на юго-запад. Различие в степени износа алмазов V–VII разновидности в Прианабаре и в приустьевой части р. Лена объясняется [Там же] различными абразионными свойствами коренного субстрата при формировании протерозойских промежуточных коллекторов. В первом случае это жесткое гранитогнейсовое ложе Анабарского щита, а во втором – осадочные породы протерозоя. Однако большинство продуктивных протерозойских кимберлитов и лампроитов мира внедрялось в среднем–позднем рифее, в интервале 1100–1400 млн лет [Харьков и др., 1997]. Этот возрастной диапазон хорошо увязывается с тектономагматическими этапами Сибирской платформы и подтверждается наличием на ее юге кимберлитов (лампроитов) Ингашинского поля Иркутской области – 1268 млн лет. Следовательно, как во время внедрения гипотетических кимберлитов, так и во время формирования промежуточных коллекторов, на Анабарском массиве и Оленекском поднятии кимберлитовмещающими породами были терригенно-карбонатные породы среднего и верхнего рифея, абразивные свойства которых идентичны. Спорным является и вывод [Афанасьев и др., 2002], что алмазы эбеляхского типа тяготеют к докембрийским выступам фундамента. Как раз наоборот, на участках выходов базальных и межформационных протерозойских конгломератов, а это в первую очередь бассейн р. Бол. Куонамка, содержание алмазов V–VII разновидностей минимально. На отрезке между устьями рек Хохой и Старая, где в максимальном объеме размываются породы протерозоя, сумма алмазов V–VII разновидностей варьирует от 3,8 до 10 %, тогда как в левых притоках р. Эбелях, которые значительно удалены от выходов протерозойских пород, содержание эбеляхских алмазов достигает 60 % [Граханов, 2000]. Такую же картину можно наблюдать и на других россыпях региона, которые находятся за сотни километров от площадей развития пород протерозоя. На реках Моторчуна, Сопка, Чомурдах и других содержание алмазов V–VII разновидностей достигает 25–30 % [Там же].

Анализ геофизических материалов по устьевой части р. Лена свидетельствует о том, что кристаллический фундамент имеет блоковое строение с амплитудами по отношению к современному срезу в 3–10 км, что может говорить о том, что в палеозое и раннем мезозое отдельные кимберлитовмещающие блоки были выведены на поверхность и перекрыты осадочными породами только на завершающей фазе формирования Предверхоянского краевого прогиба (юра–нижний мел). В этом случае протерозойские, по мнению В.П. Афанасьева с соавт. [2002], алмазы V–VII разновидностей должны фиксироваться в основании верхнекаменноугольного–нижнепермского терригенного цикла, а их там нет. Сложно представить и такую картину, что на уровень среза кимберлитовмещающие породы были выведены только в триасе, когда в целом была общая тенденция погружения Верхоянья и северо-востока Сибирской платформы. В этом случае необходимо, чтобы на этом блоке была срезана многокилометровая толща фанерозоя и верхнего протерозоя, что за относительно короткий промежуток геологической истории вряд ли возможно.

В целом авторы данной работы соглашаются со многими логичными выводами работы В.П. Афанасьева, проливающего свет на генетическую природу происхождения алмазов V–II разновидностей [Там же], но считают, что, возможно, в бассейне р. Бол. Куонамка докембрийским возрастом можно датировать скрыто-ламинарные ромбододекаэдрониды уральского типа, характеризующиеся максимальной степенью механического износа, наличием пятен пигментации зеленого цвета, повышенной крупностью и сходством с таковыми из пород системы Витватерсранд [Метелкина и др., 1976; Метелкина, Прокопчук, 1976]. Именно они, а не алмазы эбеляхского типа тяготеют к выходам протерозойских пород, содержащих редкие знаки минералов-индикаторов кимберлитов. Их содержание в бассейне р. Бол. Куонамка достигает 40 %, тогда как в бассейне р. Эбелях – 10–20 %. Поэтому нельзя исключать, что региональный фон северных алмазов в бассейне этой реки частично подпитывается ими из древних коллекторов.

Таким образом, анализ алмазов из древних и современных россыпей показал, что на территории Лено-Анабарской субпровинции возможны три типа коренных источников. К первому следует отнести кимберлитовый, алмазы которого фиксируются в турнейских отложениях Кютюнгинского грабена и каменноугольно-пермских образованиях Молодо-Толуопского междуречья. Этот же тип, но мезозойского возраста, обусловил подпитку ряда современных россыпей Прианабарья, сформированных в основном за счет второго, нетрадиционного типа, который дал обширный ореол алмазов в мезозойских и кайнозойских россыпях северо-востока Сибирской платформы. Из этого спектра алмазов кристаллы V–VII разновидностей не зафиксированы в кимберлитах Якутии, но установлены в трубках Архангельской области, Ботсваны и Венесуэлы. Третий (импактный) тип связан с Попигайской астроблемой. Эти алмазы с примесью лонсдейлита при низких содержаниях зафиксированы по всему северо-востоку Сибирской платформы и их можно использовать в качестве индикаторных минералов при палеогеографических реконструкциях на неоген-четвертичное время [Граханов, 2005]. Коренные источники как первого, так и второго типов до настоящего времени не открыты.

Недостатком всех прогнозных выводов на северо-востоке Сибирской платформы было то, что они основывались на кристалломорфологических особенностях алмазов. Однако без детального изучения их физических свойств невозможно было определиться с природой “северных” алмазов, поскольку термин “округлые” алмазы в районах со смешанными источниками питания вряд ли применим, так как он вносит общую путаницу. Под этим термином многими исследователями воспринимаются камни додекаэдрического габитуса, а они могут быть как кимберлитовой природы – алмазы жильного и бразильского–уральского типов, так и не установленной – додекаэдроидами эбеляхского типа (V и VII разновидности). Следующим, также отрицательным, фактором явилось то, что типоморфные особенности алмазов (гранулометрический состав, средний вес, степень износа) изучались усредненно по коллекциям алмазов без разделения их по типам первоисточников. При этом характерные признаки алмазов одного типа первоисточника затушевывались другими, и средняя картина практически ни о чем не говорила.

#### **ПРОГНОЗ КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ РОССЫПЕЙ СЕВЕРО-ВОСТОКА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ**

На северо-востоке Сибирской платформы, несмотря на то что четвертичные и мезозойские россыпи алмазов оторваны друг от друга на сотни километров, их особенности довольно близки, что указывает на общность коренных источников (табл. 1.15). Как правило, это гамма алмазов кимберлитовых источников

Таблица 1.15

**Типоморфные особенности алмазов четвертичных россыпей северо-востока Сибирской платформы**

Россыпь	Содержание алмазов, кар	Сумма алмазов, %						
		ламинарных	округлых	всего I разновидности	II разновидности	III разновидности	IV разновидности	V+VII разновидности
Бол. Куонамка	2	17,0	37,7	88,6	5,7	0,0	1,9	3,8
Эбелях	10	14,1	16,2	62,9	3,6	0,2	0,5	30,9
Ыраас-Юрях	20	10,4	8,6	39,3	2,8	0,0	0,6	57,2
Токур-Уджа	1	20,8	37,7	66,0	5,7	0,0	0,0	27,4
Келимер	0,1	26,0	27,0	60,4	7,8	0,0	1,7	22,1
Таас-Эйекит	0,01	18,6	29,7	52,8	5,5	2,2	0,0	37,3
Сопка	0,01	16,2	36,9	55,7	12,8	0,0	0,7	30,8
Молодо	5	30,8	39,3	85,5	2,5	0,3	1,2	10,0

(I, III, IV и VIII разновидности по классификации Ю.Л. Орлова [1984]) кристаллов эбеляхского типа с облегченным изотопным составом углерода (II, V и VII разновидности) и камней с примесью лонсдейлита – коренным источником которых являются породы, слагающие Попигайскую астроблему.

Следует отметить, что в табл. 1.15 приведены данные для россыпей из противоположных частей Лено-Анабарской алмазоносной субпровинции с целью сопоставления изменения типоморфных свойств алмазов по площади. В данном случае россыпь р. Бол. Куонамка расположена на западе субпровинции, р. Келимер – на крайнем северо-востоке, а р. Сопка – на юге. Несмотря на явную удаленность (400–500 км между реками Эбелях, Келимер, Таас-Эйекит, Сопка), процентное соотношение алмазов I, V и VII разновидностей по ним практически равнозначно, но при этом общее содержание алмазов отличается на несколько порядков. Максимальные количества кристаллов эбеляхского типа фиксируются в россыпях левых притоков р. Эбелях – ручьях Ыраас-Юрях, Гусиный, Холомолоох, на левобережье р. Анабар, в бассейне р. Хара-Мас и на противоположных частях субпровинции – на реках Таас-Эйекит, Никабыт, Элиетибие, Сопка и на Крайнем Севере – в ручьях кряжа Прончищева.

Максимальный средний вес алмазов, который явно обусловлен их сортировкой, отмечается на россыпи р. Бол. Куонамка и на притоке р. Эбелях – руч. Ыраас-Юрях (табл. 1.16)

Наиболее интересные результаты получены при анализе степени механического износа алмазов из различных типов первоисточников (табл. 1.17).

Таблица 1.16

**Гранулометрический состав алмазов из кимберлитов, промежуточных коллекторов и современных россыпей**

Россыпь	Средний вес, мг	Класс крупности, количество/вес, %			
		-8 +4	-4+2	-2+1	-1+0,5
Эбелях	19,9	0,7/10,7	20,8/56,7	61,9/31,1	16,6/1,5
Ыраас-Юрях	33,8	0,7/1,3	43,8/75,5	49,6/17,2	5,9/0,2
Бол. Куонамка	46,3	2,6/16,0	53,7/72,6	43,7/11,4	0,0/0,0
Мас-Токур Уджа	23,6	1,7/17,3	26,4/55,5	65,2/26,8	6,7/0,4
Келимер	24,5	0,0/0,0	13,0/74,2	39,2/22,0	47,8/3,8

Таблица 1.17

## Механический износ (истирание) алмазов из различных типов первоисточников

Россыпь	Всего изучено алмазов, шт.	Тип первоисточника, всего алмазов, штук/износ, %			
		кимберлитовый			эбеляхский (V+VII разновид.)
		ламинарный (I разновид.)	уральский (I разновид.)	жильный (I разновид.)	
Эбелях	1756	315/4,1	239/9,6	302/7,0	621/23,3
Ыраас-Юрях	1115	142/9,2	90/12,2	149/14,8	645/27,8
Холомолоох	845	78/25,6	80/17,5	166/21,7	496/49,2
Бол. Куонапка	579	130/21,5	228/10,1	108/12,0	46/28,3
Биллях	1079	235/5,5	197/3,0	208/2,4	307/15,3
Юлегир	148	14/0,0	53/0,0	24/0,0	36/25,0
Мас и Токур-Уджа	299	54/3,7	45/8,9	49/10,2	61/49,2
Беенчимэ	517	131/2,3	172/2,9	59/0,0	59/13,6
Куойка	72	17/5,9	15/0,0	12/0,0	20/25,0
Сопка	149	26/3,8	28/7,1	27/14,8	46/26,1
Укукит	278	52/3,8	56/1,8	48/8,3	82/35,4
Моторчуна	419	100/3,0	49/4,1	101/1,0	87/23,0
Буолкалаах-Хатыгин-Уеле	86	18/5,6	25/12,0	15/6,6	14/7,2
Келимер	310	85/0,0	50/2,0	38/0,0	90/1,1

П р и м е ч а н и е. Ламинарные алмазы I разновидности характерны для богатых коренных источников, камни уральского и жильного типов типичны для низко- и среднеалмазоносных кимберлитов (описание В.И. Коптиля, Амакинская экспедиция)

По отдельным водотокам (реки Юлегир, Куойка и др.) алмазы типично кимберлитового генезиса (I разновидность уральского типа) не изношены, что свидетельствует о возможности подпитки регионального ореола “свежими” камнями из неоткрытых коренных источников. Для алмазов эбеляхского типа отмечается четкая закономерность – уменьшение степени износа с запада на север и северо-восток (рис. 1.11, а, б).

Максимальный износ алмазов эбеляхского типа установлен на левых притоках р. Эбелях – ручьях Холомолоох, Ыраас-Юрях и в бассейне р. Бол. Куонапка. На этих водотоках износ и типично кимберлитовых алмазов максимальный (рис. 1.12).

Практически отсутствует износ алмазов V и VII разновидностей в россыпи р. Келимер и он совершенно исчезает на кристаллах из верхнетриасового карнийского коллектора в пределах Верхоянского антиклинория и Лено-Анабарской ветви складок.

На основании эталона гранулометрического состава алмазов россыпей ближнего сноса (см. рис. 1.5) проанализированы древние и современные россыпи северо-востока Сибирской платформы. На первом этапе анализу подвергались промежуточные коллекторы. Для сопоставления использовались древние россыпи с промышленно значимыми параметрами алмазоносности, по которым имеются представительные выборки алмазов. Анализовались россыпи широкого возрастного диапазона: от раннекаменноугольного до неогенового. В процессе изучения распределения алмазов в промежуточных коллекторах (рис. 1.13) было отмечено, что лишь триасовые россыпи могли формироваться за счет прямого размыва коренных источников.

Другие древние россыпи Севера Якутии по соотношению мелких классов невозможно отнести к коллекторам ближнего переноса. Среди четвертичных рос-

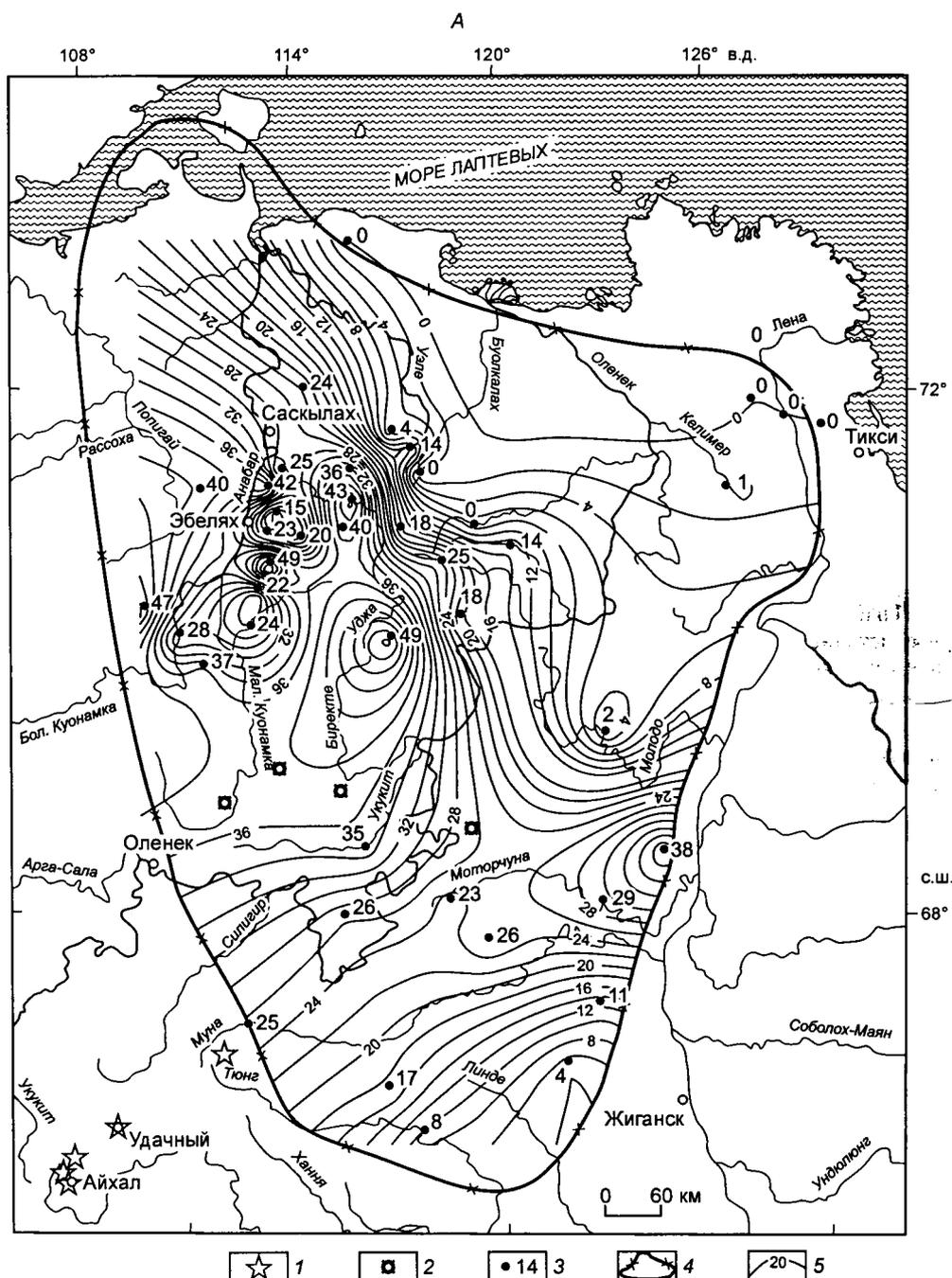


Рис. 1.11. Содержание (%) изношенных алмазов эбеляхского типа (V+VII разновидности [Орлов, 1984]) (А) и уральского (Б) в пределах Лено-Анабарской алмазодобывающей провинции:





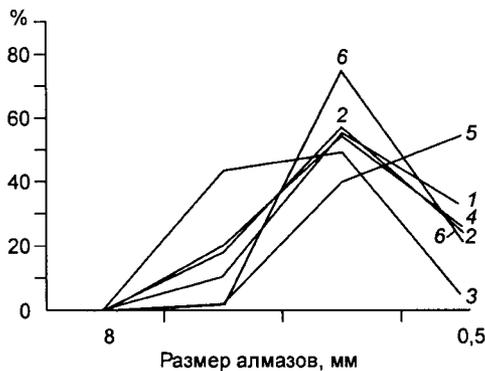
**Рис. 1.12.** Степень износа алмазов из различных первоисточников в бассейнах рек Эбелях и Бол. Куонамка:

Степень износа, истирания: 1 – слабая, 2 – средняя, 3 – сильная.

сыпных проявлений по параметрам, приближенным к эталонам ближнего и среднего переноса, можно отнести только россыпь р. Келимер (рис. 1.14), которая пространственно тяготеет к триасовому коллектору, расположенному в устьевой части р. Лена.

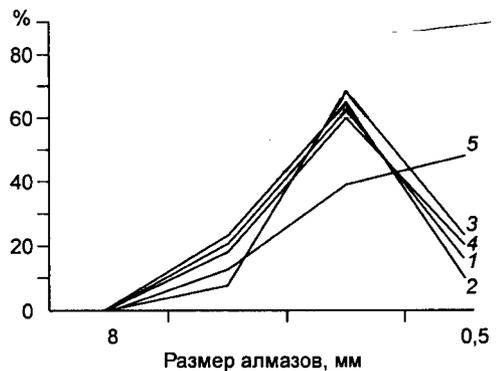
По нашему мнению, коренные источники основной доли алмазов в северных россыпях сформировались в триасовое время в зоне сочленения Сибирской платформы с Приверхоаянским прогибом, так как первичные ореолы алмазов и минералов-индикаторов (искомого коренного источника) установлены в базальных горизонтах карнийского яруса верхнего триаса северо-востока Сибирской платформы и Западного Верхоянья (рис. 1.15).

Определение абсолютного возраста трубчатого циркона, ассоциирующего с алмазами эбеляхского типа в современных россыпях, свидетельствует о средневерхнетриасовом возрасте (216–233 млн лет) их источника [Девис и др., 1980]. По данным В.В. Селивановой, средний возраст цирконов карнийского яруса из проанализированных 19 зерен по уч. Таас-Ары –  $239 \pm 17$  млн лет, Булкур –  $228 \pm 6$  млн лет (табл. 1.18).



**Рис. 1.13.** Распределение алмазов в промежуточных коллекторах севера Якутии:

1 – уч. Верх. Биллях, неоген-четвертичные, 2 – руч. Гусиный, неоген-раннечетвертичные, 3 – руч. Холомолоох, неоген-раннечетвертичные, 4 – р. Эбелях, раннемеловые, 5 – о-в Таас-Ары, позднетриасовые, 6 – р. Оленек, раннекарбоновые.



**Рис. 1.14.** Распределение алмазов в четвертичных россыпях севера Якутии:

1 – р. Эбелях, 2 – р. Биллях, 3 – р. Моторчуна, 4 – р. Молодо, 5 – р. Келимер.

Возраст алмазных осадков		Алмазные районы Лено-Анабарской субпровинции				
		Приморский	Анабарский	Куонамский	Приленский	Нижне-Оленекский
Четвертичные		☆ ☆ ★	☆ ☆ ★	☆ ☆ ★	☆ ☆ ★	☆ ☆ ★
Неогеновые		☆ ☆	☆ ☆ ★	☆ ☆	☆ ☆ ★	☆ ☆
Меловые			☆ ☆			☆ ☆
Юрские	Позднеюрские		☆ ☆		☆ ☆	
	Раннеюрские		☆ ☆		☆ ☆	☆ ☆
Триасовые	Позднетриасовые, норийско-рэтские					☆ ☆
	Позднетриасовые, карнийские	☆ ☆				
Пермские					☆	
Карбоновые			☆		☆	☆

☆ 1 ☆ 2 ☆ 3 **Рис. 1.15.** Распределение алмазов в разновозрастных осадках по типам их первоисточников на севере Якутии. Тип коренных первоисточников алмазов (по Ю.Л. Орлову, В.И. Коптилю): 1 – кимберлитовый (I–IV, VIII разновидности); 2 – эбеляхский (II, V, VII разновидности); 3 – импактный (XI разновидность).

Таблица 1.18

**Результаты определения абсолютного возраста кимберлитовых цирконов из триасовых россыпей Северного Верхоянья методом треков**

Спонтанные треки		Индукцированные треки		Возраст, млн лет ±20	Содержание урана, 10 <sup>-6</sup> г/г
число треков	плотность, 10 <sup>5</sup> трек/см <sup>2</sup>	число треков	плотность, 10 <sup>5</sup> трек/см <sup>2</sup>		
Участок Таас-Ары					
1658	7,33	1373	6,07	235	4,2
2057	10,37	1687	8,51	237	5,8
1504	7,09	1208	5,88	234	4,0
2112	2,01	1550	1,56	251	1,1
Участок Булкур					
979	26,66	849	21,68	239	14,8
717	7,11	541	6,35	218	4,3
2032	8,00	1749	6,53	238	4,5
826	7,09	1376	5,82	237	4,0
719	3,83	599	3,19	234	2,2
896	14,03	854	13,09	209	9,0
1328	9,91	1128	8,41	229	5,8
549	9,86	474	8,79	219	6,0
1144	4,76	960	4,00	232	2,7
1131	21,66	943	18,06	233	12,4
1281	30,19	1146	27,01	218	18,5
1048	5,37	927	4,59	228	3,1
809	6,64	731	6,00	216	4,1
1245	6,75	962	5,64	233	3,9
1426	11,71	1215	9,44	241	6,5

Примечание. Материалы предоставлены В.В. Селивановой, НПО “Аэрогеология”. Анализы выполнены в Институте геологии докембрия, аналитик А.Н. Комаров.

Позднее в результате развития мощных кор выветривания, характерных для средне-позднетриасового времени происходило интенсивное разрушение коренных источников. В карнийский век огромная масса продуктивного материала с поднятий была перемещена в прибрежную зону, где и сформировался протяженный коллектор. По нашему представлению, алмазоносные триасовые отложения прибрежно-морского и континентального генезисов были более широко развиты по всему северо-востоку Сибирской платформы и в последующие норийские, рэтские и раннеюрские трансгрессии уничтожены. Об этом свидетельствуют находки в верховьях р. Муна флоры триасового возраста [Грицик, Мейен, 1975], фрагменты размытых норийских и рэтских алмазоносных слоев в бассейнах рек Эекит, Никабыт и Келимер. Норийские, рэтские и плинсбахские отложения формировались за счет размыва карнийских отложений, но уже в этих коллекторах ни алмазы, ни сопутствующие им минералы не характеризуют первичный ореол. Находки алмазов в юрских коллекторах фиксируются по всему северо-востоку Сибирской платформы и совпадают с площадью распространения нетрадиционных алмазов в четвертичных россыпях.

Перенос алмазов от коренного источника осуществлялся на сотни километров. В современных россыпях эти алмазы установлены на огромной территории от Оленекско-Вилуйского водораздела на юге до побережья моря Лаптевых на севере. Ореолы их распространения охватывают территорию от западного Верхоянья до административной границы с Красноярским краем. Нельзя согласиться с В.В. Бескровановым и Э.А. Шамшиной [2000], утверждающими, что алмаз обладает слабой миграционной способностью, и расстояние между коренными источниками и россыпными месторождениями, питавшимися из этих источников, не может быть большим и не превышает 3 км. Согласно нашим и зарубежным исследованиям [Williams, 1932; Sutherland, 1982; Граханов и др., 2003], алмазы ограниченных по площади источников могут быть распространены на многие десятки тысяч квадратных километров. Перенос вниз по течению или вдоль берега можно проследить на многие сотни километров: от тр. Мир ореол алмазов по водной системе Ирелях–Мал. Ботубобия–Вилуой прослежен более чем на 500 км [Граханов и др., 2003]. Во многом ситуация в пределах Лено-Анабарской субпровинции напоминает алмазоносные поля на границе Заира и Анголы (более 60 000 км<sup>2</sup>), которые связаны с тем, что первичный разнос алмазов из кимберлитов Северной Анголы зафиксирован на обширной территории в меловые аллювиально-дельтовые отложения Заирского бассейна. В последующее время в результате перемыва промежуточных коллекторов сформировалась промышленная алмазоносность современной гидросети как Заира, так и Анголы, на удалении 600 км от коренных источников [Sutherland, 1982]. Основное количество алмазов, найденных в прибрежно-морских отложениях вблизи устья р. Оранжевая, вынесены из района Кимберли на расстояние порядка 1600 км [Williams, 1932].

Характер алмазов в первичном триасовом коллекторе показывает, что нетрадиционный для Сибирской платформы коренной источник, кроме алмазов V и VII разновидностей, отсутствующих в якутских кимберлитах, содержал типично кимберлитовые алмазы (ламинарные камни ряда октаэдр – додекаэдр, алмазы уральского и жильного типов), среди которых доля ламинарных камней, характерных для богатых коренных месторождений Якутии, невелика. С ними в коренном источнике ассоциируют и желтые кубы II разновидности. Коренными источниками этой ассоциации алмазов, вероятно, являются кимберлиты, аналогичные трубкам Венесуэлы (Гуаньямо) и Ботсваны (Орапа) [Соболев и др., 1979; Sobolev et al., 1998a,b; Галимов и др., 1999] и сходные с архангельскими месторождениями, где установлены алмазы с облегченным изотопным составом углерода и преобладают

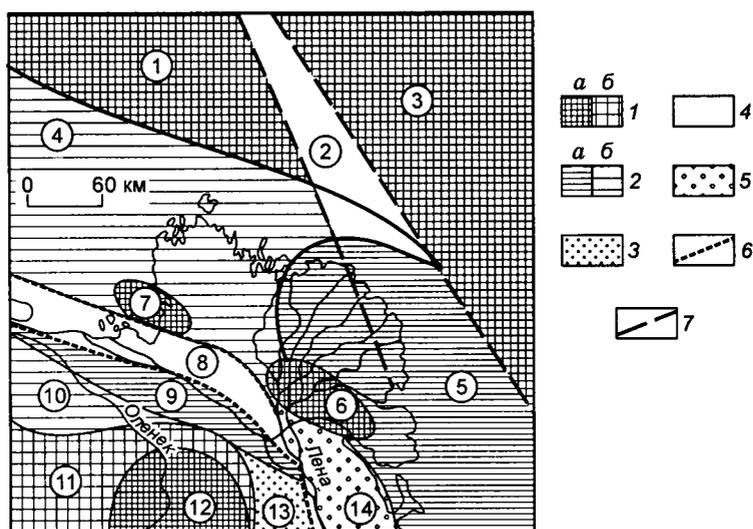
округлые алмазы крупных классов [Зинчук и др., 2001]. Учитывая запасы и содержание совокупности этих алмазов в промежуточных коллекторах и современных россыпях на северо-востоке Сибирской платформы и размах россыпной алмазности, продуктивность коренных источников должна быть уникальна.

Исходя из палеогеографических построений, распространения триасовой алмазности, минерального и петрографического составов продуктивных отложений, типоморфизма минералов-спутников алмазов в коллекторе, можно предположить, что в триасовое море продуктивный материал мог поступать с двух участков – с восточного склона Оленекского поднятия и поднятия, прогнозируемого в дельтовой части р. Лена, которое в триасовое время было частью Сибирской платформы. В карнийское время оба поднятия являлись областями сноса. Алмазы в триасовом коллекторе в районе поднятий не изношены, многие имеют протоматматические сколы, их средний вес и гранулометрический состав характерны для коренных источников или россыпей ближнего переноса, содержится комплекс глубинных минералов с низкой физико-химической устойчивостью [Афанасьев и др., 1986; Селиванова, 1991], обычно не характерных для древних ореолов с длинной экзогенной историей (хромдиопсид, оливин, слюда, гранаты с келифитовыми каймами). По типоморфным особенностям минералов-индикаторов кимберлитов В.В. Селиванова установила, что левобережные (Туорасисская антиклиналь) и правобережные (Хараулахской антиклинорий) группы триасовых россыпей сформировались за счет собственных коренных источников [Селиванова, 1991]. Изучение петрографического состава обломочного материала карнийских конгломератов в низовьях р. Лена показало, что они состоят из пород трех основных групп. Это траппы, для которых областью питания служила Сибирская платформа; андезиты и липарит-дациты поступали, по мнению А.Ю. Егорова (НПО “Аэрогеология”) [1988], с неустановленной области размыва. Учитывая отсутствие этих пород на северо-востоке Сибирской платформы, можно сделать вывод, что их область сноса в послекарнийское время была перекрыта более молодыми осадками. В этом плане очень привлекательно выглядит восточный склон Оленекского поднятия, где развиты кислые интрузии, а в разрезе эекитской свиты есть прослойки риодацитов и их туфов.

Ранее к такому выводу пришел А.А. Константиновский, выделив в низовьях р. Лена “Нижнеленский погребенный массив” как область развития кимберлитов на северо-востоке Сибирской платформы [1979]. Эту идею поддержал А.Ю. Егоров, выделив конседиментационное поднятие на левобережье р. Лена. По их мнению, этот участок в верхнем палеозое, среднем и верхнем триасе был приподнят и служил областью сноса. До начала мезозоя, когда сформировался современный структурный план Сибирской платформы, граница платформы пролегла восточнее, а на месте Ленского отрезка Предверхоаянского прогиба располагался крупный массив [Константиновский, 1979; Егоров, 1998]. Он длительное время служил областью сноса терригенного материала для северо-восточной части платформы и Верхоянского моря. Существование древнего массива подтверждается особенностями структуры доверхнепалеозойского платформенного чехла. Современная окраина платформы представляет собой приподнятую зону субмеридионального простирания. В ее пределах неглубоко залегает фундамент, местами выступающий на поверхность. Зона разделяет обширную Суханскую впадину, сложенную горизонтально залегающими известняками и доломитами кембрия и Предверхоаянский прогиб, заполненный мощными терригенными осадками верхней юры и мела. С севера на юг выделяются Оленекское, Куойкско-Далдынское и Мунское поднятия, разделенные Кютюндинским прогибом (грабенем) и Сюнгюдинской седловиной. В современном рельефе погребенная сводовая часть массива выделяется по долине р. Лена от пос. Жиганск до пос. Кюсюр. Сводовая часть массива подчерки-

вается сокращением мощностей рифейских, вендских и кембрийских отложений. Это подтверждается данными структурного бурения, согласно которым на породах фундамента залегают верхнепермские или мезозойские толщи [Геологическая карта..., 1999].

В 80-е годы прошлого столетия в северной части прогнозируемого Нижнеленского массива Амакинской экспедицией была выполнена аэромагнитная съемка м-ба 1:25 000 (В.П. Торопчинов, Н.Е. Морозова, Н.А. Сорокина). В результате работ в бассейне р. Атыркан выделена крупная региональная высокоинтенсивная аномалия, ориентированная в северо-западном направлении. Интенсивность ее достигает 960 гамм, горизонтальные градиенты – 50 гамм/км, ширина по изодинаме 500 гамм в центральной части составляет 32 км. Расчетная глубина до верхней кромки магнитных масс – 3–4 км. В гравитационном поле этой аномалии соответствует относительный максимум силы тяжести. Она является частью обширной изометричной аномалии, входящей в состав Предверхоанской аномальной зоны, состоящей из крупных аномалий, протягивающихся в субмеридиональном направлении вдоль р. Лена. В составе этой зоны, кроме Атырканской, на междуречье Келимер–Лена установлена еще одна крупная изометричная “келимерская” аномалия интенсивностью 830 гамм, ориентированная в субмеридиональном направлении. Геофизики Амакинской экспедиции (Р.А. Гоголева, Т.В. Ивлиева), учитывая изменчивость простираения осей крупных аномалий Предверхоанской аномальной зоны и принимая во внимание расчетную глубину залегания кровли



**Рис. 1.16.** Схема тектонического районирования дельты р. Лена и смежных территорий [Гапоненко и др., 1968].

**Платформенные структуры:** 1 – антеклизы и другие положительные структуры (*a* – блоки приподнятые, *b* – блоки менее приподнятые); 2 – синеклизы, прогибы и другие отрицательные структуры (*a* – более прогнутые, *b* – менее прогнутые); 3 – краевые прогибы; 4 – грабены и авлакогены. Складчатые структуры: 5 – мезозонды. Прочие знаки: 6 – главные глубинные разломы; 7 – региональные разломы.

**Сибирская платформа** (цифры в кружках): 1 – Центрально-Лаптевское поднятие; 2 – Усть-Ленский грабен; 3 – Восточно-Лаптевское поднятие; 4 – Южно-Лаптевская впадина; 5 – Буорхайнская мульда; 6 – Усть-Ленский блок; 7 – Турахский блок; 8 – Оленекский авлакоген; 9 – Нижнеленская мульда; 10 – Анабаро-Оленекская мульда; 11 – Анабарская глыба; 12 – Оленекское сводовое поднятие; 13 – Предверхоанский краевой прогиб; 14 – Верхоанская антиклинорная складчатая зона.

намагнитченных пород, предполагают, что изометричные аномалии вызваны магматическими породами фундамента. Расчетные данные до магнитовозмущающих объектов, по материалам магнитных съемок, показывают, что в южном направлении от р. Балаганнах наблюдается уменьшение глубины залегания верхней кромки магнитных масс и в бассейне р. Атыркан глубина составляет 3–4 км, увеличиваясь резко к востоку до 8–10 км. Это позволило Р.А. Гоголевой и Т.В. Ивлиевой выделить Атырканский блок (выступ) фундамента. Этот выступ фундамента совпадает с Атырканским порогом, разделяющим Предверхоанский прогиб от Лено-Анабарского.

В районе дельты р. Лена многими исследователями выделяется блок фундамента, который мог являться областью сноса в карнийское время [Виноградов, 1965; Гапоненко и др., 1968]. По данным геофизических исследований НИИГА [Галимов и др., 1999], дельта р. Лены расположена в сложнопостроенной зоне сочленения складчатого Верхоянья с Лаптевской глыбой Сибирской платформы (рис. 1.16).

К аналогичным выводам пришел А.В. Манаков (ЯНИГП ЦНИГРИ АК “АЛРОСА”), в результате обработки геофизических материалов на северо-восточную часть Сибирской платформы, выделив в дельтовой части р. Лена поднятие, в центре которого практически на современную поверхность выведены породы кристаллического фундамента (см. фото 1\*). Эти данные подтверждаются находками больших (до 1,5 м) неокатанных глыб гранитогнейсов на о. Сардах (рис. 17). Эти глыбы и данные геофизики послужили основанием для картирования на мелкомасштабных геологических и тектонических картах отложений протерозоя и архея в дельтовой части реки с архейским метебазит-плагиогнейсовым комплексом 3,2 млрд лет и северо-западным “анабарским” простираением структур [Тектоническая карта..., 1998; Ванин и др., 2001].

По данным В.А. Виноградова и И.Ф. Гориной, на о-ве Сардах в неогеновых конгломератах сардахской свиты установлены зерна пиропов. По их мнению, к моменту формирования сардахской свиты Усть-Ленский горст был интродуцирован редкими интрузиями диабазов и кимберлитов. После накопления нижней толщи конгломератов (в результате замера ориентировки длинных осей валунов, стволов древесины и падения косо́й слоистости) было установлено направление сноса с юго-юго-запада на северо-северо-восток) в пределах горста был вскрыт архейский кристаллический цоколь, размывающийся во время формирования верхней толщи [Виноградов, 1965; Виноградов, Горина, 1971].

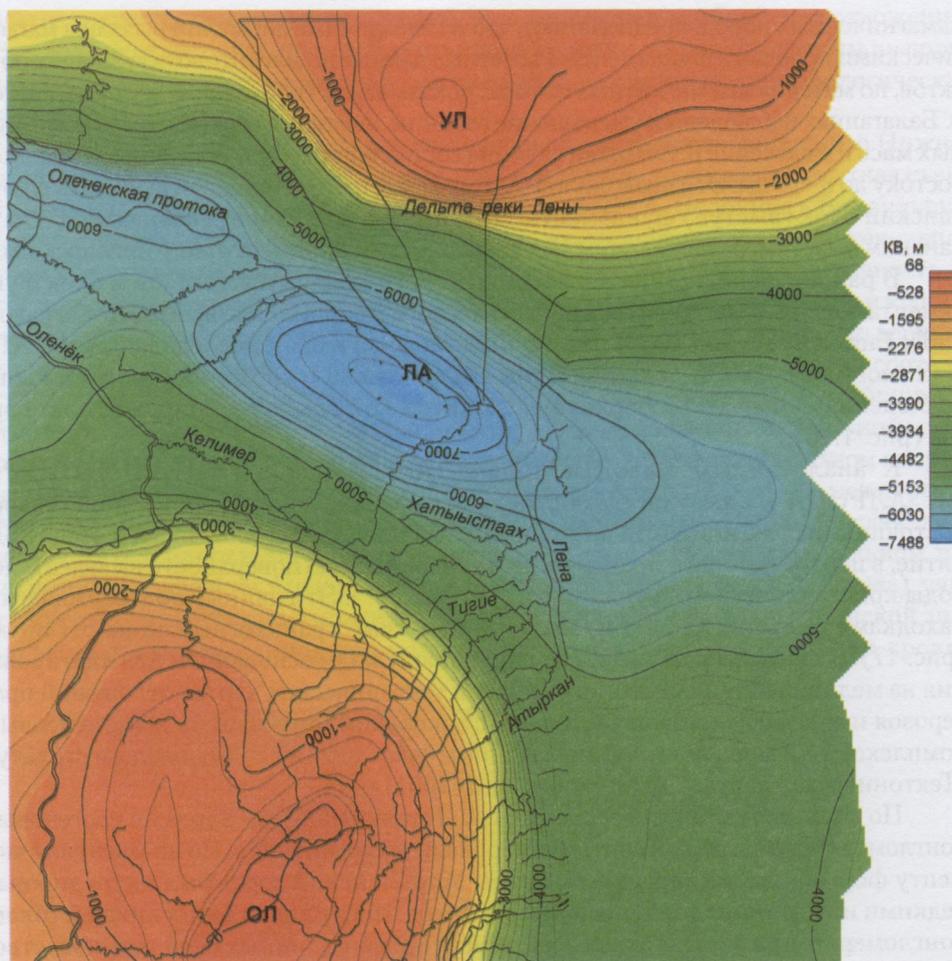
Таким образом, можно предположить, что в карнийское море алмазоносный материал прогнозируемых коренных источников северных россыпей мог поступать с двух участков:

- 1) Усть-Ленского поднятия, на которое трассируется Далдыно-Оленекская кимберлитоконтролирующая зона, в пределах которой расположены основные кимберлитовые поля центральной и северной частей Якутии с общей тенденцией “омолаживания” вулканизма на северо-восток;
- 2) Нижнеленского массива, где практический интерес вызывает его северная часть в пределах Атырканского выступа, осложняющего северо-восточный склон Оленекского поднятия.

Обе площади перспективны на обнаружение коренных источников триасовых россыпей алмазов (рис. 1.18).

Обе прогнозируемые площади попадают на участок с мощной литосферой – 42–46 км [Манаков, 2002]. Аналогичными значениями в пределах Сибирской алмазоносной провинции выделяются Накынское, Мирнинское, Далдынское, Алакит-Мархинское и Верхне-Мунское кимберлитовые поля.

\* Здесь и далее см. цв. фото между с. 200–201.



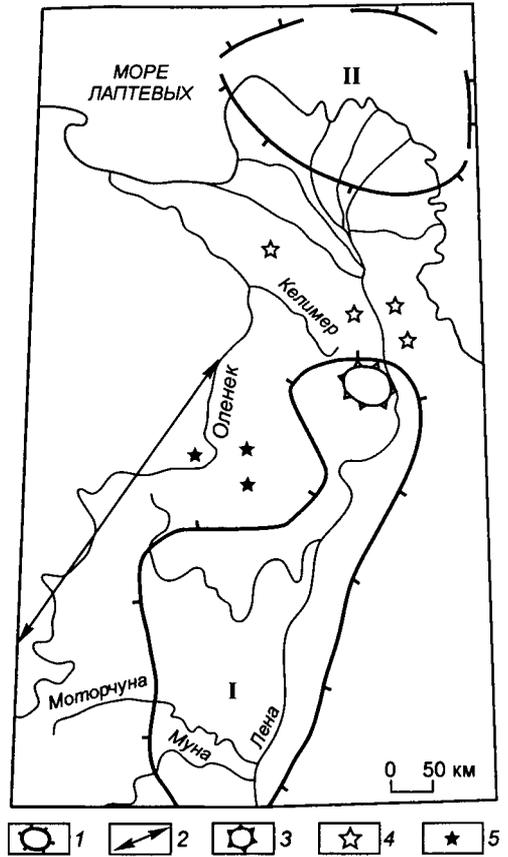
**Рис. 1.17.** Схема результатов интерпретации геофизических работ в низовьях р. Лена. УЛ – Усть-Ленское поднятие, ЛА – Лено-Анабарский прогиб, ОЛ – Оленекское поднятие. Материалы А. Манакова, ЯНИГП ЦНИГРИ.

Для Атырканской прогнозируемой площади негативным фактором может стать мощность осадков, перекрывающих прогнозируемые кимберлиты. Если для них будет характерен нормальный морской разрез мезозоя Предверхоаянского прогиба, то практическая значимость поисковых площадей, безусловно, окажется низкой. Но если этот участок в мезозое был приподнят (что вполне вероятно, учитывая вариации расчетных глубин фундамента от 3 до 10 км), то мощность перекрывающего чехла над кимберлитовмещающими породами будет небольшой. Для решения этого вопроса необходимо провести анализ геофизических материалов и на основе всего комплекса данных выполнить расчеты поверхности фундамента и кровли среднего триаса. Последующий шаг должен включать бурение структурно-картировочных скважин в центре палеоподнятия. По завершению этой стадии можно принять решение о целесообразности и методике дальнейших поисковых работ.

Для карнийских отложений кряжа Прончищева нахождение коренного источника проблематично. Вещественный состав базальных конгломератов карния изучен в одной точке. Здесь в составе гальки андезиты исчезают, сменяясь метамор-

**Рис. 1.18.** Схема расположения палеоподнятий в низовьях р. Лена:

1 – поднятия: I – Нижнеленский массив [Константиновский, 1979], II – Усть-Ленское поднятие [Виноградов, 1965; Тектоническая карта..., 1998; Гапоненко и др., 1968], (А.В. Манаков и др., 2001 г.); 2 – центральная часть Далдыно-Оленекской кимберлитоконтролирующей зоны; 3 – Атырканский выступ; 4 – высокоалмазоносные триасовые россыпи; 5 – находки алмазов в каменноугольных отложениях, характерных для промышленных коренных месторождений Якутии.



фическими породами, при сохранении галек траппов и липаритов. Источником липаритов и метаморфических пород может быть выступ фундамента в пределах Лено-Анабарского прогиба или, что более вероятно, снос происходил с нынешних участков акватории моря Лаптевых, где В.А. Милашев предполагает наличие Северо-Сибирской кимберлитовой провинции. Это подтверждается находками И.Ф. Гориной в современных пляжевых отложениях Анабарского залива моря Лаптевых крупных валунов и глыб, комагматичных кимберлитам пород [1971].

Исходя из масштабов алмазоносности карнийских коллекторов и слабой изменчивости типоморфизма минералов-индикаторов кимберлитов по их латерали [Граханов, Коптиль, 2003], формы залегания коренных источников “северных” алмазов могут быть нетрадиционными (протяженные силлы). Учитывая парагенезис пиропов в триасовых коллекторах, можно сделать вывод, что коренные источники северных алмазов менее глубинные, чем типично кимберлитовые, так как доля “глубинных” пиропов дунит-гарцбургитового парагенезиса ничтожно мала.

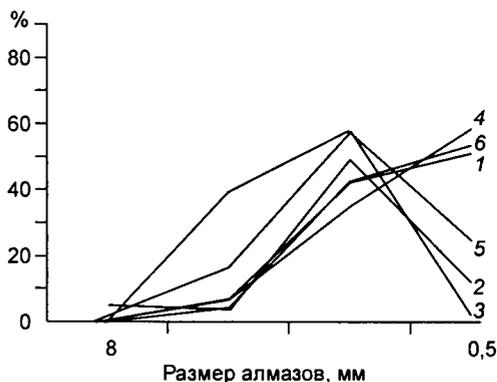
Кроме коренных источников (возможно, нетрадиционных), за счет которых были сформированы основные мезозойские и кайнозойские россыпи северо-востока Сибирской платформы, на этой обширной территории выделяется ряд площадей, на которых типичные кимберлиты подпитывали алмазами промежуточные коллекторы и через них – современные россыпи. Автор разделяет мнение Н.В. Соболева с коллегами [Соболев и др., 1981] о наличии среднепалеозойских продуктивных кимберлитов в междуречье Лена–Молодо–Оленек–Кютюнгде. В результате размыва среднепалеозойских кимберлитов сформировались алмазоносные карбоновые и пермские отложения Куойкско-Далдынского поднятия и Кютюндиноского грабена. Предполагается, что за счет размыва этих коллекторов качественные алмазы поступают в современные россыпи рек Молодо и Далдын. Однако, несмотря на достаточно плотную поисковую сеть, на Молодо-Далдын-Толуопском междуречье коренные источники не установлены. Вероятно, причина кроется в том, что с первого этапа работ без детального палеотектонического анализа всей северной части Приленского алмазоносного района достаточно узко была локализова-

на перспективная площадь, которая расположена в зоне средне-верхнепалеозойской аккумуляции. Учитывая блоковое строение Нижнеленского массива, можно предположить приподнятые участки (типа Салабынского выступа) на флангах района, с которых и происходил снос в период от позднего девона до перми. В последующие эпохи эти коренные источники были перекрыты верхнепалеозойскими и мезозойскими породами и на россыпную алмазоносность практически не влияли.

Перспективна на выявление алмазоносных кимберлитов площадь в междуречье Анабар–Оленек. Исходя из распределения алмазов в современных россыпях рек и структурно-тектонического положения района, продуктивные кимберлиты предполагаются в пределах Молодо-Попигаийской зоны глубинных разломов. По ряду признаков эта зона схожа с Вилюйско-Мархинской, с которой пространственно связаны все промышленные месторождения алмазов Мало-Ботуобинского и Средне-Мархинского алмазоносных районов. Она расположена на границе положительных и отрицательных структур (Анабарская антеклиза и Лено-Анабарский прогиб) и подчеркивается серией протяженных даек основного состава. В ее пределах расположены Мерчимденское, Куойкско-Молодинское, Толуопское, Хорбусуонское и Эбеляхское кимберлитовые поля. О наличии продуктивных кимберлитов свидетельствует то, что в россыпи р. Юлегир-Уджинский на всех алмазах кимберлитового генезиса механический износ отсутствует. В россыпном проявлении рек Куойка и Сектелях для алмазов уральского и жильного типов механический износ также не характерен. В междуречье Юлегир-Уджинский, Майат и Чичах–Чимара в базальных горизонтах юрских отложений на фоне сильно изношенных минералов-индикаторов кимберлитов (что характерно для Эбеляхской площади) фиксируются зерна пироба и пикроильменита хорошей сохранности. Учитывая низкую долю ламинарных алмазов в россыпях, предполагается невысокая продуктивность коренных источников, которые не создали древних россыпей, но за счет их размыва происходило поступление качественных камней в неогеновые, а затем четвертичные россыпи рек Юлегир-Уджинский, Кюрюктюр, Майат и Биллях, в основном сформированных за счет перемыва региональных промежуточных коллекторов с алмазами эбеляхского типа.

В Муно-Тюнгском и Средне-Мархинском алмазоносных районах были проанализированы россыпные проявления рек Марха, Муна, Тюнг и их притоков. В результате установлено, что по характеристикам распределения алмазов три объекта обладают параметрами россыпей ближнего переноса (рис. 1.19): 1) р. Тюнг выше устья Чемидикяна; 2) р. Марха между устьями рек Дяхтар-Юряге и Накын (участок Подпорожный); 3) р. Марха в районе Энердекской петли (участок Ласточка).

Аномальный участок на р. Тюнг, выше устья р. Чемидикян характеризуется своеобразием кристалломорфологических особенностей алмазов. Среди изученных кристаллов преобладают (42,4 %) типичные округлые алмазы уральско-



**Рис. 1.19.** Распределение алмазов в россыпях Муно-Тюнгского и Средне-Мархинского районов.

1 – р. Тюнг выше р. Чемидикян, 2 – р. Чемидикян, 3 – р. Экеит, приток р. Марха, 4 – р. Марха, между устьями рек Дяхтар и Накын, 5 – р. Марха ниже р. Накын (уч. Ласточка), 6 – р. Марха, район пос. Энердек.

го (бразильского) типа, в основном скрытослоистые (24,5 %). Суммарное содержание кристаллов октаэдрического (17,2 %), переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому (7,9 %) габитусов и ламинарных ромбододекаэдров (17,3 %) довольно высокое (42,4 %). Причем содержание индивидов октаэдрического габитуса также высокое (23,3 %) и в крупных классах, где они с ламинарными ромбододекаэдрами (23,3 %) превалируют над типичными округлыми кристаллами (16,7 %), что является положительным фактором повышенной продуктивности. На этом основании прогнозируются коренные источники, по степени алмазности аналогичные уровню трубок Верхне-Мунского поля. По характеру фотолюминесценции “тунгские” алмазы резко отличаются от таковых из кимберлитовых тел Верхне-Мунского поля, среди которых значительное количество составляют безазотные и низкоазотные додекаэдры.

Характер распределения алмазов (см. рис. 1.17) подчеркивает низкую перспективность выявления их коренных источников в бассейне р. Эйкеит (приток р. Марха), где концентрировались поисковые работы. Характерной особенностью эйкеитских алмазов является их повышенная крупность и максимальное (26,7 %) для Сибирской алмазонасной провинции содержание желтых кубоидов II разновидности с облегченным ( $\delta C^{13} = -13,60 \text{ ‰}$ ) изотопным составом углерода, характерных для россыпей северного ореола алмазов с неустановленными коренными источниками.

### ЭПОХИ ФОРМИРОВАНИЯ АЛМАЗОНОСНЫХ РОССЫПЕЙ

На территории России установлены сообщества алмазонасных и потенциально алмазонасных терригенных формаций, сформировавшихся в докембрийскую, среднепалеозойскую, верхнепалеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую минералогические эпохи. Каждая из них характеризуется определенным комплексом отложений, объединенных парагенетическими связями, геолого-структурным и морфоструктурным положением и определенными уровнями продуктивности. Как правило, эпохи и этапы россыпеобразования разделены во времени крупными перерывами, эпохами и стадиями корообразования. Наиболее полный обзор эпох и стадий россыпной алмазонасности сделан Б.И. Прокопчуком в монографии “Месторождения алмазов СССР” [1984].

Докембрийская эпоха (R – V). Прямые и косвенные минералогические признаки алмазонасности докембрийских формаций установлены в пределах Среднего, Южного и Северного Урала, где в разрезах среднего–верхнего рифея и венда возможно проявление четырех стадий россыпеобразования. К наиболее древней из них на Южном Урале может принадлежать зигальгинская свита среднего рифея, сложенная кварцитами и кварцитовидными песчаниками с линзами конгломератов в нижней части. В кварцитах обнаружены гранаты пироп-альмандинового ряда. Верхнерифейская стадия предполагается здесь на основании благоприятного литологического состава зильмердакской свиты с горизонтами конгломератов и гравелитов в основании и в разрезе. В поле их развития в аллювии рек известны находки единичных кристаллов алмаза.

На Среднем Урале прямые минералогические признаки алмазонасности третьей (ранневендской) и четвертой (средневендской) стадий связаны с осянкой свитой и ашинской серией. В кварцевых гравелитах и песчаниках осянкой свиты, залегающей в подошве вендских отложений, известны находки восьми кристаллов алмазов додекаэдрической формы весом 4,0–4,5 мг. Причем два из них обнаружены в небольших пробах – 5,5 и 7,9 кг. Отложения вышележащей ашинской серии залегают с перерывом и размывом на породах асянкой свиты раннего

венда. В горизонте кварцевых гравелитов среди зеленых сланцев найден мелкий алмаз, а в кварцевых песчаниках – единичные мелкие зерна пиропы с содержанием хрома до 5,52 %.

На Северном Урале редкие пиропы и хромшпинелиды обнаружены в гравелитах и крупнозернистых песчаниках ильважской и кочешорской свит, слагающих среднюю часть разреза венда. Предполагается, что алмазы и их минералы-спутники привнесены в миогеосинклинальный прогиб Урала с запада, со стороны приподнятой окраины Восточно-Европейской платформы. На Тимане минералогические признаки алмазоносности докембрийских формаций пока не выявлены. В качестве возможных коллекторов алмазов здесь могут выступать светлинская свита среднего и дедимская свита верхнего рифея, содержащие в своем составе прослой гравелитов и конгломератов. На их потенциальную перспективность косвенно указывают находки алмазов в аллювии рек, которые по основным типоморфным признакам схожи с алмазами из докембрийских формаций.

В пределах Сибирской платформы установлены прямые минералогические признаки алмазоносности развитых здесь докембрийских отложений. В томторской свите венда найдены алмазы и минералы-индикаторы кимберлитов (МИК), на Анабарском и Оленекском поднятиях в протерозойских отложениях установлены МИК, в том числе алмазной ассоциации. В кайнозойских россыпях алмазов выделены камни с так называемыми “признаками древности”, свидетельствующими об их происхождении из докембрийских источников. Комплекс таких признаков, впервые сформулированный М.П. Метелкиной с соавторами [Метелкина и др., 1976; Метелкина, Прокопчук, 1976], включает: преобладание округлых ромбододекаэдров при повышенном количестве кубоидов; присутствие скрытокристаллических разновидностей алмазов (карбонадо, балласов), зеленая окраска поверхности кристаллов и зеленые пятна пигментации; значительный механический износ истирания в прибрежно-морской среде; повышенная крупность алмазов; ожелезнение кристаллов по поверхностным микротрещинам.

В Присяянье, в центральной части Урикско-Ийского грабена выявлено Ингашинское лампроитовое поле, представленное низкоалмазоносными дайками флогопит-оливиновых пород докембрийского возраста ( $1268 \pm 12$  млн лет). Типичные минералы-спутники лампроитов представлены пироп-хромшпинелидовой ассоциацией. Преобладающие в ее составе хромшпинелиды по составу и морфологии относятся к мантийным аналогам из кимберлитов. Гранаты пироп-альмандинового ряда, по данным микрозондовых анализов, представлены эклогитовым (75 %) и лерцолитовым (25 %) парагенезисом. Зерна пиропов алмазной ассоциации единичны [Егоров и др., 2003]. В лампроитовых дайках обнаружены редкие кристаллы алмазов размером до 9 мм ромбододекаэдрической формы.

По данным В.И. Коптиля, типоморфные особенности алмазов из русловых отложений Чуно-Бирюсинского междуречья Присяянья обнаруживают значительное сходство с алмазами из докембрийских алмазоносных формаций зарубежных стран. Они характеризуются преобладанием (до 48,9 %) типично округлых кристаллов уральского (бразильского) типа в ассоциации с балласами и карбонадо, высоким (34,4 %) содержанием алмазов с зелеными и бурыми пятнами пигментации и высоким средним весом кристаллов (до 39 мг). Камни с морским износом истирания здесь не встречены. К северо-востоку, в бассейне р. Ниж. Тунгуска около 50 % алмазов из кайнозойских коллекторов обнаруживают сходство с алмазами из докембрийских формаций [Зинчук, Коптиль, 2003]. В качестве докембрийских промежуточных коллекторов алмазов в Присяянье интерес могут представлять базальные конгломераты и гравелиты ермосохинской, карагасской и оселковской серий позднего рифея, а также мотской свиты венда. Специализированного их опробования на алмазы пока не производилось [Егорова и др., 2003].

В юго-восточной части платформы, на северном обрамлении Алданского щита известные единичные находки алмазов в аллювии рек также представлены округлыми кристаллами ромбододекаэдрической формы, для которых промежуточным коллектором могут быть докембрийские терригенные отложения юдомской свиты. Вероятно, этим же возрастом можно датировать находки крупных окатанных алмазов в южном Верхоянье [Амузинский и др., 2000].

Продуктивность докембрийских коллекторов алмазов полностью зависит от наличия и продуктивности докембрийских коренных источников, возможность обнаружения которых, за исключением рифейских лампроитов Саяно-Енисейского прогиба, весьма проблематична как на Восточно-Европейской, так и на Сибирской платформах. С одной стороны, если предположить, что на кристаллических щитах и поднятиях алмазоносные докембрийские трубки кимберлитов и лампроитов к настоящему времени эродированы до корневых дайковых зон, то найти их, естественно, весьма сложно. С другой стороны, пока нет никаких оснований ожидать выявления докембрийских россыпей алмазов промышленного значения, так как алмазы в морских отложениях докембрия в других регионах мира находятся в основном в рассеянном, неконцентрированном, состоянии. Более значима их роль в качестве широкомасштабных промежуточных коллекторов при формировании средне-позднепалеозойских, мезозойских и кайнозойских россыпей алмазов.

Среднепалеозойская эпоха ( $D_{2-3}$ ). В среднем палеозое сформировались алмазоносные и потенциально алмазоносные формации среднего и верхнего девона. Их образование по времени совпадает со становлением продуктивных среднепалеозойских ( $iD_{2-3}$ ) кимберлитов Сибирской и Восточно-Европейской платформ. Размещение осадочных формаций с прямыми и косвенными признаками алмазоносности контролируется бортами синеклиз, авлакогенов, рифтоподобных грабенов и прогибов, а также склонами складчатых сооружений по обрамлению платформ. В их составе участвуют терригенные, карбонатные, вулканогенно-осадочные и вулканогенные образования морского и континентального генезисов. Алмазы и их минералы-спутники локализованы исключительно в грубообломочных и грубозернистых горизонтах терригенных отложений.

На территории Восточно-Европейской платформы косвенные и прямые признаки алмазоносности среднепалеозойских отложений установлены на северном борту Московской синеклизы [Михайлов и др., 2001; Устинов, 2003]. На Лужской площади в морских песчаных осадках среднего девона обнаружены сильно изношенные, часто окатанные до шариков мелкие ( $-0,5+0,25$  мм) пиропы, в составе которых присутствуют зерна алмазной ассоциации. На Ордежском участке, у дер. Бор на породах среднего девона с размывом и эрозионными врезами залегают алмазоносные отложения аматской свиты верхнего девона, представленные в основании аллювиальными конгломератами, содержащими богатый спектр кимберлитовых минералов: алмазы, пиропы, пикроильменит, хромпикотит, хромдиопсид и единичные зерна оливина. В эрозионной геоморфологической ловушке обнаружено 12 кристаллов алмаза округлой формы I разновидности размером 0,5–1 мм. Они представлены додекаэдроидами и их сростками, при одном кубоиде. Следов износа на алмазах не установлено. Ассоциация минералов-спутников смешанного типа без признаков гидродинамической сортировки. В ней легко распознаются окатанные до шариков корродированные пиропы, переотложенные из среднедевонского промежуточного коллектора. Предположительно первичная ассоциация представлена пиропами I–II классов износа и относительно слабо изношенными пикроильменитами, которые иногда встречаются в аномально высоких концентрациях. Микронзондовые анализы всех спутников показывают на их кимберлитов-

вую природу. Предполагаемые для выявленных среднепалеозойских коллекторов алмазов досреднедевонские коренные источники могут быть связаны с начальным раннедевонским этапом становления среднепалеозойских кимберлитов, известным на Сибирской платформе по результатам определений абсолютного возраста отдельных трубок.

Наиболее ярко среднепалеозойская эпоха россыпной алмазоносности проявилась в Урало-Тиманском регионе [Месторождения..., 1984]. На Урале основным коллектором алмазов являются аллювиальные грубообломочные отложения такатинской свиты эйфельского яруса среднего девона, залегающие с размывом на различных горизонтах докембрия. В ее базальном горизонте на широкой площади прослеживается горизонт конгломератов мощностью 1–3 м, характеризующийся на отдельных участках промышленной алмазоносностью (Ишковский карьер). Алмазы сопровождаются переменными концентрациями пиропов и редко встречающимися единичными зернами пикроильменита. Для алмаз-пироповой ассоциации характерны: закругленность и высокий средний вес алмазов (30–208 мг) с доминированием типично округлых кристаллов уральского типа, гранулометрическая отсортированность пиропов с резким (до 91 %) преобладанием класса – 1 мм, сильный механический износ пиропов и интенсивное гипергенное растворение изношенных поверхностей с образованием многочисленных каверн и кубоидов, присутствие среди пиропов зерен алмазной ассоциации, свидетельствующих об алмазоносности их коренных источников. Типоморфные признаки гранатов однозначно указывают на их поступление из более древних коллекторов алмазов, подвергшихся корообразовательным процессам. Отложения такатинской свиты перспективны для выявления на Северном Урале новых промышленных россыпей переотложенного типа.

На Тимане в среднепалеозойскую эпоху сформировались алмазоносные формации травянской и надеждинской свит и пиропосодержащие отложения пижемских и яранских слоев среднего девона. Травянская свита, залегающая с размывом на складчатых образованиях фундамента и частично на породах силура и нижнего девона, представлена кварцевыми песчаниками подводно-дельтового генезиса, содержащими в верхней части разрезов линзы конгломератов. По данным крупнообъемного опробования, в последних обнаружен один кристалл алмаза и мелкие (–1 мм) пиропы. Залегающая выше надеждинская свита в основании сложена пластом (10–15 м) средне-крупногалечных конгломератов с единичными валунами размером до 15 см. Окатанные обломки состоят из кварца, кварцитов и кварцитовидных песчаников. В тяжелой фракции доминируют циркон и лейкоксен либо альмандин и ставролит при знаковых содержаниях мелких, предельно изношенных пиропов. В базальных конгломератах свиты найдены два мелких кристалла алмазов. В аллювии рек, дренирующих среднедевонские грубообломочные отложения, средний вес округлых алмазов составляет 20 мг.

В центральной части Сибирской платформы косвенные минералогические признаки алмазоносности среднепалеозойских формаций установлены в среднем течении р. Вилюй, где они участвуют в строении Ыгыаттинской впадины Патомско-Вилюйского авлакогена. В разрезах осадочных, вулканогенно-осадочных и вулканогенных пород среднего палеозоя здесь снизу вверх выделяются харьяюрская ( $D_{2hr}$ ), аппайнская ( $D_{3ap}$ ), вилюйчанская ( $D_{3vl}$ ), эмяксинская ( $D_{3em}$ ) и онкучахская ( $D_{3on}$ ) свиты. На юго-западном и северо-западном бортах впадины девонские отложения прослеживаются в виде протяженных грабен-синклиналей северо-восточного простирания. Строение и состав отложений изучены в обнажениях на реках Вилюй, Вилюйчан, Огогут, Ыгыатта, Марха и в керне алмазопоисковых скважин. По данным шлихового опробования минералы-спутники алмаза об-

наружены в грубообломочных и грубозернистых горизонтах харьяюряхской, эмьяксинской и онкучахской свит.

*Харьяюряхская свита* среднего девона мощностью до 45 м повсеместно залегает с размывом на доломитах и известняках лландоверийского яруса силура и перекрывается мощным (более 100 м) покровом базальтов аппаинской свиты верхнего девона. В ее составе преобладают пестроцветные аргиллиты, алевролиты и мергели с редкими тонкими прослоями пепловых туфов. В кровле иногда залегает пласт перекристаллизованных известняков с морской фауной живетского яруса. В среднем течении р. Ыгыатта в кровлевой части разреза среди аргиллитов и мергелей вскрыт пласт (1–1,5 м) пиропсодержащих гравелитов и гравелитистых песчаников розовой, красной и зеленой окраски с циркон-ильменит-альмандиновой ассоциацией минералов тяжелой фракции. Грубообломочный материал, составляющий 10–50 % общей массы, представлен галькой карбонатных пород и гравием розовых кремней и белого кварца окатанной и угловато-окатанной форм. Преобладают обломки хорошо окатанной изометричной формы. Весьма крепкий цемент имеет доломитово-известковый состав. По данным опробования в них обнаружены пиропы в содержаниях от 10 до 30 зерен на 10 л. Пиропы мелкие (–1 мм, редко –2+1 мм), идеально окатанные, без следов гипергенной коррозии. По результатам микронзондовых анализов выявленные гранаты относятся к пиропам, типичным для кимберлитов, хотя зерен, входящих в алмазную ассоциацию, среди них не обнаружено.

*Эмьяксинская свита* фаменского яруса верхнего девона залегает с внутриформационным неглубоким размывом на подстилающих алевролитах и мергелях вилюйчанской свиты. Наблюдаемая в обнажениях по р. Вилюй кора выветривания в кровле последней имеет кайнозойский возраст, так как в разрезах скважин она отсутствует, и граница свит, при отсутствии горизонта размыва в основании первой из них, носит характер постепенного перехода. В разрезах эмьяксинской свиты мощностью до 390 м выделяются две подсвиты. Нижняя подсвита в основании (0–6 м) сложена аркозовыми и существенно кварцевыми песками и песчаниками подводно-дельтового генезиса, содержащими в подошвенной части маломощные (0,3 м) непротяженные линзы гравелитов. Кровлю подсвиты слагает мощный (до 100 м) покров базальтов. Иногда песчаники выпадают из разреза и базальты залегают непосредственно на вилюйчанской свите. Верхняя подсвита представлена однообразными дельтовыми слаболитифицированными песчаниками аркозово-кварцевого состава с редкими линзами галечно-гравийного материала с остатками рыб и прослоями аргиллитов и алевролитов в кровельной части. Для отложений эмьяксинской свиты свойственна эпидот-гранат-ильменитовая ассоциация минералов тяжелой фракции.

На окраинном юго-восточном борту Ыгыаттинской впадины, вблизи Сунтарского поднятия (горста) минералы-спутники алмазов в отложениях, условно относимых к эмьяксинской свите, обнаружены при опробовании керна Усть-Мархинской нефтепоисковой скважины. В пробе из горизонта конгломератов (инт. 1250–1261 м) выявлены единичные зерна пикроильменитов, хромшпинелидов и 17 зерен мелких (–1 мм) пиропов сиреневой, розовой и оранжевой окраски, характеризующиеся сильным механическим износом. В разрезах юго-западного и северо-западного бортов Ыгыаттинской впадины пиропы обнаружены в обеих подсвитах эмьяксинской свиты. На юге, в бассейне среднего течения р. Вилюйчан пиропы обнаружены в маломощном (0,3 м) горизонте внутриформационных галечников, вскрытых алмазопроисковой скважиной. Обломочный материал в них представлен хорошо окатанными гальками местных аргиллитов и гравием кремней и кварца. Из пробы объемом 1,5 л извлечено 12 зерен пиропов класса –0,5 м и

два зерна класса  $-1+0,5$  мм фиолетовой окраски с сильным механическим износом поверхности. К северу, в обнажениях по р. Виллой редкие хорошо окатанные зерна пиропов встречаются как в базальных галечниках, так и в линзах (0,2–0,3 м) внутриформационных галечно-песчаных отложений верхней подсвиты. На северо-западном борту впадины, в бассейне р. Огогут единичные, сильно изношенные зерна пиропов размером  $-1$  мм найдены в песчаном горизонте основания эмяксинской свиты.

*Онкучахская свита* (155 м) залегает согласно на подстилающих отложениях эмяксинской свиты и подразделяется на две пачки. Нижняя красноцветная пачка (50 м) состоит из доломитов с прослоями известковистых песчаников, алевролитов и линзами пепловых туфов. Верхняя зеленоцветная пачка (105 м) представлена чередованием аргиллитов, алевролитов, известняков и песчаников с частыми маломощными прослоями пепловых туфов. По всему разрезу отмечаются уплотненные кремнисто-кальцитовые конкреции размером до 15–20 см. Пиропы класса  $-1+0,25$  мм обнаружены в линзах (0,5–0,7 м) гравелитов в стратотипическом разрезе свиты на р. Виллой и в линзе (0,5 м) крупно-разнозернистых песков на р. Виллойчан в содержаниях соответственно 65 зерен на 50 и более 1000 зерен на 400 л исходного материала. Гравийный материал хорошо окатан и состоит из кварца, кремней, халцедона. Минералы тяжелой фракции образуют ильменит-алмадин-апатитовую и ильменит-алмадиновую ассоциации. По результатам микрозондовых анализов (150 зерен) преобладающей разновидностью гранатов являются пиропы лерцолитового парагенезиса. Содержание пиропов алмазной ассоциации составило 3,3 %.

Характерными отличительными особенностями средне-верхнедевонских коллекторов кимберлитовых минералов Ыгыаттинской структурно-формационной зоны являются: практически мономинеральная пироповая ассоциация; сильная замельченность ( $-1$  мм) и идеальная окатанность гранатов; отсутствие следов гипергенной коррозии на поверхности пиропов, незначительные мощности и невыдержанный линзовидный характер залегания грубозернистых и грубообломочных горизонтов среди дислоцированных осадочных и вулканогенно-осадочных пород с углами падения от 10–15 до 25°. По комплексу признаков пиропосодержащие терригенные отложения относятся к прибрежно-морским (харьяюряхская свита) и авандельтовым (эмяксинская и онкучахская свиты) генетическим типам. Специальному крупнообъемному опробованию они не подвергались. Судя по присутствию пиропов алмазной ассоциации (до 3,3 %), можно уверенно предполагать потенциальную алмазоносность как самих девонских коллекторов, так и их коренных первоисточников. Фрагментарное мелколинзовидное распространение грубозернистых и грубообломочных горизонтов, преобладающий дельтовый генезис пород, низкие концентрации пиропов и их сильная замельченность резко снижают перспективы средне-верхнедевонских формаций северо-западного борта Патомско-Виллойского авлакогена на обнаружение в их составе промышленных россыпей алмазов.

Верхнепалеозойская эпоха ( $C_1 - P_2$ ). Формированию алмазоносных и потенциально алмазоносных отложений карбона и перми предшествовали среднепалеозойская эпоха ( $D_{2-3}$ ) коренной и россыпной алмазоносности, основной денудационный срез кимберлитовмещающих пород и кимберлитов величиной до 500 м, образование поверхностей выравнивания и раннекаменноугольной коры выветривания, структурно-тектоническая перестройка, эрозионное расчленение поверхностей выравнивания. Со среднепалеозойской эпохой кимберлитового магматизма ( $iD_{2-3}$ ) связаны все основные коренные месторождения алмазов Сибирской и Восточно-Европейской кимберлитовых провинций, которые вмес-

те со среднепалеозойскими промежуточными коллекторами служили источниками питания для верхнепалеозойских россыпей и россыпных алмазопоявлений.

На территории Восточно-Европейской платформы в пределах восточного и северного бортов Московской синеклизы в слабоизученных отложениях нижнего карбона известны редкие находки сильно изношенных и гипергенно измененных пиропов, переотложенных, по-видимому, из девонских промежуточных коллекторов. Продуктивность верхнепалеозойских отложений здесь полностью зависит от наличия и продуктивности прогнозируемых доверхнепалеозойских коренных источников. В качестве благоприятного палеогеографического критерия следует назвать активную и мощную проявленность раннекаменноугольной коры выветривания, широко развитой на восточном склоне Балтийского щита, южном склоне Воронежской антеклизы, а также в складчатом обрамлении платформы – на Южном Тимане. Раннекаменноугольная кора выветривания, сформированная на железистых кварцитах фундамента (Воронежская антеклиза, Белгородский район) и на известняках фаменского яруса девона (Южный Тиман), вмещает месторождения бокситов [Михайлов, 1986].

На северо-восточной окраине Восточно-Европейской платформы в пределах Архангельской кимберлитовой субпровинции алмазонасность развитых здесь ниже-среднекарбонных отложений связана в основном с размывом продуктивных кимберлитов Золотицкого рудного поля средне-верхнедевонского возраста. На поверхности доверхнепалеозойского среза кимберлитовые трубки средних и крупных размеров прорывают терригенные породы верхнего венда и перекрываются отложениями урзугской свиты московского яруса среднего карбона [Харьков и др., 1998]. Кимберлиты характеризуются крайне низкими концентрациями минералов-спутников алмаза пироп-хромшпинелевой ассоциации, в которой содержание хромшпинелидов на порядок выше, чем пиропов. Вторичная минерализация кимберлитов широко представлена сапонитом, который в поисковом процессе используется в качестве вторичного индикаторного минерала кимберлитов архангельского типа.

Коренные месторождения Золотицкого поля по типоморфизму алмазов не знают аналогов. По данным Н.Н. Зинчука с соавт. [2001], в их морфологическом спектре преобладают округлые ромбододекаэдры уральского типа (25,6–44,3 %) при значительном суммарном содержании алмазов V и VII разновидностей (?-изотопный состав углерода не определялся) (12,5–24,0 %) и кристаллов II разновидности (5,4–14,5 %). Содержания октаэдров и переходных форм крайне низкие и колеблются для первых от 1,3 до 6,9 %, для вторых – от 0,8 до 10,5 %. По такому морфологическому спектру алмазы Архангельской субпровинции обнаруживают сходство только с алмазами из россыпей северо-востока Сибирской провинции, для которых коренные источники пока не установлены [Зинчук, Коптиль, 2003].

В растровах слабоэродированных трубок сформировались осадочные отложения предположительно раннекаменноугольного возраста мощностью до 115 м, представленные пестроцветными песчаниками, алевролитами, аргиллитами, осадочными брекчиями и туфоподобными заметно слоистыми брекчиями из обломков осадочных пород и кимберлитов. Это делювиально-озерные образования, состоящие из переотложенных продуктов раннекаменноугольной коры выветривания, развитой на песчаных породах венда и на кимберлитах трубок, а также на возможных вулканических породах закратерных выбросов. Раннекаменноугольные терригенные отложения растробов трубок характеризуются низкой алмазонасностью.

Отложения урзугской свиты среднего карбона, залегающие с перерывом и размывом на породах венда, кимберлитах и раннекаменноугольных(?) образова-

ниях, в нижней базальной части разрезов представлены пачкой песчаников подводно-дельтового или морского генезиса с незначительной примесью гравийно-галечного материала. В них обнаружены единичные кристаллы алмазов, которые сопровождаются исчезающе малыми концентрациями их минералов-спутников. При низком стоянии кимберлитов и слабой расчлененности палеорельефа отложения среднего карбона выполняют роль захороняющей толщи при пассивном развитии абразионных процессов, что в верхних горизонтах многих трубок не привело к формированию промышленных россыпей ближнего сноса.

На территории Сибирской платформы верхнепалеозойская эпоха характеризуется широкими масштабами россыпной алмазоносности, многостадийностью и повышенной продуктивностью позднепалеозойских терригенных формаций. Их образованию предшествовало становление известных и прогнозируемых кимберлитовых полей среднепалеозойского возраста ( $D_{2-3}$ ), омоложение рельефа и формирование раннекаменноугольной коры выветривания. Приподнятое и высокое стояние известных пяти кимберлитовых полей, приуроченных к южному склону Анабарской антеклизы (Алакит-Мархинское, Далдынское, Верхне-Мунское и Накынское поля) и к сводовой части Непско-Ботубинской антеклизы (Мирнинское поле) обусловили многоярусную проявленность россыпной алмазоносности и многостадийный характер россыпеобразования.

*Раннекаменноугольная стадия* россыпной алмазоносности изначально носила широкий площадной характер в результате трансгрессии моря на значительную часть Сибирской платформы. В современном срезе алмазоносные отложения нижнего карбона сохранились от размыва в южной, юго-западной, центральной и северо-восточной ее частях. Повсеместно нижнекаменноугольные отложения залегают на глубокоэродированной (после основного денудационного среза) поверхности нижнего, редко среднего палеозоя с реликтами незрелой нижней зоны коры выветривания на локальных участках.

В южной части платформы косвенные минералогические признаки алмазоносности установлены в раннекаменноугольных отложениях баероновской свиты и мурской толщи, распространенных в пределах Присяяно-Енисейской синеклизы, осложненной Рыбинской и Мурской впадинами и Канско-Тасеевским прогибом. Морские отложения баероновской свиты, развитые на окраинных бортах Рыбинской впадины и Канско-Тасеевского прогиба, залегают с размывом на различных горизонтах пород нижнего палеозоя и докембрия. Шлиховым опробованием в них установлены минералы-спутники алмаза хромшпинель-пироповой ассоциации в количестве до 20 зерен на пробу в 30 л [Егоров и др., 2003]. Пиропы и хромшпинелиды мелкие (–1 мм), хорошо окатанной формы. На механогенную поверхность пиропов наложено гипергенное растворение. По данным микронзондовых анализов пиропов алмазной ассоциации не обнаружено.

Мурская толща одноименной впадины залегают с размывом на породах нижнего силура и представлена в основном конглобрекциями на песчано-карбонатном цементе с линзами гравелитов и песчаников. Разрезы толщи мощностью от 60 до 150 м повсеместно насыщены пиропами. Их содержание в лотковой пробе изменяется от 5 до 400 зерен [Там же]. Основная масса мелких (–1 мм) пиропов характеризуется сильным механическим износом и интенсивным гипергенным растворением изношенной поверхности. В представительной коллекции гранатов (213 зерен) микронзондовым анализом выявлены пиропы алмазной ассоциации в количестве 3,76 % от общей выборки. Сопутствующие пиропам хромшпинелиды также сосредоточены в мелком классе. Сильно замельченная хромшпинель-пироповая ассоциация отложений баероновской свиты и мурской толщи с сильным

износом обоих минералов и гипергенным растворением пиропов указывает на ее переотложенный характер при размыве более древних коллекторов алмазов. Наличие в ассоциации пиропов алмазной ассоциации – признак алмазности коренных источников, местоположение которых по сильно изношенным минералам-спутникам определить невозможно, но их следует ожидать за пределами выявленных ореолов.

В юго-западной и центральной частях Сибирской платформы пиропоносные и алмазные раннекаменноугольные отложения установлены на обширной площади южного обрамления Тунгусской синеклизы в бассейнах рек Чона, Нижняя Тунгуска и Подкаменная Тунгуска в составе тушамской свиты и ее возрастных аналогов (тычанская, челедуйская и ичодинская свиты). В крайней восточной части площади их развития, на правом берегу среднего течения р. Чона, распространены карбонатно-терригенные отложения ичодинской свиты визейско-серпуховского возраста, залегающие на породах верхнего кембрия. Пластичные породы свиты (аргиллиты, алевролиты мергели) дислоцированы с образованием мелких изоклинальных, иногда опрокинутых складок. В подошве отмечаются маломощные (0,6 м) линзы конгломератов на заметно окремнелом карбонатном цементе. Гальки сложены карбонатными породами, реже розовыми кремнями. Минералов-спутников алмаза в малообъемных (5 л) пробах не обнаружено. Такой объем проб не представительен при опробовании низкоспутниковых раннекаменноугольных отложений.

В пределах Чоно-Тунгусского водораздела песчаные отложения тушамской свиты характеризуются низкими (фоновыми) содержаниями очень мелких (0,3–0,5 мм) хорошо окатанных пиропов при единичных находках алмазов класса  $-0,5+0,25$  мм. В составе пиропов отмечаются зерна алмазной ассоциации. Повышенной алмазностью отличаются морские раннекаменноугольные отложения бассейна верхнего течения р. Подкам. Тунгуска, где они приурочены к зоне сочленения юго-западного борта Тунгусской синеклизы с Байкитской антеклизой. В составе линейной алмазной зоны протяженностью около 150 км здесь установлены Тычанский и Тарыдакский изолированные ореолы алмаз-пироповой ассоциации с повышенной частотой встречаемости обоих минералов. На первом из них алмазовмещающие отложения тычанской свиты залегают на терригенно-карбонатных породах нижнего и среднего ордовика, на втором – на породах верхнего кембрия с реликтами раннекаменноугольной коры выветривания.

На Тычанской площади алмазы и пиропы, локализованные в подошвенном грубообломочном горизонте, характеризуются сравнительно высоким (23,4 мг) средним весом алмазов и повышенной ( $-2+1$  мм) крупностью пиропов, в составе которых содержание зерен алмазной ассоциации в среднем составляет 3,0 %. На площади Тарыдакского ореола алмазовмещающий горизонт представлен плохо сортированными песчано-глинистыми осадками с редкими маломощными линзами гравелитов с кварц-кремнистым составом обломков. Выявленная в них алмаз-пироповая ассоциация имеет предельно замельченный гранулометрический состав с доминированием (95 %) алмазов класса  $-1+0,5$  мм средним весом 1,6–1,9 мг. Для обоих ореолов характерны сильный механический износ пиропов и износ выкрашивания алмазов, развитие гипергенной коррозии на механогенной поверхности пиропов. По названным признакам это вторичные ореолы переотложенного типа, сформированные за счет размыва площадных коллекторов докембрийского или среднепалеозойского возраста. По данным валового опробования выявленные раннекаменноугольные алмазопоявления характеризуются очень низкими содержаниями алмазов. Перспективы обнаружения здесь древних промышленных россыпей проблематичны.

На северо-восточном фланге Тунгусской синеклизы, в верховьях р. Алакит, реликты нижнекаменноугольного коллектора установлены в кратерной части среднепалеозойской трубки Краснопресненская и выделены в качестве тегерюкской свиты визейского возраста [Харькив и др., 1998]. Терригенно-карбонатные отложения свиты мощностью 57 м залегают с размывом на кимберлитовых туфах и с несогласием перекрываются гравелитами и песчаниками нижней подсвиты ахтарандинской свиты позднего карбона.

Нижняя пачка (27 м) тегерюкской свиты сложена доломитами, мергелями и аргиллитами с примесью туфогенного материала, верхняя (30 м) – мелко- и среднезернистыми песчаниками грауваккового состава. В основании разреза отмечается маломощный горизонт мелкообломочных брекчий на карбонатном цементе, в котором присутствуют мелкие (–0,5 мм) зерна пиропов без признаков износа. Только на отдельных зернах магматогенная поверхность сохранилась не полностью. Полученный минералогический материал показывает, что при прямом размыве кимберлитов в лагунных отложениях раннего карбона окатывания пиропов до шариков не происходит. В подобной ситуации морские раннекаменноугольные образования могут играть роль первичного информативного коллектора алмазов.

В северо-восточной части Сибирской платформы, в бассейне р. Оленек, алмазоносная формация нижнего карбона приурочена к Кютюнгинскому грабену. В разрезе морских отложений, залегающих с размывом на породах верхнего кембрия, здесь снизу вверх выделяются нуччаюрегинская, толуопская, кысылхаинская и удаганская свиты, представленные фаунистически охарактеризованными терригенно-карбонатными и карбонатными породами общей мощностью более 300 м. Алмазоносный пласт локализован в базальном горизонте нуччаюрегинской свиты, представленном карбонатными конгломератами и гравелитами прибрежно-морского генезиса. Кимберлитовые минералы, как и на других площадях, образуют алмаз-пироповую ассоциацию. Пиропам свойственны сильный механический износ и наложенная гипергенная коррозия изношенных поверхностей, высокий процент зерен алмазной ассоциации. Алмазы по своим типоморфным особенностям (преобладание октаэдров, переходных форм и ламинарных ромбододекаэдров, полное отсутствие кристаллов V и VII разновидностей) резко дистанцируются от алмазов кайнозойских россыпей Анабаро-Оленекского междуречья. На этом основании в районе Кютюнгинского грабена прогнозируются среднепалеозойские кимберлитовые тела [Зинчук, Коптиль, 2003].

В целом для раннекаменноугольной стадии россыпной алмазоносности на Сибирской платформе характерно: устойчивая, весьма зрелая, гранулометрически сильно замельченная алмаз-пироповая ассоциация; высокая степень механического износа пиропов с окатыванием до шариков и гипергенного растворения, наложенного на механогенную поверхность; *слабый послекоррозионный износ пиропов*, сильный механический износ выкрашивания алмазов. Выявленные особенности однозначно указывают на переотложенный характер этой ассоциации, связанный с размывом более древних докембрийских и среднепалеозойских коллекторов. Сильный механический износ минералов произошел, по-видимому, не в раннекаменноугольных динамически пассивных лагунных бассейнах, а в более древних активный и продолжительных по времени морских обстановках, а также за счет многократных переотложений. Мелкие, сильно изношенные пиропы нижнего карбона легко распознаются в более молодых коллекторах алмазов, что способствует более правильно проводить палеогеологические реконструкции при поисках россыпей и коренных источников алмазов.

*Среднекаменноугольно-раннепермская стадия* россыпеобразования широко-масштабно проявлена на восточном и южном обрамлениях Тунгусской синеклизы,

на южном борту Лено-Анабарского и западном борту Предверхоаянского прогибов, где она связана с формированием преимущественно континентальных угленосных отложений среднего–верхнего карбона и нижней перми мощностью до 150 м. В разрезах угленосной формации выделяются три макроритма, разделенные внутриформационными размывами. Нижние их части сложены аллювиально-дельтовыми, реже аллювиально-пролювиальными грубозернистыми и грубообломочными алмазонасными отложениями, а верхние – лагунными и озерно-болотными осадками алевритового и глинистого состава, бесперспективными на россыпную алмазональность. Два нижних макроритма относятся к среднему–верхнему карбону, третий – к нижней перми. При трансгрессивном залегании на породах нижнепалеозойского цоколя алмазонасны базальные горизонты всех трех уровней. Основным коллектором алмазов являются грубообломочные горизонты среднего–верхнего карбона. Их образованию предшествовал перерыв в осадконакоплении и формирование коры выветривания без существенного омоложения рельефа. Источниками питания россыпей этой стадии служили выветренные алмазонасные отложения нижнекаменноугольного возраста, пиропоносные породы среднего–верхнего девона, известные и еще не открытые кимберлитовые тела среднепалеозойского возраста. Верхнепалеозойский денудационный срез кимберлитов не превышал 50–80 м.

В северо-восточной части платформы, на бортах Лено-Анабарского и Предверхоаянского прогибов, при слабой опоскованности в отложениях верхнего карбона–ранней перми известны находки одиночных кристаллов алмазов и минералов-спутников пироп-пикроильменитовой ассоциации, в составе которой, наряду с аллювиально-изношенными зернами, в редких знаках присутствуют пиропы и пикроильмениты с реликтами первичной магматогенной поверхности. На южном и юго-западном бортах Тунгусской синеклизы континентальные отложения катской (чинокской) свит средне-верхнекаменноугольного возраста характеризуются спорадически проявленной убогой алмазональностью при низких концентрациях минералов-спутников алмазов. В их составе преобладают пиропы с морским износом, переотложенные из раннекаменноугольных и более древних промежуточных коллекторов. Минералов прямого размыва коренных источников без признаков износа здесь пока не выявлено.

На периферии восточного борта Тунгусской синеклизы, в области ее сочленения с Непско-Ботуобинской и Анабарской антеклизмами и разделяющей их Сюгджерской седловиной, на этой стадии в бассейне р. Виллюй сформировалась Восточно-Тунгусская россыпная зона, связанная с прямым размывом известных (Мирнинского, Алакит-Мархинского, Далдынского) и прогнозируемых кимберлитовых полей, а также более древних среднепалеозойских и раннекаменноугольных промежуточных коллекторов алмазов. В пределах зоны протяженностью около 500 км грубозернистые и грубообломочные отложения среднего–верхнего карбона и ранней перми вмещают многочисленные площадные и локальные (точечные) алмазопроявления, одиночные промышленные и непромышленные россыпи, которые, как правило, сопровождаются высококонтрастными ореолами минералов-спутников различной дальности сноса.

В верховьях р. Марха на площади Алакит-Мархинского кимберлитового поля на поверхности нижнепалеозойского цоколя и на кимберлитах распространены аллювиально-дельтовые отложения конекской ( $C_2kn$ ) и айхальской ( $C_3-P_1$ ) свит, представленные в подошвенных частях песчаниками и линзовидными телами конгломератов и гравелитов. К ним приурочены относительно локальные ореолы минералов-спутников ближнего сноса, которым свойственны высокие и аномально-высокие концентрации пиропов и пикроильменитов, в составе которых содер-

жание минералов I–II классов износа достигает 50–60 %. Что касается алмазов, то они находятся в осадочных коллекторах преимущественно в рассеянном состоянии, редко образуют скопления с непромышленными содержаниями даже в надтрубном и околотрубном пространстве продуктивных кимберлитовых тел.

К югу, в бассейне р. Моркока, в делювиально-пролювиальных отложениях ботубинской свиты верхнего карбона локализована оригинальная непромышленная россыпь Дюкунах с алмаз-пироповой ассоциацией кимберлитовых минералов, характеризующаяся предельной замельченностью (–0,5 мм), сильным механическим износом обоих минералов с окатыванием пиропов до шариков. По этим признакам формирование россыпи дальнего сноса предполагается за счет размыва раннекаменноугольного коллектора алмазов. На крайнем востоке россыпной зоны, в бассейне р. Ыгыатта, алмазы и их минералы-спутники выявлены в базальных конгломератах ботубинской (C<sub>3</sub>bt) и ахтарандинской (P<sub>1</sub>ah) свит. По наличию в последних минералов I–II классов износа и расположению алмазопроявлений и ореолов в пределах Вилуйско-Мархинской кимберлитоносной тектономагматической зоны в бассейне р. Ыгыатта многими исследователями прогнозируется среднепалеозойское кимберлитовое поле.

На правобережье р. Вилуй к северо-западу от Мирнинского кимберлитового поля в верхнепалеозойских отложениях сформировался обширный шлейф разноса кимберлитовых минералов с образованием довольно многочисленных ореолов умеренной дальности сноса с неотсортированной алмаз-пироп-пикроильменитовой ассоциацией кимберлитовых минералов. В некоторых из них алмазы присутствуют в промышленно ценных концентрациях. При преобладании минералов-спутников с континентальным износом в ореолах постоянно встречаются зерна I–II классов износа в содержаниях до 15 % от их общего количества, что отражает не полностью утраченную связь с коренными источниками. Наряду с такими алмазопроявлениями недалеко (12–25 км) от трубок Мирнинского поля в среднекарбонных отложениях аллювиально-пролювиального генезиса локализована промышленная россыпь Восточная, переотложенного типа, с отсортированной в сторону закругления алмаз-пироповой ассоциацией, не связанной с прямым размывом кимберлитов. Судя по сильному износу пиропов, наложенной гипергенной коррозии на их поверхности и механическому износу выкрашивания алмазов, образование россыпи произошло, по-видимому, за счет размыва бывшего раннекаменноугольного коллектора алмазов.

На северо-востоке Сибирской платформы в Приленском алмазонасном районе верхнекарбонные–нижнепермские образования представлены далдынской свитой, которая залегает с глубоким размывом на разновозрастных горизонтах венда, кембрия, нижнего карбона. Отложения свиты выполняют доверхнепалеозойские консидементационные впадины и сложены гравийно-галечными осадками, конгломератами, гравелитами, кварцевыми и полимиктовыми песчаниками, алевролитами и аргиллитами с маломощными прослоями и линзами углей. В далдынской свите обнаружены алмазы, принадлежащие к I группе [Орлов, 1984], и характерные для коренных месторождений центральной части Западной Якутии. В отложениях свиты установлены минералы-индикаторы кимберлитов с низкой степенью механического износа, что свидетельствует о наличии продуктивного среднепалеозойского кимберлитового вулканизма на Молодо-Оленекском междуречье.

*Верхнепермская стадия* россыпной алмазонасности проявилась на Сибирской платформе после кратковременного перерыва в осадконакоплении и связана с формированием аллювиально-дельтовых, преимущественно песчаных отло-

жений с линзами галечников и конгломератов русловой фации многорукавных равнинных рек. Размыву подвергались более древние коллекторы алмазов и непогребенные среднепалеозойские кимберлитовые тела. Размещение областей аккумуляции контролировалось теми же надпорядковыми структурами, что и в предыдущую стадию. На платформенном борту Лено-Анабарского прогиба одиночные находки алмазов сопровождаются низкими концентрациями минералов-спутников. Характерно полное отсутствие алмазов V и VII разновидностей, свойственных здесь для кайнозойских россыпей. Повышенная частота встречаемости алмазов наблюдается на западном борту Предверхоанского прогиба, в бассейне р. Молодо, где верхнепермские отложения, залегающие на нижнепалеозойском цоколе, служили одним из промежуточных коллекторов при формировании долинной россыпи р. Молодо. В южной и центральной частях Тунгусской синеклизы дельтовые отложения пеляткинской свиты и ее возрастных аналогов также слабо насыщены кимберлитовыми минералами и бесперспективны на россыпную алмазонность.

Определенный поисковый интерес представляют грубообломочные базальные горизонты боруллойской свиты верхней перми, развитые на восточном борту Тунгусской синеклизы, где на значительной площади они залегают на терригенно-карбонатных породах нижнепалеозойского кимберлитовмещающего цоколя. В бассейне среднего течения р. Вилюй они вмещают высококонтрастные ореолы пироп-пикроильменитовой ассоциации с постоянным присутствием неизношенных минералов-спутников, а также довольно многочисленные алмазопоявления с ассоциацией алмазов мирнинского типа, которой свойственно резкое преобладание (60–70 %) кристаллов октаэдрической формы. На отдельных участках развития конгломератов русловой фации аллювия сохраняются перспективы обнаружения погребенных россыпей с промышленно ценными содержаниями алмазов.

На северо-востоке Сибирской алмазонасной провинции в Приленском районе пермские отложения представлены булбарангдинской свитой, которая согласно залегают на образованиях далдынской свиты или с глубоким размывом на породах кембрия. Сложены они полимиктовыми, реже кварцевыми разнозернистыми песками и песчаниками, в основании – гравелитами и конгломератами. В базальных слоях булбарангдинской свиты отмечены единичные находки алмазов и минералы-индикаторы кимберлитов.

Мезозойская эпоха ( $T_1 - K_2$ ). Прямые и косвенные признаки алмазонности выявлены по всей толще мезозойских терригенных отложений возрастом от нижнего триаса до верхнего мела. На территории европейской части России находки алмазов и их минералов-спутников известны в среднеюрских (Тиман) и нижне-верхнемеловых (Воронежская антеклиза) отложениях. Преобладающий их мелкозернистый состав не благоприятен для формирования промышленно ценных россыпей. Находки высокобарических минералов предположительно кимберлитовой природы служат главным критерием прогноза коренных источников алмазов.

Широкомасштабная проявленность мезозойской эпохи россыпной алмазонности установлена только в пределах Сибирской платформы. Размещение продуктивных и потенциально продуктивных формаций на ее территории контролируется зонами сочленения Лено-Анабарского, Предверхоанского и Ангаро-Вилюйского прогибов с Анабарской и Непско-Ботуобинской антеклизами. В Присянье и южной части платформы известны только невыразительные косвенные признаки алмазонности юрских отложений. Продуктивные и потенциально продуктивные мезозойские формации приурочены к центральной и северо-восточной частям Сибирской платформы.

При высоком стоянии источников питания на склонах антеклиз и конседиментационном развитии Вилюйской синеклизы, краевых и внутриплатформенных прогибов и депрессий россыпеобразование в мезозойскую эпоху носило многостадийный характер с образованием многоярусных россыпей и алмазопроявлений. При зараженности кимберлитовыми минералами всего триасово-мелового комплекса формаций формирование промышленных россыпей и площадных алмазопроявлений произошло в течение поздне триасовой, раннеюрской, позднеюрской и раннемеловой стадий россыпеобразования.

*Поздне триасовая стадия* активно проявилась в окраинной северо-восточной части Сибирской платформы и в складчатых сооружениях по ее обрамлению. Промышленно ценные концентрации алмазов установлены на восточном борту Предверхоанского прогиба, в нижнем течении р. Лена, на кряжах Чекановского и Прончищева, где россыпевмещающие морские отложения карнийского яруса образуют протяженную линейную зону россыпной алмазоносности. Продуктивный горизонт мощностью до 0,5 м, залегающий на песчаниках ладинского яруса, представлен плохо сортированными песками с гравием, галькой, щебнем и линзовидными телами гравелитов и мелкогалечных конгломератов с фауной пелеципод. Характерно наличие неокатанных обломков аргиллитов и алевролитов триасового возраста, что свидетельствует о кратковременности и слабой волноприбойной деятельности прибрежно-морской обстановки осадконакопления. Алмазоносность маломощного горизонта грубообломочных отложений с высокими концентрационными свойствами неравномерная. На отдельных участках (Булкур, Таас-Ары, Кенгдейкен) содержания алмазов в поздне триасовой россыпи достигают промышленных значений (см. раздел "Триасовые россыпи"). Карнийские базальные отложения содержат высокие концентрации минералов-индикаторов кимберлитов хорошей сохранности. На ряде зерен диагностированы келифитовые каймы [Селиванова, 1991].

На северо-востоке Сибирской платформы продукты перемыва продуктивных карнийских образований фиксируются во всех более молодых мезозойских и кайнозойских отложениях Лено-Анабарской алмазоносной субпровинции. В бассейне р. Экит Л.И. Израилев (1986 г.) впервые выделил хотугинскую (тумульскую-?) свиту норийского-рэтского ярусов ( $T_3ht$ ). Свита сложена песчаниками с линзами и прослоями известковистых песчаников, конгломератов, гравелитов и алевролитов. В отложениях свиты обнаружен один алмаз VII разновидности, пироп и пикроильменит. По своим особенностям алмаз близок к большинству кристаллов из карнийских отложений Приморского алмазоносного района. Единичные алмазы в тумульской свите установлены на р. Бур и кряже Прончищева. В бассейнах рек Келимер и Ныкабыт Р.О. Галабалой (1988 г.) выделена булунканская (тумульская-?) свита (норий-рэт), где найдены десятки алмазов. По кристалломорфологическим особенностям эти алмазы полностью повторяют карнийский спектр, т. е. в равных количествах содержатся алмазы I и V-VII разновидностей с легким изотопным составом углерода. В отличие от карнийских отложений минералы-спутники в норийско-рэтских слоях идеально окатаны (до шариков) и хорошо сортированы.

*Раннеюрская стадия* проявилась в краевых частях Ангаро-Вилюйского, Предверхоанского, Лено-Анабарского прогибов и на северо-западном борту Вилюйской синеклизы. Формированию нижнеюрских продуктивных отложений предшествовала поздне триасовая эпоха корообразования межрегиональной проявленности с формированием разуплотненных элювиальных образований на породах нижнего палеозоя, доюрских промежуточных коллекторах алмазов и на кимберлитах среднепалеозойского и ранне триасового возраста. Последующее

оживление тектонических движений в связи с заложением и развитием мезозойских надпорядковых структур привело к значительному расчленению рельефа, отрицательные формы которого в раннеюрское время контролировали размещение россыпей алмазов. Наиболее благоприятные условия для образования россыпей существовали на пологих склонах антеклиз, где формировались делювиально-пролювиальные, пролювиальные и прибрежно-морские отложения нижней юры.

По результатам специализированного опробования в вертикальном ряду раннеюрских терригенных формаций к продуктивным и потенциально продуктивным относятся отложения геттанг-синемюрского, ранне- и верхнеплинсбахского возраста, формирование которых отвечает трем подстадиям россыпеобразования. Степень их продуктивности прямо зависит от наличия, близости и степени алмазности коренных источников и более древних промежуточных коллекторов алмазов.

На южном платформенном борту Лено-Анабарского прогиба широко развитые нижнеюрские мелкозернистые отложения фаций открытого моря при отсутствии близрасположенных источников питания малоблагоприятны для россыпеобразования. Обнаруженные здесь редкие алмазы представлены в основном округлыми додекаэдроидами уральского типа. Характерно присутствие кристаллов V и VII разновидностей, широко распространенных в триасовых, меловых и кайнозойских россыпях. На западном борту Предверхоанского прогиба относительно повышенная частота встречаемости алмазов отмечается в базальном горизонте позднеплинсбахских отложений прибрежно-морского генезиса. Их находки сопровождаются невысокими концентрациями минералов-спутников алмаза пироп-пикроильменитовой ассоциации, в которой при доминировании изношенных минералов постоянно встречаются редкие зерна пикроильменитов, реже пиропов высокой степени сохранности на уровне I и II классов износа.

На северо-западном борту Вилюйской синеклизы и его периферийной части, на междуречье Марха–Тюнг в составе раннеюрской формации, залегающей на терригенно-карбонатных породах верхнего кембрия и ордовика, выделяются континентальные образования дяхтарской толщи рэт-синемюрского возраста, оруктахской свиты нижнего плинсбаха, морские отложения тюнгской свиты верхнего плинсбаха и сунтарской свиты тоарского возраста. В северо-западном направлении в сторону юго-восточного склона Анабарской антеклизы происходит выклинивание более древних осадков и залегание отложений тюнгской и сунтарской свит непосредственно на породы нижнепалеозойского основания. В бассейне р. Тюнг основными коллекторами кимберлитовых минералов являются отложения оруктахской и тюнгской свит. Последние прослеживаются далеко на северо-запад, в район Верхне-Мунского кимберлитового поля среднепалеозойского возраста. В подводно-дельтовых отложениях оруктахской свиты установлены пока только изношенные пиропы и пикроильмениты. В прибрежно-морских осадках тюнгской свиты известные находки алмазов приурочены к базальным линзовидным телам конгломератов, гравелитов, реже гравелитистых песчаников. Концентрации алмазов и их минералов-спутников пироп-пикроильменитовой ассоциации относительно низкие. На этом фоне обнаруживаются локальные шлиховые аномалии с высокими содержаниями пиропов и пикроильменитов, в составе которых отмечается повышенное количество зерен I–II классов износа, что может интерпретироваться как подпитка коллектора от местных, пока не известных коренных источников. Большая часть кимберлитового материала привнесена в прибрежную зону с северо-запада, со стороны известных кимберлитовых полей и бывших более древних коллекторов предположительно пермского и триасового возраста. На возможное площадное развитие последних косвенно указывает находка в районе верхне-

мунских трубок окремнелой гальки с флорой нижнего триаса. Линзовидный характер распространения алмазонасного грубообломочного горизонта снижает перспективы выявления промышленных россыпей прибрежно-морского генезиса.

В бассейне среднего течения р. Марха в районе Накынского кимберлитового поля промышленно алмазонасны отложения дяхтарской толщи и оруктахской свиты, вмещающие разновозрастные продуктивные пласты. На значительной площади под ними сохранилась элювиальная кора выветривания мощностью до 20 м, развитая на терригенно-карбонатных породах нижнего ордовика и на кимберлитах трубок Нюрбинская и Ботуобинская, характеризующихся высокой продуктивностью и оригинальной хромшпинель-пироповой ассоциацией минералов-спутников при полном отсутствии пикроильменита. В коре выветривания кимберлитов на тр. Нюрбинская содержание алмазов и сильно корродированных минералов-спутников в 1,5–2 раза выше, чем в плотном кимберлите. Алмазонасные отложения дяхтарской толщи относятся к формации переотложенных кор выветривания. Они выполняют эрозионно-карстовые депрессии и воронки глубиной до 65 м. В около-трубочном пространстве делювиальные, пролювиальные и озерные карстовыполняющие образования, представленные щелнистой уплотненной бескарбонатной глиной и так называемыми вторичными кимберлитовыми брекчиями, вмещают разведанные промышленные россыпи алмазов ближайшего сноса. Продуктивные отложения базального горизонта оруктахской свиты раннего плинсбаха представлены гравелитами и брекчиевидными конгломератами пролювиального генезиса. Пониженной алмазонасностью характеризуются базальные песчаные горизонты фации выносов равнинных рек. При почти полном отсутствии дальнепривносного кимберлитового материала околотрубочные россыпи, как и кимберлиты, характеризуются хромшпинель-пироповой ассоциацией, для которой характерны высокие концентрации, сильная замельченность (класс –1 мм составляет 92 %), интенсивная гипергенная коррозия обоих минералов в коре выветривания кимберлитов и полное отсутствие следов механического износа минералов-спутников алмазов (МСА). Прибрежно-морские отложения тунгской свиты, размывающие продуктивные образования оруктахской свиты, в районе трубок характеризуются низкой алмазонасностью.

В пределах Ангаро-Виллюйского внутриплатформенного прогиба прямые и косвенные признаки алмазонасности установлены в терригенных формациях укугутской (юлегирской), оруктахской и вакунайкинской свит. Отложения укугутской свиты, широко развитые в осевой части прогиба, представлены мощной (до 80 м) толщей конгломератов аллювиальной фации горно-равнинных рек, неблагоприятной для локализации россыпей по причине сильного разубоживания концентраций кимберлитовых минералов. По этой же причине бесперспективна перекрывающая их мощная (до 70 м) толща аллювиально-дельтовых песков оруктахской свиты. Благоприятные условия для россыпеобразования в раннеюрскую стадию существовали только на северо-западном борту прогиба, наложенному на сводовую часть Непско-Ботуобинской антеклизы в районе Мирнинского высокопродуктивного кимберлитового поля. Известные здесь промышленные россыпи, локализованные в грубообломочных или грубозернистых горизонтах юлегирской и оруктахской свит, приурочены к бортам крупных эрозионно-тектонических долинообразных депрессий, осложняющих северо-западный борт Ангаро-Виллюйского прогиба. Мезозойские депрессии разделены выступами пород нижнепалеозойского цоколя, к которым приурочены все известные кимберлитовые тела Мирнинского поля.

Вблизи высокоалмазонасных трубок в геттанг-синемюрское (юлегирское) и раннеплинсбахское (оруктахское) время сформировались богатые россыпи делю-

виально-пролювиального, пролювиального и пролювиально-озерного генезисов однопластового и многопластового строения. Большая их часть относится к эталонным древним россыпям ближнего сноса, для которых характерны низкий средний вес алмазов, высокое (35–40 %) содержание мелких (–1 мм) кристаллов алмазов их осколков и минералов-спутников. Единственная россыпь переотложенного типа (Солур), сформированная за счет размыва верхнепалеозойских коллекторов алмазов, отличается повышенным средним весом камней и их значительной сортировкой в сторону закругления алмазного сырья при резком снижении (до 10–15 %) доли кристаллов класса –1+0,5 мм. Прибрежно-морские отложения вакунайкинской свиты позднего плинсбаха в районе Мирнинского рудного поля вмещают многочисленные алмазопоявления и высококонтрастные (по содержаниям и сохранности) ореолы минералов-спутников пироп-пикроильменитовой ассоциации. Промышленно ценные концентрации алмазов выявлены только вблизи тр. Интернациональная. В ореолах минералов-спутников прибрежно-морского коллектора вблизи кимберлитовых тел доминируют зерна I–II классов износа, при частой встречаемости пиропов с реликтами келифитовой каймы. Фактический материал опровергает мнение о сильном износе минералов в прибрежных обстановках раннекаменноугольных и юрских морей. Как уже отмечалось, предельно окатанные зерна в эти бассейны привнесены из более древних коллекторов алмазов.

*Среднеюрская стадия* россыпной алмазоносности проявлена только на северо-востоке Сибирской провинции в бассейне р. Экеит, на водоразделах рек Элиетибие, Куччугуй-Элиетибие и Крестях. В келловейских отложениях в шурфах участка Куччугуй-Элиетибие [Израилев и др., 1986] обнаружены пикроильменит, пироп и трубочный циркон. Встречаются зерна II класса сохранности. По притокам р. Экеит, в полях развития терригенных отложений бата и байосса, в современном аллювии установлены контрастные ореолы минералов-индикаторов алмазов хорошей сохранности. Наличие ореолов минералов-индикаторов кимберлитов в юрских отложениях хорошо увязывается с проявленностью средне-верхнеюрского этапа кимберлитового вулканизма на Оленекском поднятии (Хорбусуонское поле 140–180 млн лет) [Брахфогель, 1984].

*Верхнеюрская стадия* россыпной алмазоносности наиболее активно проявилась в волжском веке с формированием на западном борту Предверхоанского прогиба протяженного алмазоносного горизонта, представленного галечно-песчаными отложениями и крупногалечными конгломератами с фосфатным цементом и вкрапленностью глауконита, образованными в результате трансгрессии нижне-волжского моря [Месторождения..., 1984]. Для отложений характерна циркон-гранат-ильменитовая ассоциация тяжелой фракции, в которой в небольших количествах отмечаются пиропы, пикроильмениты, хромшпинель и хромдиопсид. Размеры отдельных зерен пиропов и пикроильменитов достигают 4–5 мм. Среди преобладающих сильно изношенных минералов иногда встречались пиропы с реликтами келефитовой каймы. На многих участках пиропов алмазной ассоциации не обнаружено. При относительно высокой частоте встречаемости алмазов содержания их в маломощном (0,5–1,5 м) грубообломочном горизонте крайне низкие. По кристалломорфологическим признакам алмазы нижневолжского горизонта сходны с алмазами кайнозойских и поздне триасовых коллекторов северо-востока Сибирской платформы.

*Раннемеловая стадия* прямыми признаками алмазоносности выражена только в бассейне р. Анабар, на Эбеляхской алмазоносной площади. По данным палинологических анализов к нижнемеловым образованиям относятся песчаные и глинистые отложения карстовых полостей, выработанных в карбонатных породах среднего кембрия. В разрезах мощностью до 20 м преобладают углефицированные

алевриты и глины с включениями галек и гравия карбонатных пород и кремней. Реже встречаются линзы косослоистых песков и гравийно-галечного материала. Минералы тяжелой фракции образуют циркон-альмандиновую, магнетит-альмандиновую и ильменит-альмандиновую ассоциации при редкой встречаемости изношенных алмазов и гипергенно измененных пиропов и пикроильменитов.

Алмазы встречаются в разрозненных пробах по всему разрезу без видимой связи с литологическим составом отложений и в низких концентрациях. Средний вес кристаллов в разных карстовых полостях варьирует от 9–12 до 20 мг. Крупные камни обычно приурочены к более грубозернистым осадкам. Характерно присутствие кристаллов с механическим износом “истирания”. Типоморфные особенности алмазов из нижнемеловых отложений сходны с таковыми из кайнозойских россыпей площади. Их переотложенный характер не вызывает сомнений. Выявленные раннемеловые алмазопоявления промышленного интереса не представляют.

*Кайнозойская эпоха.* По продуктивности и масштабам кайнозойская эпоха россыпной алмазности превосходит все предшествующие эпохи россыпеобразования. В это время на обширных территориях алмазы, находящиеся в рассеянном состоянии в древних коллекторах, перешли в концентрированное состояние с образованием многочисленных долинных вторичных россыпей переотложенного типа, ложковых и долинных залежей комбинированного питания, производных от коренных источников и промежуточных коллекторов, в меньшей мере ложковых россыпей ближнего сноса путем размыва богатых коренных источников. Формированию кайнозойских россыпей в определенной мере способствовала проявленность палеогеновой и неогеновой эпох корообразования и кардинальной перестройки морфоструктурного плана.

В пределах Восточно-Европейской платформы при отсутствии коренных источников, выходящих на уровень кайнозойского среза, и убогой алмазности более древних коллекторов находки алмазов в палеогеновых, неогеновых и четвертичных отложениях пока представляют лишь минералогический интерес. Промышленные россыпи в европейской части России известны только на западном склоне *складчатых* сооружений Северного Урала. За счет размыва алмазонасных отложений такатинской свиты среднего девона здесь образовались долинные россыпи и россыпи эрозионно-карстовых депрессий неогенового и четвертичного возраста аллювиального, пролювиального и смешанного делювиально-пролювиального и пролювиально-озерного генезиса. В пространственно-генетическом отношении это залежи ближнего переотложения, характеризующиеся высоким (158–180 мг) весом и сортностью алмазов преимущественно додекаэдрической формы.

На территории Сибирской платформы в кайнозойскую эпоху сформировались покровные и долинные продуктивные отложения неогенового, неоплейстоценового и голоценового возраста. Покровные образования площадного распространения представлены нерасчлененными неогеновыми отложениями и эйкской ( $Q_{1-III}ek$ ) свитой. В долинном комплексе осадков по крупным водотокам алмазонасны аллювиальные образования русла, поймы и пяти надпойменных террас. Обычно наиболее продуктивны отложения русел, низкой и высокой пойм и I надпойменной террасы. Большую роль в формировании четвертичных россыпей сыграли погребенные верхнечетвертичные отложения, выстилающие днища долин в Анабарском алмазонасном районе. Русловые алмазопоявления многочисленны и разнообразны. Они установлены на обширной площади Сибирской платформы. В краевой юго-западной ее части и в Присяянье находки алмазов известны в русловом аллювии р. Бирюса и ее левого притока р. Ингашет (Шелеховская россыпь). Здесь обнаружено 32 кристалла средним весом 80 мг. Самый крупный алмаз

(7,5 кар) найден в приустьевой части р. Ингашет [Егоров и др., 2003]. В бассейне р. Чукша найдено 103 кристалла средним весом 3,8 мг. Из россыпи р. Тангуй-Удинский с убогим содержанием алмазов ( $0,005 \text{ кар/м}^3$ ) добыто 144 кристалла средним весом 40,8 мг. В меньшем количестве они встречаются и по другим водотокам (реки Тарма, Чуня, Талая). Алмазы сопровождаются сильно изношенными пиропами, среди которых зерен алмазной ассоциации не обнаружено. Данные алмазопроявления сформированы за счет размыва древних коллекторов. Наличие здесь промышленных россыпей проблематично. К северу, вдоль юго-западного борта Тунгусской синеклизы частота встречаемости алмазов в бассейне р. Подкаменная Тунгуска повышается. В долине р. Тычана в поле развития алмазоносных отложений нижнего–среднего карбона выявлена русловая россыпь с очень низким (менее  $0,02 \text{ кар/м}^3$ ) содержанием алмазов при высоком (53,3 мг) среднем весе кристаллов в выборке из 102 камней. Алмазам сопутствуют сильно изношенные пиропы повышенного класса крупности  $-2+1 \text{ мм}$ . По происхождению это аллювиальная россыпь ближнего переотложения, сформированная за счет размыва раннекаменноугольного алмазоносного промежуточного коллектора, которому также свойственна повышенная крупность алмазов и сопутствующих сильно изношенных пиропов.

В южной части платформы алмазоносность руслового, реже террасового аллювия установлена в бассейнах рек Тушамы, Илия, Катанга, Непа, Ниж. Тунгуска, Бол. Ерема, Апка, Тетяя, Кова, Ниж. Кочема и др. Все без исключения выявленные алмазопроявления в поле развития верхнепалеозойских и мезозойских коллекторов алмазов относятся к переотложенному типу. При убогих содержаниях алмазов в отдельных пунктах отмечаются повышенные концентрации сильно изношенных пиропов, реже пикроильменитов. Сведения о находках высокосохранных минералов и пиропов с реликтами келифитовой каймы последующими работами обычно не подтверждаются. Для алмазов характерна гранулометрическая отсортированность, выраженная в низком (до 10 %) содержании кристаллов класса  $-1+0,5 \text{ мм}$  и высоком среднем весе камней. Алмазы разобщенных проявлений характеризуются сходством по основным типоморфным особенностям. Общими их признаками являются: преобладание типичных округлых алмазов уральского типа в ассоциации с баласами и карбонадо VI и X разновидностей, повышенное содержание кристаллов с зелеными и бурыми пятнами пигментации, высокое содержание алмазов с механическим износом выкрашивания при отсутствии кристаллов с износом истирания [Зинчук, 2005]. Происхождение многих алмазопроявлений, расположенных в поле развития мощной туфогенной толщи нижнего триаса и пермских песков, остается загадочным. Существует гипотеза о наличии в глубокой части Тунгусской синеклизы алмазоносных коренных источников триасового возраста.

В центральной и северо-восточной частях Сибирской платформы за полувековой период алмазопромысловых работ в кайнозойских отложениях открыто большое количество промышленных россыпей, протяженных непромышленных залежей и множество локальных алмазопроявлений, сформированных как за счет размыва промежуточных коллекторов, так и коренных источников алмазов. В определяющую неогеновую эпоху континентального развития в результате интенсивных неотектонических движений, в условиях резкой температурной сезонности сформировался современный морфоструктурный план данной территории платформы с образованием Среднесибирского плоскогорья, Якутской, Приверхоанской, Лено-Анабарской низменностей, определяющих закономерности последующего россыпеобразования. В кайнозойскую эпоху здесь проявились две главные стадии россыпной алмазоносности: неогеновая и неоплейстоценовая.

*Неогеновая стадия (N)* связана с формированием алмазоносных аллювиальных и озерно-аллювиальных отложений низменных равнин, эрозионно-карстовых и карстовых депрессий, широко развитых на междуречье Марха–Тюнг, вдоль южного борта Лено-Анабарского и западного борта Предверхооянского прогибов. К этому времени относится и формирование аллювия VII и VIII террас водотоков первого порядка. На обширных площадях неогеновые отложения размыты в более позднее время. Специальное изучение этих образований проведено авторами в бассейнах рек Марха и Анабар.

В бассейне р. Марха неогеновые отложения, по современной легенде, водораздельные галечники [Гриненко и др., 2005] после находок в них алмазов и минералов-спутников вот уже пять десятилетий служат предметом детального изучения с целью выхода на коренные источники алмазов. К ним относятся галечниковые и глинистые отложения, содержащие (по нашим сборам) микрофауну и карпологические остатки плиоцена и эоплейстоцена. Они залегают с размывом на разных горизонтах юры и мела и геоморфологически приурочены к Якутской низменности, которая в неогене развивалась как аккумулятивная равнина с формированием алмазоносных аллювиально-озерных отложений мощностью до 32 м. Большинство их разрезов построено по типу перстративного, реже констративного аллювия при значительном распространении озерных типов. Русловые фации (до 12 м) представлены гравийно-галечными, галечно-песчаными и песчаными, часто ожелезненными осадками красновато-бурой окраски, а пойменно-озерные (2–10 м) – алевритами и глинами. Гальки и гравий преимущественно кремнистого состава. Редкие валуны сложены кварцитами. В тяжелой фракции преобладают ильменит, циркон, дистен при частом присутствии минералов-спутников алмаза, реже – самих алмазов. Своеобразную генерацию представляют разрезы, вскрытые на междуречье Ханья–Накын при заверке магнитных аномалий. Они представлены в основном песками и плотными алевролитами аллювиально-озерного генезиса с высокой магнитной восприимчивостью, обусловленной повышенными (30–50 %) концентрациями тонкозернистого и пылеватого магнетита. Породы содержат фауну, шишки, стебли и плоды растений, характерные для плиоцен-эоплейстоценовых отложений. Находки алмазов и сопровождающие их минералы-спутники иногда в аномально высоких концентрациях локализованы в русловых фациях перстративного аллювия мощностью до 8,0 м. Грубообломочный и кимберлитовый материал привносился довольно бурными реками с северо-запада, со стороны известных кимберлитовых полей. По мнению авторов, основная масса алмазов и их минералов-спутников, заключенных в неогеновых отложениях Средне-Мархинского района, привнесена с Далдынского кимберлитового поля, которое только в кайнозой “освободилось” окончательно от покровных пермско-триасовых образований. Часть округлых алмазов, вероятно, могла поступить из мезозойских коллекторов со стороны Верхне-Мунского поля. Непосредственный размыв неогеновых кор выветривания на известных, отдаленных кимберлитовых трубках фиксируется в отложениях по находкам редких зерен пиропов и пикроильменитов I–II классов износа.

Приведенное твердое убеждение авторов о происхождении алмазов и их минералов-спутников неогеновых водораздельных галечников р. Сред. Марха, основанное на логической оценке поисковой ситуации, не отличается особой новизной. Гораздо раньше такую точку зрения высказал и обосновал В.М. Гаращук (Амакинская экспедиция) по результатам геолого-съемочных работ. По его мнению, находки галек окремнелых карбонатных пород с фауной силура в неогеновых отложениях р. Сред. Марха свидетельствуют о том, что в это время снос материала происходил с северо-запада, со стороны Далдыно-Алакитского междуречья, где

породы силура сохранились и в современном срезе. По присутствию графита и крупного (5–8 мм) кианита в водораздельных галечниках р. Сред. Марха он не исключает снос и со стороны Верхне-Мунского кимберлитового поля: графитовая галька известна в юрских конгломератах Тюнг-Тюкянского междуречья, а большие концентрации крупных (10–15 мм) зерен кианита наблюдались в железистых конгломератах в долине р. Улаах-Муна, в пределах Верхне-Мунского кимберлитового поля. Сформированная неогеновая алмазоносная формация, не имеющая отношения к отложениям террас современной р. Марха, в четвертичное, особенно в современное время, служила почти единственным главным промежуточным коллектором алмазов для современных россыпей и россыпных алмазопроявлений р. Сред. Марха.

В рассматриваемую стадию, возможно, сформировались алмазоносные железистые галечники карстовых и эрозионно-карстовых депрессий, установленные в бассейнах рек Тюнг, Арга-Тюнг, Улаах-Муна, Муна. При этом нами не исключается, что железистые галечники некоторых депрессий имеют более молодой (неогеновый?) возраст, но то, что они послеплинсбахские, можно говорить уверенно. По нашему мнению, железистые галечники на реках Тюнг и Арга-Тюнг – это спроецированные в карстовые полости галечники, а иногда и алевролиты тюнгской свиты. На р. Тюнг (уч. Алексеевский), в районе устья р. Далдыкан, они занимают позицию IV террасы р. Тюнг, но содержат фауну тюнгской свиты позднего плинсбаха. По их позиции видно, что отложения тюнгской свиты не могли сохраниться от размыва при заложении долины р. Тюнг. На сходных площадках ниже и выше по течению залегают совсем иные, действительно четвертичные отложения, т. е. они имеют узколокальное развитие. Мы полагаем, что р. Тюнг вскрыто дно карстовой полости, в которую в негеновое время были “опущены” ожелезненные галечники тюнгской свиты, сильно переработанные в дальнейшем карстовыми процессами с разнообразными преобразованиями железистых минералов в сторону повышения их магнитных свойств. К тому же в самих галечниках тюнгской свиты содержание магнетита в близрасположенных к югу разрезах достигает 35–40 % от веса тяжелой фракции. Железистые галечники на Муно-Тюнгском междуречье закартированы в виде протяженной полосы северо-западной ориентировки. Не исключено, что это реликты эрозионно-карстовой долины неогенового времени. Реликты алмазоносных карстовых галечников – единственные свидетели былого развития здесь мезозойских алмазоносных коллекторов алмазов.

Водораздельные неогеновые галечники на междуречье Марха–Тюнг образуют единую плащеобразную алмазоносную залежь, прорезанную многочисленными левыми притоками р. Марха, а также реками Конончан, Чилли, Тюкян и Тюнг. На обширных площадях они размывты и переотложены в четвертичное время. Галечники часто вмещают алмазопроявления и крупные по размерам площадные ореолы минералов-спутников пироп-пикроильменитовой ассоциации. Максимальная мощность грубообломочного базального горизонта достигает 8,0 м, чаще она составляет 3–4 м. Характерная особенность ассоциации кимберлитовых минералов – наличие крупных (до 6–8 мм) зерен пикроильменитов, высокое (6–8 %) содержание пиропов алмазной ассоциации, свойственный кимберлитам Далдынского поля, и присутствие кристаллов алмазов весом до 34 мг при усредненном весе на отдельных участках до 12,2–16,8 мг.

По результатам крупно- и малообъемного опробования горных выработок неогеновые галечники характеризуются низкой алмазоносностью со средними содержаниями алмазов 1,1 и 0,8 мг/м<sup>3</sup> соответственно. На локальных участках возможны, конечно, и повышенные концентрации алмазов. Однако по результатам широкой площадной их опробованности в разных геолого-геоморфологических

условиях значимо высоких содержаний алмазов нигде не выявлено, даже в частных пробах. Наоборот, содержания в  $1,0\text{--}1,5\text{ мг/м}^3$  устанавливаются редко, чаще они гораздо ниже (ниже  $0,005\text{ кар/м}^3$ ). Исходя из имеющихся оценочных параметров, водораздельные галечники неогенового возраста бесперспективны на выявление промышленных россыпей алмазов.

В бассейне р. Анабар, в пределах Эбеляхской алмазонасной площади неогеновые (эбеляхская свита) алмазонасные отложения залегают на закарстованной поверхности карбонатных пород среднего кембрия [Гриненко и др., 205]. По ряду признаков первоначально они занимали обширные пространства на междуречье Анабар–Оленек. В сохранившемся от размывов виде они фрагментарно распространены на водоразделах или склонах плейстоценовых рек, где выполняют изолированные карстовые полости и долинообразные эрозионно-карстовые депрессии. Продуктивные отложения мощностью до  $37,0\text{ м}$  представлены галечниками, гравийными и галечно-песчаными образованиями с характерной красновато-коричневой и бурой окраской. В составе обломочного материала всегда преобладают местные карбонатные породы при небольшом количестве мелких галек и гравия кремней и лимонита. Минералы-спутники алмаза представлены в основном пикроильменитом, нередко в аномально высоких концентрациях. В преобладающей массе сильно изношенных пикроильменитов иногда встречаются гипергенно измененные зерна. Неогеновые отложения вмещают промышленные россыпи алмазов, в которых ураганные содержания в отдельных выработках достигают  $22,8\text{ кар/м}^3$ . На флангах Эбеляхской площади содержания алмазов снижаются до непромышленных и низких. Эти наиболее древние кайнозойские образования являются главным, часто единственным поставщиком алмазов при формировании богатых долинных россыпей четвертичного возраста.

В Приленском, Приморском и Нижне-Оленекском районах также развиты алмазонасные неогеновые отложения (беенчиминская толща и толща водораздельных галечников) [Там же]. Они обусловили промышленную или повышенную алмазонасность четвертичного аллювия.

*Неоплейстоценовая стадия* кайнозойской эпохи россыпеобразования в центральной и северо-восточной частях Сибирской платформы выражена в виде многочисленных промышленных долинных и русловых россыпей и алмазопроявлений. Источниками питания неоплейстоценовых россыпей и алмазопроявлений служили более древние промежуточные коллекторы, реже высокоалмазонасные кимберлитовые тела. Наиболее благоприятные условия для россыпеобразования существовали на склонах Непско-Ботуобинской и Анабарской антеклиз в поле развития высокоалмазонасных промежуточных коллекторов и продуктивных среднепалеозойских кимберлитов.

На правобережье р. Виллой, в районе Мирнинского кимберлитового поля в неоплейстоценовую стадию сформировались ложковые пролювиальные и долинно-аллювиальные россыпи рек Ирелях и Мал. Ботуобия комбинированного питания, алмазы в которые поступали за счет размыва раннеюрских россыпей и, в меньшей мере, высокоалмазонасных кимберлитов трубок Мир и Спутник. В долинных россыпях промышленно алмазонасны отложения русла, поймы и пяти надпойменных террас. Все многочисленные находки алмазов и их минералов-спутников пироп-пикроильменитовой ассоциации по другим водотокам связаны здесь с размывом верхнепалеозойских и мезозойских коллекторов. Алмазы четвертичных россыпей и проявлений правобережья р. Виллой относятся к легко распознаваемой “мирнинской” ассоциации, в представительных коллекциях которой всегда преобладают ( $55\text{--}75\%$ ) октаэдры, сумма октаэдров и переходных форм не опускается ниже  $85\text{--}95\%$ , а содержание ламинарных ромбододекаэдров не превышает  $15\%$ .

На левобережье р. Вилюй разрозненные русловые проявления алмазов, производные из более древних коллекторов, располагаются в пределах прогнутой Сюджерской седловины, разделяющей Анабарскую и Непско-Ботуобинскую антеклизы, вмещающие по обе стороны среднепалеозойские кимберлитовые тела. Возможно, неслучайно выявленные здесь алмазы по типоморфным признакам занимают промежуточное положение между алмазами “мирнинской” и “далдыно-алакитской” ассоциаций. В поле развития пиропсодержащих пород среднего-верхнего девона широко распространенная в бассейне р. Ыгыатта пироп-пикроильменитовая композиция минералов-спутников сменяется в русле на пироповую, в которой ведущее место занимают очень мелкие окатанные до шариков зерна с полированной поверхностью.

В верховьях р. Марха, в пределах Алакит-Мархинского и Далдынского кимберлитовых полей только от высокоалмазоносных трубок Айхал и Удачная в голоцене сформировались короткие ложковые россыпи с промышленными содержаниями алмазов. В русловом аллювии рек Марха и Далдын алмазы находятся в неконцентрированном (рассеянном) виде. Отсутствие в них россыпей, возможно, связано с их преимущественным выносом, обусловленным значительным уклоном тальвегов, многоводностью и большим количеством сезонных паводков. Основной проносной участок от устья р. Экикт до устья р. Ханья, приуроченный к крутому склону Анабарской антеклизы, при отсутствии алмазоносных промежуточных коллекторов характеризуется наиболее пониженной алмазоносностью. Ниже устья р. Ханья р. Марха входит в пределы Якутской низменности с широким развитием на левом борту алмазоносных неогеновых галечников, с размывом которых связано значимое повышение содержаниями алмазов в русловых и террасовых отложениях р. Марха с некоторым изменением соотношения габитусных форм кристаллов по отношению к коренным источникам – кимберлитам Далдынского поля. В районе Энердекской излучины река огибает и прорезает трапповый барьер из базальтов аппаинской свиты верхнего девона. К этой протяженной геоморфологической ловушке приурочена разведанная непромышленная россыпь р. Марха со средним содержанием алмазов  $0,027 \text{ кар/м}^3$ . Недавно обнаруженные в бассейне этой реки высокоалмазоносные трубки Нюрбинская и Ботуобинская Накынского поля, глубоко погребенные (60–80 м) под раннеюрскими отложениями, не причастны к формированию русловой россыпи р. Марха.

На междуречье Марха–Муна протяженные непромышленные русловые россыпи рек Тюнг, Чимидикян и алмазопоявления на их притоках и на р. Ханья связаны с размывом низкоалмазоносных морских отложений позднего плинсбаха. В отдельных геоморфологических ловушках здесь зафиксированы промышленно ценные концентрации алмазов. Судя по наличию (до 12 %) в голоценовых россыпях кристаллов V и VII разновидностей, отсутствующих в кимберлитах Верхне-Мунского поля, их частичный привнос в раннеюрские коллекторы происходил с севера, со стороны Анабаро-Ленского междуречья. В неоплейстоценовую стадию на междуречье Марха–Муна сформировались и покровные низкоалмазоносные отложения эйкской свиты ( $Q_{I-II}^{ек}$ ) мощностью до 10,5 м, довольно широко распространенные на поверхности раннеюрских алмазоносных отложений, в меньшей степени – на породах верхнего кембрия. Они представлены льдистыми илистыми и песчанистыми алевритами, торфами, реже галечниками элювиально-делювиального, солифлюкционного и озерно-болотного генезиса. Характерны включения гравия, галек, редких валунов, стеблей и плодов растений, реже пресноводных моллюсков. Алевриты с гравием и галькой содержат одиночные кристаллы алмазов, а также их минералы-спутники, иногда в повышенных концентрациях, среди которых отмечаются зерна I–II классов износа.

В долине р. Муна и ее правого притока р. Улаах-Муна при размыве кимберлитов Верхне-Мунского поля и раннеюрских коллекторов образовалась протяженная прерывистая русловая россыпь с непромышленными содержаниями алмазов. Уже в пределах разведанной россыпи Улаах-Муна, в непосредственной близости от кимберлитовых трубок, габитус алмазов и ассоциация минералов-спутников существенно искажены привнесенным из отдаленных районов кимберлитовым материалом, поступившим в россыпь из мезозойских коллекторов. Но это не умаляет главенствующую роль кимберлитов Верхне-Мунского поля при формировании россыпей рек Улаах-Муна и Муна. Ниже устья р. Улаах-Муна русловые алмазные отложения р. Муна на протяжении около 150 км характеризуются наличием высоких концентраций пиропов с однопредельно высоким (7–12 %) содержанием пиропов алмазной ассоциации, свойственным здесь только кимберлитам Верхне-Мунского поля. Последние поставляли также часто встречающийся неизношенный оливин и алмазы. Большая часть пикроильменита и небольшое количество алмазов северо-восточного типа поступили из мезозойских коллекторов, развитых по обрамлению долины.

На территории северо-востока Сибирской платформы (к северу от р. Муна) в неоплейстоценовую стадию за счет размыва алмазоносных промежуточных коллекторов сформировались крупные месторождения Эбеляхского россыпного поля, промышленная россыпь р. Молодо и около 60 непромышленных русловых россыпей с повышенными содержаниями алмазов. Их размещение контролируется северными и восточными склонами Анабарской антеклизы в областях их сочленения с Лено-Анабарским и Предверхоанским прогибами соответственно. Ввиду низкой алмазоносности многочисленных здесь кимберлитовых полей преимущественно мезозойского возраста образования россыпей ближнего сноса, производных от коренных источников, на этой обширной территории не происходило. Неоплейстоценовые россыпи переотложенного типа северо-востока платформы характеризуются уникальным типоморфизмом алмазов. Алмазы образуют специфическую эбеляхскую ассоциацию, характеризующуюся преобладанием кристаллов V и VII разновидностей (32,2–57,2 %) над типичными округлыми алмазами (24,4–32,6 %) при низком (8,7–12,1 %) суммарном содержании ламинарных ромбододекаэдров, октаэдров и переходных форм; высоким (11,3–28,5 %) содержанием кристаллов с механическим износом истирания прибрежно-морского происхождения, наличием алмазов с признаками древности и алмазов XI разновидности импактного генезиса [Зинчук, Коптиль, 2003]. В Приленье четвертичные русловые россыпи, сформированные за счет размыва мезозойских и кайнозойских коллекторов, отличаются резко пониженным содержанием алмазов V и VII разновидностей, в том числе и алмазов с износом истирания при стабильно высоком (40–45 %) количестве типичных округлых кристаллов. В целом алмазы неоплейстоценовых россыпей северо-востока платформы по своим типоморфным особенностям резко дистанцируются от алмазов центральной и юго-западной ее частей. Их коренные источники пока не известны.

В результате широкомасштабной проявленности разновозрастных эпох кимберлитового магматизма и россыпеобразования сформировался современный план коренной и россыпной алмазоносности Сибирской платформы, позволяющий провести минерагеническое районирование ее территории по типоморфным особенностям алмазов и их минералов-спутников для целенаправленного ведения алмазо-поисковых работ.

---

## Часть II МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЯКУТИИ

### СИБИРСКАЯ РУДНО-РОССЫПНАЯ ПРОВИНЦИЯ

Сибирская алмазоносная провинция, выделяемая нами в понимании М.М. Одинцова [1957], охватывает всю территорию Сибирской платформы (рис. 2.1).

В таких границах провинция включает в себя все известные и прогнозируемые коренные и россыпные месторождения и проявления алмазов. Понятия рудно-россыпная провинция (субпровинция, зона), рудно-россыпной район (узел), рудно-россыпное поле сами по себе подразумевают увеличенные размеры по сравнению с рудными, так как россыпи часто обнаруживаются на большом удалении от коренных источников, нередко без видимой пространственной связи с последними. Применительно к рассматриваемой в работе россыпной алмазоносности приставка “рудно” предполагает активное участие в россыпеобразовании известных коренных источников алмазов с формированием россыпей ближнего, умеренного и дальнего сноса, не утративших связи с коренными источниками питания.

На основании изучения типоморфных особенностей алмазов из россыпей и россыпных проявлений Сибирской провинции В.И. Коптиль установил, что их формирование происходило за счет размыва первоисточников четырех типов [Коптиль, 1983, 1984; Зинчук, Коптиль, 2003]:

➤ богатые кимберлитовые тела среднепалеозойского возраста, представленные октаэдрами, ламинарными ромбододекаэдрами и переходного между ними габитуса, образующие ассоциации мирнинского, далдыно-алакитского и накынского типов;

➤ кимберлитовые тела с низкой алмазоносностью и превалированием додекаэдроидов с шагренью и полосами пластической деформации и типичных округлых алмазов уральского (бразильского) типа;

➤ невыясненный тип первоисточника, алмазы которого развиты на северо-востоке провинции и эти алмазы представлены графитизированными ромбододекаэдрами V и VII разновидностей и кубоидами II разновидности\*, образующие ассоциации эбеляхского или северного типов; коренные источники пока не обнаружены;

➤ алмазосодержащие породы взрывных, кольцевых структур импактного генезиса с алмазами с примесью лонсдейлита типа карбонадо (XI разновидность), коренным источником которых является Попигайская астроблема.

Выявленные ассоциации алмазов находятся в россыпях и алмазопоявлениях как в чистом, так и в смешанном виде, отражая моно- или гетерогенный характер алмазных композиций. В плане установленные однотипные кристалломорфологические ассоциации обнаруживают закономерное, обособленное размещение в

---

\* Разновидности алмазов приводятся по классификации Ю.Л. Орлова.

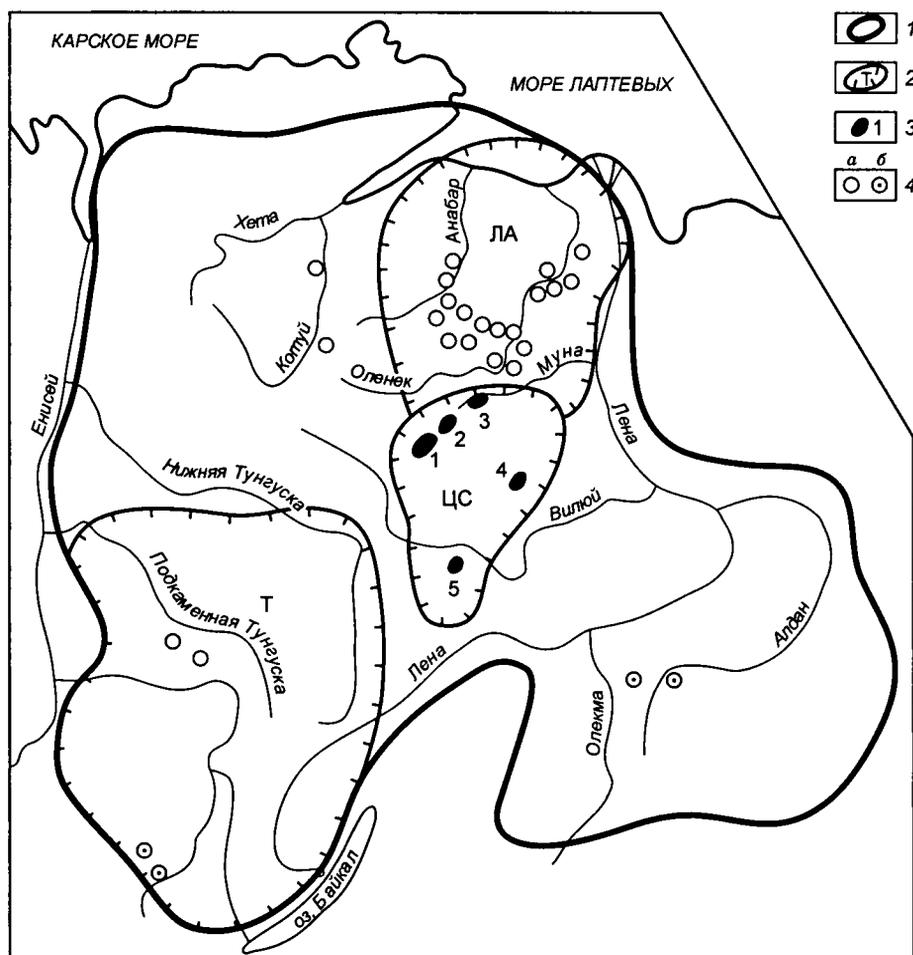


Рис. 2.1. Схема районирования Сибирской рудно-россыпной провинции.

1 – граница Сибирской провинции; 2 – границы субпровинций (ЦС – Центрально-Сибирская рудно-россыпная, ЛА – Лено-Анабарская россыпная, Т – Тунгусская россыпная); 3 – продуктивные кимберлитовые поля (1 – Алаakit-Мархинское, 2 – Далдынское, 3 – Верхне-Мунское, 4 – Накынское, 5 – Мирнинское); 4 – низкоалмазоносные и неалмазоносные поля кимберлитов (а) и кимберлитоподобных пород (б).

пределах провинции: в ее северо-восточной части на обширной площади распространены алмазы III типа, в центральной части, в районе высокоалмазоносных кимберлитовых полей доминируют алмазные ореолы I типа, в юго-западной части обособляется крупная область с кристаллами II типа первоисточников. Пространственно разобщенные площади с разными ассоциациями алмазов различаются по геолого-тектонической диспозиции в структурном плане платформы, возрасту и продуктивности коренных и россыпных месторождений и проявлений, химическому составу минералов-спутников и по набору морфогенетических типов древних и кайнозойских россыпей.

По совокупности признаков при районировании территории Сибирской алмазоносной провинции нами, как и предшественниками, выделяются три крупных минерагенических объекта (с юго-запада на северо-восток): Тунгусская россыпная, Лено-Анабарская россыпная и Центрально-Сибирская рудно-россыпная субпро-

винции. В составе указанных таксонов, как это будет показано ниже, возможно выделение рудно-россыпных и россыпных минерагических зон, районов, полей и в итоге отдельных промышленных россыпей алмазов различных морфогенетических типов.

### Тунгусская россыпная субпровинция

Выделяется как прогнозируемый объект, так как на ее площади пока нет коренных и россыпных месторождений алмазов. Краткие сведения по геологии и алмазоносности субпровинции заимствованы из недавних публикаций [Аргунов, 2001, 2005; Егоров и др., 2003, Зинчук, Коптиль, 2003] при нашей оценке поисковой информации. В условных границах она занимает обширную юго-западную часть Сибирской платформы, где охватывает бассейны рек Ангара, Подкаменная Тунгуска, Нижняя Тунгуска и бассейн верхнего течения р. Чона. Большие размеры субпровинции обязаны включением в ее состав всех известных россыпных алмазопоявлений кайнозойского возраста внутренней глубоководной части Тунгусской синеклизы, не имеющих промышленной ценности, но характеризующихся неясным происхождением.

На уровне современного среза в геологическом строении субпровинции участвуют докембрийские (Присаянье), кембрийские, ордовикские, силурийские, средне- и верхнепалеозойские, мезозойские и кайнозойские осадочные формации, а также интрузивные образования различного возраста и состава, в том числе низкоалмазоносные лампроитовые дайки Ингашинского поля верхнепротерозойского возраста, мезозойские кимберлиты Чадобецкого поля и туфовые трубки взрыва лампроитов с барофильной минерализацией [Егоров и др., 2003]. Территория занимает выгодную тектоническую позицию. В фундаменте ей отвечают Ангарская, Бирюсинская и Камовская кратонные области. В структурах осадочного чехла значительная ее часть располагается в зонах сочленения антеклиз и синеклиз, осложненных протяженными разнонаправленными зонами разломов глубокого заложения.

Степень опоскованности Тунгусской субпровинции на алмазы несопоставимо ниже изученности Центрально-Сибирской и Лено-Анабарской субпровинций. В то же время за пятидесятилетний период здесь выявлены непромышленные россыпи алмазов и большое количество ореолов алмаз-пироповой ассоциации, локализованных преимущественно в верхнепалеозойских и кайнозойских отложениях. Кроме того, косвенные минералогические признаки алмазоносности в виде находок минералов-спутников установлены здесь в среднепалеозойских и мезозойских потенциальных коллекторах алмазов. На основе выявленных структурно-тектонических предпосылок и минералогических признаков в составе субпровинции выделяются шесть алмазоносных районов прогнозного характера: Нижне-Тунгусский, Тычанский, Илим-Катангский, Мур-Ковинский, Чуно-Бирюсинский, Присаянский [Там же]. При слабой изученности, спорадичности и низкой информативности минералогических признаков коренной и россыпной алмазоносности условность выделения множества перспективных алмазоносных районов очевидна.

**Нижне-Тунгусский алмазоносный район** пространственно занимает обширную территорию бассейнов рек Ниж. Тунгуска и Чона. От известного Мало-Ботубинского рудно-россыпного района она удалена к юго-западу на 300–400 км и характеризуется сходной с последним диспозицией в структурном плане осадочного чехла. Южный фланг Тунгусского района охватывает зону сочленения Непско-Ботубинской антеклизы с Тунгусской синеклизой. В своде антеклизы глубина залегания фундамента составляет 1,1–1,2 км. Северный фланг занимает внутрен-

нюю погруженную часть Тунгусской синеклизы. Нижне-верхнепалеозойский структурный план района осложнен конседиментационными структурами Ангаро-Вилуйского наложенного мезозойского прогиба. На площади широко распространены раннетриасовые туфогенно-осадочные и интрузивные образования. Особую генерацию изверженных пород представляют довольно многочисленные мезозойские базитовые трубки взрыва, сопровождающиеся богатой магнетитовой минерализацией, обуславливающей интенсивные локальные магнитные аномалии, сходные с локальными аномалиями над кимберлитовыми трубками Центрально-Сибирской субпровинции.

Открытие Тунгусского алмазоносного района состоялось в 1948 г. и связано с находкой первого на Сибирской платформе кристалла алмаза в русловых отложениях р. Мал. Ерема. Последующими поисковыми работами возрастной диапазон алмазоносных отложений был значительно расширен: при опробовании керна скважин единичные мелкие кристаллы обнаружены в морских отложениях тушамской свиты и в континентальных терригенных образованиях базального горизонта пеляткинской свиты верхней перми. В триасовых и раннеюрских отложениях известны находки минералов-спутников алмаза. По литологическому составу установленные древние коллекторы алмазов не благоприятны для россыпеобразования. По результатам крупнообъемного опробования, выполненного Тунгусской экспедицией в 1947–1954 гг., все значимые россыпные проявления алмазов локализованы в четвертичных аллювиальных отложениях р. Ниж. Тунгуска и ее боковых притоков.

*Россыпи бассейна р. Ниж. Тунгуска.* Всего в бассейне найдено 452 алмаза суммарным весом 3167 мг, что определяет средний вес кристаллов в 7 мг. Из них по р. Бол. Ерема найдено 311 кристаллов, по р. Ниж. Тунгуска – 97, р. Мал. Ерема – 3, р. Апка – 33, р. Тетя – 7, р. Ниж. Кочома – 5. Основная масса находок приурочена к косовому аллювию современных водотоков. Только по р. Бол. Ерема алмазы встречены и в террасовых отложениях. Непротяженные русловые и террасовые россыпи характеризуются крайне низкими содержаниями алмазов.

Типоморфные особенности алмазов бассейна р. Ниж. Тунгуска изучены В.И. Коптилем по сохранившейся сборной коллекции из 290 камней [Зинчук, Коптиль, 2003]. По качеству доминируют кристаллы класса  $-2+1$  мм при небольших (5–10 %), примерно равных содержаниях алмазов классов  $-4+2$  мм и  $-1+0,5$  мм и единичных находках камней класса  $-8+4$  мм. Средний вес кристаллов изученной коллекции составляет 9,4 мг. В составе алмазов резко (98 %) преобладают кристаллы I разновидности, присутствуют (1,7 %) поликристаллические сростки VI разновидности и единичные сложенные двойники додекаэдридов VII разновидности с облегченным изотопным составом углерода. В габитусном спектре октаэдры составляют 15,6 %, переходные формы – 12,7 %, ламинарные ромбододекаэдры – 17,2 %, округлые алмазы уральского типа – 27,7 %, округлые с шагренью и полосами пластической деформации – 18,6 %. По фотолюминесцентным особенностям преобладают кристаллы с сине-голубым (>50 %), зеленым (20 %) и розово-сиреневым (17 %) свечением. Алмазы с механическим износом выкрашивания составляют около 17,5 % при отсутствии камней с морским износом истирания. Преобладание в россыпях высокопрозрачных бесцветных целых кристаллов обуславливает высокое качество сырья. Около 20 % алмазов имеют зеленые и бурые пятна пигментации, половину из которых составляют бурые, что на два-три порядка выше количества таких кристаллов в других алмазоносных районах Сибирской провинции.

В целом в составе алмазов россыпей бассейна р. Ниж. Тунгуска свыше половины составляют кристаллы, близкие по своим свойствам к таковым из терригенных докембрийских формаций других регионов мира [Метелкина и др., 1976; Его-

ров и др., 2003]. В то же время по высокому количеству округлых камней (46,3 %) и умеренному суммарному содержанию октаэдров и переходных форм (27,5 %) нижнетунгусские алмазы наиболее близки к алмазам Верхне-Мунского кимберлитового поля Центрально-Сибирской субпровинции. На максимально закрытой площади русловые россыпи бассейна р. Ниж. Тунгуска определенно сформированы за счет размыва более древних коллекторов алмаза. При неизученности алмазонности последних ими теоретически могут быть верхнепалеозойские, мезозойские и возможные неоген-нижнечетвертичные отложения.

**Тычанский алмазоносный район** территориально входит в состав Красноярского края. В условных границах он охватывает бассейн верхнего течения р. Подкам. Тунгуска. В структурном отношении район расположен в пределах Камовского кратона архейской консолидации, в зоне сочленения Байкитской антеклизы и Тунгусской синеклизы, осложненной Ковино-Кординской зоной глубинных разломов северо-восточного простирания. Глубина залегания фундамента предполагается в пределах 3–5 км. На правом берегу р. Подкам. Тунгуска породы нижнепалеозойского основания погребены под мощной толщей верхнепалеозойских и триасовых отложений, формирующих юго-западный борт Тунгусской синеклизы. Магматические образования представлены катангским, кузьмовским и агатским интрузивными комплексами. На юге района широко проявлены базитовые трубки взрыва мезозойского возраста. Известные неалмазоносные кимберлитовые трубки Хоркич и Тайга относятся к чадобецкому комплексу мезозойских магматитов.

В отношении россыпной алмазонности определенный интерес представляет Байкитская россыпная зона, линейно вытянутая более чем на 250 км вдоль юго-западного борта Тунгусской синеклизы, включающая Тычанский и Муро-Ковинский алмазоносные районы. В рассматриваемом Тычанском районе алмазы выявлены в каменноугольных и четвертичных отложениях. Наиболее значимые площадные и линейные ореолы рассеяния алмазов установлены в бассейнах рек Тарыдак и Тычана – правых притоков р. Подкам. Тунгуска.

*Каменноугольная россыпь* бассейна р. Тарыдак локализована в так называемых бедошиминско-тарыдакских слоях нижнего–среднего карбона, залегающих на коре выветривания по терригенно-карбонатным породам верхнего кембрия. Алмазоносный горизонт представлен плохо сортированными песчано-глинистыми образованиями рассеянной галькой кремней и с линзами кварц-кремнистых гравелитов. Тяжелая фракция в них состоит в основном из альмандина при подчиненном количестве ильменита, турмалина, циркона, рутила. По генезису это осадки прибрежной зоны мелководного бассейна. Выявленный в них алмаз-пироповый ореол характеризуется сильной замельченностью обоих минералов с доминированием класса  $-1+0,5$  мм при среднем весе алмазов 1,7 мг и среднем размере пиропов 0,6 мм. Для гранатов характерны сильный механический износ, наложенное гипергенное растворение и довольно высокое содержание зерен алмазной ассоциации (7,93 %). По результатам крупно- и мелкообъемного опробования содержание алмазов в продуктивном пласте очень низкое при высоком (среднем) содержании мелких пиропов в количестве 1500 зерен на пробу весом 10 кг.

По данным В.И. Банзерука (ЯНИГП ЦНИГРИ АК «АЛРОСА»), в наработанной коллекции алмазов из 509 кристаллов октаэдры составляют 54 %, переходные формы – 19,8 %, ламинарные ромбододекаэдры – 11,4 %, типичные округлые алмазы – 5,7 %, бесформенные осколки – 9,0 %. Содержание камней с износом выкрашивания достигает 50 %. В более ранних определениях, сделанных Э.С. Ефимовой (СО РАН, 1995 г.) по коллекции из 173 кристаллов, значительно ниже содержание октаэдров (46 %), переходных форм (25,0 %) и существенно выше содержание округлых алмазов (12,5 %). Данное несоответствие не искажает главную особенность

тарыдакских алмазов, заключающуюся в высоком суммарном содержании октаэдров и переходных форм (70–74 %). Сильно изношенные и отсортированные (в сторону замельчения) алмазы и пиропы каменноугольной россыпи бассейна р. Тарыдак указывают на ее переотложенный характер. По названным признакам кимберлитовых минералов эта россыпь сопоставима с каменноугольной россыпью Дьюкунах Центрально-Сибирской субпровинции, удаленной от известных кимберлитовых полей на 200–300 км.

*Каменноугольная россыпь бассейна р. Тычана* приурочена к основанию тычанской свиты нижнего–среднего карбона, залегающей с перерывом и размывом на терригенно-карбонатных породах нижнего и среднего ордовика. Перекрывается она угленосными отложениями чинокской свиты среднего–верхнего карбона. Алмазоносный базальный горизонт тычанской свиты сложен гравелитами и конгломератами с линзами песчаников. Цемент нередко карбонатный. В составе галек преобладают кварциты, кварцитовидные песчаники, кремни, гранит-порфиры, окремненные карбонатные породы, доломитовые алевролиты. Минералы тяжелой фракции алмазосодержащего пласта образуют устойчивую альмандин-ильменитовую ассоциацию с турмалином, цирконом, рутилом и ставролитом. Кимберлитовые минералы образуют крупную отсортированную алмаз-пироповую ассоциацию. Содержания пиропов класса  $-2+0,5$  мм в десятилитровых пробах изменяются от нескольких знаков до первых десятков зерен. Для них характерны высокий механический износ и гипергенное растворение вплоть до кубоидов. Количество пиропов алмазной ассоциации в отдельных пробах достигает 6,5 %.

Алмазоносность базального горизонта тычанской свиты крайне низкая. Типоморфные особенности алмазов изучены по коллекции из 143 кристаллов [Зинчук, Коптиль, 2003]. В количественном отношении в ней резко преобладают кристаллы классов  $-2+1$  (74 %) и  $-4+2$  (24,5 %), что обуславливает высокий их средний вес (23,4 мг). На мелкий класс  $-1+0,5$  мм, преобладающий в россыпях ближнего сноса, приходится всего лишь 1,4 % камней. В морфологическом спектре октаэдры составляют 28,6 %, переходные формы – 13,4 %, ламинарные ромбододекаэдры – 17,2 %, типичные округлые алмазы (преимущественно додекаэдронидные с шагренью и полосами пластической деформации) – 26,6 %. Такой состав тычанских алмазов не имеет ничего общего с ассоциацией “мирнинского” типа, в которой содержание только октаэдров составляет 55–75 %, сумма октаэдров + переходные формы – 85–95 %, а содержание ламинарных ромбододекаэдров не поднимается выше 15 % при полном отсутствии округлых алмазов или их наличии в количестве 1–2 %. По невысокому суммарному содержанию октаэдров и переходных форм (42 %) и в целом ламинарных кристаллов (59 %) при большом количестве типичных округлых камней (26,6 %) алмазы тычанского карбонового коллектора приближаются, в лучшем случае к алмазам тр. Зарница Далдыно-Алакитского алмазоносного района.

Своеобразие ассоциации алмазов тычанской каменноугольной россыпи придает наличие желтых кристаллов II разновидности, серых с оболочкой алмазов IV разновидности, кристаллов с зелеными пятнами пигментации, содержание которых достигает 16,2 %. Преобладают алмазы с розово-сиреневым (49,5 %) и синеголубым (33,3 %) свечением. Кристаллы с механическим износом выкрашивания составляют 50 %. Такой высокий процент изношенных алмазов характерен для каменноугольных россыпей Мало-Ботубинского и Моркокинского алмазоносных районов Центрально-Сибирской субпровинции.

Как в пределах Байкитской россыпной зоны, так и на других участках Тунгусской субпровинции наиболее древний раннекаменноугольный коллектор алмазов широкого площадного развития характеризуется в целом невысокими концент-

рациями предельно изношенных и корродированных пиропов. Их износ произошел не в карбонových отложениях, а в более древних коллекторах и при многократных переотложениях и находениях в гипергенных условиях. На территории Байкитской россыпной зоны наибольшее поисковое значение имеет наличие пиропов алмазной ассоциации, свидетельствующих о потенциальной алмазности коренных источников алмазов. По отношению к Тычанскому и Тарыдакскому ореолам с закрупненной и замельченной алмаз-пироповой ассоциацией соответственно коренные источники могут располагаться на различных расстояниях, но однозначно за пределами области раннекаменноугольной аккумуляции. Так, в Мало-Ботуобинском районе среднекарбонная россыпь Восточная переотложенного типа с изношенной и закрупненной алмаз-пироповой ассоциацией (сходной с Тычанским ореолом) находится в 12 км от тр. Интернациональная и в 25 км от тр. Мир, занимающих возвышенную позицию за пределами среднекарбонной области аккумуляции. В то же время верхнекарбонная россыпь Дьюкунах (сходная с Тарыдакским ореолом) с предельно изношенной и сильно замельченной алмаз-пироповой ассоциацией отстоит от известных кимберлитовых полей на 200–300 км.

*Русловая россыпь р. Тычана* выявлена в 1952–1956 гг. в процессе крупнообъемного опробования современного аллювия реки в ее нижнем течении. Содержание алмазов в россыпи очень низкое. В частных валовых пробах оно не превышает  $5,5 \text{ мг/м}^3$ . По результатам этих работ запасы алмазного сырья оценены в 42 105 кар. В сильно закрупненной ассоциации алмазов средний вес кристаллов увеличивается вверх по течению р. Тычана от 38,2 мг на нижнем участке до 73,4 мг на участке Ханули и до 1087,8 мг на участке Бугарикта. В количественном отношении преобладают алмазы классов крупности  $-2+1 \text{ мм}$  (48,6 %) и  $-4+2 \text{ мм}$  (43,0 %) при низком содержании камней класса  $-1+0,5 \text{ мм}$  (4,7 %) и повышенной частоте встречаемости кристаллов класса  $-8+4 \text{ мм}$  (3,7 %). По весу на долю алмазов классов  $-8+4 \text{ мм}$  и  $-4+2 \text{ мм}$  в сумме приходится 89,1 %.

В составе алмазов доминируют кристаллы I разновидности. Исключением являются единичные камни II и IV разновидностей. В морфологическом спектре октаэдры составляют 15,0 %, переходные формы – 15,0 %, ламинарные ромбододекаэдры – 5,7 %, типично округлые алмазы – 55,7 %. Такой габитусный состав алмазов русловой россыпи р. Тычана резко отличается от их состава в рассмотренной выше каменноугольной россыпи. Это объясняется, по-видимому, как непредставительностью коллекции по русловой россыпи, так и недостаточной ее изученностью. Можно предположить также поступление определенного количества алмазов из предполагаемого коллектора неогенового возраста.

По имеющейся поисковой информации выявление в пределах Тычанского алмазносного района древних и кайнозойских россыпей промышленного значения представляется маловероятным.

**Илимо-Катангский алмазносный район** условно выделяется непосредственно к югу от Нижне-Тунгусского района. Он охватывает обширную площадь Ангаро-Нижнетунгусского междуречья, включающую бассейны рек Тушамы, Ангара, Катанга, Илим, Непа. В структурном плане осадочного чехла район занимает зону сочленения Непско-Ботуобинской антеклизы и Присяяно-Енисейской синеклизы, осложненную серией разломов глубокого заложения. Магматические образования представлены среднепалеозойскими и мезозойскими комплексами пород трапповой формации. К потенциальным древним коллекторам алмазов относятся верхнепалеозойские и мезозойские отложения. Первые из них формируют Тушамский, а вторые – Ангаро-Виллюйский прогибы. Косвенные признаки алмазности выявлены пока только в бассейновых отложениях тушамской свиты раннего карбона в пределах Икской и Тушамской поисковых площадей. Содержания очень

мелких (0,1–0,3 мм) сильно изношенных пиропов достигают 17 зерен на шлиховую пробу. В их составе присутствуют зерна алмазной ассоциации в количестве 2–3 %. В составе кайнозойских образований к потенциальным коллекторам алмазов, возможно, относятся покровные неоген-четвертичные отложения.

К настоящему времени в Илим-Катанском районе россыпные алмазопроисхождения установлены в русловых отложениях рек Тушама (24 кристалла), Илим (17 кристаллов), Катанга (23 кристалла), Непа (73 кристалла). Минералы-спутники в них представлены в основном мелкими, сильно изношенными пиропами в содержаниях от 1–2 до 50 зерен на шлиховую пробу. При убогих содержаниях алмазов менее 1 мг/м<sup>3</sup> повышенная частота их встречаемости наблюдается по рекам Непа и Тушама.

*Россыпь р. Непа* прослеживается от устья до левого притока р. Чимбет. Она обнаружена в 1954 г. в процессе крупнообъемного опробования руслового аллювия. Всего было добыто 73 кристалла средним весом 7 мг. В гранулометрическом составе доминируют кристаллы классов –2+1 мм (64 %) и –4+2 мм (25 %). Мелкий класс –1+0,5 мм составляет 11 %. В морфологическом спектре резко преобладают ромбододекаэдры (61,0 %) при явно подчиненном количестве октаэдров (19,5 %) и переходных форм (13,5 %). Целые кристаллы составляют 52 %. При сильном механическом износе сопутствующих пиропов очевидно формирование русловой россыпи за счет размыва более древних коллекторов алмазов.

*Россыпь р. Тушама* выявлена на ранней стадии алмазопроисхождений работ (1950–1953 гг.). Примененная уральская методика крупнообъемного опробования и здесь дала положительные результаты. В нижнем течении реки при обогащении 1120 м<sup>3</sup> песков из руслового аллювия было наработано 24 кристалла алмазов общим весом 575,2 мг, что дает крайне низкое их содержание (0,32 мг/м<sup>3</sup>). По крупности класс –4+2 мм составляет 83,3 %, класс –2+1 мм – 16,7 %. Средний вес кристаллов равен 24 мг. По морфологии преобладают ромбододекаэдры – 75 %, октаэдры и переходные формы составляют 16,6 и 4,2 % соответственно. Высокая степень сохранности выражается в большом количестве целых камней (75 %). Как и по другим водотокам района, русловая россыпь р. Тушама относится к категории россыпей переотложенного типа, сформированных за счет размыва более древних коллекторов алмазов.

**Муро-Ковинский алмазонасыщенный район** площадью около 6300 км<sup>2</sup> охватывает бассейн среднего течения р. Кова и верховья р. Мура. В структуре фундамента он располагается в центральной части Ангарского кратона. В пределах района находится южный фланг Ковино-Кординской зоны глубинных разломов с проявлениями среднепалеозойского и мезозойского базитового магматизма. Пространственно к зоне помимо современных отложений приурочены четыре разновозрастных коллектора минералов-спутников алмаза: нижнекарбонный (мурская толща), средне-верхнекарбонный (катская свита), нижнеюрский (перяславская свита) и неоген-четвертичный. Наиболее древние пиропоносные отложения мурской толщи, залегающие с разрывом на породах ярской свиты нижнего силура, в плане образуют изолированные тела размером от 200 до 1500 м в поперечнике. Мощность их изменяется от 60 до 150 м. Поперечные срезы выходов мурской толщи имеют пологую и V-образную форму.

Отличительной особенностью разрезов мурской толщи является преимущественно грубообломочный состав пород (брекчии, конглобрекчии, конгломераты, гравелиты), существенно карбонатный состав цемента и обломочного материала [Егоров и др., 2003]. Чередование разных литотипов пород не имеют какой-либо закономерности. По условиям залегания и составу отложения мурской толщи, возможно, относятся к карстовым образованиям. Шлиховым опробованием пиропов

пы установлены по всему разрезу толщи. Их содержания в лотковой пробе варьируют от 5 до 400 зерен. Средний размер зерен – 0,4–0,6 мм. Гранаты характеризуются интенсивным механическим износом и наложенной гипергенной коррозией. Заслуживает внимания наличие в их составе пиропов алмазной ассоциации в количестве 3,76 %. При значительной насыщенности пород мурской толщи пиропами находок алмазов в них пока не известно. Поэтому назвать их коллекторами алмазов преждевременно. Это относится и к отложениям катской и переяславской свит. Не изучены на алмазоносность и покровные неоген-нижнечетвертичные отложения.

Все известные находки алмазов приурочены к русловым отложениям рек Кова и Мура (один кристалл).

*Россыпь р. Кова.* В русловом аллювии р. Кова найдено 26 кристаллов алмазов средним весом 10,2 мг. Все алмазы мелкие. Октаэдрические формы составляют 25 %, ромбододекаэдрические – 42 %, бесформенные осколки – 13 %. Количество кристаллов со следами механического износа выкрашивания составляет 20 %. Алмазы в россыпи сопровождаются сильно изношенными пиропами в низких концентрациях. По крайне низким содержаниям алмазов россыпь р. Кова, как и других водотоков района, относится к категории россыпных проявлений.

**Чуно-Бирюсинский алмазоносный район** располагается непосредственно к югу от Муру-Ковинского района. В условных границах он занимает бассейны рек Чуня, Бирюса, Чукша, Тарма, Уда, Тангуй-Удинский. Морфоструктурный план нижнепалеозойского цоколя на данной территории определяют Присяжно-Енисейская синеклиза и Непско-Ботуобинская антеклиза. В составе магматических образований наряду с мезозойскими интрузиями долеритов ангаро-тассевского комплекса предположительно выделяются базальтовые интрузии среднепалеозойского возраста. Среди осадочных терригенных формаций минералы-спутники алмазов обнаружены в пробах баероновской свиты нижнего карбона, в неоген-четвертичных и современных аллювиальных отложениях. Для раннекаменноугольных отложений баероновской свиты характерна высокая частота встречаемости пиропов при неравномерном распределении их по площади. В бассейнах рек Чукша и Тангуй-Удинский содержание пиропов варьирует от 1–2 до 20 зерен на пробу объемом 30 л. Средний размер зерен очень низкий и составляет 0,45 мм. Зерна размером 1,5 мм единичны. Для всей ассоциации пиропов характерны интенсивный механический износ минерала и гипергенная коррозия изношенной поверхности, что указывает на их переотложенный характер. Аналогичные пиропы распространены в русловом аллювии рек, вмещающем довольно многочисленные россыпные алмазопоявления.

*Россыпи рек Тангуй-Удинский, Чукша, Чуня, Тарма.* В результате крупнообъемного опробования в русловом аллювии названных рек обнаружено 245 кристаллов алмазов, в том числе по р. Тангуй-Удинский – 144, по р. Чукша – 130, по р. Чуня – 18, по р. Тарма – 10. Выявленные россыпи характеризуются в целом крайне низкими содержаниями алмазов (с вариациями по частным пробам от 0,1 до 19 мг/м<sup>3</sup>), закрупненностью алмазного сырья и своеобразными типоморфными особенностями алмазов. По данным В.И. Коптиля, в коллекции из 145 камней величина алмазов варьирует в широком диапазоне: от мелких кристаллов весом 1,4 мг до крупных камней класса –16+8 мм весом 1,06 кар. По количеству резко преобладают кристаллы класса –2+1 мм (60 %), а по весу классы –4+2 мм (58,6 %) и –16+8 мм (26,2 %). Такой состав обуславливает повышенный средний вес алмазов, равный 29,2 мг.

При доминировании алмазов I разновидности (97,9 %) в этой коллекции встречены один янтарно-желтый куб II разновидности, один полубаллас VI раз-

новидности и один карбонадо X разновидности. По морфологии в составе I разновидности преобладают (48,9 %) типично округлые алмазы, среди которых скрытослоистые разновидности уральского типа (31 %) преобладают над додекаэдроидами жильного типа. Значительно (23,5 %) количество октаэдров при невысоких содержаниях переходных форм (7,6 %) и ламинарных ромбододекаэдров (9,6 %). Особенностями алмазов россыпей района являются: высокое содержание кристаллов с признаками природного травления, большое количество природных камней с зелеными и бурными пятнами пигментации, свойственными алмазам из докембрийских терригенных формаций [Метелкина и др., 1976]. Преобладают целые высокопрозрачные бесцветные кристаллы, высокое качество которых приближается к высокостойким алмазным россыпям Урала. Это позволяет предположить, что россыпи Чуно-Бирюсинского района могут оказаться рентабельными для эксплуатации даже при очень низких (0,03–0,05 кар/м<sup>3</sup>) содержаниях алмазов [Зинчук, Коптиль, 2003].

**Присаянский алмазоносный район** занимает юго-западную окраинную часть Тунгусской россыпной субпровинции. Территориально он охватывает бассейны рек Бирюса, Туманшет, Ингаши, Уда, Ия, Ока и Урик. В пределах района расположена Урикско-Туманшетская инкратонная мобильная зона раннепротерозойского заложения, состоящая из Урикско-Ийского, Туманшетского грабен и Присаянского прогиба [Егоров и др., 2003]. В пределах первого из них известно Ингашинское поле алмазоносных жильных лампроитов. В тектонической рудной зоне шириной 5–8 км и протяженностью 30 км выявлено девять жил лампроитов, в трех из которых обнаружено девять кристаллов алмазов суммарным весом 30,1 мг. Минералы-спутники представлены пиропами, хромшпинелидами и марганцевистыми ильменитами.

Косвенные и прямые признаки россыпной алмазоносности установлены в районе в среднедевонских и четвертичных отложениях. В отложениях павловской свиты среднего девона и переяславской свиты нижней юры обнаружены мелкие, сильно изношенные пиропы и пироп-альмандины. Прямые признаки алмазоносности в виде находок алмазов известны только в четвертичных аллювиальных образованиях.

*Россыть Шелеховская*, выделенная в 50-х годах прошлого столетия, включает русловые алмазоносные участки рек Бирюса, Ингашет и Мал. Ингашет. Всего по россыпи наработано 32 алмаза, их них по р. Бирюса – 13 кристаллов (1901,1 мг), по р. Ингашет – 17 кристаллов (549,0 мг), по р. Мал. Ингашет – 2 кристалла (72,0 мг). Наибольшее количество и самый крупный алмаз весом 7,46 кар найдены в приустьевой части р. Ингашет. По величине алмазы представлены тремя классами: +2 мм (60 %), –2+1 мм (35,0 %), –1+0,5 мм (5,0 %). В морфологическом спектре малопредставительной коллекции октаэдры составляют 4,5 %, переходные формы – 3,7 %, ромбододекаэдры (в том числе и округлые) – 81,8 %, осколки – 13,6 %, целые камни – 41 %. Крупный алмаз массой 7,46 кар представляет собой слабо поврежденный октаэдр высокого ювелирного качества. По основным типоморфным особенностям алмазы россыпи Шелеховская сопоставимы с алмазами русловых россыпей Чуно-Бирюсинского района.

\* \* \*

Таким образом, по имеющейся к настоящему времени поисковой информации слабо изученная территория Тунгусской алмазоносной провинции может быть отнесена к площадям с неясными перспективами коренной и россыпной алмазоносности. Все выявленные здесь древние и кайнозойские россыпи характеризуются убогими содержаниями алмазов и относятся к категории россыпных алмазопоявлений.



гиперстеновыми, двупироксеновыми, амфиболовыми и биотитовыми гнейсами, гранат-гиперстеновыми, клинопироксеновыми кристаллическими сланцами и гнейсами, кальцифирами и мраморами, гиперстеновыми, двупироксеновыми, амфиболовыми и биотитовыми гнейсами. Встречаются биотит-силлиманитовые, биотит-кордиеритовые, кордиерит-силлиманитовые гнейсы, а также амфиболиты и кристаллические сланцы основного состава.

Протерозойские породы установлены в пределах Анабарского массива, Уджинского и Оленекского поднятий. На территории последнего в эрозионном срезе выходят слабометаморфизованные породы эakitской серии нижнего протерозоя, сложенной биотит-кварцевыми и кварц-биотитовыми сланцами. Верхнепротерозойские отложения распространены в центральной части Оленекского сводового поднятия и представлены мелководными терригенными и терригенно-карбонатными отложениями рифея и венда.

В пределах Анабарского алмазоносного района верхнепротерозойские образования расчленяются на рифейские и вендские (табл. 2.1). Породы представлены конгломератами, песчаниками, аргиллитами, алевролитами и доломитами.

Верхнепротерозойские потенциально алмазоносные отложения, содержащие минералы-индикаторы кимберлитов, установлены на Анабарском массиве и Уджинском поднятии в базальных слоях мукунской серии, юсмастахской свиты билляхской серии, староречинской и томторской свит венда (А.К. Клейзер и др., 1962; [Метелкина и др., 1976; Метелкина, Прокопчук, 1976; Сочнева, Метелкина, 1981]; Л.Л. Степанов и др., 1977; А.И. Дак и др., 1994). В Западном Верхоянье при опробовании среднего–верхнего рифея и венда в устьевой части р. Лена обнаружены пиропы (Ю.М. Сибирцев и др., 1982, 1985). В пределах Оленекского поднятия выделена венд-нижнекембрийская кескюсинская свита, в отложениях которой найдены пиропы (В.Д. Стаднюк и др., 1984). В Западном Верхоянье из 148 найденных пиропов три зерна отнесены к алмазной ассоциации [Шамшина, 1986]. В породах протерозоя алмазы установлены в томторской свите на Уджинском поднятии (Л.Л. Степанов и др., 1977), однако они не были подтверждены более поздним объемным опробованием, что свидетельствует о крайне низком уровне алмазоносности. Найденные алмазы отнесены к I разновидности, по классификации Ю.Л. Орлова (табл. 2.2).

Некоторые геологи придерживаются мнения, что северные россыпи сформированы за счет размыва протерозойских промежуточных коллекторов. Эта точка зрения базируется на том, что по ряду свойств алмазы россыпи р. Бол. Куонамка имеют некоторое сходство с таковыми из пород системы Витватерсранд (Южно-Африканская Республика), характеризующихся наличием пятен пигментации зеленого цвета, сильным механическим износом и повышенной крупностью [Метелкина и др., 1976; Метелкина, Прокопчук, 1976].

Отложения кембрийской системы на северо-востоке Сибирской платформы широко распространены. Они слагают восточный и северо-восточный склоны Анабарской антеклизы, фиксируются на склонах Уджинского поднятия, образуют Эбелляхское валообразное поднятие и выполняют Суханскую и Билляхскую впадины.

По условиям осадконакопления выделяются два типа разрезов кембрия. Один из них – известняковый, относится к морской Юдомо-Оленекской фаунистической области, а другой – доломитовый, характерен для переходной Анабаро-Синской фациальной области. Известняковый тип, детально охарактеризованный фаунистически, расчленяется на следующие свиты (снизу вверх): манькайскую (V–Є<sub>1</sub>mn), куонамскую (Є<sub>1-2</sub>kn), оленекскую (Є<sub>2</sub>ol), джахтарскую (Є<sub>2</sub>dq), силигирскую (Є<sub>2</sub>sl) и чомурдахскую (Є<sub>3</sub>čm). Доломитовый тип разреза представлен образованиями карбонатной банки анабарской свиты (Є<sub>2</sub>an), формирование ко-

Таблица 2.1

Схема стратиграфического расчленения верхнедокембрийских толщ на севере Сибирской платформы [Гусев и др., 1985]

Общие и региональные стратиграфические подразделения		Анабарский массив						Билиро-Уджинское поднятие	Оленекское поднятие	Хараулахское поднятие						
		Западный склон			Восточный склон											
Система (Фитема)	Горизонт (Подфитема)	Местные стратиграфические подразделения														
		Свита	Подсвита	Пачка	Свита	Подсвита	Пачка	Свита	Подсвита	Свита	Подсвита	Свита	Подсвита			
ВЕНД (V)		Староре- ченская (50–115 м)			Староре- ченская (130 м)			Тургутская (200 м) Томторская (120 м)		Тургутская (170–230 м) Хатысдыхская (120 м) Мастахская (50 м)		Хараутехская (390 м)	Верхняя			
	Верхний Каратавий (R <sub>3</sub> )	Миньярский	Юсмастахская (690 м)	Верхняя	Юсмастахская	Верхняя	3	Уджинская (200 м)	Верхняя	Хайпахская (200 м)	Верхняя	Сизтачанская (225–230 м)	Верхняя			
		Катавский							Нижняя		Средняя		Средняя			
Средний Юрматиний (R <sub>2</sub> )	Красногорский (Лахандинский)	Верхняя						1, 2	Верхняя	1, 2	Халчаньорская (300–310 м)	Верхняя	Дебенгдинская (460 м)	Нижняя	Налагерская (200–239 м)	Верхняя
	Ясенский (Ципандинский)											Нижняя				Средняя
	Таловский (Светлинский)		Ниж.	Ниж.	Унгуохтахская (500–600 м)		Арымасская (330–380 м)					Нижняя	Уктинская (170 м)			
Нижний Бурзяний (R <sub>1</sub> )	Томулахский	Котуйкан- ская (470 м)	Верх.	Котуйкан- ская (120 м)	Ниж.	Улахан-Курун- ская (550–600 м)	Не вскрыто	Купонгдинская (380 м)	Верхняя	Не вскрыто	Верхняя					
	Чумнахский								Ниж.			Нижняя				
			Мукунская серия (690 м)		Мукунская серия (0–200 м)		Не вскрыто	Сыгынахтахская (45–130 м)	Нижняя			Осор-Хаятинская (0–30 м)				
		Архей		Архей							Нижний протерозой					

Находки минералов-индикаторов в докембрийских толщах Сибирской платформы

Место отбора, возраст	Пироп				Пикроильменит	Автор
	Кол-во зерен на 20 л	Размер, мм	Цвет	Кол-во пиропов алмазной ассоциации, %		
Анабарское поднятие, мукунская свита, R <sub>1</sub>	122	0,05–1,0	Фиолетовый (90 %), оранжевый (9 %), розовый (1 %)		Единичные зерна	Э.Г. Сочнева, ЦНИГРИ [Сочнева, Метелкина, 1981]
Анабарское поднятие, билляхская свита, R <sub>2</sub>	Единичные зерна	0,25	Светло-фиолетовый		>100	А.К. Клейзер, НИИГА, 1962 г.; А.И. Дак, ЯНИГП ЦНИГИ АК “АЛРОСА”, 1994 г.
Анабарское поднятие, староречинская свита, V					Единичные зерна	А.К. Клейзер, НИИГА, 1962
Уджинское поднятие, томторская свита, V	14		Светло-сиреневый		»	Б.Р. Шпунт, ЯФ СО АН СССР [Трофимов, 1967]
4 алмаза: 1 октаэдр 2×2 мм, 1 обломок октаэдра, 2 мелких осколка <0,1 мм						
Оленекское поднятие, сыгынахтахская свита, R <sub>1</sub>	1	0,3	Светло-фиолетовый	–	–	Э.Г. Сочнева, ЦНИГРИ [Сочнева, Метелкина, 1981]
Оленекское поднятие, туркутская свита, V	Единичные зерна		–		Единичные зерна	В.Д. Стаднюк, Амакинская экспедиция 1984–1989 гг.
Оленекское поднятие, кессюсинская свита, V <sub>2</sub> –C <sub>1</sub>	То же		–		»	В.Д. Стаднюк, И.П. Попов, С.А. Тихогласов, Амакинская экспедиция, 1984–1993 гг.
Верхоянье, мегайинская свита, R <sub>3</sub>	»	0,4–0,5	Лиловый		–	Ю.М. Сибирцев, НПО “Аэрогеология”, 1982–1985 гг.
Верхоянье, хараютехская свита, V	Всего 148		Лиловый, розовый, оранжевый.	2	–	То же

торой в пределах Эбеляхского поднятия и Билляхской впадины началось в течение среднего (а возможно, и верхнего) кембрия одновременно с образованием куонамской, оленекской, джахтарской и силигирской свит в Анабарско-Синской фациальной области. Основные россыпные месторождения алмазов северо-востока Сибирской платформы приурочены к площадям развития анабарской свиты, что обусловлено ее сильной закарстованностью. Особенностью этой свиты является исключительно однородный состав: толща мощностью 350–440 м сложена доломитами светло- и желтовато-серыми мелко-среднезернистыми, толстоплитчатыми до массивных. В незначительном объеме присутствуют известковистые и глинистые разности. В целом для толщи характерна повышенная пористость. Часто

поры соединяются между собой узкими каналами, что придает породе ноздревато-кавернозный облик. Стенки пор бывают покрыты корочками из кристалликов кальцита и гидроксидов железа. Порода сложена изометричными и идиоморфными зернами доломита средне-, мелко- и неравномерно-зернистой структуры. Средний состав доломитов следующий: CaO – 29,85 %, MgO – 21,96 %, CO<sub>2</sub> – 44,43 %, нерастворимый остаток – 2,62 %. Данные химического анализа показывают, что рассматриваемые породы являются практически химически чистыми (CaO/MgO = 1,3–1,4), т. е. обладают теоретическим составом доломита с незначительным (0,5–4,0 %) содержанием нерастворимого остатка, что в сочетании с тектоническим фактором является идеальным условием для развития карста. [Прокопчук и др., 1985].

В Западном Верхоянье в кембрийских отложениях геологами НПО “Аэрогеология” найдены пиропы, среди которых доля алмазной ассоциации составляет 5,4 % – 37 шт. размером 0,2–1,5 мм, 79 % – лиловые и 21 % – оранжевые (Ю.М. Сибирцев и др., 1982–1985 гг.).

На кембрийских отложениях с размывом и угловым несогласием залегают образования карбона. В основании его разреза развиты наиболее древние на северо-востоке Сибирской платформы алмазоносные отложения нуччаюрегинской свиты турнейского яруса. На уровне современного среза они распространены в пределах Кютюнгинского грабена и сложены преимущественно терригенными породами – конгломератами, гравелитами, песчаниками, алевролитами и мергелями. Алмазоносность нуччаюрегинской свиты установлена в долинах рек Оленек и Кютюнде. В конгломератах, гравелитах, известковых песчаниках и мергелях этой свиты средние значения алмазоносности варьируют от 0,006 до 0,048 кар/м<sup>3</sup>. При химическом растворении значения алмазоносности значительно возрастают. Алмазы нуччаюрегинской свиты типично кимберлитовые, причем с высоким содержанием ламинарных камней первой разновидности, характерных для богатых коренных месторождений центральной части Западной Якутии.

Нуччаюрегинская свита перекрыта толуопской, представленной однообразной толщей глинистых доломитов и глинистых известняков. Отложения среднего карбона сложены кысылхайнской свитой – красноцветные доломитовые мергели, интенсивно загипсованные, с прослоями гипсов и ангидритов. В грубообломочных терригенно-карбонатных породах кысылхайнской свиты повсеместно встречаются парагенетические спутники алмаза, но в меньшем количестве, нежели в аналогичных отложениях нуччаюрегинской свиты. Представлены они в основном пиропом, в меньшей степени – пикроильменитом, хромшпинелидами, трубочным оливином. Сохранность их также не выше IV класса износа. Один кристалл алмаза обнаружен В.Д. Стаднюком (АмГРЭ, 1984 г.). Выше залегают удаганская свита, сложенная неравномерно переслаивающимися тонкоплитчатыми глинистыми и массивными кристаллическими известняками и доломитами.

В Анабарском алмазоносном районе, на водоразделах левых притоков р. Эбелях, установлены глыбы кварцевых гравелитов и конгломератов, содержащих высокие концентрации пикроильменита и единичные зерна пиропов. Карбоновый возраст конгломератов р. Эбелях определен на основании единичной находки морской водоросли *Ungdarella* и одной башенковой гастроподы [Прокопчук и др., 1970]. А.Н. Евдокимовым (НПО “Севморгеология”, 1983) в карбоновых глыбах р. Кумах-Юрях обнаружена галька с остатками трилобитов *Triplagnostus gibbus* и *Triplagnostus anabarensis*, отнесенных к амгинскому ярусу среднего кембрия. М.В. Михайловым (ВСЕГЕИ, 1995 г.) найден мелкий кристалл алмаза. В коренном залегании глыбы не встречены.

В Приленском алмазоносном районе верхнекарбовые–нижнепермские образования представлены далдынской свитой, которая залегает с глубоким размывом на разновозрастных горизонтах венда, кембрия, нижнего карбона. Отложения свиты широко распространены, выполняют доверхнепалеозойские консидементационные впадины и сложены гравийно-галечными осадками, конгломератами, гравелитами, кварцевыми и полимиктовыми песчаниками, алевролитами и аргиллитами с маломощными прослоями и линзами углей. В далдынской свите обнаружены алмазы. Приурочены они к базальным слоям свиты. Уровень алмазности базального горизонта далдынской свиты крайне низок и в среднем составляет 0,04 кар/м<sup>3</sup>, но по отдельным пробам достигает 0,16 кар/м<sup>3</sup>. Все эти алмазы принадлежат к I группе и характерны для коренных месторождений центральной части Западной Якутии. Кроме алмазов, в отложениях далдынской свиты были установлены минералы-индикаторы кимберлитов с низкой степенью механического износа, что свидетельствует о наличии продуктивного среднепалеозойского кимберлитового вулканизма на Молодо-Оленекском междуречье.

В Анабарском алмазоносном районе нижнепермские отложения опробованы на всех стадиях геолого-съемочных и поисковых работ, достоверные сведения о находках алмазов отсутствуют.

В Приленском алмазоносном районе пермские отложения представлены булбарангдинской свитой, которая согласно залегает на образованиях далдынской свиты или с глубоким размывом на породах кембрия. Сложены они полимиктовыми, реже кварцевыми разнозернистыми песками и песчаниками, в основании – гравелитами и конгломератами. В этом районе в базальных слоях булбарангдинской свиты отмечены единичные находки алмазов и минералы-индикаторы кимберлитов.

На северо-западе Якутии образования триасовой системы фиксируются в виде покровов и потоков долеритобазальтов, базальтов, миндалекаменных базальтов, чередующихся с прослоями и линзами туфов, туффитов, туфопесчаников и туфоалевролитов. Все три отдела триасовой системы широко развиты в пределах Лено-Анабарской ветви Верхоянской складчатой системы. Образования индского яруса состоят из пестроцветных вулканогенно-терригенных осадков, фрагментарно развитых на обрамлении Оленекского поднятия и в Лено-Анабарском прогибе. Породы оленекского яруса представлены темно-серыми алевролитами и аргиллитами, сероцветными алевролитами, аргиллитами и мелкогалечными конгломератами. Отложения среднего триаса включают анизийский и ладинский ярусы и сложены песчаниками, алевролитами с подчиненными прослоями аргиллитов и гравелитов. Образования верхнего триаса карнийского яруса (осипайская свита) залегают трансгрессивно с размывом на подстилающих ладинских слоях. В основании разреза, как правило, наблюдается маломощный (5–20 см) прослой конгломератов или гравелитов, в котором выявлены значительные концентрации алмазов и их минералов-спутников. Алмазоносные (до 11 кар/м<sup>3</sup> в отдельных точках) осадки карнийского яруса триаса прослеживаются от восточного склона Северного Верхоянья до Анабарской губы. Базальные образования перекрываются темно-серыми алевролитами с горизонтами глинисто-известняковых конкреций, линзами ракушняков и прослоями песчаников. Общая мощность яруса составляет 20–60 м, отмечается тенденция ее увеличения к юго-востоку. Завершается разрез триаса породами норийского и ретского ярусов (тумульская свита), базальные конгломераты которой алмазоносны (Р.О. Галабала, Л.И. Израилев, НПО “Аэрогеология”, 1986, 1988 г.).

Отложения юрской системы широко развиты в пределах Лено-Анабарского и Предверхоянского прогибов. В основании их разреза залегают образования плинсбахского яруса. Они сложены песчаниками с линзами и прослоями конгломератов и гравелитов, прослоями темно- и коричневато-серых алевролитов и аргиллитов.

В базальных горизонтах юры алмазы и минералы-индикаторы кимберлитов найдены в Анабарском и Приленском алмазоносных районах, в которых средний уровень алмазоносности не превышает сотые доли карата в кубическом метре, достигая максимальных значений 0,20–0,30 кар/м<sup>3</sup>. Отмечается тенденция повышения содержания алмазов в базальных горизонтах юры с запада на восток (от р. Анабар к р. Лена). Отложения тоарского и ааленского ярусов представлены плитчатыми со скорлуповатой отдельностью глинистыми алевролитами темно-серого цвета, монотонно чередующимися с листоватыми аргиллитами серыми и темно-серыми до черных. Средний отдел сложен серыми и зеленовато-серыми песчаниками полимиктовыми, известковистыми, реже глинистыми или слюдистыми, чередующимися с темно-серыми алевролитами, иногда углистыми, с включениями глинисто-сидеритового состава с прослоями конгломератов. В конгломератах келловейского яруса Л.И. Израилевым (НПО “Аэрогеология”, 1986) найдены минералы-индикаторы кимберлитов хорошей сохранности. Верхняя юра образована оксфордским и волжским ярусами: алевролитами с многочисленными глинисто-карбонатными конкрециями и редкими прослоями песчаников. Базальные горизонты нижеволжских отложений (конгломераты и гравелиты) алмазоносны и выделяются контрастными ореолами минералов-индикаторов кимберлитов. В Анабарском районе находки алмазов в отложениях верхней юры крайне редки и не представляют практического интереса. Противоположная картина наблюдается в Приленском районе, где алмазоносность волжских конгломератов довольно выдержана, но она практически нигде не достигает промышленных значений. Внутри этого обширного региона аномальной зоной выделяется Лено-Сюнгюдинский водораздел, где в одной точке получены максимальные (0,86 кар/м<sup>3</sup>) значения верхнеюрской алмазоносности. Алмазы нижеволжских конгломератов выделяются пониженной крупностью (табл. 2.3).

По кристалломорфологическим особенностям алмазы из нижеволжских конгломератов имеют типичный “северный” спектр: ламинарные камни ряда О–Д составляют 27,2 %, сумма округлых алмазов – 31,8 %, всего сумма кристаллов I разновидности равна 81,8 %, желтые кубы II разновидности составляют 2,3 % и алмазы VII разновидности – 13,6 %. В Приленском районе для верхнеюрских отложений характерны высокие концентрации минералов-индикаторов, в том числе таких нетранспортабельных, как хромдиоксид, оливин, серпентин, что, скорее всего, предполагает наличие неоткрытых кимберлитовых тел на участке Лено-Сюнгюдинского водораздела [Прокопчук, 1966].

Отложения меловой системы приурочены к Лено-Анабарскому и Предверхоанскому краевым прогибам, относятся к нижнему отделу и представлены переходными от морских к континентальным валанжинскими горизонтами (кигиляхская свита) и континентальными готеривскими, барремскими, аптскими и альбскими слоями. Сложены они песчаниками с прослоями алевролитов, углистых сланцев и углей, линзами конгломератов. В пределах Лено-Анабарского и Предверхоанского краевых прогибов морские и прибрежно-морские осадки характеризуются крайне низким выходом тяжелой фракции и практически полным

Таблица 2.3

Алмазы нижеволжских конгломератов

Извлечено алмазов		Сред. вес, мг	Класс крупности, мм					
			–4+2 мм		–2+1 мм		–1+0,5 мм	
Всего, шт.	Вес, мг		шт., %	мг, %	шт., %	мг, %	шт., %	мг, %
35	337,7	9,65	11,4	30,2	74,3	68,3	14,3	1,5

отсутствием минералов-спутников алмаза. Алмазы в них не обнаружены. Совершенно иная картина наблюдается в пределах восточного склона Анабарской антеклизы и Суханской впадины, где континентальные нижнемеловые осадки выполняют карстовые и эрозионно-карстовые депрессии глубиной до 200 м, выработанные в закарстованных доломитах анабарской свиты. В Эбеляхском алмазоносном поле вскрыто более 300 депрессий, выполненных нижнемеловыми осадками. Наибольшее количество меловых эрозионно-карстовых депрессий установлено на левобережье р. Эбелях, на междуречье ручьев Куман-Холомолоох–Кумах-Юрях–Балаганнах и в бассейне р. Кусун-Эбелях. По геолого-геофизическим данным палеодепрессии имеют овальную и удлинненно-овальную форму. Размер их в поперечнике изменяется от  $10 \times 10$  до  $1000 \times 200$  м. Они представлены светло-серыми песками с прослоями углей, песчанистыми глинами темно-серого, черного цвета с включением крошки углей, рассеянной мелкой галькой и гравием карбонатных пород, кремней и кварца, реже галечниками. Для них характерна циркон (18,3 %)-альмандиновая (67,6 %) минералогическая ассоциация с рутилом (4,7 %), ставролитом (3,6 %), ильменитом (2,4 %) и магнетитом (1,5 %). В них установлены высокие содержания пирита (от 68,8 до 84,3 %). В грубых разностях нижнемеловых осадков фиксируются минералы-индикаторы кимберлитов, преимущественно пикроильменит, реже пироп и циркон, которые сильно изношены или с развитыми гипергенными поверхностями. Эти отложения опробованы в бассейне рек Эбелях, Биллях, Маспаки, Томтордох и практически везде в них найдены алмазы. В результате довольно представительного опробования установлены следующие закономерности.

1. Алмазы отмечаются в крайне низких концентрациях, которые нигде не достигают промышленных значений, но имеют большие мощности и их перемыв может обусловить формирование промышленных неогеновых россыпей.

2. Максимальные содержания алмазов встречаются на участках, где породы мелового возраста перекрыты более молодыми продуктивными осадками. Как правило, это днища современных рек: Эбелях –  $0,64 \text{ кар/м}^3$ ; Браас-Юрях –  $0,38 \text{ кар/м}^3$ ; левые притоки р. Эбелях – руч. 53 –  $3,67 \text{ кар/м}^3$ ; уч. Исток р. Эбелях –  $0,30 \text{ кар/м}^3$ . По мнению авторов, повышенная алмазоносность меловых осадков обусловлена проникновением алмазов в породы мела при формировании современных россыпей или связана с технологическим заражением меловых проб, ибо во всех случаях обработка проб с вышеперечисленных участков проводилась на одной фабрике с пробами из промышленных россыпей. Это подтверждается и единичными типоморфными характеристиками алмазов.

3. На склонах и водоразделах уровень алмазоносности меловых осадков крайне низкий и в среднем составляет  $0,067 \text{ кар/м}^3$ . При этом алмазоносность зависит от состава. Так, в глинистых породах значения алмазоносности варьируют от 0,001 до  $0,263 \text{ кар/м}^3$ , в песчано-глинистых – соответственно 0,001 и  $0,183 \text{ кар/м}^3$ , в песчаных – от 0,015 до  $0,382 \text{ кар/м}^3$ .

4. Низкие значения алмазоносности обусловлены, вероятно, тем, что в разрезе нижнемеловых пород практически отсутствуют “грубые” осадки, а при их обнаружении не исключена повышенная алмазоносность пород мела, так как там алмазы содержатся даже в таких потенциально непродуктивных осадках, как пески, алевролиты, глины.

При опробовании нижнемеловых пород на р. Томтордох, где они выходят в естественном обнажении, уровень алмазоносности достигает  $0,13 \text{ кар/м}^3$ .

Алмазы нижнемеловых пород по своим кристалломорфологическим особенностям имеют типично “северный” спектр и приближаются к алмазам четвертичных россыпей бассейна р. Эбелях. Так, алмазы I разновидности составляют 58,2 %,

а сумма камней V и VII разновидностей – 35,5 %. Соответственно эти значения по русловой россыпи р. Эбелях составляют 62,9 и 30,0 %. Средний вес одного кристалла меловых россыпей несколько ниже – 15,4 мг, против 19,9 мг по р. Эбелях. По типам первоисточников средний вес ламинарных алмазов составляет 13,0 мг, алмазов уральского типа – 11,8 мг, жильного – 9,4 мг, а эбеляхского – 23,9 мг. По степени механического износа эбеляхские и ламинарные алмазы изношены, а на алмазах уральского и жильного типов признаки износа отсутствуют. Однако если ламинарные алмазы изношены незначительно, то процент износа камней эбеляхского типа достигает 24 %.

Отложения палеогеновой системы развиты в пределах Попигайской котловины. Этим возрастом датируются своеобразные лавоподобные породы, образовавшиеся в результате удара крупного метеорита 35,7 млн лет тому назад (конец эоцена) [Масайтис, Михайлов, 1975; Масайтис и др., 1998]. Основная часть астроблемы находится в Красноярском крае, меньшая – в Республике Саха (Якутия). Диаметр кратера около 100 км. Он принадлежит к числу наиболее крупных известных в мире импактных структур. Попигайский кратер отличается сложным многокольцевым внутренним строением и заполнен породами, испытавшими интенсивные ударные преобразования (дробление, плавление, перенос и переотложение), вызванные падением космического тела, имевшего состав обыкновенного хондрита [Масайтис и др., 1998]. Содержащие графит кристаллические породы Анабарского массива – гнейсы и плагигнейсы, подвергшиеся ударному плавлению, – послужили источником образования алмазоносных импактитов. Алмаз возник при ударном сжатии графита и его переходе в твердом состоянии в агрегат гипербарических фаз углерода. Импактные алмазы по многим своим особенностям значительно отличаются от алмазов эндогенного происхождения, встречающихся в кимберлитах и лампроитах. Неравномерное распределение графита в породах мишени, на которые наложилась система концентрических зон преобразований, затухавших при удалении от точки удара, а также радиальный выброс расплавленного и раздробленного материала кристаллических пород обусловили радиально-лучевое распределения обогащенных алмазами импактитов. Длительное остывание крупных тел импактного расплава приводило к частичному выгоранию алмазов при высоких температурах.

Импактиты были опробованы с поверхности на площади 1150 км<sup>2</sup>, в том числе их разновидности – тагамиты – 300 км<sup>2</sup> и зювиты – 850 км<sup>2</sup>. Это опробование показало, что в пределах астроблемы существует фоновая относительно низкая алмазоносность как тагамитов, так и зювитов. При этом на отдельных участках концентрации алмазов достигали средних значений, превышающих фоновые в 1,5–2,0 раза и высокие – в 3–7 раз. В целом среднее содержание в тагамитах по отношению к зювитам оценивается как 3:2 [Там же].

Преобладающий размер импактных алмазов, извлеченных из коренных пород, находится в пределах от 0,05 до 1,5–2,0 мм, в россыпях, возникших при размыве пород астроблемы, встречены камни до 10 мм. Алмазы из россыпей отличаются толстоплитчатым и изометричным габитусом и характеризуются повышенной крупностью по сравнению с алмазами из коренных пород. В принципе такая же закономерность характерна и для кимберлитовых алмазов. Импактные алмазы из россыпей содержатся в классах –4+2 и –2+1 мм. Они характеризуются различными оттенками желтой окраски, встречаются прозрачные неокрашенные зерна, серые, черно-серые и черные.

Облик импактных алмазов во многих случаях подобен исходному графиту – это уплощенные таблички, базальные плоскости которых сохраняют типичную для графита двойниковую штриховку, а боковые плоскости имеют ступенчатый харак-

тер. Встречаются традиционные для графита параллельные сростки и неклассические двойники. Плотность импактных алмазов варьирует от 3,2846 до 3,6127 г/см<sup>3</sup>.

Импактные алмазы из Попигайской астроблемы характеризуются колебаниями изотопного состава углерода от -9,9 до -31,5 % [Галимов, 1984]. Изотопные составы алмазов и графита кристаллических пород Анабарского массива в принципе идентичны.

Первоначально импактные алмазы были встречены в 1960-х гг. при разведке россыпи р. Эбелях, расположенной в 100–150 км к юго-востоку от Попигайской астроблемы (см. фото 2.1).

В то время алмазоносность Попигайской астроблемы еще не была известна, поэтому длительное время выделялась самостоятельная группа алмазов якутит, позднее карбонадо с лонсдейлитом, поликристаллические алмазы IX типа с неопределенным коренным источником [Чумак, Бартошинский, 1968]. В настоящее время достоверно установлено, что коренным источником этого типа алмазов является Попигайская астроблема.

Основным россыпеобразующим источником импактных алмазов на площади развития пород коптогенного комплекса являются те из них, которые наиболее легко дезинтегрируются при разрушении на поверхности. К ним относятся коптокластиты, несмотря на то что содержание алмазов в них невелико по сравнению с зювитами и тагамитами. Коптокластиты широко распространены в верхних горизонтах толщ, заполняющих кратер брекчий и импактитов. Они занимали также значительный объем ныне полностью размытых выбросов в составе насыпного вала кратера. Реконструкции показывают, что насыпной вал и самая верхняя часть покрова выбросов были размыты в течение 10–15 млн лет, примерно к раннему миоцену, а в плиоцен-раннечетвертичное время эрозией были вскрыты прикровлевые части мощных пластовых тел импактитов. Это хорошо согласуется с тем, что первые на северо-востоке Сибирской платформы импактные алмазы обнаружены в неогеновых отложениях, и в современном аллювии они установлены лишь там, где развиты эти образования. Согласно сделанным оценкам, общее количество алмазов, высвобожденных из коптокластитов, почти в два раза превышает суммарный выход алмазов из зювитов и в четыре раза – из тагамитов [Плотникова, 1990]. Существенным источником пополнения россыпей являются также зювиты в силу более значительного содержания в них алмазов, а также заметной их доли в объеме эродированного материала [Масайтис и др., 1998].

В настоящее время импактные алмазы найдены на обширной территории северо-востока Сибирской платформы и в значительной удаленности от Попигайского кратера (500–600 км), что подчеркивает сложную геологическую историю в неогеновое время. Наиболее удаленные находки зафиксированы в бассейне р. Келимер (правый приток р. Оленек), где они установлены в сложных полигенных покровных отложениях, условно датируемых среднечетвертичным возрастом и в современном аллювии рек Келимер, Никабыт и Хорбусуонка. Достаточно удалены от коренных источников импактные алмазы кряжа Прончищева, рек Гуримискай и Арга-Салаа [Граханов, 2005]. Максимальные содержания импактных алмазов установлены в россыпи р. Догой, размывающей Попигайскую астроблема. Высокие содержания зафиксированы на притоке р. Мас-Уджа (верховья р. Уджа), в одной мелкообъемной пробе содержание импактных алмазов достигло 4,30 кар/м<sup>3</sup> и среднее содержание по пробе объемом 7,8 м<sup>3</sup> составило 0,74 кар/м<sup>3</sup>. На этом же водотоке найдены импактные алмазы в неогеновых отложениях. Высокие содержания алмазов с примесью лонсдейлита (0,75 кар/м<sup>3</sup>) установлены в современном аллювии р. Половинная (низовье р. Анабар), где алмазоносность увязывается с площадями распространения покровных неогеновых отложений. Как р. Мас-Уджа,

так и р. Половинная значительно удалены от Попигайской астроблемы, хотя по уровню алмазности они приближаются к продуктивности р. Догой. Низкое содержание алмазов с примесью лонсдейлита определено во многих реках Лено-Анабарской субпровинции (табл. 2.4, рис. 2.3). Средний вес импактных алмазов в россыпях варьирует от 0,3 до 25,0 мг. Аномально низкие веса алмазов фиксируются в аллювии рек Анабар, Мал. Куонамка и меридиональных притоках р. Эбелях – ручьях Холомолоох и Гусиный.

Наличие импактных алмазов на громадной территории северо-востока Сибирской платформы подчеркивает сложную историю развития гидросети в неоген-четвертичное время. Находки этих алмазов в верховьях р. Анабар может указывать на противоположное направление стока этой реки в раннечетвертичное время. Это еще раз косвенно подчеркивается направлением долин, навстречу современному течению реки, основных правых притоков – рек Эбелях, Маспаки, Биллях, Джелинда. По нашему мнению, импактные алмазы можно использовать

Таблица 2.4

**Результаты опробования на импактные алмазы на Анабаро-Оленекском междуречье [Граханов, 2005]**

№ на схеме	Россыпь, возраст	Кол-во, шт./объем проб, м <sup>3</sup>	Кол-во/вес, шт./мг	Сред. содержание, кар/м <sup>3</sup>	Сред. вес, мг
Результаты целенаправленного опробования на импактные алмазы					
1	Эбелях, Q <sub>IV</sub>	1021/1608,3	629/5824,0	0,018	9,2
2	Гусиный, Q <sub>IV</sub>	130/265,9	12/27,2	0,000	2,3
3	Ыраас-Юрях, Q <sub>IV</sub>	163/307,0	28/85,5	0,001	3,0
4	Холомолоох, Q <sub>IV</sub>	193/393,6	134/152,3	0,002	1,1
5	Биллях, Q <sub>IV</sub>	249/534,9	1373/9400,9	0,088	6,8
6	Реки кряжа Прончищева, Q <sub>IV</sub>	8/28,0	6/21,6	0,004	3,6
7	Половинная, Q <sub>IV</sub>	1/1,4	40/209,0	0,75	5,2
8	Кычкин, Q <sub>IV</sub>	3/11,1	4/24,0	0,01	6,0
9	Догой, Q <sub>IV</sub>	1/10,0	222/1301,0	0,65	5,9
10	Попигай, Q <sub>IV</sub>	1/3,6	17/148,6	0,21	8,7
11	Федор Попигайский, Q <sub>IV</sub>	1/7,1	6/26,0	0,02	4,3
12	Эге-Юряге, Q <sub>IV</sub>	1/1,4	3/17,0	0,06	5,7
13	Буолкалаах, Q <sub>IV</sub>	2/8,6	14/69,9	0,04	5,0
14	Солокут, Q <sub>IV</sub>	1/7,1	1/13,3	0,01	13,3
15	Мас-Уджа, Q <sub>IV</sub>	2/7,8	45/1154,6	0,74**	25,6*
16	Мас-Уджа, N	1/7,1	7/60,8	0,04	8,7
17	Маспаки, Q <sub>IV</sub>	1/7,1	1/15,1	0,01	15,1
18	Делингде, Q <sub>IV</sub>	1/10,0	4/20,3	0,01	5,1
19	Мал. Куонамка, Q <sub>IV</sub>	Н. д.	92/28,6	Н. д.	0,3
Случайные находки импактных алмазов в геолого-разведочных пробах					
20	Келимер, Q <sub>IV</sub>	Данные по содержанию отсутствуют			
21	Никабыт, Q <sub>IV</sub>				
22	Хорбусуонка, Q <sub>IV</sub>				
23	Гуримискай, Q <sub>IV</sub>				
24	Арга-Салаа, Q <sub>IV</sub>				

\* Высокий средний вес обусловлен находкой одного камня класса –8+4 мм.

\*\* В одной мелкообъемной пробе содержание алмазов достигло 4,3 кар/м<sup>3</sup>, а в более крупной пробе – не превысило 0,38 кар/м<sup>3</sup>.

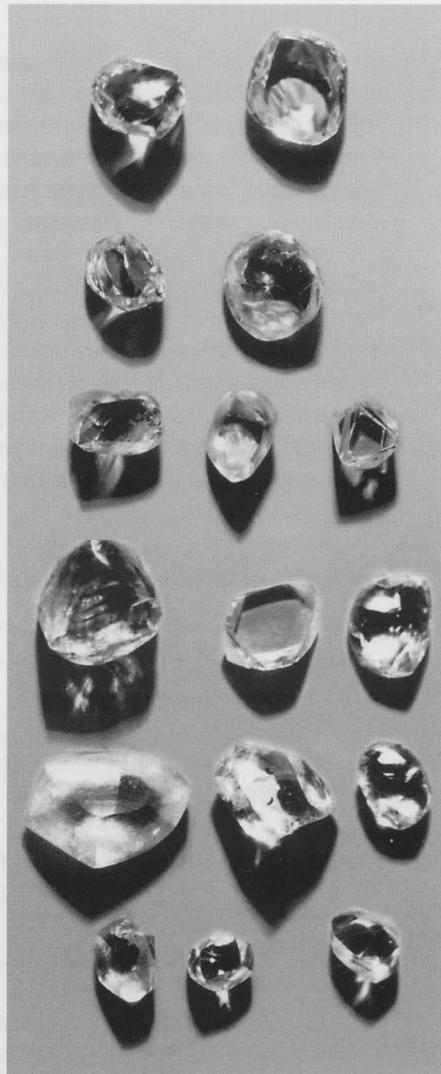


**Фото 2.1.** Алмазы с примесью лонсдейлита из россыпи р. Эбелях. Размерный класс – 4+1 мм.



**Фото 2.2.** Ювелирные алмазы россыпи Верхний Биллях. Размерный классы – 8+4 и 4+2 мм.

**Фото 2.3.** Самый крупный алмаз, найденный при разведочных работах в россыпи р. Эбелях. Размерный класс – 20+16 мм (20,65 кар).



**Фото 2.4.** Ювелирные алмазы россыпи р. Эбелях. Размерный класс – 8+2 мм.



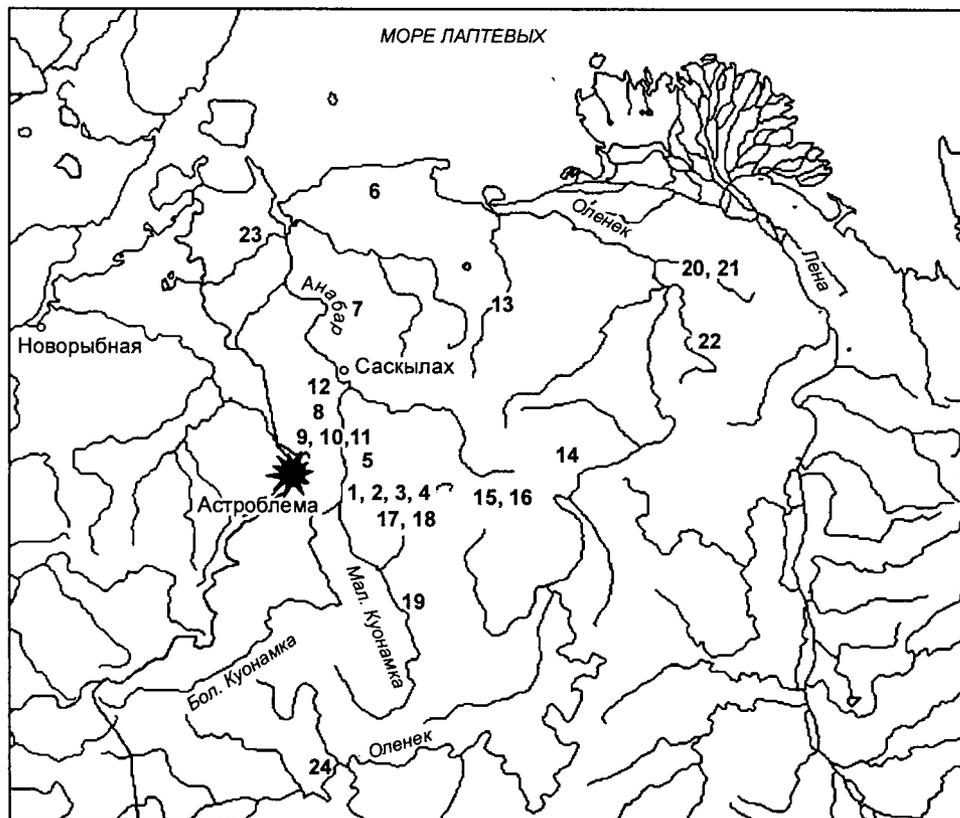


Рис. 2.3. Схема распространения лондейлитсодержащих алмазов на северо-востоке Сибирской платформы. Номера на схеме соответствуют порядковому номеру россыпей в табл. 2.4.

как индикаторные минералы для палеогеоморфологических реконструкций. Хотя необходимо отметить, что существует и альтернативная точка зрения. Так, С.А. Вишневецкий с соавт. [1997] связывают широкий ареал рассеивания импактных алмазов с дальним закрайерными выбросами.

Для аллювиальных и озерно-аллювиальных галечников, песков и глин неогена (эбелянская, беенчиминская и толща водораздельных галечников [Гриненко и др., 2005]), сохранившихся в эрозионно-карстовых депрессиях и на плоских водораздельных поверхностях с абсолютными отметками от 120 до 160 м. Эти отложения включают высокие концентрации алмазов и минералов-индикаторов кимберлитов. Они закартированы в Анабарском, Куонамском, Приморском, Нижне-Оленекском, Приленском и Муно-Тюнгском алмазоносных районах. Наиболее масштабное месторождение – реликтовая (эрозионно-карстовая) залежь Верхний Биллях расположена в верхнем течении р. Биллях в Анабарском улусе Республики Саха (Якутия). Аналогичные по возрасту и продуктивности образования установлены на западном склоне Северного и Среднего Урала, где они выполняют крупные эрозионно-карстовые депрессии, размыв которых обусловил промышленную алмазоносность четвертичных россыпей. В Муно-Тюнгском алмазоносном районе (бассейн р. Улаах-Муна и правые притоки р. Оленек – реки Улаах-Маяк и Орловка) к неогеновым отложениям можно отнести железистые конгломераты, заполняющие карстовые воронки, возраст которых иногда датируется как нижнеюрский–верхнечетвертичный, с чем вряд ли можно согласиться. Вызывает сомнение

широкий возрастной диапазон проявления карста, особенно в четвертичное время, так как к концу плиоцена в северных районах Западной Якутии начинается похолодание климата и формирование вечномерзлых пород. Образование карстовых форм в условиях многолетней мерзлоты маловероятно. В подтверждение можно привести тот факт, что в Анабарском алмазоносном районе, в пределах развития идеально карстующихся доломитов анабарской свиты, на разных гипсометрических уровнях вскрыто более трехсот карстовых воронок, и ни одна из них не заполнена четвертичными осадками. Как правило, неогеновые отложения залегают на водоразделах или склонах. Реже они фиксируются отдельными фрагментами неогеновой гидросети в верховьях рек или ручьев, сохраняясь в эрозионно-карстовых депрессиях.

Характерной особенностью неогеновых отложений северо-востока Сибирской платформы является красновато-коричневый цвет осадков. Для них типичен высокий выход тяжелой фракции, который обусловлен содержанием железистых минералов. Много галек покрыто пленкой гидроксидов железа. В составе гравийного материала встречаются лимонит и гематит. Среди обломочного материала доминируют местные породы, характерные для участков распространения данных осадков.

Возраст продуктивных реликтовых отложений эрозионно-карстовых депрессий остается дискуссионным. Все отобранные спорово-пыльцевые пробы в долинах рек Биллях, Гусиный и Холомолоох оказались палинологически немymi. По данным Б.И. Прокопчука, в перекрывающих их илистых образованиях верхнечетвертично-современного возраста, наряду с хорошо сохранившейся современной пылью и спорами, найдено множество “экзотических” теплолюбивых форм, относящихся к третичной флоре, точный возраст установить невозможно из-за отсутствия “инситу” спектров. В них обнаружена пыльца: *Myrica*, *Comptonia*, *Juglans*, *Carya*, *Pterocarya*, *Quercus*, *Fagus*, *Liquidambar*, *Ulmus*, *Cupressaceae*, *Taxodiaceae* [Прокопчук и др., 1985]. На сопредельной территории, в основании четвертичной толщи, перекрывающей “ржавые” галечники, кроме теплолюбивых форм, выделены спорово-пыльцевые формы с преобладанием пыльцы хвойных пород (ель, сосна, лиственница), реже древовидной березы. Встречены также теплолюбивые формы: *Ulmaceae*, *Juglandaceae*, *Cedrus*, *Tsuga*, *Rhus* [Там же]. Изложенные данные не дают возможности судить о возрасте древнего аллювия, но если “экзоты” произрастали в период аккумуляции реликтовых галечников, то необходимо отметить, что они формировались не позднее миоцена или начала плиоцена, поскольку уже к концу последнего растительность заполярных районов Западной Якутии стала перигляциальной, а следовательно, в ней не могли сохраниться теплолюбивые широколиственные и хвойные породы, произрастающие далеко на юге. О.В. Гриненко в региональной стратиграфической схеме палеогеновых и неогеновых отложений востока Сибирской платформы [Гриненко и др., 2005] неогеновый возраст эбеляхской толщи обосновал по находкам *Unio sibiricus* Lindn. Необходимо отметить, что эти отложения по внешнему облику имеют полное сходство с алмазоносными образованиями (“рыжики”) Урала, выполняющими эрозионно-карстовые депрессии и датированными миоценовым возрастом.

Можно предположить, что в неогене в связи с эпохой тектонической активизации и интенсивного расчленения древних поверхностей выравнивания произошло заложение древней эрозионной сети, которая частично была унаследована современной гидросетью. В это время происходил интенсивный размыв палеогеновых и раннеогеновых кор выветривания, развитых на вторичных коллекторах, в результате чего огромное количество алмазов попало в неогеновую гидросеть.

Алмазоносность неогеновых отложений установлена на большой площади. По ее уровню наблюдается четкая корреляция современных россыпей с фрагментами распространения алмазосодержащих неогеновых отложений. В Муно-Тюнгском алмазоносном районе в “железистых” конгломератах, выполняющих карстовые воронки и эрозионно-карстовые депрессии, установлены алмазы (В.Г. Широченский, Амакинская экспедиция) и минералы-индикаторы кимберлитов, среди которых преобладает пикроильменит. В меньшем количестве присутствуют пироп, хромшпинелид и оливин. Хотя карстовые воронки расположены в непосредственной близости от Верхне-Мунского кимберлитового поля, для железистых конгломератов не характерен спектр минералов-индикаторов кимберлитов этого поля, где в их составе преобладает пироп. Это предполагает северное направление сноса, так как для кимберлитов северных полей характерно именно преобладание пикроильменита.

Уровень алмазоносности неогеновых осадков различен. Высокими концентрациями алмазов выделяется Эбеляхская алмазоносная площадь [Граханов, 2000], где ураганные ( $22,8 \text{ кар/м}^3$ ) содержания алмазов по отдельным пробам установлены в реликтовой залежи Верхний Биллях. Очень высокими (максимальными средними для севера Западной Якутии) концентрациями отличаются неогеновые осадки в долине руч. Гусиный, где количество алмазов по отдельным пробам достигает десятки каратов в одном кубическом метре. Достаточно высокие содержания алмазов установлены в долине р. Холомолоох. По этим россыпям неогеновые осадки детально разведаны совместно с русловыми и долинными россыпями и суммарные запасы по ним утверждены в ГКЗ РФ и РКЗ РС(Я).

На флангах Эбеляхской площади уровень алмазоносности неогеновых отложений падает. На притоках руч. Булгуннахтаах максимальные содержания не превышают  $0,57 \text{ кар/м}^3$  и в долине р. Токур-Уджа –  $0,62 \text{ кар/м}^3$ . Еще более низкими значениями алмазоносности отличаются неогеновые осадки на р. Беенчимэ –  $0,21 \text{ кар/м}^3$  и на р. Средней –  $0,03 \text{ кар/м}^3$ .

В Куонамском алмазоносном районе алмазоносные неогеновые отложения установлены в долине р. Талахтаах. Скорее всего, именно они ответственны за алмазоносность притоков р. Бол. Куонамка. В долине р. Талахтаах, по разведочным пробам, максимальный уровень алмазоносности достигает  $21,62 \text{ кар/м}^3$ , а по выработкам –  $6,56 \text{ кар/м}^3$ , вплотную приближаясь к аналогичным параметрам неогеновых россыпей Эбеляхского россыпного поля.

В Приленском алмазоносном районе в долине р. Муогдан в неогеновых (толща “водораздельных галечников”) осадках установлена алмазоносность  $2,45 \text{ кар/м}^3$ , которая определена по небольшой пробе объемом  $0,21 \text{ м}^3$ . Поэтому имеются основания предполагать, что при увеличении объема опробования эти данные могут не подтвердиться. В долине р. Усунку в кубовой пробе алмазоносность неогеновых осадков составила  $0,35 \text{ кар/м}^3$ . Алмазы в неогеновых отложениях установлены в бассейнах рек Молодо, Тас-Юрях др. Их содержание преимущественно измеряется в сотых, реже десятых долях карата. Наиболее изученные участки расположены в долине р. Молодо. Они приурочены к выположенным площадкам на водоразделах с абсолютными отметками 140–160 и 180–200 м. Площади распространения “водораздельных галечников” составляют  $1,5\text{--}2,0 \text{ км}^2$ . Алмазы установлены в 18 пробах. Их содержание варьирует от 0,001 до  $0,11 \text{ кар/м}^3$ . Подсчитанные суммарные ресурсы категории  $P_1$  составили 236,91 тыс. кар.

Средний вес одного алмаза из неогеновых осадков также варьирует в широких пределах, достигая 35,8 мг в долине р. Холомолоох и постепенно снижаясь на восток: руч. Гусиный – 17,2 мг, Верхний Биллях – 10,9 мг, бассейн рек Беенчимэ–Уджи – 7,8 мг. Повышенный средний вес алмазов в долине р. Холомолоох вызван

тем, что там основную весовую долю играют классы  $-8+4$  и  $-4+2$  мг, 13,5 и 68,4 % соответственно. В россыпи Верхний Биллях средний вес существенно ниже за счет большей доли алмазов классов  $-2+1$  и  $-1+0,5$  мм.

Кристалломорфологические особенности алмазов из неогеновых осадков изучены в трех пунктах: Верхний Биллях, руч. Гусиный и в бассейне рек Беенчимэ–Борго–Токур. По этим трем опорным точкам наблюдается явное сходство алмазов россыпи Верхний Биллях и бассейнов рек Беенчимэ–Борго–Токур, а также их явное различие с алмазами из бассейна руч. Гусиный, хотя последние пространственно распространены ближе к россыпи Верхний Биллях. Сумма алмазов I разновидности по первым двум участкам изменяется на десятые доли процентов – 76,3 и 75,9 %, а изменения содержания суммы алмазов V и VII разновидности разнятся лишь на первые проценты – 19,7 против 17,2 %. Существенное отличие мы видим только с участками руч. Гусиный, где доля алмазов I разновидности составляет 55,5 %, а сумма V и VII разновидности достигает 41,6 %. Типоморфизм алмазов разных первоисточников изучен по двум участкам – Верхний Биллях и Гусиный. На первом участке, наряду с общей закономерностью пониженного среднего веса кристаллов, наблюдается снижение их весов по ламинарному, жильному и эбеляхскому типам. Средний вес алмазов уральского типа несколько выше.

По степени механического износа алмазы всех типов из неогеновых россыпей участков Гусиный и Верхний Биллях изношены, а из бассейнов рек Беенчимэ и Борго–Токур, наоборот. Однако там изучено всего 29 кристаллов, что не дает оснований даже для сугубо предварительных выводов.

*В неогеновых осадках впервые появляются алмазы импактного генезиса, что хорошо согласуется с палеогеновым возрастом Попигайской астроблемы.* В пределах Эбеляхского алмазоносного поля среднее содержание алмазов типа карбонадо не превышает десятых долей карата, в верховьях р. Уджа (Токур–Уджа) эти значения выше.

Таблица 2.5

## Тектоническое строение Лено-Анабарской алмазоносной субпровинции

Структуры				Тектонические зоны
I порядка	II порядка	III порядка	Локальные тектонические	
Сибирская платформа	Анабарская антеклиза	Анабарское поднятие	Анабарский массив	Глыбы фундамента: Западная, Верхне-Куонамская, Ильинская, Далдынская, Желиндинская, Попигайская
				Зоны смятия: Маганская, Ламуйская, Котуйкан-Монхолинская, Харапская, Билляхская
			Эбеляхское поднятие, Билляхская впадина, Попигайская астроблема, Аганалийская впадина	
		Суханская впадина	Оленекская флексура, Мерчимденский вал, Биректинская и Моторчунская (Сюнгодинская) впадины, Мунское поднятие	
		Уджинское поднятие	Массивы Томтор и Богдо	
	Оленекское поднятие	Куойкско-Далдынское и Солоолийское поднятия, Кютюнгинский грабен		
	Лено-Анабарский краевой прогиб	Таймалырская, Буолкалахская, Уэлинская впадины, Усть-Оленекский, Прончищевский поперечный выступы		
	Предверхоаянский краевой прогиб			

Изверженные породы Лено-Анабарской алмазоносной субпровинции

Возраст	Алмазоносный район	
	Приленский	Анабарский
Средняя– верхняя юра	Кимберлиты	Беспироксеновые щелочные пикриты, кимберлиты, карбонатиты
Триас	Долериты, габбро-долериты, кимберлиты	Долериты, габбро-долериты, моноцит-порфиры, пикриты, кимберлиты
Средний палеозой	Долериты, оливиновые долериты, микродолериты, габбро-долериты, кимберлиты	Долериты, оливиновые долериты, габбро-долериты. Пикриты, карбонатиты, породы щелочного массива Томтор. Кимберлиты
Поздний протерозой	Диабазы, габбро-диабазы, кварцевые долериты	Диабазы, габбро-диабазы, кварцевые долериты
Ранний протерозой	Граниты, граносиениты, диориты, пегматиты и др.	Биотитовые и аляскитовые граниты, граносиениты и др.
Архей		Перидотиты, дуниты, пироксениты, граниты и др.

Отложения четвертичной системы пользуются широким развитием и содержат основные россыпные месторождения алмазов. Они представлены аллювиальными отложениями шести надпойменных террас, погребенных верхнечетвертичных и средне-верхнечетвертичных долин, осадками русла низкой и высокой пойм, озерно-болотными и делювиально-солифлюкционными образованиями.

Тектоническое строение северо-восточной части Сибирской платформы довольно сложное (табл. 2.5) Изверженные породы северо-востока Сибирской платформы довольно многообразны по своему составу и возрасту. Наиболее широко интрузивные образования развиты в пределах Анабарского массива, Уджинского и Оленекского поднятий (табл. 2.6). В пределах севера-востока Сибирской платформы алмазы установлены в кимберлитах и породах альнеит-тингвайтовой формации массива Томтор.

### Алмазоносность щелочно-ультраосновных пород

На северо-востоке Сибирской платформы щелочно-ультраосновные породы широко развиты в пределах Уджинского поднятия и на левобережье р. Анабар в пределах Орто-Наргинского карбонатитового поля.

В составе Уджинского комплекса выделяются следующие интрузивные формации:

- ийолит-карбонатитовая массивов центрального типа;
- альнеит-тингвайтовая и альнеит-пикритовая (щелочно-ультраосновных лампрофиров) диатремово-дайковые.

*Ийолит-карбонатитовая формация* развита в пределах Уджинского поднятия (Уджинская щелочная провинция) и представлена двумя крупными многофазными интрузиями центрального типа – массивами Томтор и Богдо, а также рядом мелких интрузивов, которые, возможно, являются сателлитами более крупных. Интрузивы Томтор (овальной формы размером 21×16 км) и Богдо (диаметром около 6 км), сложены породами всех шести фаз внедрения, а мелкие интрузии – породами 2–3 фаз, преимущественно ранних. Характерной особенностью массивов является их отчетливое концентрически-зональное строение. В геологическом строении массивов принимают участие породы якупирангит-ийолитовой серии (якупирангиты, мельгейгиты, ийолиты, уртиты) и их метасоматически изменен-

ные разности, ювиты, нефелиновые и щелочные сиениты, апатит-кальцит-магнетит-оливиновые породы (фоскориты), кальцитовые, доломитовые, сидеритовые и анкеритовые карбонатиты.

Рассекаются массивы многочисленными дайками, жилами, штоками и трубами взрыва пород альнеит-тингуаитовой и альнеит-пикритовой формаций и окаймляются мощными зонами мраморизации, скарнирования и фенитизации.

*Альнеит-тингуаитовая и альнеит-пикритовая формации* объединяют ассоциацию диатремово-дайковых жильных (гипабиссальных) щелочно-ультраосновных и щелочных пород (в большинстве лампрофирового типа) и включают щелочные пикриты (биотит-пироксеновые и мелилит-биотит-пироксеновые), оливиновые мелилититы и их лампрофировые разновидности, альнеиты, ультраосновные фойдиты (оливиновые меланефелиниты, меланефелиниты, авгититы, лимбургиты, мончикиты), фонолиты, ортофиры.

Особое многообразие пород альнеит-тингуаитовой формации установлено в пределах Уджинского свода, где они контролируются главным образом меридиональными зонами разломов, рассекая все дифференциаты щелочно-ультраосновных массивов, но сами во многих случаях метасоматически замещаются поздними карбонатитами. В отличие от ийолит-карбонатитовой и альнеит-тингуаитовой формаций альнеит-пикритовые породы более широко развиты по площади, отдельные тела фиксируются на значительном удалении (к западу) от Уджинского поднятия. Это позволяет считать их представителями характерной формации для всего Уджинского авлакогена и его склонов. В тяжелой фракции пород альнеит-тингуаитовой и альнеит-пикритовой формаций отмечаются хромит, магнетит, магнезиоферрит, хромшпинелиды, изредка пикроильменит и еще реже пироп. Среди пиропов и хромшпинелидов зерна алмазной ассоциации отсутствуют (табл. 2.7–2.9).

В щелочно-ультраосновных породах массива Томтор геологами НПО “Севморгеология” были найдены алмазы. При опробовании пикритовых порфиритов аномалии 42/66 в протолочке были найдены два алмаза (Г.И. Поршнева и др., 1983). Первый представлял плоский обломок (0,2×0,2 мм) бесцветного прозрачного кристалла с включениями графита, на одном из участков грани была тонкая матировка. Вторым (0,2×0,3 мм) – желтого цвета с сильным жирным блеском. Наблюдаемая на одном из сколов тетрагональная впадина и желтый цвет указывают на то, что кристалл был, скорее всего, кубической формы. В последующем из пород этой же аномалии были отобраны две мелкообъемные пробы. Из одной извлечен алмаз размером 0,3×0,4 мм. Этими же работами при термохимическом растворении проб из десяти тел щелочно-ультраосновных пород массива Томтор (вес проб ва-

Таблица 2.7

## Химический состав гранатов из щелочно-ультраосновных пород массива Томтор

Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	MnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	Сумма
0,00	0,00	2,88	20,85	4,13	0,26	20,80	7,48	0,44	41,65	98,49
0,00	0,00	2,77	20,82	4,53	0,36	20,88	7,81	0,10	42,73	100,00
0,00	0,00	4,76	20,95	5,05	0,16	19,29	7,16	0,98	40,78	99,93
0,00	0,00	4,76	20,95	5,05	0,16	19,25	7,16	0,98	40,78	99,09
0,16	0,00	4,67	21,21	4,96	0,23	19,58	6,48	0,37	41,59	99,09
0,00	0,00	5,17	20,84	5,09	0,24	20,39	7,25	0,23	41,63	100,84

Примечание. Здесь и в табл. 2.8, 2.9 использованы данные Г.И. Поршнева, НПО “Севморгеология”. Анализы выполнены во ВСЕГЕИ.

Таблица 2.8

**Химический состав ильменитов из щелочно-ультраосновных пород массива Томтор**

TiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	FeO	MnO	CaO	Na <sub>2</sub> O	Сумма
43,58	0,0	0,69	0,0	5,15	51,39	0,77	0,0	0,24	101,82
49,05	0,0	0,59	1,99	11,71	36,66	0,27	0,0	0,15	100,31
47,45	0,0	0,60	0,33	8,64	42,39	0,37	0,04	0,0	99,82
37,96	0,12	0,00	0,00	4,90	45,48	1,68	0,0	0,0	90,15
48,38	0,0	0,38	0,25	5,64	44,50	0,61	0,07	0,0	99,33
40,38	0,0	0,44	0,0	7,77	51,94	0,24	0,0	0,0	100,77
45,84	0,09	0,54	0,39	9,16	45,23	0,31	0,24	0,0	101,80
49,78	0,0	0,08	0,29	8,56	43,00	Не опр.	0,00	0,0	101,71
44,49	0,0	0,47	0,18	5,45	44,49	0,35	0,0	0,0	99,68
43,25	0,0	0,00	0,11	3,02	55,95	Не опр.	0,00	0,0	102,3

рировал от 10 до 300 кг), в одном из них (ан. 12/12) был найден один алмаз в виде обломка октаэдрического кристалла размером 0,2×0,3 мм (Г.И. Поршнева и др., 1986). При использовании обычной схемы обогащения в более крупной пробе (1 т) алмазы в породах этой аномалии не обнаружены.

Приведенные факты подтверждают потенциальную возможность алмазоносности комагматических кимберлитов пород. Данные опробования практически не воспроизводятся, что характеризует крайне низкий уровень алмазоносности. Среди найденных алмазов камней эбеляхского-северного типа не обнаружено.

*Орто-Бларгинское карбонатитовое поле* расположено на левобережье р. Анабар и занимает водораздел рек Бларга, Хара-Мас и Анабар. На начальном этапе исследований в его пределах выделялось несколько кимберлитовых трубок (ан. 59/64, 69/64, 74/64), а остальные тела были отнесены к карбонатитам. В результате последующего детального изучения пород, отнесенных ранее к кимберлитам, установлено, что они представляют собой в различной степени карбонатизированные туфобрекчии пикритового состава. К настоящему времени в Орто-Бларгинском поле при заверке аэромагнитных аномалий выявлено 142 взрывчатых тел, сложенных породами непрерывной серии от пикритов через карбонатизированные пикриты до кальцитовых, реже доломитовых и сидеритовых карбонатитов. Форма тел овально-вытянутая, изометричная, размеры от 30×50 до 360×500 м. По петрохимическим и геохимическим характеристикам взрывчатые породы, в особенности слабокарбонатизированные, наиболее близки к щелоч-

Таблица 2.9

**Химический состав хромитов из щелочно-ультраосновных пород массива Томтор**

K <sub>2</sub> O	MgO	CaO	MnO	FeO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Сумма
0,0	17,19	0,07	0,49	20,28	10,18	43,30	2,83	94,34
0,0	15,51	0,05	0,49	26,68	13,48	30,82	4,95	91,98
0,0	14,68	0,04	0,42	27,54	14,27	31,30	3,23	91,48
0,0	18,28	0,04	0,33	19,49	10,99	41,96	2,98	94,07
0,0	19,46	0,05	0,40	12,86	11,33	49,38	0,71	94,19
0,0	19,11	0,04	0,42	24,56	10,50	48,06	5,17	107,86
0,0	15,65	0,05	0,40	24,30	18,01	32,89	1,36	92,66
0,0	16,21	0,05	0,40	30,25	13,84	25,20	5,87	91,82
0,04	15,56	0,00	0,17	17,29	27,80	37,34	0,64	98,84
0,04	11,27	0,04	0,21	30,39	9,44	46,38	3,56	101,33

Таблица 2.10

## Химический состав гранатов из пикритов Орто-Ыаргинского поля

Na <sub>2</sub> O	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	TiO <sub>2</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Сумма
Аномалия 59/64										
0,07	10,91	1,07	0,26	17,56	20,63	41,51	4,56	0,03	2,80	99,40
0,10	10,90	0,97	0,27	18,03	20,78	41,38	4,56	0,06	2,94	100,08
0,03	11,19	0,98	0,31	18,01	20,79	41,29	4,84	0,07	3,01	100,52
0,07	11,50	0,99	0,20	17,78	20,80	41,57	4,67	0,04	3,01	100,62
0,08	11,01	1,26	0,27	17,93	20,75	41,49	4,71	0,06	2,74	100,31
0,05	11,02	1,01	0,28	17,93	20,61	41,36	4,74	0,13	3,07	100,20
0,05	11,10	1,33	0,29	17,87	20,67	41,49	4,74	0,02	2,84	100,39
0,08	11,17	1,86	0,28	17,96	20,97	41,65	4,64	0,02	2,82	100,57
0,07	10,69	1,58	0,26	18,46	20,72	41,85	4,60	0,05	2,82	101,10
0,04	10,81	1,22	0,26	18,56	20,95	41,78	4,60	0,03	2,88	101,14
0,04	10,99	0,04	0,29	17,65	20,71	41,49	4,62	0,05	2,76	99,64
0,07	11,25	0,79	0,25	17,80	20,82	41,31	4,76	0,03	3,04	100,13
0,05	11,92	1,12	0,32	18,60	20,60	41,34	4,59	0,43	3,01	100,99

Примечание. Анализы выполнены в ЯФ СО РАН.

но-ультраосновным. Пикритовые разности относятся к семейству кимберлитов, но имеют по сравнению с последними ряд характерных отличий. Это – отсутствие среди минералов-индикаторов кимберлитов зерен алмазной ассоциации ультраосновного парагенезиса (табл. 2.10, 2.11), наличие в пикритах, наряду с минералами-индикаторами устойчивой пироксен-альмандин-магнетитовой ассоциации, пониженные содержания MgO, TiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, дефицит по сравнению с кимберлитами типоморфных химических элементов – хрома, никеля, кобальта. Алмазность в эксплозивных породах Орто-Ыаргинского поля не установлена.

Таблица 2.11

## Парагенезис гранатов из щелочно-ультраосновных пород северо-востока Сибирской платформы

Трубка – аномалия	Количество анализов, шт.	Предполагаемый глубинный парагенезис, %					Породы фундамента
		Ультраосновной		Эклогитовый		Эклогито-подобные породы	
		Всего	В том числе алмазной ассоциации	Всего	В том числе алмазной ассоциации		
Орто-Ыаргинское карбонатитовое поле							
69/64	30	–	–	50	13	40	10
59/64	30	–	–	–	–	57	43
95/64	27	–	–	4	–	89	7
74/64	30	–	–	–	–	87	13
7н/85	59	–	–	–	–	78	22
11н/85	108	–	–	–	–	89	11
69/64(2)	141	–	–	15	11	64	21
95/64(2)	130	–	–	10	2	77	13

Примечание. По оптической спектроскопии данные В.И. Вуйко, ЯНИГП ЦНИГРИ.

### Алмазоносность кимберлитов

В пределах севера Западной Якутии известно 17 кимберлитовых полей и более семисот кимберлитовых тел палеозойского и мезозойского возраста (табл. 2.12), но к настоящему времени среди них коренных месторождений алмазов не обнаружено.

Определения абсолютного возраста, выполненные по перовскиту (U-Pb), по циркону (U-Pb) и по циркону (треки U) несколько сужают возрастной диапазон кимберлитопоявления (табл. 2.13).

Необходимо перепроверить верхнесилурийские–нижнедевонские датировки ряда кимберлитовых тел, так как на сопредельных территориях Центрально-Сибирской алмазоносной субпровинции, данные возрастные определения не подтверждаются. Возраст практически всех кимберлитовых тел ложится в относительно узкий возрастной диапазон – верхнего девона и нижнего карбона.

По типоморфным особенностям алмазы из северных кимберлитовых полей отличаются от алмазов продуктивных кимберлитов Далдыно-Алакитского, Средне-Мархинского и Мало-Ботуобинского алмазоносных районов. При сохранении общей для кимберлитов Якутии закономерности *полного господства суммы алмазов первой разновидности (93–97 %)* с тяжелым изотопным составом углерода [Галимов, 1984; Зинчук, Колтиль, 2003] отмечаются и существенные различия. Так,

Таблица 2.12

#### Проявление различных эпох кимберлитового вулканизма на северо-востоке Сибирской платформы [Брахфогель, 1984]

Поле	S <sub>2</sub> -D	D <sub>3</sub> -C <sub>1</sub>	T <sub>2-3</sub>	J <sub>2-3</sub>	K <sub>1-2</sub>
Севернейское	-	+	-	-	-
Чомурдахское	+	+	-	-	-
Западно-Укукитское	+	+	-	-	-
Восточно-Укукитское	+	+	+	-	-
Огонер-Юряхское	+	-	-	-	-
Мерчимденское	+	+	-	-	-
Беригиндинское	-	-	+	+	+
Куойкско-Молодинское	-	+	+	+	+
Толуопское	-	+	-	-	-
Хорбусуонское	-	-	-	+	-
Куранахское	-	-	+	+	-
Лучаканское	-	-	+	-	-
Дюкенское	-	-	-	+	-
Средне-Куонамское	-	+	+	-	-
Ары-Мастахское	-	-	+	+	+
Староречинское	-	-	+	+	-
Анабарское (Эбеляхское)	-	+?*	+	+	-

\* Среди трех тел Анабарского поля среднепалеозойских датировок нет. В данном случае в публикации [Брахфогель, 1984] приведены определения возраста пород двух альневитовых тел (ан. 21/74, 63/74), пространственно тяготеющих к распространению пород альнеит-тингуайтовой формации массива Томтор. Палеогеновый возраст отдельных тел Беригиндинского и Ары-Мастахского возраста не подтвердился более поздними данными. Учитывая, что по другим методикам, кроме рубидий-стронциевого, нет определений мелового возраста кимберлитов Ары-Мастахского, Беригиндинского и Куойкско-Молодинского поля, данные возрастные датировки также следует проверить.

Таблица 2.13

## Определения абсолютного возраста кимберлитовых тел Анабарского массива

Кимберлитовое поле, кусты тел	Название тел	Метод определения	Возраст, млн лет
Средне-Куонамское	Дюймовочка-2	Перовскит (U-Pb)	229, T <sub>2-3</sub>
»	Хатырык-3	»	232 T <sub>2</sub>
Куранахское	Университетская	Циркон (треки U)	238 ± 6 T <sub>1-2</sub>
»	Малокуонамская	»	223 ± 7 T <sub>3</sub>
Лучаканское	Поздняя	Циркон (U-Pb)	217,4 T <sub>3</sub>
»	»	Циркон (треки U)	236,8 T <sub>2</sub>
Ары-Мастахское	Арктика	Перовскит (U-Pb)	232 ± 4 T <sub>2</sub>
Олобинский	С-26	»	193 ± 4 J <sub>1</sub>
»	С-1	»	194 ± 4 J <sub>1</sub>

Примечание. Использованы данные Амакинской экспедиции, С.А. Прокопьев и др., 2001 г.

характерной особенностью высокопродуктивных кимберлитов Центрально-Сибирской субпровинции является высокое содержания ламинарных камней. Для известных коренных месторождений Мало-Ботуобинского района сумма ламинарных октаэдров, ромбододекаэдров и переходных форм достигает 75–85 %. Среди кимберлитов северных полей к этим параметрам приближаются тр. Русловая и богатая фаза тр. Малокуонамская, где сумма ламинарных алмазов достигает 64–68 %. По другим трубкам преобладают округлые алмазы уральского и жильного типов, что, по мнению якутских геологов, является неблагоприятным фактором промышленной алмазоносности [Коптиль, 1994]. По отдельным трубкам эти значения достигают: тр. Дьянга – 54 %, тр. Заполярная – 45 % и бедная фаза тр. Малокуонамская – 44 %. Аномально низкое содержание алмазов первой разновидности среди кимберлитов Лучаканского поля – 81,1 %. Это обусловлено тем, что среди алмазов этого поля довольно высокое содержание кубов четвертой разновидности – 18,9 %. Повышенные содержания желтых кубов второй разновидности установлено в тр. Дьянга – 3,3 %, богатой фазе тр. Малокуонамская – 2,0 %. Алмазы третьей разновидности зафиксированы в кимберлитах Эбеляхского поля – 5,6 %. Алмазы VIII разновидности установлены во всех кимберлитовых полях, кроме Лучаканского, Куойкского и Анабарского. *Ни в одном из кимберлитовых тел северо-востока Сибирской платформы не обнаружены алмазы V–VII разновидностей.*

Гранулометрический состав алмазов из кимберлитов северных полей Лено-Анабарской алмазоносной субпровинции не отличается от продуктивных кимберлитов центральной части провинции. Как и во всех коренных месторождениях мира доминируют мелкие классы –2+1 и –1+0,5 мм, доля которых по количеству и массе превышает 50 %. Отсутствие в отдельных кимберлитовых трубках алмазов крупных классов не является спецификой северных кимберлитов, а объясняется низкой представительностью опробования этих тел.

Уровень алмазоносности кимберлитовых тел северо-востока Сибирской платформы крайне мал и не отвечает промышленным требованиям. В настоящее время практический интерес представляет лишь мезозойская тр. Малокуонамская размером 320×250 м, которая расположена на левом склоне р. Мал. Куонамка. Среднее содержание алмазов составляет 0,29 кар/т при вариациях от 0,23 кар/т в автолитовых кимберлитах до 0,44 кар/т в порфирированных разностях. Качество алмазного сырья высокое. Из других кимберлитовых тел наиболее масштабным объектом является среднепалеозойская тр. Аэрогеологическая размером 1050×280 м.

Среднее содержание алмазов составляет 0,007 кар/т для коренных пород и 0,002 кар/т – для элювия. В ней много безазотных алмазов. Качество алмазов высокое. По другим изученным трубкам северо-востока Сибирской платформы средние значения алмазоносности не превышают десятые доли карата в кубическом метре опробованного элювия трубок: Двойная – 0,22 кар/м<sup>3</sup>, Лыхчан – 0,20 кар/м<sup>3</sup>, Отрицательная – 0,20 кар/м<sup>3</sup>, Руслвая – 0,19 кар/м<sup>3</sup>, Светлана – 0,16 кар/м<sup>3</sup>, Дьянга – 0,16 кар/м<sup>3</sup>, Ленинград – 0,11 кар/м<sup>3</sup>. При переопробовании трубок Лыхчан-I, Лыхчан-II и Отрицательная в отдельных пробах содержание алмазов достигает 1,35 кар/м<sup>3</sup>, однако средняя алмазоносность не превышает сотые доли карата. В многочисленных кимберлитовых трубках установлены единичные кристаллы алмазов.

В кимберлитовых полях, расположенных на флангах наиболее масштабных россыпных месторождений алмазов Анабарского алмазоносного района, уровень алмазоносности в тонне породы, не превышающий сотых и тысячных долей карата не представляет практического интереса (табл. 2.14).

Среди кимберлитовых полей Куонамской зоны отмечается четкая тенденция увеличения продуктивности кимберлитов с севера на юг. В пределах Анабарского, Староречинского и Ары-Мастахского полей устанавливаются единичные тела с крайне низким уровнем алмазоносности. В Дюкенском поле алмазоносны уже 25 тел, но также с убогой продуктивностью. В пределах Лучаканского и Куранахского полей уровень алмазоносности заметно повышается и уже в пределах самого южного поля зоны – Куранахского одна трубка (Малокуонамская) является потенциально-промышленной. Этот факт хорошо согласуется с тектоническими критериями алмазоносности кимберлитов, так как установлено увеличение мощности литосферы с севера на юг и с запада на восток субпровинции [Манаков, 2002].

Таким образом, во всех открытых кимберлитовых телах севера Западной Якутии отмечаются крайне низкие концентрации алмазов, и эти тела вряд ли могут быть основными источниками алмазов в россыпях. Это подчеркивается и кристалломорфологическими особенностями алмазов. Основную долю слагают алмазы I разновидности, и в них *отсутствуют* алмазы эбеляхского-северного типа.

По данным опробования В.Г. Широценского (Амакинская экспедиция), ореолы алмазов от размыва слабопродуктивных кимберлитов среднепалеозойского и мезозойского возрастов через несколько километров ниже их выходов затуше-

Таблица 2.14

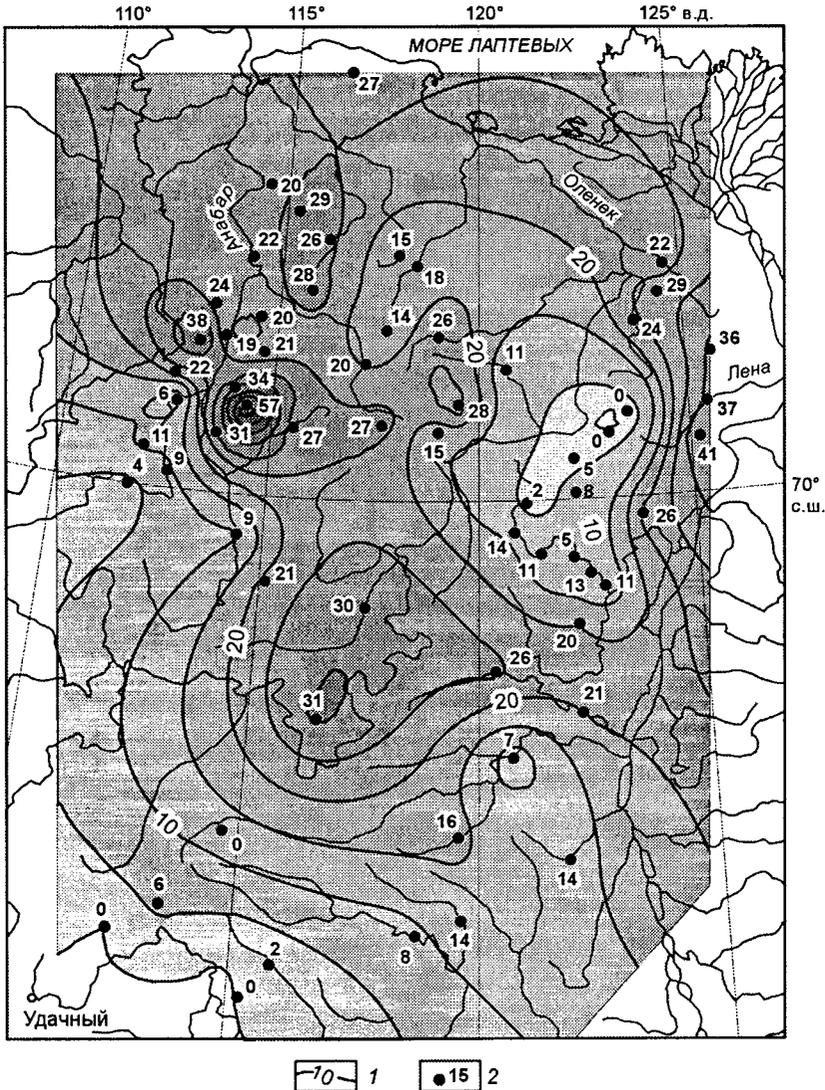
Алмазоносность кимберлитов Прианабарья

Кол-во алмазоносных тел	Количество извлеченных алмазов, шт.	Общий объем опробования, т	Содержание, кар/т		
			минимальное	максимальное	среднее
Старореченское поле					
5	7	157,2	0,00	0,005	0,003
Ары-Мастахское поле					
8	13	411	0,00	0,01	0,003
Дюкенское поле					
25	142	241	0,00	0,03	0,005
Анабарское поле					
2	18*	0,45	0,00	0,11	0,07

Примечание. Использованы данные Амакинской экспедиции, С.А. Прокопьев и др., 2001 г. Приведены результаты химического растворения небольших непредставительных проб.

выявляются региональным ореолом северных алмазов (пример – слабоалмазные трубки Русловая и Ленинград, выходящие в русле р. Омонос; трубки Лорик и Светлана – р. Укукит).

Лено-Анабарская алмазоносная субпровинция составляет северную часть Сибирской алмазоносной провинции. Она расположена на междуречье рек Хатанга и Лена. Северная ее граница протягивается по акватории Северного Ледовитого океана, а южная проходит по левому берегу р. Муна и истокам правых притоков р. Оленек. В отличие от предложенного районирования [Харьков и др., 1995, 1998; Зинчук и др., 1999, 2000; Зинчук, Коптиль, 2003] авторы считают, что не целесообразно западную границу субпровинции проводить по р. Котуй. Более логично при районировании кимберлитоподобных пород включать и Котуй-Меймечинский район, учитывая наличие здесь кимберлитовых полей. Однако для районирова-

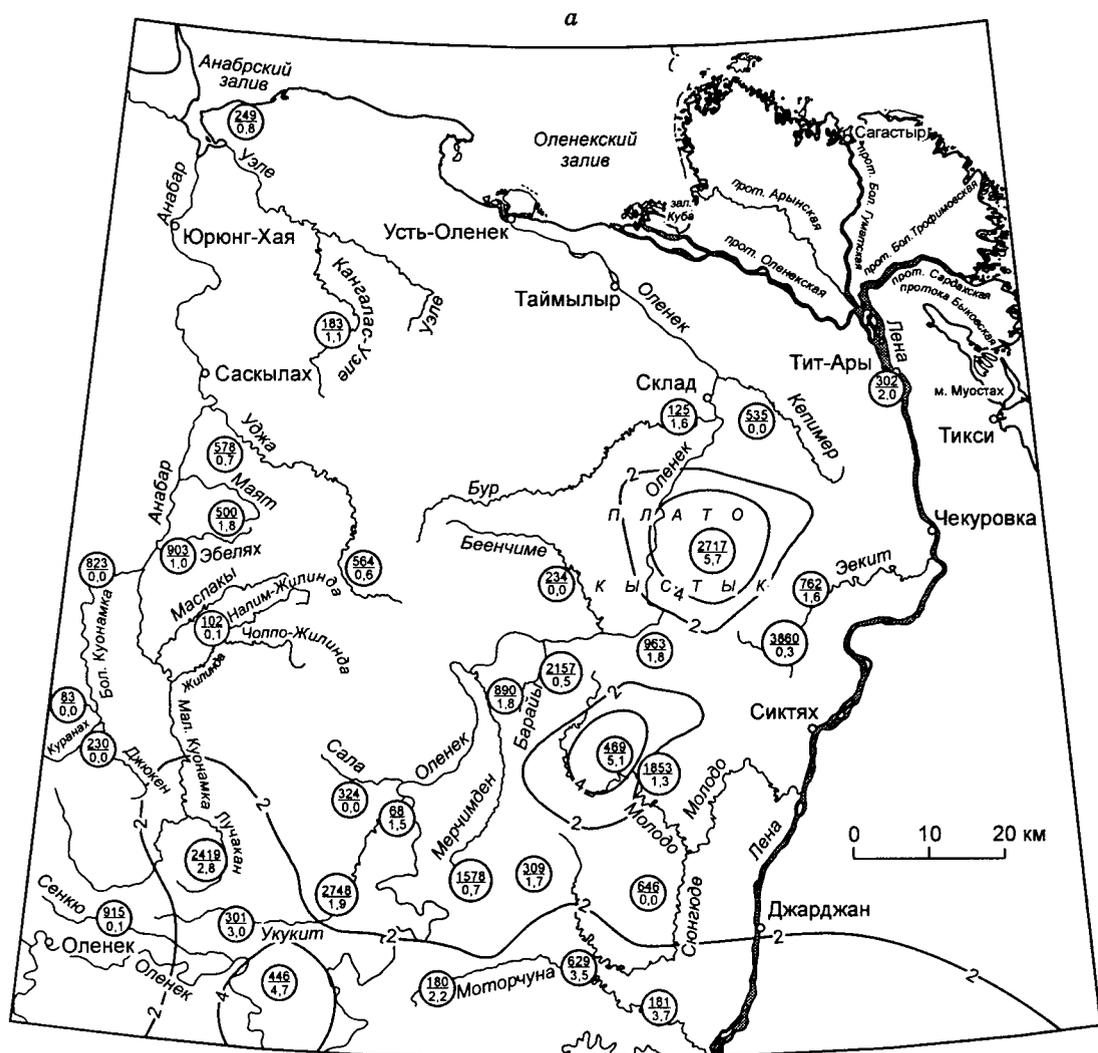


**Рис. 2.4.** Распространение алмазов V–VII разновидностей (%) в россыпях Лено-Анабарской алмазоносной субпровинции:

1 – содержание алмазов, %, 2 – россыпи субпровинции с содержанием алмазов V–VII разновидности, %

ния россыпной алмазности это вряд ли целесообразно, так как россыпи алмазов на западном склоне Анабарского массива отсутствуют. По нашему мнению, западная граница должна пересекать долину р. Попогай в ее среднем течении и верховьях рек Бол. Куонамка и Оленек. Восточная граница субпровинции проходит по долине р. Лена.

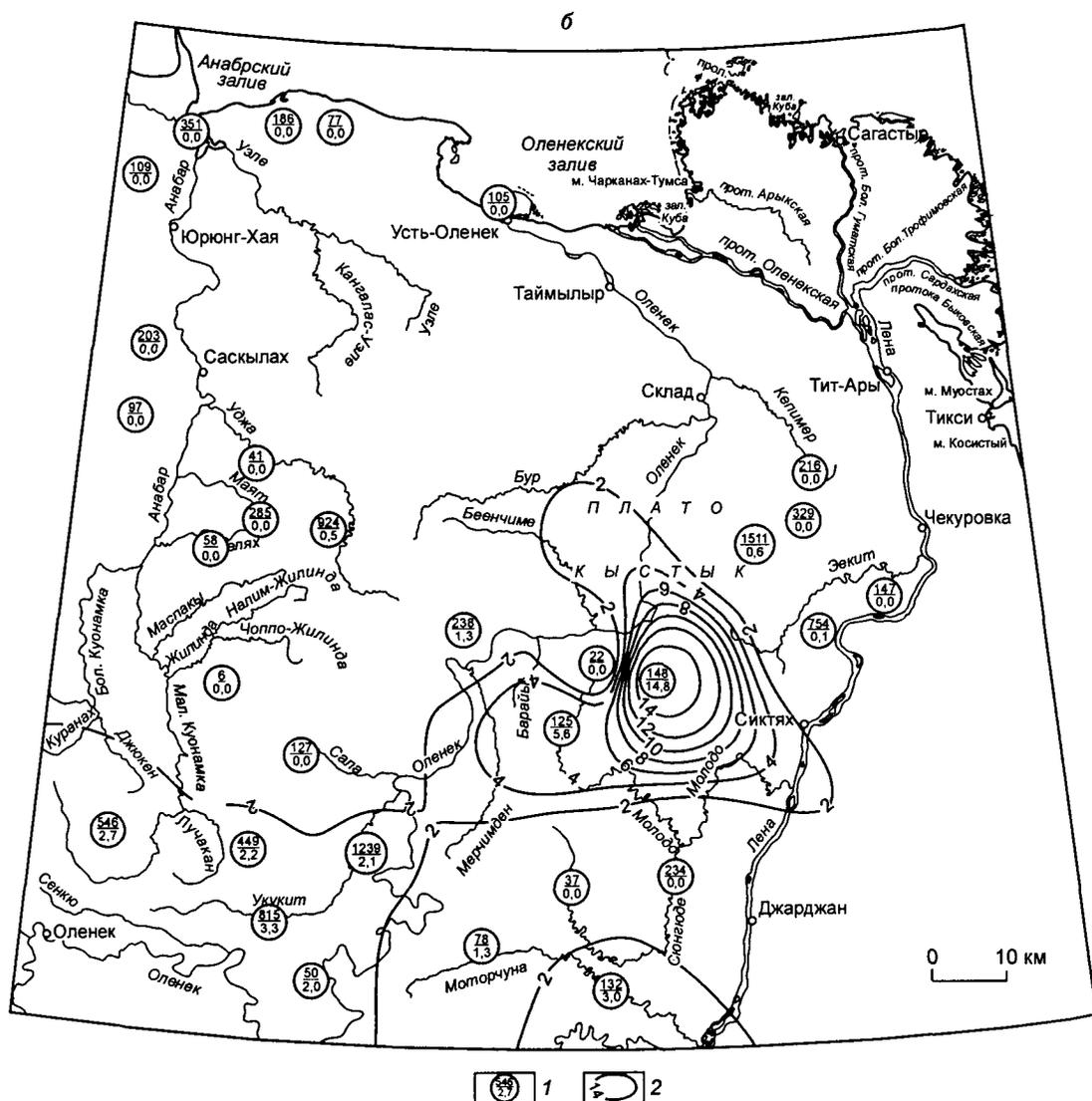
Логика выделения Сибирской алмазносной провинции базируется на структурно-тектонических критериях. Согласно правилу Т. Клиффорда [Clifford, 1966], основная часть коренных месторождений алмазов приурочена к древним архейским кратонам (Сибирский кратон – платформа). Однако если это правило с небольшими отступлениями априорно для коренных алмазносных провинций мира, то их россыпные аналоги охватывают и смежные с платформами мобильные пояса. В пределах Сибирской провинции алмазы установлены в триасовых отложениях Верхоянской складчатой системы и Лено-Анабарского прогиба. В акватории моря Лаптевых алмазы найдены на о-ве Бегичев и п-ове Урунг-Тумус. Все обозначенные районы входят в состав Лено-Анабарской алмазносной субпровинции.



Таким образом, выделение Лено-Анабарской субпровинции не базируется на особенностях геологического строения региона, а подчеркивается своеобразным спектром алмазов [Зинчук, Коптиль, 2003], которые отсутствуют в других регионах Сибирской провинции (рис. 2.4).

Несмотря на высокую и уникальную алмазоносность россыпей Лено-Анабарской субпровинции для нее характерно низкое содержание пиропов и хромшпиннелей алмазной ассоциации (по Н.В. Соболеву). Исключение составляет древние верхнепалеозойские отложения и четвертинные россыпи, сформированные за счет их размыва, в междуречье Кютюнгде-Молодо (рис. 2.5, а, б).

На смежной с юга Центрально-Сибирской субпровинции алмазы V и VII разновидностей в небольшом количестве встречаются в Муно-Тюнгском и Средне-Мархинском алмазных районах, в верховьях рек Муна, Тюнг, Марха. В Мало-Ботубобинском районе эти алмазы не установлены. Отсутствуют алмазы пятой и седьмой разновидностей в Алданской и Тунгусской субпровинциях.



1 – в числителе – количество изученных зерен, в знаменателе – содержание зерен алмазной ассоциации, %; 2 – изолинии содержания зерен алмазной ассоциации, %.

В пределах Лено-Анабарской субпровинции (рис. 2.6) выделяются три микрагенетические (структурно-тектонические) зоны: Далдыно-Оленекская, Куонамская и Молодо-Попигайская.

Далдыно-Оленекская кимберлитоконтролирующая зона объединяет Севернейское, Чомурдахское, Восточно-Укукитское, Западно-Укукитское, Огонер-Юряхское и Куойкско-Молодинское поля. В пределах Центрально-Сибирской субпровинции к этой же зоне тяготеют Алакит-Мархинское, Далдынское и Верхне-Мунское кимберлитовые поля, которые включают крупные промышленные месторождения алмазов. Длинные оси кимберлитовых тел этой зоны северо-восточного простирания и тяготеют к полосе шириной 80–350 км. Магматичес-

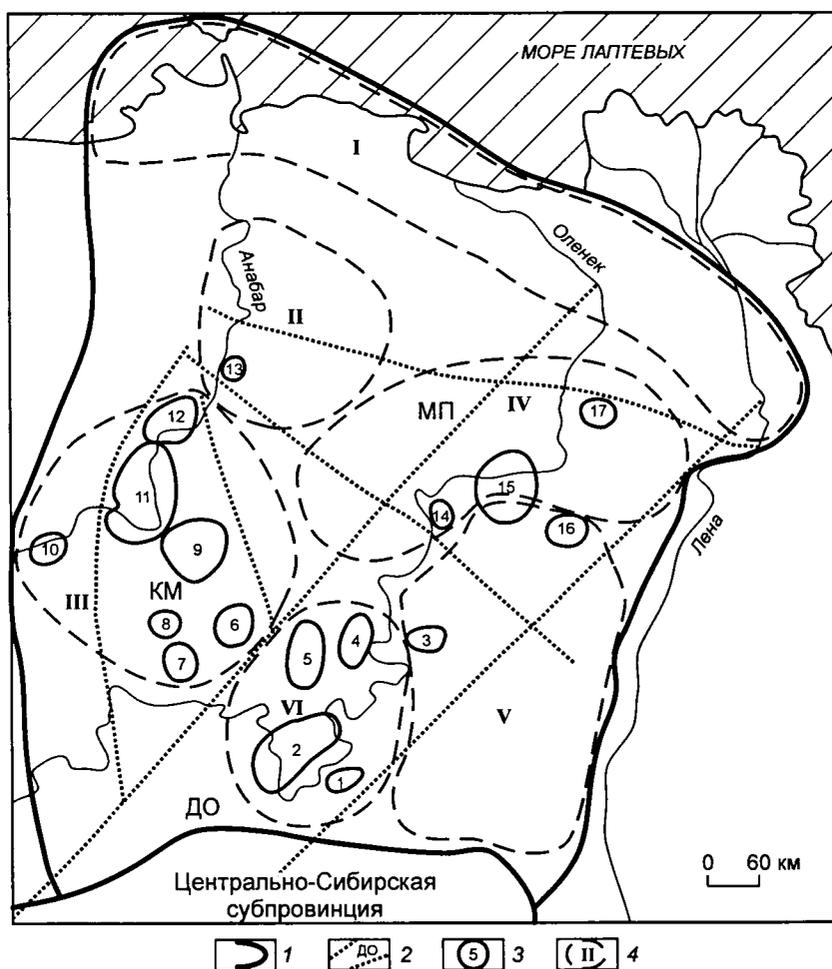


Рис. 2.6. Схема районирования Лено-Анабарской алмазоносной субпровинции:

1 – границы субпровинций; 2 – кимберлитоконтролирующие зоны (ДО – Далдыно-Оленекская, КМ – Куонамская, МП – Молодо-Попигайская); 3 – кимберлитовые поля (1 – Севернейское, 2 – Чомурдахское, 3 – Огонер-Юряхское, 4 – Восточно-Укукитское, 5 – Западно-Укукитское, 6 – Лучаканское, 7 – Куранахское, 8 – Биригиндинское, 9 – Дюкенское, 10 – Средне-Куонамское, 11 – Ары-Мастахское, 12 – Старореченское, 13 – Анабарское (Эбеляхское), 14 – Мерчимденское, 15 – Куойкско-Молодинское, 16 – Толуопское, 17 – Хорбусуонское); 4 – россыпные алмазоносные районы (I – Приморский, II – Анабарский, III – Куонамский, IV – Нижне-Оленекский, V – Приленский, VI – Средне-Оленекский).

кие комплексы в пределах этой зоны представлены кимберлитами пяти(?) возрастных генераций [Брахфогель, 1989].

Куонамская кимберлитоконтролирующая зона приурочена к восточному флангу Анабарского массива. В ее пределах расположены Староречинское, Ары-Мастахское, Дюкенское, Биригиндинское, Лучаканское и Куранахское поля. Эти поля практически слились в одно поле, и их разделение является чисто условным. Куонамская зона объединяет группу магматитов широкой формационной принадлежности, чем она отличается от Далдыно-Оленекской зоны. В составе магматического комплекса здесь выделяются кимберлиты, карбонатиты, альнеиты, пикриты и другие породы. Магматиты Куонамской зоны имеют широкий возрастной диапазон – от среднепалеозойских до меловых.

Молодо-Попигайская кимберлитоконтролирующая зона вмещает кимберлитовый вулканизм Мерчимденского, Толоупского, Анабарского, Хорбусуонского и части тел Куойкского и Молодинского полей. Возрастной диапазон кимберлитов довольно широкий – от среднепалеозойских до меловых. Эта зона имеет сходство с Виллюй-Мархинской зоной, также характеризующейся серией базитовых даек северо-западного простирания, расположенных в переходной зоне от антеклизы к синеклизе. Эту зону на две части разделяет Уджинский авлакоген. На его восточном борту базитовые дайки имеют среднепалеозойский возраст, а на западном – мезозойский и среднепалеозойский. В Анабарском алмазоносном районе о наличии среднепалеозойского базитового вулканизма могут свидетельствовать штокообразные тела, на значительные глубины подвергнутые процессам гипергенеза, и протяженная кембрийская дайка, на оперяющем разломе которой расположены единственные кимберлитовые тела Анабарского поля – Гренада, Надежда и дайка Ан. 98а/73. Возрастных датировок этой дайки пока нет, но, судя по тому, что она не прорывает породы верхнего палеозоя, а перекрывается ими, ее возраст, скорее всего, палеозойский.

В развитие данного районирования можно выделить области россыпной алмазоносности, которые будут объединять территории с преобладающими алмазами одного типа первоисточника. В пределах Лено-Анабарской субпровинции предложенная [Зинчук и др., 2000] схема районирования предусматривает выделение двух областей: Анабаро-Оленекской и Кютюнгиндинской. Соглашаясь с предложенным районированием, авторы считают, что кроме обозначенных необходимо выделить Куонамскую и Попигайскую области.

Для Анабаро-Оленекской области характерен симбиоз алмазов, в среднем состоящий из ламинарных алмазов ряда О–Д (15 %), округлых камней уральского и жильного типов (40 %), желтых кубов II разновидности (3 %) и суммы округлых алмазов V–VII разновидностей (42 %). Коренной источник этих алмазов не установлен, наиболее древним коллектором являются карнийские отложения Верхоянья и Лено-Анабарского прогиба. Для области характерна средняя стоимость алмазов.

Куонамская область приурочена к центральной части Анабарского массива к площадям развития древних архейских и протерозойских пород. Для области характерно высокое содержание алмазов I разновидности (80–90 %), среди которых доминирует уральский тип. Алмазы сильно окатаны, для них характерны признаки древности. Коренные источники не установлены. Стоимость алмазов высокая.

Попигайская область расположена в бассейне верхнего течения одноименной реки. В этой области россыпи содержат алмазы одного типа – импактные, с примесью лонсдейлита. Коренным источником алмазов является Попигайская астроблема. Алмазы технические, с низкой стоимостью.

Для Кютюнгиндинской области, расположенной в нижнем течении р. Оленек, характерно высокое содержание ламинарных камней ряда О–Д (57 %) и в целом

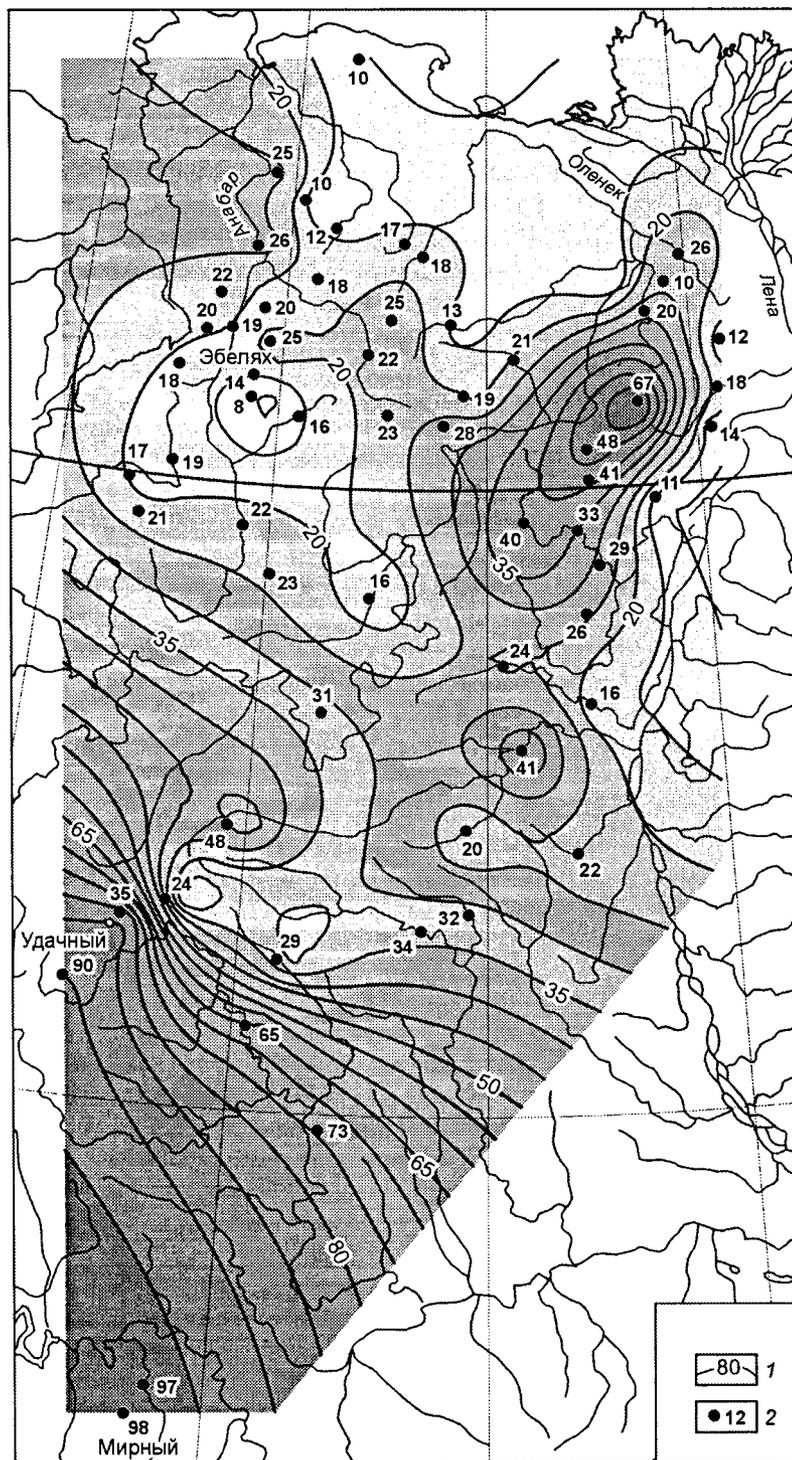


Рис. 2.7. Распространение ламинарных алмазов (%) в россыпях Западной Якутии: 1 – содержание алмазов, %, 2 – россыпь.

кристаллов первой разновидности (90 %), повышенное содержание пиропов и хромшпинелидов алмазной ассоциации (по Н.В. Соболеву), что свидетельствует о типичном для Сибирской провинции кимберлитовом типе источника алмазов (см. рис. 2.5, а, б, 2.7). Коренной источник алмазов не установлен. Наиболее древним коллектором алмазов являются нуччаюрегинская свита нижнего карбона и далдынская свита верхнего карбона–нижней перми. Большой процент этих алмазов содержится в россыпях рек Далдын, Ырас, Молодо. Стоимость алмазов высокая.

Территория Лено-Анабарской субпровинции охватывает площади шести алмазоносных районов: Приморского, Анабарского, Куонамского, Средне-Оленекского, Нижне-Оленекского и Приленского. Понятие “район” не входит в число таксономических единиц районирования областей кимберлитового вулканизма и является термином свободного пользования. За ним сохраняется исторически сложившееся чисто географическое значение, и оно применяется для собирательного обозначения сравнительно компактных площадей развития россыпей и кимберлитовых полей. В ряде научных работ и в отчетах производственных геолого-разведочных организаций Куонамский район не выделяется, и вся его площадь включается в состав Анабарского района. Такая же ситуация складывается с Нижне-Оленекским районом, когда район участками дробится между Приморским, Анабарским и Приленским районами.

В целом нет универсальной схемы среди имеющихся схем деления субпровинций и областей на более дробные таксоны не существует. *Необходимо разработать такую классификацию, которая, кроме объединения территориальной общности объектов, будет опираться на глубинное строение, тогда границы районов можно увязать с кимберлитовыми полями и минерагеническими (структурно-тектоническими) зонами. В настоящее время не обоснованы границы кимберлитовых полей. Так, многие слившиеся друг с другом разновозрастные поля, тем не менее, почему-то разделены между собой границей. Вероятно, можно объединить Куойкское и Молодинское, Западно-Укукитское и Восточно-Укукитское, Дюкенское, Ары-Мастахское и Староречинское поля. При современной изученности эти поля практически слились вместе. Возможно, более конкретное ранжирование кимберлитовых тел по минерагеническим зонам и блокам земной коры позволит обосновать между полями и районами более четкую границу.*

### Анабарский алмазоносный район

Анабарский алмазоносный район расположен на восточном склоне Анабарского поднятия, охватывая Попигайско-Анабарско-Уджинское междуречье. В геологическом строении района принимают участие карбонатно-терригенные отложения и вулканогенные образования венда, кембрия, перми, триаса, юры и мела, которые интродуцированы магматитами среднепалеозойского и мезозойского возрастов (рис. 2.8, см. вклейку, с. 112–113). Все перечисленные образования в разной степени перекрыты кайнозойскими осадками различных генетических типов, с которыми связаны все россыпные месторождения алмазов. Из кимберлитовых полей в районе известно убогоалмазоносное (см. табл. 2.14) *Анабарское (Эбеляхское) поле*, расположенное на правом берегу р. Анабар, между устьями рек Биллях и Маят.

Анабарский алмазоносный район вмещает основные промышленные россыпные месторождения и проявления алмазов России – 64,2 % промышленных запасов и 53,3 % прогнозных ресурсов. При этом только в бассейне р. Эбелях сконцентрировано более 50 % российского потенциала россыпных алмазов. К промышленным месторождениям отнесены россыпи: Эбелях с участком Исток, Холо-

молоох, Ыраас-Юрях, Гусиный, руч. 53, Моргогор, Биллях, Маят, Хара-Мас и неогеновая залежь Верхний Биллях. В разряд потенциально-промышленных – россыпи Анабар, Кюрюктюр, Юлегир-Уджинский и ряд притоков р. Эбелях.

Хотелось бы отметить наиболее важные моменты, которые, каким-либо образом повлияли на уникальную россыпную алмазонасность данного региона.

В первую очередь, важную роль сыграли широко развитые в районе породы *анабарской свиты* ( $C_2an$ ). Доломиты свиты интенсивно закарстованы, в них образованы и широко развиты эрозионно-карстовые депрессии, заполненные алмазонасными отложениями мелового и неогенового возраста. Высокоалмазонасные неогеновые и убогалмазонасные меловые образования в настоящее время сохранились лишь в основаниях (корневых частях) депрессий, а ранее, безусловно, имели площадное развитие. В результате интенсивного размыва большого объема меловых осадков и, вероятно, юрских отложений формировались неогеновые россыпи, перемыв которых обусловил алмазонасность четвертичных россыпей.

В настоящее время генезис верхнечетвертичных погребенных долин, в которых сконцентрированы основные запасы алмазов притоков рек Эбелях, Биллях, Маят, Хара-Мас и самих этих водотоков в средних и верхних течениях до конца не изучен. Продуктивные отложения этих долин представлены существенно илистыми и льдистыми (до 50 %) образованиями. Обломочный материал и древесные остатки распределены по слою неравномерно, хаотично создавая “мусорный” облик. Гравий и галька плохо окатанные, состоят преимущественно из местных карбонатных пород, реже кремней, кремнистых доломитов. В них, как правило, отсутствуют следы сортировки. По внешнему облику отложения не похожи на классический аллювий, а больше напоминают пролювиальные образования. Тем не менее степень их алмазонасности довольно высокая. Максимальные содержания на россыпях Гусиная достигает 19,04 кар/м<sup>3</sup>; Ыраас-Юрях – 13,74; Холомолоох – 17,22; Хара-Мас – 3,98; Моргогор – 4,86; Чоэрдү-Пастага (прав. приток р. Маят) – 3,15; истоки р. Эбелях – 9,46; руч. 53 – 9,8; р. Биллях – 7,84 кар/м<sup>3</sup> и т. д. Согласно теории, разработанной М.Г. Гросвальдом [1999], происхождение этих долин связано с изменениями позднелейстоценовой системы приледникового стока, изолированной от разгрузки в Северный Ледовитый океан протяженными ледниковыми покровами. Суть гипотезы заключается в существовании одноактных прорывов гигантских объемов морских вод из-под Панарктического ледяного купола (во время последнего оледенения) на материковую часть и стремительном затоплении ими равнинных территорий. Во время таких прорывов в ложбинах стока могла происходить проработка алмазонасного материала неогеновых и древних коллекторов. Последующее подтопление ледниками основных водных артерий обусловило создание обширного бассейна с формированием илисто-льдистой пачки маятской свиты, которая запечатала неогеновые и верхнечетвертичные долины и русловые фации всех надпойменных террас, начиная со второй.

Позитивным фактором повышенной алмазонасности древних и четвертичных россыпей является распространенность разновозрастных кор выветривания, разделяющих на площадные (остаточные и переотложенные) и линейные.

Остаточные коры выветривания площадного типа широко развиты на карбонатных породах кембрия. На доломитах анабарской свиты они представлены доломитовой мукой с щебнем и глыбами доломитов, на участках развития известняков – пластичной карбонатной глиной. Мощность остаточной коры выветривания изменяется от 0,5 до 25,0 м. Остаточные коры выветривания отмечаются на интрузиях основного и ультраосновного состава (участки Моргогор, Очуос, Утренний, кимберлитовые трубки Гренада и Надежда), где они представлены интенсивно ожелезненными глинами с реликтами первичной структуры максимальной мощ-

ностью до 180 м. Для кор выветривания района по интрузивным и эффузивным породам характерна инфильтрационная сидеритизация продуктов выветривания.

Переотложенные коры выветривания, как правило, слагают верхние горизонты остаточных кор выветривания на участках их перекрытия более молодыми аллювиальными образованиями. От остаточных кор выветривания они отличаются наличием терригенной примеси – гальки, гравия и кварц-полевошпатового песка. Мощность переотложенных кор выветривания не превышает первых метров.

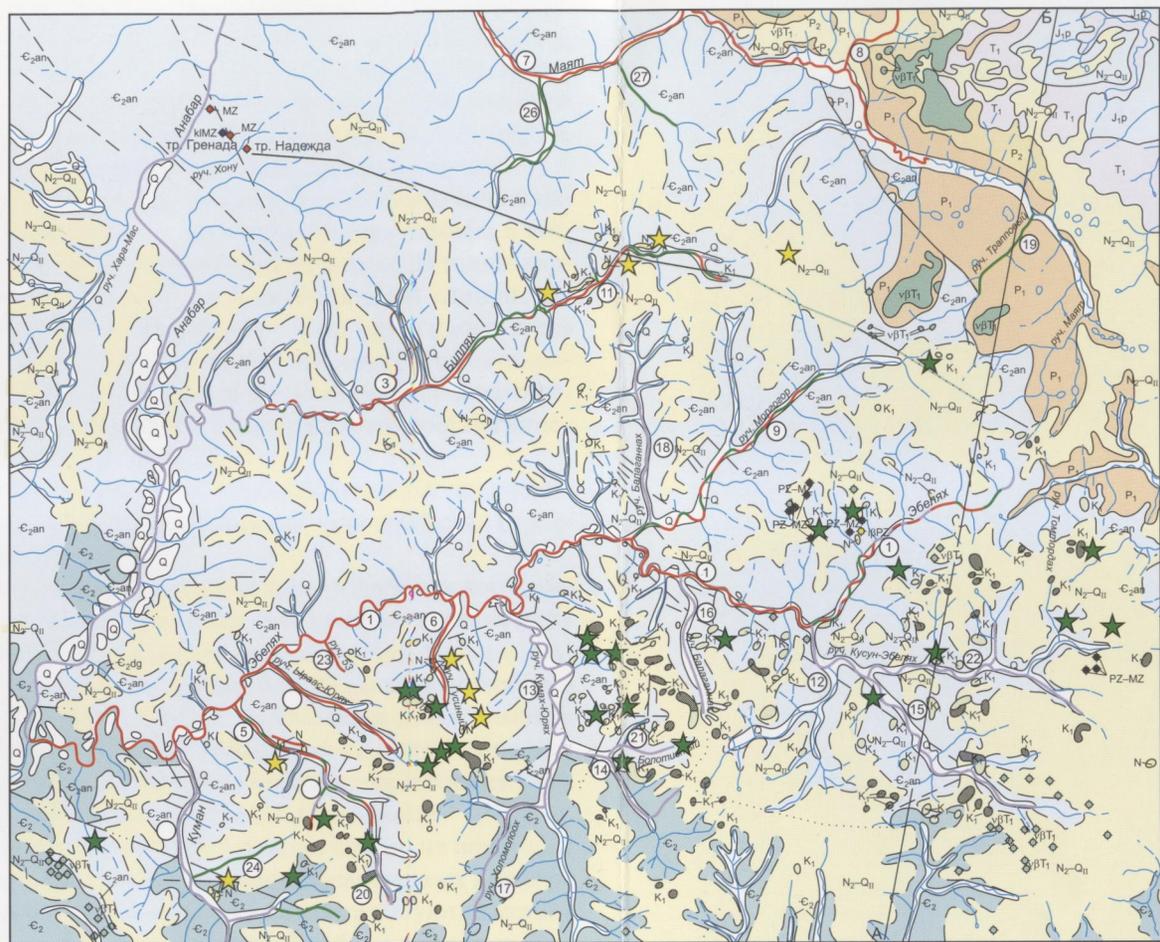
Коры выветривания линейного типа установлены в зонах тектонических нарушений, на участках широкого распространения карстовых форм рельефа, а также по крутопадающим дайкообразным телам магматических пород. В толще карбонатных пород они сложены доломитовой мукой и карбонатной глиной. Их мощность по вертикали достигает 100–200 м. На породах перми, юры и мела коры выветривания представлены мелкозернистыми песками с обломками ожелезненных доломитов, песчаников и аргиллитов и глинами желтовато- и зеленовато-серого цвета. Их мощность изменяется от 0,2 до 6,0 м. Минеральный состав гидрослюдисто-каолиновый, с примесью гётита и гиббсита.

В Анабарском районе проявлены четыре эпохи корообразования: предпермская (верхнедевонская–среднекарбонатная), верхнетриасовая–раннеюрская (предплинбахская), мел-палеогеновая и неогеновая.

По типоморфным особенностям алмазов россыпи алмазов Анабарского района близки, однако даже незначительные изменения соотношения индивидов уральского и эбеляхского типов приводит к изменению стоимости сырья в два-три раза. Алмазы в основной массе сортированы и содержат следы механического износа, что свидетельствует о длительном переносе. Небольшая доля алмазов уральского типа в россыпях Кюрюктюр и Юлегир-Уджинский неизношенны, что не исключает возможности подпитки этих россыпей из неоткрытых коренных источников в пределах Молодо-Попигайской зоны глубинных разломов.

Известные кимберлиты в пределах Анабарского района никак не повлияли на продуктивность россыпей. Они содержат спектр алмазов, характерных для убогоалмазоносных тел севера Сибирской провинции, и в них отсутствуют кристаллы эбеляхского-северного типа, характерные для россыпей района. Кимберлиты сложнопостроенных тел Гренада, Надежда и дайки Анабарская вскрыты на правом берегу р. Анабар, между устьями рек Биллях и Маят. Тела небольшие, сложены брекчиями и порфирированными разностями кимберлитов. Породы до глубины 180 м сильно выветрелые и их текстурно-структурные особенности трудно различимы. Зоны эндоконтактов интенсивно ожелезнены. Кимберлитовые породы тр. Гренада прорваны дайкой ильменитовых оливинитов (беспироксеновых пикритов), практически не затронутой выветриванием. Абсолютный возраст дайки оливинитов (пикритов) установлен по единичному определению рубидий-стронциевым методом и составляет 158–160 млн лет [Брахфогель, 1984], что соответствует рубежу средней–поздней юры. Возраст кимберлитовых брекчий и порфирированных разностей не определялся, так как породы сильно выветрелые. Скорее всего, они среднетриасовые, как и многие кимберлиты Лено-Анабарской субпровинции, что подтверждается данными расположенной рядом кимберлитовой дайки Анабарская (ан. 98А/73) – 235 млн лет [Там же]. Хотя, исходя из наличия мощных кор выветривания, нельзя исключать и среднепалеозойский возраст кимберлитов (на магматических образованиях мезозойского возраста коры выветривания практически отсутствуют). Кимберлитовые тела отличаются высоким содержанием пикроильменита, реже встречается пироп. Все зерна пикроильменита имеют шиповатую поверхность. Среди пиропов доминируют гранаты лерцолитового парагенезиса [Бовкун и др., 2001, 2002].

Система	Отдел	Ярус		Мощность, м	Характеристика
		Месторождения	Индекс		
Юрская	Нижний	Плинсбахский	N-Q	2-30	Илы, пески, суглинки, галечники
			K <sub>1</sub>	5-130	Песчаники, глины с прослоями и линзами галечников
			J <sub>1p</sub>	50-120	Песчаники, алевролиты с линзами конгломератов и конкрециями известняков. В основании – конгломераты
			T <sub>1</sub>	20	Покровы базальтов и их туфы
Пермская	Верхний		P <sub>2</sub>	30-130	Песчаники с линзами конгломератов, алевроитов глин, конкреции карбонатных пород
			P <sub>1</sub>	60-90	Песчаники, алевролиты, глинистые алевролиты.
			C <sub>2an</sub>	до 400	Анабарская свита. Светло-желтые, серые доломиты. Встречаются прослои глинистых доломитов
Кембрийская	Средний	Майский	C <sub>2</sub>	270-360	Верхний подъярус. Силигирский горизонт. Известняки, ритмично переслаивающиеся с глинистыми известняками имергелями. В северном направлении они замещаются известняками и доломитами (анабарская свита). Верхний подъярус. Джахтарский горизонт. Светло-серые и буроватые известняки, глинистые известняки. Нижний подъярус. Оленекский горизонт. Бурокрасные, вишневокрасные, зеленые и светло-серые известняки, мергели



- Q Четвер- тичная система
- N<sub>2</sub>-Q<sub>11</sub> Верхне- неогенная система
- N Неогенная система
- K<sub>1</sub> Меловая система
- J<sub>1p</sub> Юрская система
- T<sub>1</sub> Триасовая система
- P<sub>2</sub> Пермская система
- P<sub>1</sub> Пермская система
- C<sub>2an</sub> Кембрийская система
- C<sub>2</sub> Средний отдел
- vbt<sub>1</sub> Мезозойские и мезозойские интрузивные образования
- pz-mz Трубки
- ipz-mz Щелоч
- mz Трубки
- kimz Дайки
- устан
- - - предк
- ..... переж
- досто
- Ag
- > 1,0 км
- 0,7-1,0 км
- ★ в мелк
- ★ в неог
- Палео
- Тела

Рис. 2.8. Россыпи Эбеляхской площади:

- 1 – Эбелях; 2 – Анабар; 3 – Биллях; 4 – Бйраас-Юрях; 5 – Холомолоох; 6 – Пусинный; 7 – Маят; 8 – Чуэрдү-Паастанга; 9 – Моргогор; 10 – Куман; 11 – Верх. Биллях; 12 – Кусун-Эбелях; 13 – Кумах-Юрях; 14 – Лабазный; 15 – Бйраас-Юреге; 16 – Балаганнах; 17 – Холомолоох-Куманский; 18 – Балаганнах-Моргогорский; 19 – Трапвовый; 20 – Лог-179; 21 – Болотистый; 22 – Унгах-Салах; 23 – руч. 53; 24 – руч. 30; 25 – руч. 34; 26 – Олом; 27 – Кула.



По структурно-тектоническим критериям алмазоносности в Анабарском районе существуют благоприятные предпосылки для открытия кимберлитов. На ее северную часть трассируется Молодо-Попигайская кимберлитоконтролирующая зона. Наиболее благоприятным участком является Маятско-Юлегирско-Чимаринское междуречье, где в базальных горизонтах юрских отложений отмечаются минералы-индикаторы кимберлитов хорошей сохранности и фиксируются неизношенные алмазы. Однако, учитывая небольшую мощность литосферы [Манаков, 2002] и невысокое содержание в россыпях ламинарных алмазов, продуктивность прогнозируемых трубок должна быть незначительной.

До настоящего времени в Анабарском районе нерешенной проблемой остается стратиграфическая принадлежность каменноугольных отложений и их влияние на россыпную алмазоносность. Эти образования в виде отдельных глыб кварцевых песчаников, гравелитов и конгломератов зафиксированы в бассейнах левых притоков р. Эбелях – руч. Кумах-Юрях, Гусиный, Ыраас-Юрях, Балаганах и нигде в коренном залегании не установлены. По внешнему облику они похожи на базальные образования нуччаюрегинской свиты. Отложения содержат минералы-индикаторы кимберлитов, в них найден один кристалл алмаза [Михайлов и др., 1995]. По полевым наблюдениям авторов, в конгломератах, установленных в бассейне р. Ыраас-Юрях, пикроильменит в штуфных пробах диагностировался визуально в виде крупных (до 3–5 мм) желваков.

#### Неогеновые россыпи

Неогеновые отложения залегают на водоразделах или склонах. Реже они фиксируются отдельными фрагментами неогеновой гидросети в верховьях рек или ручьев, сохраняясь в эрозионно-карстовых депрессиях. При изучении четвертичных россыпей (Холомолоох, Гусиная и Биллях) были разведаны и подсчитаны запасы алмазов по реликтам этих образований, сохранившимся в днище или на склоне верхнечетвертичной долины. Отдельно разведана и учтена государственным балансом неогеновая залежь Верхний Биллях.

#### *Россыпь Верхний Биллях*

Россыпь Верхний Биллях расположена в верхнем течении правого притока р. Анабар – р. Биллях. Приоритет открытия россыпного месторождения алмазов Верхний Биллях принадлежит аэрогеофизике. В 1973–1974 гг. В.А. Княжев и Б.И. Шлепнев провели аэромагнитную съемку, в результате которой в верховьях р. Биллях были выделены две локальные магнитные аномалии – 134 и 168, оконтуренные в 1978 г. геофизиками Эбеляхской партии АмГРЭ Е.М. Наконечным и В.А. Хорунжей наземными работами, а в 1979 г. заверены бурением.

В 1980–1982 гг. Эбеляхской партией Амакинской экспедиции были поставлены поисково-оценочные работы на россыпи Верхний Биллях, в результате которых были подсчитаны прогнозные ресурсы по категориям  $P_1$  (В.М. Куницкий, В.М. Подчасов).

В 1981–1986 гг. этой же партией (С.А. Граханов, А.С. Кириллин, 1986 г.) проведена предварительная разведка россыпи Верхний Биллях. В результате подсчитаны запасы алмазов по категориям  $C_1+C_2+P_1$  и установлена промышленная значимость этого месторождения. В процессе предварительной разведки очень эффективно работали геофизики (В.П. Лазебник), с высокой точностью оконтурившие алмазоносную залежь.

Россыпь Верхний Биллях представляет собой реликт эрозионно-карстовой долины протяженностью 1,9 км, выработанной в доломитах анабарской свиты среднего кембрия и выполненной галечниками неогенового возраста. Она состоит из пяти разобщенных, разновеликих удлинённых тел (рис. 2.9–2.11), расположен-

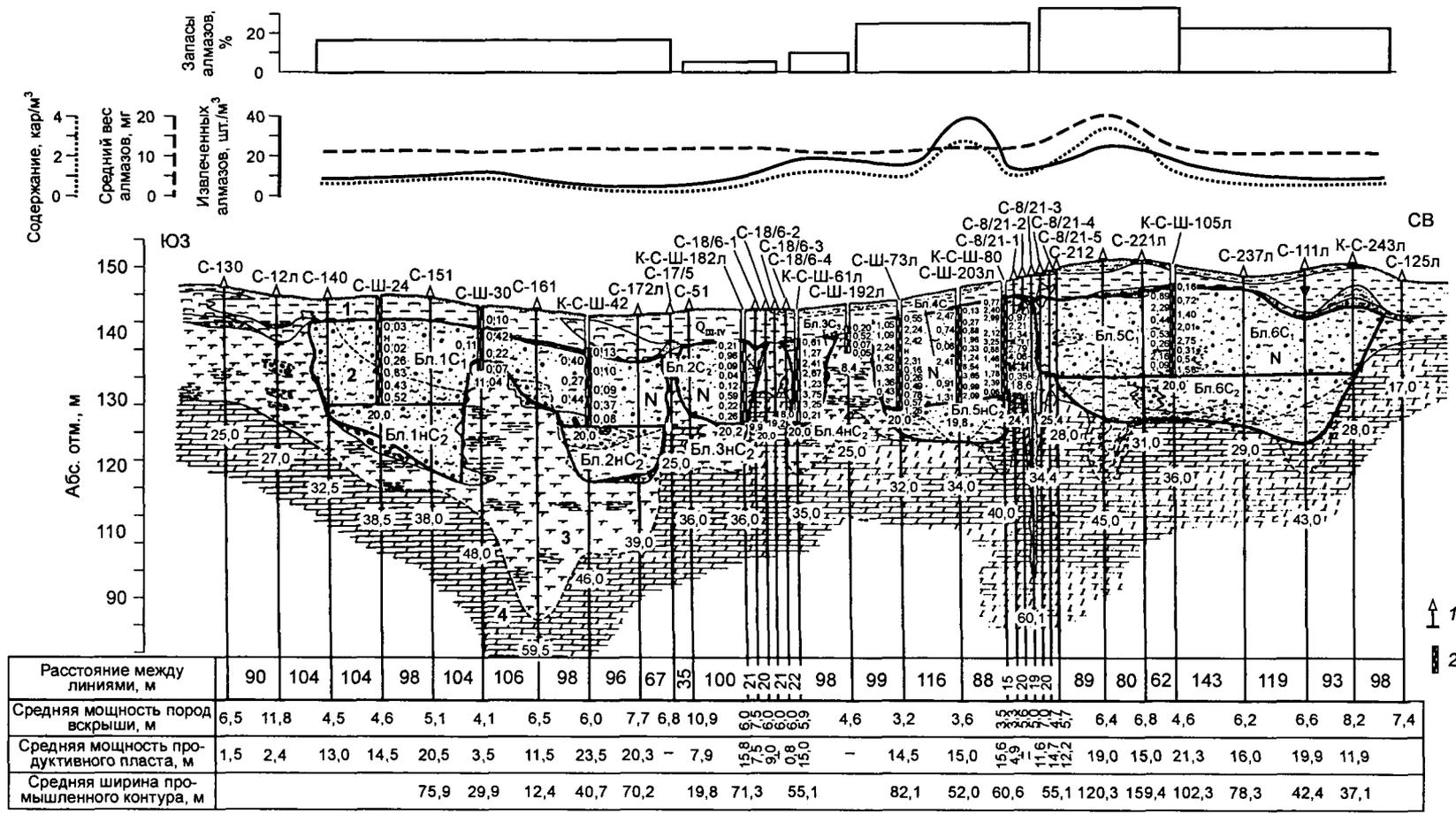


Рис. 2.9. Геологический разрез россыпи Верхний Билых:

1 – делювиально-солифлюкционные образования – “торфа” россыпи; 2 – неогеновые галечники – продуктивный пласт россыпи; 3 – коры выветривания по доломитам; 4 – коренные породы, доломиты анабарской свиты кембрия; Бл.1C<sub>1</sub> – блоки подсчета запасов алмазов.  
 1 – скважины; 2 – содержание алмазов по шурфам, кар/м<sup>3</sup>.

**Рис. 2.10.** Схема расположения россыпи Верхний Биллях:

1 – контур эрозионно-карстовых депрессий;  
2 – горно-буровые линии.



ных в 30–70 м друг от друга и ориентированных параллельно простираению долины р. Биллях на ее правом склоне. Морфологически на дневной поверхности эрозионно-карстовая долина не выражена, так как она перекрыта толщей делювиально-солифлюкционных отложений средней мощностью 5,5 м.

Тело россыпи в плане и разрезе имеет сложные причудливые формы. Она хорошо фиксируется в магнитном поле. При поисково-оценочных работах была реализована горно-буровая сеть (200–400) · (10–40) м и установлена сплошная залежь протяженностью 2,1 км. На стадии предварительной разведки, кроме сгущения горно-буровой сети до (100–200) · (10–20) м, осуществлена детальная магнитная съемка масштаба 1:2000, по результатам которой идеально закартирована реликтовая залежь. Горно-буровые выработки лишь уточнили данные по мощностям продуктивного пласта и сведения по распределению полезного компонента.

Месторождение по своим размерам неоднородно. Северо-восточную часть его составляют наиболее крупные тела, в центре и на юго-западе – более мелкие. Ниже по долине р. Биллях также фиксируются отдельные фрагменты неогенового аллювия, которые заполняют небольшие по размерам и глубине карстовые воронки. Выше реликтовой залежи Верхний Биллях открыта, но слабо изучена залежь Верхний Биллях-2, являющаяся естественным продолжением первой залежи. Вероятно, современная долина р. Биллях унаследовала неогеновую. В настоящее время верхние горизонты продуктивного аллювия эродированы, поэтому осадки прослеживаются фрагментарно, сохраняясь в наиболее глубоких карстовых формах. На водоразделе рек Биллях, Моргогор и Маят осадки залегают в виде плащеобразной залежи мощностью до 10 м.

В геологическом строении россыпи Верхний Биллях участвуют карбонатные породы анабарской свиты среднего кембрия, на которых развиты коры выветривания; меловые отложения, неогеновые аллювиальные, частично аллювиально-делювиальные отложения и верхнечетвертичные-современные делювиально-солифлюкционные образования.

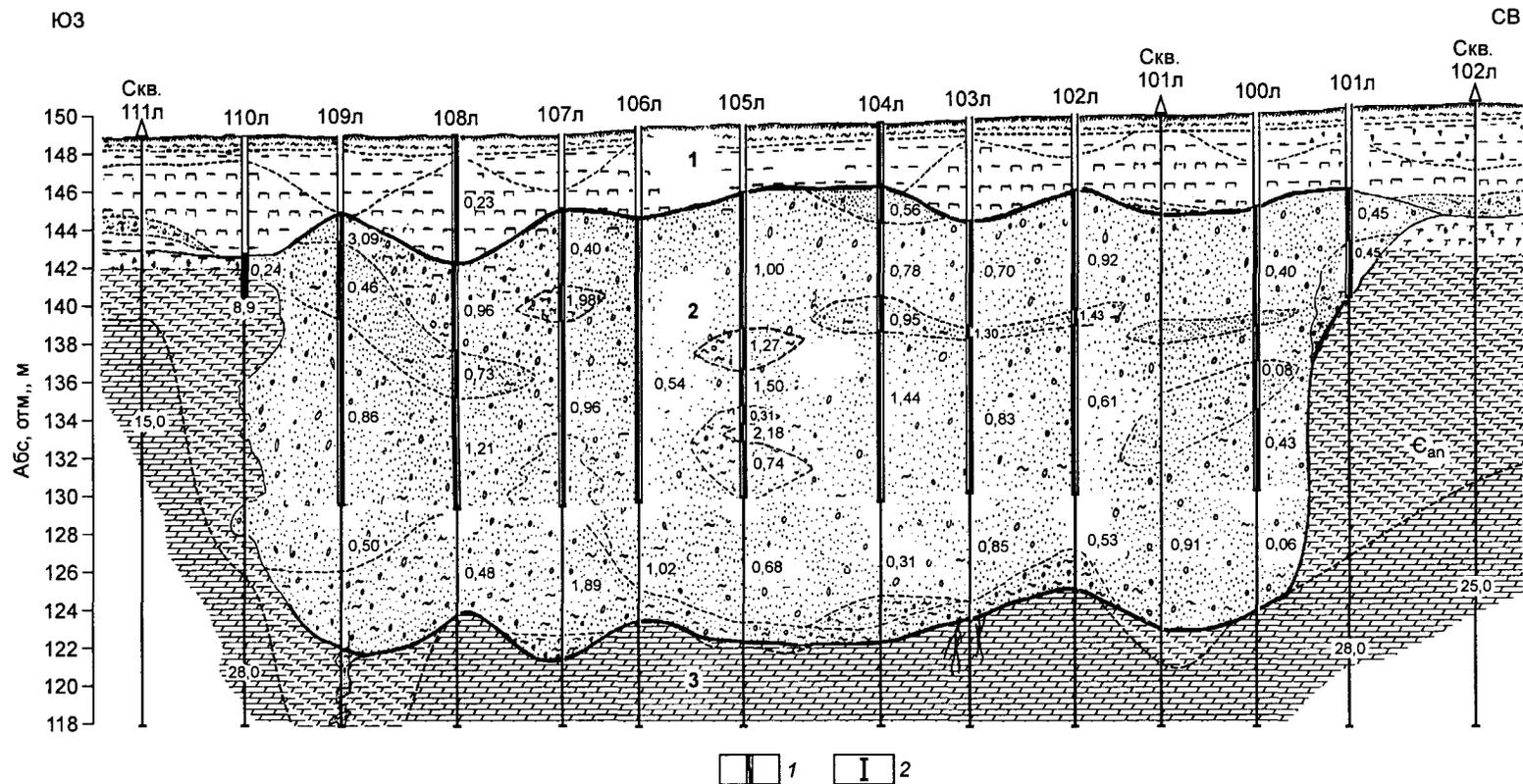


Рис. 2.11. Геологический разрез реликтовой неогеновой залежи Верхний Биллях:

1 – содержание алмазов по шурфам; 2 – содержание алмазов по скважинам, кар./м<sup>3</sup>; 1 – делювиально-солифлюкционные образования – “торфа” россыпи, 2 – неогеновые галечники – продуктивный пласт россыпи, 3 – коренные породы, доломиты анабарской свиты среднего кембрия.

Породы анабарской свиты среднего кембрия являются коренными, в которых заложена реликтовая палеодолина. Свита сложена доломитами светло- и желтовато-серыми, мелко-среднезернистыми, толстоплитчатыми до массивных. Для нее характерна повышенная пористость и кавернозность. Породы свиты интенсивно закарстованы.

На доломитах широко развиты коры выветривания, представленные доломитовой мукой белого, желтовато-серого и темно-желтого цвета, с включением щебня и глыб выветрелых доломитов. Мощность коры выветривания под продуктивными галечниками в среднем составляет 8,7 м, при колебаниях по отдельным линиям от 2,5 до 29,4 м, а на флангах месторождения достигает 62,8 м. В целом наблюдается тенденция увеличения мощности коры выветривания по направлению с северо-востока на юго-запад. В верхней части коры выветривания, контактирующей с продуктивными породами, повсеместно отмечается примесь песчаного и мелкого гравийно-галечного материала (2–10 %), за счет проникновения его по трещинам на глубину в первые метры. На различных глубинах фиксируются карстовые полости, заполненные терригенным материалом. Как с глубиной, так и на флангах россыпи, доломитовая мука “чистая”, без примесей и нередко сохраняет следы первичной текстуры доломитов, что подчеркивается характером ожелезнения или изменением окраски. В доломитовой муке встречаются желваки кремней, а также мелкие прослои и линзы карбонатных глин зеленовато-серого цвета. Минеральный состав переотложенной коры выветривания и перекрывающих продуктивных отложений идентичен.

Нижнемеловые отложения вскрыты в северо-восточной части россыпи. Они заполняют карстовую воронку глубиной 53,3 м, их мощность – 50,3 м, и представлены они глинистыми песками кварц-полевошпатового состава белого и буровато-серого цвета. По всему разрезу наблюдаются включения угольной крошки и обуглившейся древесины. Характерными минералами тяжелой фракции являются: ильменит, алмадин, магнетит, циркон. В единичных знаках присутствуют лимонит, эпидот, сфен, пироксен.

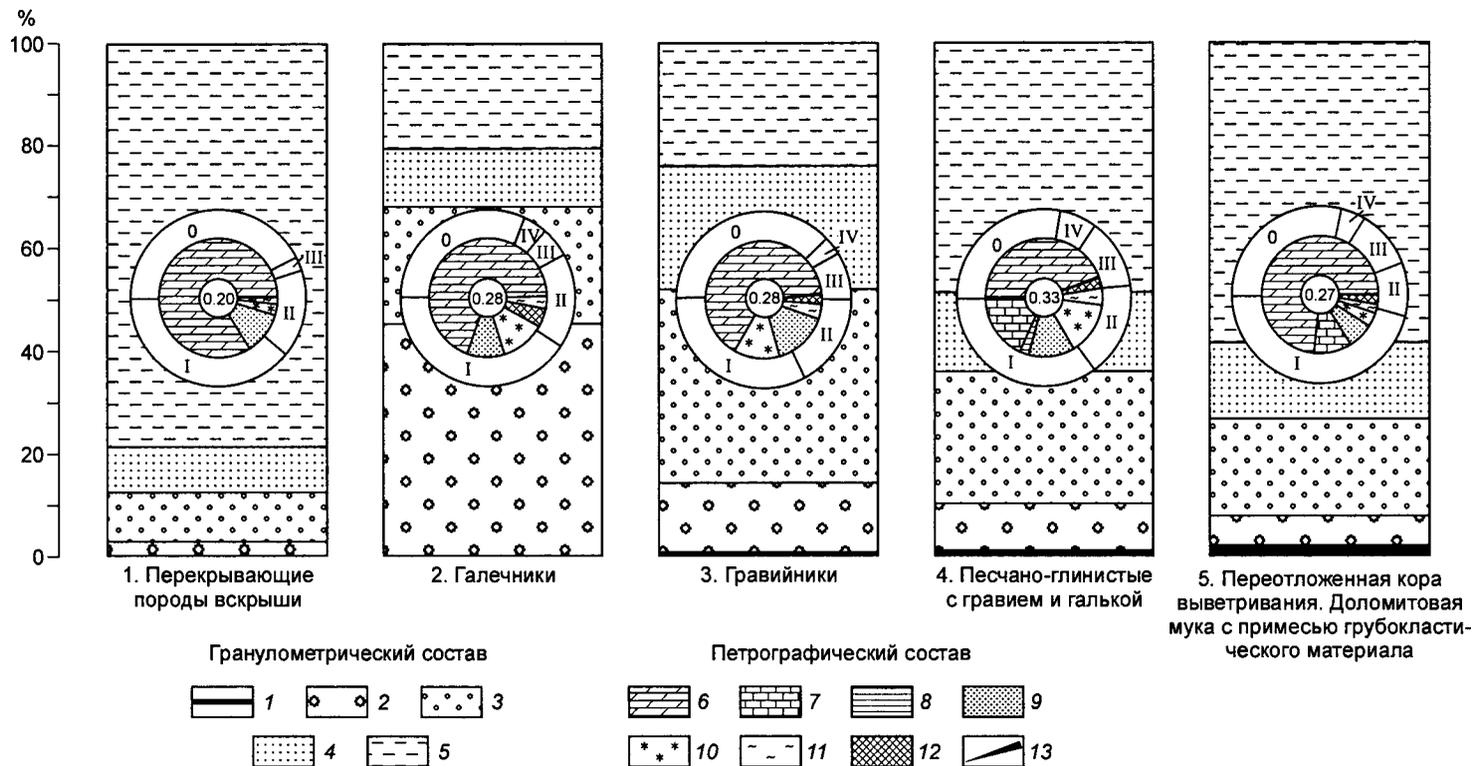
Неогеновые отложения, выполняющие эрозионно-карстовую палеодолину, имеют преимущественно аллювиальный, частично аллювиально-делювиальный генезис.

Аллювиальные осадки характеризуются неравномерным распределением грубообломочного материала. В них наблюдается частая литологическая изменчивость по мощности и по простиранию. В разрезе аллювиальных неогеновых отложений по гранулометрическому составу выделяются: галечники, гравийники и пески глинистые с галькой и гравием (табл. 2.15, рис.2.12).

Таблица 2.15

**Средний гранулометрический состав литологических разновидностей россыпи Верхний Биллях, %**

Отложения	Размер фракций, мм									
	Валуны	Галька			Гравий			Песок		Песок-глина
		400+100	100+50	50+25	25+16	16+8	8+4	4+2	2+1	
Галечники	–	3,7	17,2	24,7	8,3	8,9	5,6	5,2	6,1	20,3
Гравийники	0,4	1,5	5,9	7,3	13,2	9,6	15,0	6,7	16,8	23,6
Пески глинистые с галькой и гравием	0,4	1,3	3,1	4,7	9,0	6,1	10,5	4,1	12,0	48,8



**Рис. 2.12.** Состав продуктивных отложений россыпи Верхний Биллях.

Гранулометрический состав: 1 – валуны, класс +100 мм, 2 – галька, класс –100+16 мм, 3 – гравий, класс –16+2 мм, 4 – песок, класс –2+0,5 мм, 5 – глина, класс –0,5 мм; петрографический состав: 6 – доломиты, 7 – известняки, 8 – мергели, 9 – кремни, 10 – гидроксиды железа, 11 – кварц и его разновидности, 12 – кварциты, гнейсы, 13 – долериты; степень окатанности: 0 – неокатанные, I – угловато окатаны (слабо), II – окатанные, III – хорошо окатанные, IV – идеально окатанные.

**Изменения гранулометрического состава продуктивных гравийников россыпи Верхний Биллях**

Фракция	Размер фракций, мм	Содержание фракций, %		
		мин.	макс.	сред.
Валуны	+100	–	2,0	0,4
Галька	–100+16	6,8	28,4	14,7
Гравий	–16+2	28,8	53,7	37,8
Песок	–2+0,5	9,4	34,5	23,5
Песок тонкий–глина	–0,5	7,8	38,8	23,6

Галечники приурочены в основном к верхним горизонтам разреза и тяготеют к центральной части поперечного профиля эрозионно-карстовой долины. В продольном профиле россыпи эти осадки встречены повсеместно, но более широко они развиты в юго-западной части. Окатанность гальки слабая, преобладают местные породы, коэффициент окатанности составляет 0,28. Окатанность гравия в этих отложениях хорошая, так как в его составе доминируют экзотические породы. Эта закономерность характерна и для других литологических разновидностей россыпи.

Гравийники слагают среднюю часть разреза россыпи, а также встречаются в виде линз и прослоев в галечниках и глинистых песках. Их гранулометрический состав подвержен значительным колебаниям (табл. 2.16).

Пески глинистые с гравием и галькой преимущественно развиты в низах разреза россыпи. На участках крутых склонов эрозионно-карстовой долины в этих отложениях присутствует значительная примесь щебня и глыб доломитов (20–30 %). В отдельных разрезах эти отложения представлены чисто песчаными разностями.

Если в вертикальном разрезе аллювия неогеновой долины средний гранулометрический состав относительно стабилен, то в продольном разрезе отмечается четкая закономерность в изменении гранулометрического состава с юго-запада на северо-восток. В более узкой части палеодолины, где происходил процесс интенсивного врезания, содержание обломочного материала на 10–20 % выше (соответственно увеличивается содержание местных пород), чем в центральной и северо-восточной ее частях, где она шире (зона умеренного врезания и стабильной аллювиальной аккумуляции). На участках, где палеодолина имеет широкое днище, содержание гравия в 2–4 раза превышает содержание гальки.

Все выделенные разновидности аллювиальных неогеновых отложений характеризуются довольно однообразным петрографическим составом грубообломочного материала. В составе обломочного материала доминируют обломки местных карбонатных пород, кремни, гравий и мелкая галька лимонита, долериты. Основная масса гравия и гальки, как правило, покрыта пленкой (“пустынный загар”) гидроксидов железа. Этим и объясняется типичный для реликтовых галечников ржаво-бурый цвет.

Кроме местных, в формировании реликтовых галечников, принимает участие комплекс экзотических пород: кварц, кварциты, кварцитовидные песчаники, гнейсы (табл. 2.17).

Экзотические породы, судя по степени окатанности, поступали из промежуточных коллекторов. Кроме того, установлено, что по многим своим параметрам часть кремней (25,6 %) и гидроксидов железа (28,4 %) также имеет экзотическое происхождение [Прокопчук и др., 1985]. Распределение экзотического материала по россыпи довольно равномерное.

Таблица 2.17

## Петрографический состав галечного материала россыпи Верхний Биллях

№ ли-нии	Кол-во проб	Содержание пород, %									
		Доломиты	Окремненные доломиты	Известняки	Мергели	Кремни-рогови-ки	Лимо-нит	Кварц и его раз-новидно-сти	Гнейсы-кварциты	Граве-литы	Доле-риты
2	1	55,0	—	—	—	42,0	1,0	1,0	0,5	—	0,5
4	8	60,9	7,9	—	—	5,6	12,1	7,4	6,1	—	—
18	1	62,0	—	—	2,5	14,0	10,5	6,5	4,5	—	—
6	7	57,9	12,0	—	—	16,4	5,1	1,8	6,8	—	—
7	2	69,0	—	7,0	—	9,8	8,2	2,8	3,0	—	0,2
20	1	53,5	—	40,0	—	—	4,5	1,5	0,5	—	—
8	5	46,8	12,4	—	—	11,6	15,6	3,2	10,4	—	—
9	4	47,8	—	15,3	—	6,4	22,8	3,6	4,1	—	—
10	15	51,5	—	17,4	0,3	17,5	7,5	4,0	1,0	0,6	0,2
11	2	41,8	—	5,9	3,8	12,0	31,3	5,0	0,2	—	—

Все выделенные литологические разновидности неогеновых отложений характеризуются сходным минеральным составом, отличаясь лишь разным выходом тяжелой фракции. Максимальным выходом тяжелой фракции выделяются галечники (табл. 2.18). В целом по россыпи этот показатель изменяется от 0,07 до 13,02 г/л, в среднем — 1,96 г/л.

В юго-западной, более узкой части долины выход тяжелой фракции колеблется от 3,7 до 10,3 г/л, тогда как выше, где днище долины более широкое, ее содержание варьирует от 0,7 до 3,5 г/л.

Таблица 2.18

## Минералогический состав неогеновых отложений долины р. Биллях

Коли-чество анали-зов	Выход тяжелой фракции, г/л	Минерал, %										
		магне-тит	ильме-нит	оксиды, гидро-ксиды железа*	хромит	альман-дин	пиро-ксен ромби-ческий	пиро-ксен моно-кли-ный	дистен	золото	циркон	рутил

## Россыпь Верхний Биллях

## Галечники

41	2,47	5,53	20,15	58,92	1,24	6,84	Зн.	Зн.	0,40	Зн.	4,50	2,42
----	------	------	-------	-------	------	------	-----	-----	------	-----	------	------

## Гравийники

93	1,77	5,72	20,60	57,24	0,79	7,90	»	»	0,38	»	4,90	2,47
----	------	------	-------	-------	------	------	---	---	------	---	------	------

## Песчано-глинистые отложения с гравием и галькой

16	1,70	5,24	21,83	56,60	0,48	9,35	Зн.	Зн.	0,30	Зн.	4,12	2,09
----	------	------	-------	-------	------	------	-----	-----	------	-----	------	------

## Россыпь Верхний Биллях-2 (в 5 км выше россыпи Верхний Биллях)

41	0,32	5,7	33,2	39,5	3,2	6,9	Зн.	Зн.	—	—	7,7	3,8
----	------	-----	------	------	-----	-----	-----	-----	---	---	-----	-----

Примечание. Анализы выполнены в лаборатории Амакинской экспедиции в 1980–1985 гг.

\* В состав входят: гетит, гидрогетит, лепидокрокит, гематит, лимонит [Прокопчук и др., 1985].

Минеральный состав отложений характеризуется алмадин-ильменит-лимонитовой (все оксиды и гидроксиды железа) ассоциацией с магнетитом, цирконом и рутилом. В меньших количествах присутствуют хромит, дистен и пикроильменит.

В ходе поисковых и разведочных работ из реликтовых галечников отобрано более 450 шлиховых проб, в половине которых установлены минералы-индикаторы кимберлитов. Пикроильменит присутствует во всех этих шлихах в концентрациях до 750 зерен на шлик. Химический состав пикроильменита (рис. 2.13, а, б) в целом отвечает его составу из россыпей Анабарского алмазоносного района, но, по мнению А.И. Дака (БГРЭ АК "АЛРОСА"), среди зерен есть небольшая примесь минералов, характерных для кимберлитов Эбеляхского поля (трубки Гренада, Надежда). Пироп установлен в 20 % шлихов, содержащих минералы-индикаторы кимберлитов. Все они характеризуются сильно истертой поверхностью (III–IV класс сохранности) или наличием экзогенной (коровой) поверхности.

Аллювиально-делювиальные неогеновые отложения развиты в виде узких фрагментов вдоль прибортовой части палеодолины. Они представлены глинами бурого, желтовато-серого цвета, содержащих примесь (до 20–30 %) песчано-гравийно-галечного материала с глыбами и щебнем. На участках крутых склонов эрозионно-карстовой долины в глине присутствует значительная примесь (до 80 %) щебня и глыб доломитов. Наиболее полно эти осадки сохранились в районе линии 9, где их мощность достигает 22 м, а в среднем не превышает 3–4 м. В петрографическом составе аллювиально-делювиальных отложений преобладают местные породы (94–96 % – доломиты, известняки, кремни, лимонит, долериты). По минералогическому составу аллювиально-делювиальные и аллювиальные неогеновые отложения идентичны.

Верхнечетвертичные-современные делювиально-солифлюкционные осадки сплошным покровом перекрывают реликтовые галечники и представлены илистыми суглинками с примесью грубокластического материала в основании разреза. Мощность покровных льдисто-илисто-суглинистых отложений колеблется от 2,5 до 14 м, в среднем 5,5 м. Отложения убогоалмазоносны и представляют собой торфа реликтовой россыпи.

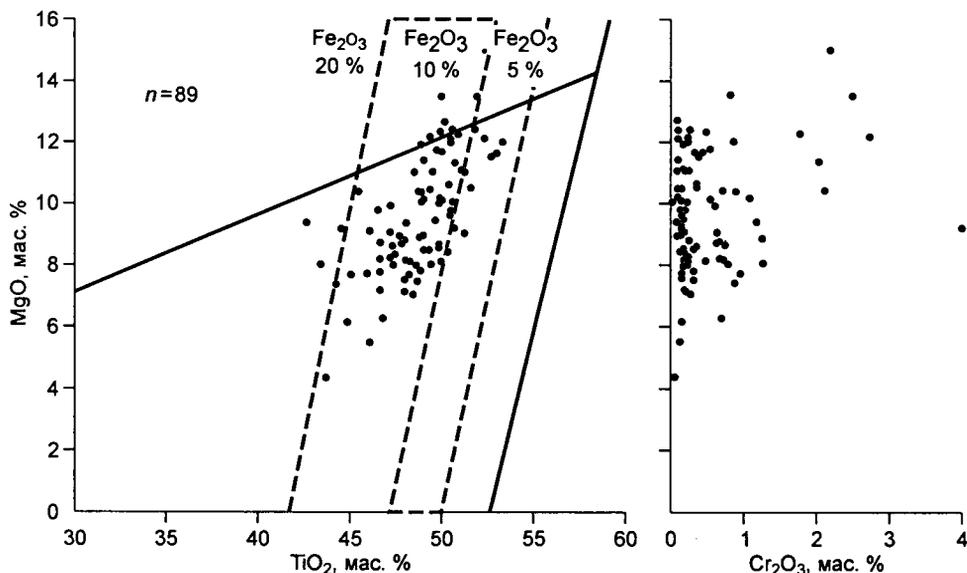


Рис. 2.13. Диаграмма химического состава пикроильменита россыпи Верхний Биллах.

Таблица 2.19

## Свойства пород россыпи Верхний Биллях

Порода	Коэффициент разрыхления	Объемный вес, т/м <sup>3</sup>		Льдистость, %	
		в рыхлом состоянии	в плотном теле	весовая	объемная
Продуктивные отложения (16 ан.)	1,61	1,40	2,26	16,68	19,04
Перекрывающие вскрышные породы ("торфа") (2 ан.)	1,12	1,05	1,17	36,32	50,47
Подстилающие породы плотика (коры выветривания) (2 ан.)	1,28	1,50	1,92	28,37	22,02

Примечание. Таблица составлена по данным Амакинской экспедиции.

Плотик россыпи представлен доломитами или доломитовой мукой с глыбами и щебнем. Рельеф его неровный, интенсивно закарстованный с массой выступов и западин, заполненных продуктивными осадками.

Продуктивные отложения россыпи Верхний Биллях характеризуются невысокой льдистостью. Противоположной характеристикой выделяются торфы россыпи, где объемная льдистость превышает 50 % (табл. 2.19).

По степени промывистости пески россыпи Верхний Биллях относятся к средней категории. В шламовом (-0,5 мм) материале они практически не содержат трудномывкой глины и представлены в основном мелким песком с примесью тощей глины (табл. 2.20).

По степени обогатимости (табл. 2.21) продуктивные галечники относятся к трудной категории. Содержание тяжелой и промежуточной фракций в них увеличивается от крупных классов к мелким.

Тяжелая фракция в концентратах отсадки в классах -8+1 мм представлена лимонитом и магнетитом. В классе -1+0,5 мм появляются ильменит, хромит, алмадин, циркон, рутил, дистен и пикроильменит.

На реликтовой россыпи Верхний Биллях все промышленные запасы алмазов сконцентрированы в пяти разобщенных эрозионно-карстовых депрессиях, выполненных неогеновыми отложениями. Длина россыпи 1,9 км. Средняя ширина промышленного контура - 65,5 м, при вариациях от 12 до 159 м. Наиболее широкая часть россыпи установлена в северо-восточной части по линии 22, а наиболее узкая - в юго-западной части в пределах линии 16. Подсчетные блоки с повышенной алмазностью тяготеют к северо-восточной части россыпи, где сосредоточено 72 % за-

Таблица 2.20

## Средний состав продуктивных отложений россыпи Верхний Биллях

Тип отложений	Средний гранулометрический состав по классам крупности, %				
	валуны	галька	гравий	песок	песок-глина
	+100 мм	-100+16 мм	-16+2 мм	-2+0,5 мм	-0,5 мм
Продуктивные отложения N	0,3	16,1	30,6	18,7	34,3
Породы вскрыши ("торфа")	-	2,3	10,1	8,6	79,0
Подстилающие коры выветривания	1,1	7,5	18,9	13,5	59,0

Примечание. Таблица составлена по данным Амакинской экспедиции.

Таблица 2.21

Фракционный состав отложений россыпи Верхний Биллях

Количество проб	Выход фракций по классам крупности, %														
	-16+8 мм			-8+4 мм			-4+2 мм			-2+1 мм			-1+0,5 мм		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
37	68,3	17,2	14,5	61,2	19,3	19,5	56,5	20,3	23,2	65,6	12,9	21,5	63,6	17,4	19,0
4	69,6	7,8	22,6	85,8	2,4	11,8	84,5	5,4	10,1	90,0	2,4	7,6	83,3	3,8	12,9
1	87,6	7,7	4,7	80,6	9,2	10,2	71,8	10,1	18,1	73,6	5,6	20,8	95,0	2,0	3,0

Продуктивные отложения

Подстилающие породы плотика (кора выветривания)

Перекрывающие породы (торфы)

Примечание. Содержание алмазов, г/см<sup>3</sup>: 1 - 2,9; 2 - 2,9-3,2; 3 - 3,2.

пасов алмазов, а пониженными параметрами выделяется юго-западная часть. Средняя мощность песков по выработкам варьирует от 0,5 до 27,8 м, по линиям от 3,5 до 23,6 м и в среднем по россыпи равна 14,3 м. Повышенные мощности характерны для участка с низкой алмазонасностью (юго-западная часть). Мощность торфов по горным линиям колеблется от 3,2 до 10,9 м и в среднем по россыпи составляет 5,5 м.

Перекрывающие верхнечетвертичные-современные осадки и подстилающие коры выветривания характеризуются убогой алмазонасностью и промышленного интереса не представляют.

Коры выветривания на карбонатных породах кембрия слабоалмазонасны за счет их частичного перемыва и проникновения алмазонасного материала в многочисленные трещины, пустоты, каналы. Однако по валовому опробованию среднее значение алмазонасности (0,13 кар/м<sup>3</sup>) одинаково как для кор выветривания, которые перекрыты продуктивными осадками, так и на флангах. По-видимому, на флангах россыпи ранее были развиты продуктивные осадки, которые ныне эродированы.

Неогеновые отложения включают в себя все промышленные запасы россыпи Верхний Биллях. Уровень алмазонасности достигает 22,8 кар/м<sup>3</sup> при среднем значении на весь опробованный объем - 1,10 кар/м<sup>3</sup>. Алмазонасность осадков довольно ровная, алмазы не содержат только единичные пробы (табл. 2.22)

При этом установлена четкая зависимость алмазонасности продуктивных отложений от их состава. Наиболее алмазонасны гравийники, в которых среднее содержание составило 1,71 кар/м<sup>3</sup>, менее богаты галечники - 0,90 кар/м<sup>3</sup> и минимальный уровень алмазонасности (0,48 кар/м<sup>3</sup>) зафиксирован в песчано-глинистых отложениях, содержащих гальку и гравий (табл. 2.23. рис. 2.14).

В плане россыпи фиксируется значительное повышение уровня алмазонасности на отрезке между линиями 7-10, достигая максимальных значений по линиям 20 и 9 соответственно 2,61 и 3,28 кар/м<sup>3</sup>.

Таблица 2.22

## Алмазоносность литологических разновидностей россыпи Верхний Биллях

Порода	Кол-во проб	Среднее содержание алмазов, кар/м <sup>3</sup>	Распределение проб по классам содержаний, %						
			класс содержаний, кар/м <sup>3</sup>						
			0,0	0,0–0,2	0,2–0,5	0,5–1	1,0–2,0	2,0–5,0	>5
Галечники	228	0,90	0,4	16,7	22,4	25,9	25,0	9,2	0,4
Гравийники	158	1,71	1,9	16,4	20,9	20,3	12,0	18,4	10,1
Пески с галькой	59	0,48	6,8	35,6	28,8	20,3	3,4	5,1	–
Коры выветривания в подошве пласта	21	0,13	9,5	76,2	–	9,5	4,8	–	–
Коры выветривания на флангах	29	0,13	20,7	58,6	6,9	13,8	–	–	–
Перекрывающие породы	20	0,12	25,0	60,0	5,0	5,0	5,0	–	–

В вертикальном разрезе россыпи по всем литологическим разновидностям намечается четкая тенденция уменьшения содержания алмазов к базальному горизонту и повышенное в интервале 5–10 м.

В поперечном разрезе россыпи отмечено понижение содержания алмазов в краевых выработках, что, видимо, связано с разубоживанием неогенового аллювия делювиальными образованиями склонов, хотя и здесь имеются исключения. Так, максимальное содержание алмазов (22,8 кар/м<sup>3</sup>) установлено в краевой выработке. Распределение алмазов гнездово-струйчатое.

Средний вес одного алмаза из неогеновых осадков россыпи Верхний Биллях довольно низкий – 12,4 мг за счет большой доли алмазов классов –2+1 и –1+0,5 мм. При этом низкий средний вес алмазов наблюдается по всем типам (I, II, V и VII разновидности) во всех литологических разностях и глубинах россыпи (табл. 2.24).

По линии 20 при выдержанном среднем весе алмазов резко увеличивается количественное содержание (шт./м<sup>3</sup>) всех классов, что, вероятно, свидетельствует о подпитке россыпи неогеновыми боковыми притоками. В целом количественное содержание не противоречит весовым распределениям алмазов в разрезе литологических разновидностей россыпи (табл. 2.25).

По кристалломорфологическим особенностям в россыпи Верхний Биллях сумма алмазов I разновидности составляет 76,3 %, а V и VII – 19,7 %, что значительно ниже относительно со средних показателей по району. Это соотношение свидетельствует о том, что качество алмазов должно быть существенно выше (см. фото 2.2, с. 92–93) по сравнению с другими россыпями района, где доля низкосортных алмазов V и VII разновидностей выше. О повышенном их качестве свидетельствует и высокое содержание кристаллов I разновидности в самом крупном классе – 80,0 % (табл. 2.26).

Таблица 2.23

## Алмазоносность литологических разновидностей в вертикальном разрезе россыпи Верхний Биллях

Порода	Кол-во проб	Среднее содержание, кар/м <sup>3</sup>			
		0–5 м	5–10 м	10–15 м	15–20
Галечники	228	1,04	0,91	0,87	0,87
Гравийники	157	0,89	2,85	1,44	0,79
Пески с галькой	59	–	0,62	0,33	0,42
Среднее по россыпи	444	0,97	1,48	0,99	0,74

Таблица 2.24

Распределение алмазов в продуктивном пласте россыпи Верхний Биллях по мощности и разновидностям пород

Порода	Интервал, м	Извлечено алмазов, шт., %/мг, %				Средний вес, мг
		-8+4 мм	-4+2 мм	-2+1 мм	-1+0,5 мм	
Галечники	2,6-5,0	-	12,6/53,6	56,3/42,3	31,1/4,1	10,7
	5,0-10,0	0,4/9,5	10,7/48,1	53,7/38,0	35,2/4,4	11,4
	10,0-15,0	0,2/4,2	8,0/44,9	53,0/44,7	38,8/6,2	9,2
	15,0-20,0	0,1/3,7	11,2/52,7	51,5/38,8	37,2/4,8	10,4
	Всего	0,2/6,3	10,0/48,3	53,0/40,4	36,8/5,0	10,4
Гравийники	2,6-5,0	-	9,8/51,4	57,4/43,8	32,8/4,8	10,2
	5,0-10,0	0,8/11,9	16,5/53,6	58,8/32,2	23,9/2,3	15,7
	10,0-15,0	0,4/8,6	14,2/53,2	55,7/35,2	29,7/3,0	13,7
	15,0-20,0	0,4/6,5	12,1/52,7	54,9/37,4	32,6/3,4	12,7
	Всего	0,6/10,0	15,0/53,3	57,3/34,0	27,1/2,7	14,5
Пески с галькой	2,6-5,0	-	-	-	-	-
	5,0-10,0	0,4/8,9	10,8/42,9	64,1/45,0	24,7/3,2	11,8
	10,0-15,0	-	11,0/54,8	58,1/41,6	30,9/3,6	11,4
	15,0-20,0	0,7/17,8	15,8/49,0	53,1/30,3	30,4/2,9	15,4
	Всего	0,4/10,0	12,2/47,5	59,6/39,3	27,8/3,2	12,7
По россыпи	2,6-5,0	-	11,0/52,4	56,4/43,1	32,6/4,5	10,4
	5,0-10,0	0,6/10,9	13,7/51,0	57,1/35,0	28,6/3,1	13,6
	10,0-15,0	0,3/6,3	10,8/49,7	54,3/39,6	34,6/4,4	11,2
	15,0-20,0	0,3/6,7	12,0/52,2	52,7/37,1	35,0/4,0	11,7
	Всего	0,4/8,5	12,4/50,9	55,4/36,9	31,8/3,7	12,4

Таблица 2.25

Извлечение алмазов (шт./м<sup>3</sup>) из различных горизонтов продуктивного пласта

Порода	Интервал, м	Среднее количество кристаллов по классам крупности, шт./м <sup>3</sup>			
		-8+4 мм	-4+2 мм	-2+1 мм	-1+0,5 мм
Галечники	2,6-5,0	-	1,93	8,64	4,77
	5,0-10,0	0,06	1,76	8,78	5,77
	10,0-15,0	0,03	1,52	10,03	7,36
	15,0-20,0	0,02	1,84	8,42	6,11
	Всего	0,04	1,67	8,90	6,17
Гравийники	2,6-5,0	-	1,65	9,61	5,73
	5,0-10,0	0,31	6,49	23,19	9,42
	10,0-15,0	0,10	3,04	11,86	6,32
	15,0-20,0	0,05	1,54	7,01	4,16
	Всего	0,15	3,77	14,14	6,83
Пески с галькой	2,6-5,0	-	-	-	-
	5,0-10,0	0,05	1,21	7,13	2,75
	10,0-15,0	-	0,61	3,23	1,78
	15,0-20,0	0,04	0,84	2,85	1,63
	Всего	0,03	0,88	4,30	2,01
По россыпи	2,6-5,0	-	1,78	9,16	5,29
	5,0-10,0	0,13	3,09	12,84	6,44
	10,0-15,0	0,05	1,90	9,59	6,10
	15,0-20,0	0,03	1,50	6,57	4,36
	Всего	0,07	2,23	9,96	5,70

Класс крупности, мм	Средний вес, мг	Распределение алмазов, %		Содержание алмазов, кар/м <sup>3</sup>
		по кол-ву	по весу	
-8+4	257,8	0,43	8,84	0,08
-4+2	50,8	12,44	50,90	0,48
-2+1	8,2	55,24	36,63	0,34
1+0,5	1,4	31,89	3,63	0,03

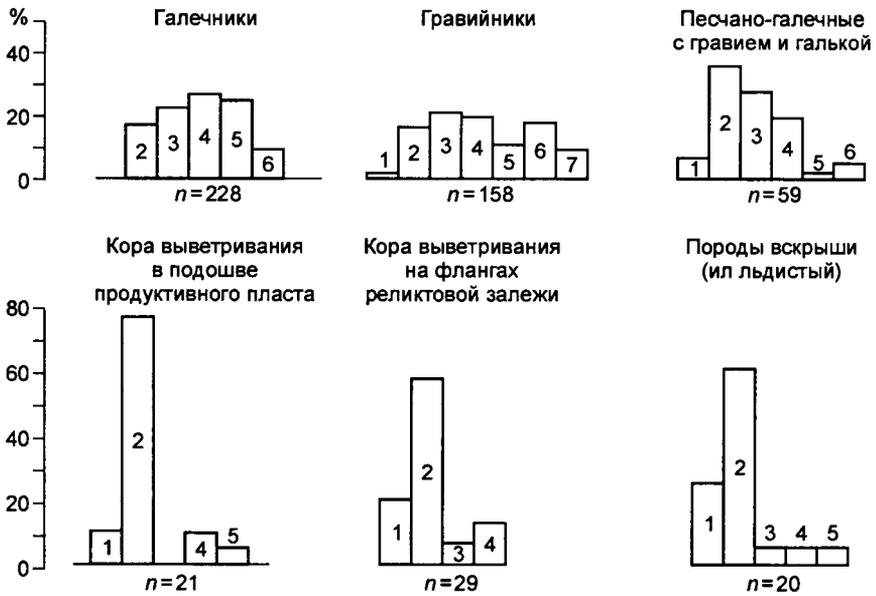


Рис. 2.14. Алмазоносность литологических разностей россыпи Верхний Биллях, кар/м<sup>3</sup>:

1 – 0,0; 2 – 0,00–0,2; 3 – 0,2–0,5; 4 – 0,5–1,0; 5 – 1,0–2,0; 6 – 2,0–5,0; 7 – >5,0.

Среди алмазов в россыпи Верхний Биллях количество двойников и сростков достигает 30,5 %, в том числе шпинелевых двойников – 12,2 %, а число кристаллов со скульптурами травления составляет 64,9 % (преобладают шрамы – 51,5 %). Доминируют прозрачные (73,2 %) и весьма прозрачные (14,5 %) индивиды. Полупрозрачные камни составляют 12,1 % и чистой воды – 0,2 %. Количество окрашенных алмазов в россыпи невелико (19,5 %) и значительно ниже, чем в рос-

Таблица 2.26

Кристалломорфологические особенности алмазов россыпи Верхний Биллях

Класс крупности, мм	Кол-во изученных алмазов	Разновидности, %					
		I	II	III	IV	V+VII	VIII
	5016	76,3	3,2	0,1	0,5	19,7	0,2
-8+4	15	80,0	6,7	0,0	0,0	13,3	0,0
-4+2	529	50,8	6,6	0,2	2,2	39,6	0,0
-2+1	2742	72,7	4,5	0,2	0,4	21,7	0,3
-1+0,5	1730	90,5	1,5	0,0	0,1	7,7	0,0

сыпях бассейна р. Эбелях. Преобладают цветные камни серой (9,1 %) и лилово-коричневой (5,9 %) окраски, значительно реже встречаются кристаллы желтого (2,66 %) цвета. Более половины кристаллов (55,1 %) ожелезнены. Следует отметить, что алмазы рассматриваемой реликтовой неогеновой россыпи выделяются высоким (51,2 %) содержанием камней с твердыми, представленными в основном эпигенетическими графит-сульфидными включениями (50,2 %). Среди сингенетических включений минералы-узники ультраосновной (оливин, хромшпинелид, пироп малиновый) и эклогитовой (гранат оранжевый и омфацит) ассоциаций составляют не более 1 % (таб. 2.27).

По фотолюминесцентным особенностям заметно (37,7 %) преобладают алмазы с сине-голубым свечением. Довольно высокое содержание индивидов с розово-сиреневым (18,1 %), фиолетовым (11,2 %) и желтым (8,2 %) свечением. Сте-

Таблица 2.27

**Твердые включения в алмазах из россыпи Верхний Билях**

Общее содержание алмазов с включениями, %	Твердые включения в алмазах											
	Графит				оливин	бесцветное включение	хромшпинелиды	оливин+хромит	гранат оранжевый	гранат малиновый	омфацит	сульфид
	сумма алмазов с графитом	единичные	средние	многочисленные								
51,2	38,7	27,9	4,2	6,6	0,5	0,06	0,1	0,04	0,1	–	0,08	11,5

Таблица 2.28

**Степень сохранности алмазов из россыпи Верхний Билях по классам крупности**

Классы крупности, мм	Количество изученных алмазов (шт.)	Степень сохранности, %					
		целые	поврежденные	обломанные	расколотые	обломки	осколки
–4	15	46,7	26,7	13,3	6,7	6,6	–
–2	529	44,6	13	18	11,9	11,7	0,8
–1	2742	36,8	7,5	17,4	13,6	22	2,7
–1+0,5	1730	34,7	6	12,2	11,7	26,9	8,5

Таблица 2.29

**Степень механического износа (истирание) алмазов из различных типов первоисточников**

Россыпь	Всего изучено алмазов	Тип первоисточника, всего алмазов, шт./износ, % (по Ю.Л. Орлову, В.И. Коптилю)			
		ламинарный	уральский	жильный	эбеляхский
Гусиная	402	101/6,9	40/10,0	63/7,9	167/22,8
Верх. Билях	700	123/18,7	120/10,8	257/10,1	138/32,6

пень сохранности кристаллов довольно высокая. Целые камни составляют 36,9 %, поврежденные – 7,6 %, обломанные – 15,7 %, расколотые – 12,8 %, обломки – 22,5 % и осколки – 4,5 %. Степень сохранности алмазов возрастает с увеличением класса крупности (табл. 2.28).

По степени механического износа алмазы всех типов из неогеновых россыпей Верхний Биллях и участка Гусиный изношены (табл. 2.29).

Верхнечетвертичные-современные делювиально-солифлюкционные отложения (“торфа”) подвергались опробованию на семи горных линиях, по результатам которого установлена их крайне низкая алмазоносность, в среднем составляющая 0,12 кар/м<sup>3</sup>. Средний вес алмазов равен 13,7 мг.

### *Россыпь р. Эбелях*

В россыпи р. Эбелях находки первых алмазов в шлиховых пробах установлены при геолого-съемочных работах масштаба в 1964 г. (М.Н. Васильева, Амакинская экспедиция), а уже в следующем году была определена промышленная значимость обнаруженной здесь россыпи (Ю.П. Белик, Амакинская экспедиция). Первый этап разведочных работ проходил в 1967–1969 гг., когда проводилась предварительная и детальная разведка на наиболее богатой части россыпи р. Эбелях. Подсчитанные запасы алмазов апробированы в ЦКЗ Министерства цветной металлургии СССР (Л.М. Зарецкий, И.М. Корякин). В эти же годы Эбеляхская партия Амакинской экспедиции провела поисковые работы на всех крупных притоках р. Эбелях. Второй этап разведочных работ проводился в 1980–1985 гг., когда предварительной и детальной разведкой были охвачены россыпь р. Эбелях и ее притоки с промышленной алмазоносностью: ручьи Ыраас-Юрях, Гусиный и руч. 53. В 1985 г. подсчитанные запасы алмазов по этим месторождениям были утверждены в ГКЗ СССР (С.А. Граханов, В.М. Подчасов) и переданы ПНО “Якуталмаз” для промышленного освоения, который в 1984 г. провел опытно-промышленную отработку одного из блоков россыпи р. Эбелях. С 1986 по 1988 г. Эбеляхской партией Чернышевской экспедиции выполнены разведочные работы на участке Исток россыпи р. Эбелях и на руч. Холомолоох (табл. 2.30). Подсчитанные запасы алмазов были утверждены в ТКЗ ПГО “Якутскгеология”.

С 1997 г. после введения в эксплуатацию сезонной обогатительной фабрики (СОФ-13) Анабарского горно-обогатительного комбината (АнГОК) АК “АЛРОСА” начато промышленное освоение россыпи руч. Ыраас-Юрях. К настоящему времени россыпь отработана. С 2004 г. АнГОК АК “АЛРОСА” приступил к промышленному освоению россыпью р. Холомолоох, руч. 53 и участка Исток россыпи р. Эбелях.

Река Эбелях является правым притоком р. Анабар, впадающей в море Лаптевых, течет в субширотном направлении. Долина выработана в доломитах анабарской свиты и известняках джахтарского горизонта среднего кембрия (рис. 2.15). Глубина ее вреза относительно водоразделов в среднем составляет 100 м, варьируя от 110 в приустьевой части до 80–90 м в верховьях.

Долина реки в нижней и средней частях приурочена к разноамплитудным неотектоническим структурам, что отразилось на продольном профиле реки, который характеризуется неравномерным уклоном. Наиболее крутой уклон отмечается в приустьевой части.

Поперечный профиль долины V- и U-образной форм, симметричный на спрямленных участках и с четкой асимметрией на излуцинах реки. Склоны долины террасированы в нижнем и верхнем течении реки, а в средней части выделяется участок, практически лишенный террас. В нижнем течении реки на всех излу-

**Изученность промышленных россыпей алмазов Лено-Анабарской субпровинции**

Россыпь	Авторы геологических отчетов, год выхода отчета (предприятие)		
	Поисковые и геологосъемочные работы	Предварительная разведка	Детальная разведка
1	2	3	4
Р. Эбелях	Ю.П. Белик, 1966 г. (Амакинская экспедиция); А.О. Ефимов, 1966 г. (Амакинская экспедиция)	Л.М. Зарецкий, 1968 г. (АмГРЭ); С.А. Граханов, 1983 г. (Амакинская экспедиция)	Л.М. Зарецкий, И.М. Корякин, 1969 г. Амакинская экспедиция); С.А. Граханов, В.М. Подчасов, 1985 г. (Амакинская экспедиция)
Участок Исток р. Эбелях	Л.М. Зарецкий, 1968 г. (Амакинская экспедиция)	А.С. Кириллин, 1988 г. (Амакинская экспедиция)	А.С. Кириллин, С.А. Граханов, 1988 г. (ЧГРЭ)
Р. Ыраас-Юрях	В.М. Подчасов, 1968 г. (Амакинская экспедиция); Л.М. Зарецкий, 1968 г. (Амакинская экспедиция)	С.А. Граханов, 1983 г. (Амакинская экспедиция)	С.А. Граханов, В.М. Подчасов, 1985 г. (Амакинская экспедиция)
Гусиная	И.А. Бухмиллер, 1968 г. (Амакинская экспедиция); Л.М. Зарецкий, 1968 г. (Амакинская экспедиция)	С.А. Граханов, 1983 г. (Амакинская экспедиция)	С.А. Граханов, В.М. Подчасов, 1985 г. (Амакинская экспедиция)
Руч. 53	Л.М. Зарецкий, 1968 г. (Амакинская экспедиция)	С.А. Граханов, 1983 г. (Амакинская экспедиция)	С.А. Граханов, В.М. Подчасов, 1985 г. (Амакинская экспедиция)
Холомолоох	Л.М. Зарецкий, 1968 г. (Амакинская экспедиция)	А.С. Кириллин, 1988 г. (Амакинская экспедиция)	А.С. Кириллин, С.А. Граханов, 1988 г. (ЧГРЭ)
Исток	Л.М. Зарецкий, 1968 г. (Амакинская экспедиция)	А.С. Кириллин, 1988 г. (Амакинская экспедиция)	А.С. Кириллин, С.А. Граханов, 1988 г. (ЧГРЭ)
Биллях	И.Б. Рубенчик, 1966 г. (НИИГА); Л.М. Зарецкий, 1970 г. (Амакинская экспедиция); С.А. Граханов, 1994 г. (МГП "Арктика")	А.С. Кириллин, 1990 г. (Амакинская экспедиция)	А.С. Кириллин, 1991, 1992 гг. (Амакинская экспедиция); А.М. Сулейманов, 2004 г. (ОАО "Нижне-Ленское")
Верхний Биллях	В.М. Куницкий, В.М. Подчасов, 1980, 1982 гг. (Амакинская экспедиция)	С.А. Граханов, А.С. Кириллин, 1986 г. (Амакинская экспедиция)	
Маят	И.Б. Рубенчик, 1965 г. (НИИГА); А.И. Крючков, 1966 г. (Амакинская экспедиция); В.А. Горяшин, 1967 г. (Амакинская экспедиция); И.П. Попов, 1990 г. (Амакинская экспедиция); С.А. Граханов, 1994 г. (МГП "Арктика"); А.С. Кириллин, 1995 г. (Амакинская экспедиция)		М.Г. Мухамедьяров, 1998 г. (ОАО "Алмазы-Анабара"); В.М. Подчасов, 2001, 2003 гг. (ОАО "Алмазы-Анабара")
Хара-Мас	А.И. Кручек, 1967 г. (Амакинская экспедиция); И.П. Попов, 1990 г. (Амакинская экспедиция); А.И. Кубышев, 1991 г. (Амакинская экспедиция)		А.М. Черосов, 2002 г. ОАО "Нижне-Ленское"
Талахтаах	А.И. Крючков, 1966 г. (Амакинская экспедиция); С.А. Граханов, 1994 г. (МГП "Арктика")		А.М. Черосов, 2002 г. ОАО "Нижне-Ленское"

Окончание табл. 2.30

1	2	3	4
Молодо	Л.М. Натапов, 1959 г. (ВАГТ); Г.Ф. Дорганов, 1963 г. (Амакинская экспедиция); В.Е. Минорин, 1964 г. (Амакинская экспедиция); В.Ф. Кривонос, 1963 г. (Амакинская экспедиция); В.Ф. Симоненко, 1977, 1979 гг. (Амакинская экспедиция); С.А. Граханов, 1996 г. ГГП "Нижне-Ленское"	В.Ф. Кривонос, 1976 г. (Амакинская экспедиция); Л.М. Зарецкий, 1983 г. (Амакинская экспедиция)	В.Ф. Кривонос, 1976 г. (Амакинская экспедиция)
Далдын, Ырас	В.Е. Минорин, 1964 г. (Амакинская экспедиция); А.В. Баландин, 1984 г. (Амакинская экспедиция)		А.М. Черосов, 2006 г. ОАО "Нижне-Ленское"
Моторчуна	В.А. Милашев, 1957 г. (НИИГА); Б.И. Прокопчук, 1961 г. (ВАГТ); В.И. Немец, 1963 г. (Амакинская экспедиция); В.Е. Минорин, 1962 г. (Амакинская экспедиция); О.Ф. Свиридов, 1981 г. (Амакинская экспедиция); П.Т. Федоров, 1983 г. (Амакинская экспедиция)		В.П. Лимонов, 2002 г. ОАО "Нижне-Ленское"

чинах отмечаются выходы коренных пород, выше они практически отсутствуют, крутые склоны покрыты коллювием. Крутизна склонов долины в среднем составляет 10–15°, отмечается четкая тенденция к выполаживанию склонов к истокам реки, где долина приобретает корытообразную форму.

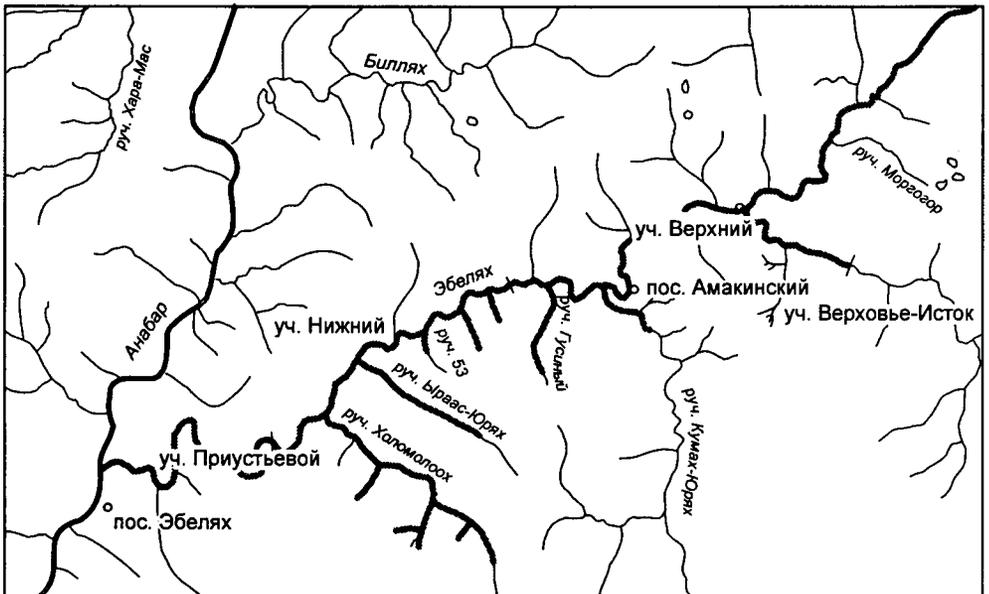


Рис. 2.15. Схема расположения россыпей бассейна р. Эбелях.

Ширина эрозионно-аккумулятивных уровней долины варьирует от 40 до 1200 м, достигая максимальных значений в нижнем течении реки. Наиболее обширные участки террас приурочены к крупным излучинам.

В геологическом строении россыпи участвуют карбонатные породы кембрия, меловые осадки, нижнечетвертичные–верхнечетвертичные отложения пяти надпойменных террас, средне-верхнечетвертичные отложения погребенных долин, верхнечетвертичные–современные делювиально-солифлюкционные отложения склонов и современные осадки русла, низкой и высокой пойм.

Отложения среднего кембрия представляют собой коренные породы, в которых заложена долина р. Эбелях. Они выполнены известняками джахтарского горизонта и доломитами анабарской свиты.

На доломитах анабарской свиты широко развиты коры выветривания, которые в верхней части, как правило, переотложенные и содержат примесь терригенного материала. В составе переотложенных кор выветривания преобладают местные породы (95,5 %). На долю экзотических пород, представленных кремнем, кварцем, кварцитами и конгломератами, приходится 4,5 %. Минералогический состав переотложенных кор выветривания соответствует составу перекрывающих аллювиальных отложений, с возрастанием доли аутигенных минералов, таких как лимонит. Так, в осадках четвертой террасы лимонит составляет 5,8 %, а в подстилающих корях выветривания – 32,2 %.

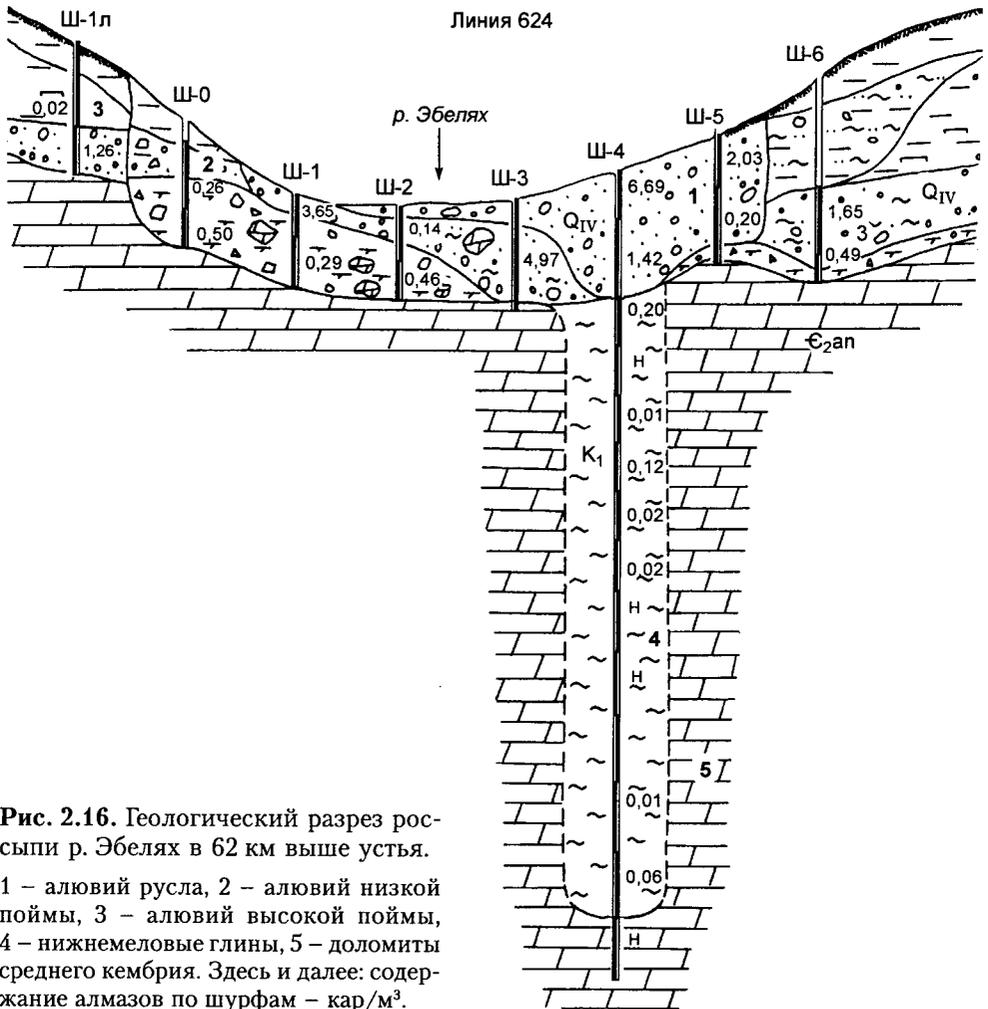
Возраст переотложенных кор выветривания синхронен перекрывающим осадкам и поэтому имеет широкий диапазон от нижнего мела до четвертичного.

Остаточные коры выветривания представлены доломитовой мукой. Мощность кор выветривания колеблется от 0,5 до 10 м и более. В мерзлом состоянии остаточные коры выветривания сохраняют структурно-текстурные особенности коренных пород, а в талом они рассыпаются на тонкозернистый карбонатный песок, не содержащий примеси терригенного материала.

Возраст остаточных кор выветривания остается дискуссионным. Не исключено, что их формирование началось в мезозое, так как зачастую нижнемеловые осадки перекрывают остаточные коры выветривания, а завершилось в неогене (неоген-нижнечетвертичные осадки в долинах рек Эбелях и Биллях залегают на остаточных корях выветривания).

**Меловые отложения.** Нижнемеловые отложения установлены в днище долины р. Эбелях, где они выполняют узкие (20–40 м) карстовые полости глубиной от 4,5 до 17 м (рис. 2.16) и представлены песчанистыми глинами темно-серого, черного цвета с включением крошки углей. По всему разрезу отмечается рассеянная мелкая галька и гравий карбонатных пород, кремней и кварца. Для них характерна циркон (18,3 %)-альмандиновая (67,6 %) минералогическая ассоциация с рутилом (4,7 %), ставролитом (3,6 %), ильменитом (2,4 %), магнетитом (1,5 %). В них установлены высокие содержания пирита (от 68,8 до 84,3 %). Для континентальных отложений нижнего мела характерно наличие минералов-индикаторов кимберлита, последние, как правило, хорошо окатаны или корродированы.

В истоках реки вскрыта карстовая воронка размером 190×330 м, выполненная осадками предположительно верхнеюрского-нижнемелового возраста. В верхней части разреза карстовой воронки залегают пески, в средней – алевролиты и глины, а в нижней – алевролиты. Цвет отложений темно-серый за счет углефикации. Вскрытая мощность составляет 17,0 м. Отложения характеризуются эпидот (7,4 %)-ильменит (8,6 %)-альмандиновой (54,8 %) ассоциацией с апатитом (5,2 %), цирконом (4,9 %), турмалином (3,4 %), ставролитом (3,8 %), лимонитом (3,0 %) и рутилом (2,0 %). В тяжелой фракции установлено высокое содержание аутигенных минералов: сидерита (до 81,5 %, в среднем 39,9 %), пирита (до 29,5 %, в среднем 17,0 %).



**Рис. 2.16.** Геологический разрез россыпи р. Эбелях в 62 км выше устья.

1 – аллювий русла, 2 – аллювий низкой поймы, 3 – аллювий высокой поймы, 4 – нижнемеловые глины, 5 – доломиты среднего кембрия. Здесь и далее: содержание алмазов по шурфам – кар/м<sup>3</sup>.

в среднем 9,8 %). Минералы-спутники в основном представлены пикроильменитом. Зерна пикроильменита изношены. Выделенная минералогическая ассоциация сопоставима с таковой пермских отложений.

**Нижне-среднечетвертичные отложения.** *Пятая надпойменная терраса* установлена в приустьевой части долины р. Эбелях. На аэрофотоснимках она дешифрируется участком светло-серого фототона с редкими неврезанными деллями. В плане терраса округлой формы размером 520×400 м. В рельефе она не выражена. В среднем высота террасы составляет 65 м, а цоколя – 62 м. Аллювий залегает на известняках джахтарского горизонта и в северо-восточной части перекрывается верхеплиоценовыми–среднечетвертичными осадками. Строение террасы двухчленное. Русловая фация сложена галечно(20 %)-гравийно(30 %)-песчаными(40 %) отложениями с примесью валунов. Галька и гравий состоят (табл. 2.31) из известняков (23,6 %), доломитов (23,7 %), кремней (18,1 %), лимонита (8,5 %), песчаников (11,8 %), кварцитов (9,7 %), халцедона (4,6 %). Галька преимущественно покрыта пленкой гидроокислов железа (“пустынный загар”). Для отложений характерна красновато-коричневая окраска. Мощность русловой фации варьирует от 1,0 до 5,9 м. Пойменная фация образована илами, ее мощность колеблется от 0,9 до 3,0 м.

Средний петрографический состав галечного материала аллювия р. Эбелях

Порода	Среднее содержание пород, %						
	Русло	Высокая пойма	I терраса	II терраса	III терраса	IV терраса	V терраса
Участок Приустьевой							
Известняки	25,65	48,71	70,67	0,50		16,90	23,60
Доломиты	66,03	48,60	24,65	92,30	99,5	63,10	23,70
Окремненные доломиты	6,64	0,40	4,13	7,20			
Кремни	0,69	0,86	0,55		0,5	6,40	18,10
Кварциты	0,05					5,00	9,70
Кварц	0,14	0,19				0,40	
Песчаники	0,58	0,57				5,40	11,80
Долериты	0,04	0,10				0,10	
Лимонит	0,15	0,09				0,80	8,50
Роговики	0,01						
Халцедон	0,02	0,10				1,9	4,60
Конгломераты		0,38					
Участок Нижний							
Известняки	8,0	5,0	6,0	5,0	8,0		
Доломиты	66,0	62,0	50,0	75,0	40,0		
Окремненные доломиты	10,0	12,0	15,0	10,0	17,0		
Кремни	4,0	6,0	12,0	5,0	14,0		
Кварциты	2,0	4,0	6,0	2,0	10,0		
Кварц	3,0	3,0	6,0	1,0	3,0		
Песчаники	1,0	2,0	1,0		3,0		
Долериты		1,0					
Лимонит	3,0	2,0					
Роговики	1,0	1,0	2,0		4,0		
Халцедон	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0		
Участок Верхний							
Доломиты	53,5	46,0	60,9	47,0	90,0		
Окремненные доломиты	38,4	48,3	28,8	45,2	3,0		
Кремни	7,7	5,6	8,9	6,4	7,0		
Кварциты	0,1		0,4	0,5			
Кварц				0,2			
Песчаники	0,2						
Долериты				0,3			
Роговики	0,1						
Халцедон		0,1	1,0	0,4			
Участок Верховье							
Известняки	0,04		0,13				
Доломиты	63,33	81,98	84,12				
Окремненные доломиты	33,64	16,30	12,90				
Кремни	2,43	1,66	1,85				
Кварциты	0,14						
Песчаники	0,14		0,38				
Лимонит	0,11	0,06	0,12				
Халцедон	0,17		0,38				
Конгломераты карбона			0,12				

Примечание. Пустые ячейки – нет данных.

Таблица 2.32

## Минералогический состав разновозрастных отложений долины р. Эбелях

Расстояние от устья, км	Выход тяжелой фракции, кг/м <sup>3</sup>	Минерал, %										
		магнетит	ильменит	лимонит	хромит	альмандин	пироксен ромбический	пироксен моноклинный	роговая обманка	эпидот	циркон	рутил
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Аллювий русла и низкой поймы												
1,2	0,04	1,1	12,7	7,7	0,2	64,4	0,8	Зн.	1,3	3,8	3,8	1,1
2,4	0,09	1,4	16,9	2,8	0,7	69,7	3,0	2,0	0,7	Зн.	2,1	0,7
4,0	0,10	1,1	13,1	3,1	Зн.	71,2	3,2	3,1	1,7	»	1,2	0,8
5,6	0,22	1,9	18,9	1,5	0,5	46,2	6,9	7,2	11,7	1,3	2,1	0,7
7,2	0,20	1,2	16,0	2,8	0,5	69,8	2,2	1,4	0,7	Зн.	1,7	0,8
9,9	0,06	0,7	15,4	5,7	Зн.	65,0	4,9	2,3	3,1	1,0	1,1	0,3
11,0	0,005	Зн.	7,2	15,4	»	58,2	3,4	5,4	3,5	3,1	0,6	0,4
11,8	0,49	0,9	10,2	5,6	0,1	77,0	0,3	1,0	0,4	0,6	1,9	0,8
12,6	0,15	Зн.	12,7	7,8	0,2	68,4	1,8	1,7	4,4	1,6	1,2	0,1
15,6	0,14	»	6,4	11,6	0,3	67,6	3,0	2,2	2,9	1,7	3,2	1,1
18,0	0,12	0,8	11,6	7,0	0,1	65,4	2,0	1,6	1,2	0,8	4,5	2,0
24,8	0,06	0,9	12,8	Зн.	2,9	72,6	Зн.	Зн.	0,7	3,2	4,6	1,1
30,4	1,29	1,5	13,6	0,9	Зн.	74,0	»	»	Зн.	3,2	4,0	1,9
35,4	0,58	0,6	5,6	Зн.	»	84,9	»	»	»	2,7	4,4	0,6
46,9	2,15	Зн.	10,9	1,1	»	68,5	»	»	»	6,4	4,9	0,8
54,7	1,58	»	6,2	0,2	0,6	83,2	»	»	»	3,6	3,4	1,7
70,0	1,25	»	6,0	Зн.	Зн.	80,2	»	»	»	4,0	4,2	1,6
75,7	0,24	1,1	8,4	2,2	1,1	78,3	»	»	»	2,2	3,4	2,2
79,8	0,05	1,1	5,5	26,0	0,2	60,5	»	»	»	1,4	3,2	1,4
89,0	0,14	1,0	18,7	0,7	0,1	70,1	»	0,25	»	2,6	4,6	0,7
Аллювий I надпойменной террасы												
8,0	0,60	4,1	9,6	10,3	Зн.	69,9	3,8	0,3	Зн.	Зн.	0,5	0,8
18,0	0,26	2,8	20,8	4,1	0,1	47,1	8,1	7,3	7,0	0,8	1,1	0,6
22,4	1,19	1,8	16,8	2,8	Зн.	62,0	0,6	0,2	0,3	1,4	6,4	1,5
28,8	0,21	1,4	9,9	13,2	»	69,4	0,5	Зн.	0,5	0,9	1,9	0,9
35,2	0,34	0,9	11,1	Зн.	»	77,2	Зн.	»	Зн.	2,3	4,6	1,2
46,6	0,33	1,0	9,8	39,6	»	42,3	»	»	»	0,6	4,2	2,2
51,4	0,31	1,6	13,7	8,4	0,3	65,4	»	»	»	1,0	4,2	1,6
54,4	0,69	0,6	20,7	2,9	Зн.	64,0	»	»	»	1,2	5,3	4,4
60,0	0,32	0,7	20,0	2,0	»	63,4	»	»	1,3	4,0	1,9	3,3
65,6	0,77	1,5	10,3	7,8	3,9	64,6	0,8	0,1	Зн.	3,9	3,3	1,4
73,2	0,17	0,9	11,7	0,9	3,5	65,9	Зн.	Зн.	»	1,7	8,8	2,6
Аллювий II надпойменной террасы												
9,6	0,65	3,7	18,0	11,8	0,8	40,1	5,6	4,2	7,1	1,8	2,1	1,0
15,6	0,44	4,0	17,5	12,5	0,5	48,5	7,8	4,7	0,6	Зн.	2,0	0,7
50,6	0,08	2,5	19,3	6,2	1,2	54,1	Зн.	Зн.	Зн.	3,1	6,8	4,9
54,8	0,21	0,3	7,5	15,4	0,1	65,9	»	1,5	»	3,8	2,8	1,3
69,6	0,08	1,7	24,4	8,3	Зн.	61,5	»	Зн.	»	0,8	2,5	0,8
Аллювий III надпойменной террасы												
18,0	0,48	3,4	13,8	6,6	0,9	54,2	2,7	4,6	3,0	1,6	2,5	1,0
25,2	0,17	2,8	12,9	4,3	Зн.	71,5	Зн.	Зн.	Зн.	2,8	5,7	Зн.

Окончание табл. 32

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
43,9	1,43	2,4	19,3	55,6	0,2	15,4	»	0,1	0,2	0,6	3,6	1,2
51,4	0,08	1,2	7,4	3,7	Зн.	79,2	»	Зн.	Зн.	1,2	3,7	1,2
54,3	0,12	4,6	20,4	32,4	0,2	25,0	»	»	»	1,6	8,2	4,1
65,6	0,03	9,4	12,5	7,8	Зн.	65,6	»	»	1,6	Зн.	2,5	0,6
71,6	0,19	1,1	10,1	2,6	0,5	77,2	»	»	Зн.	1,6	3,7	2,7
Аллювий IV надпойменной террасы												
4,8	0,27	1,5	24,7	6,3	0,6	54,4	4,1	1,9	3,5	Зн.	2,2	0,8
9,6	0,36	0,4	14,5	12,2	Зн.	65,6	1,6	1,2	2,0	0,8	0,8	0,6
15,6	0,36	5,1	30,0	2,5	1,0	46,4	3,1	5,4	1,7	2,0	2,0	0,6
16,4	0,8	3,8	10,0	1,6	Зн.	52,2	9,4	12,9	7,0	0,6	1,1	0,6
18,8	0,04	Зн.	14,3	5,7	»	71,4	3,8	Зн.	2,4	Зн.	Зн.	2,4
Аллювий V надпойменной террасы												
6,4	0,18	10,0	17,4	37,6	0,9	19,6	2,8	2,4	2,9	0,4	2,6	1,4
Аллювиальные верхнечетвертичные отложения												
Сред. 83,0– 99,0	0,29	1,0	14,3	2,1	1,9	65,4	0,08	1,2	0,5	3,4	4,4	1,3
Аллювиальные средне-верхнечетвертичные отложения												
Сред. 83,0– 92,0	0,31	1,5	16,8	2,6	1,5	60,7	0,6	1,3	1,1	5,2	4,9	1,2

Примечание. Анализы выполнены в лаборатории Амакинской экспедиции в 1980–1985 гг.

Для осадков пятой террасы характерна ильменит-альмандин-лимонитовая минералогическая ассоциация с магнетитом, пироксенами, роговой обманкой и цирконом (табл. 2.32).

По цвету осадков, минералогическому составу, высокому содержанию гравия лимонита отложения V надпойменной террасы схожи с реликтовыми неогеновыми образованиями, залегающими в эрозионно-карстовых депрессиях в долинах рек Биллях, Гусиный, Куман и Холомолоох.

Среднечетвертичные отложения. *Четвертая надпойменная терраса* широко развита в приустьевой части долины р. Эбелях. Практически она не дешифрируется. Ее тыловой шов и бровка не выражены. Относительная высота террасы 41 м, высота цоколя – 35 м (табл. 2.33). Суммарная мощность аллювия – 8 м, в том числе пойменной и русловой фаций по 4 м. Пойменная фация сложена илами, илистыми песками, песками, а русловая – песками с галькой, галечниками и галечниками с валунами. Средний состав (%): валуны – 0,3, галька – 15,6, гравий – 23,5, песок – 16,4, мелкий песок–глина – 35,7. Галька состоит из доломитов – 63,5 %, известняков – 16,9 %, кремней – 6,4 %, кварцитов – 5,0 %, песчаников – 5,4 % и халцедона – 1,9 %. В долях процента присутствуют лимонит, кварц и долериты. Содержание экзотики возрастает к устью реки. Для аллювия террасы характерна пироксен–ильменит-альмандиновая ассоциация с роговой обманкой, лимонитом и магнетитом.

В составе легкой фракции доминируют кварц и плагиоклазы (табл. 2.34).

Среднечетвертичный возраст осадков определен на основании анализа пылицы в пробах из шурфа 64 линии 96, спектр которой характерен для самаровского ледникового комплекса среднего плейстоцена.

Таблица 2.33

## Краткая морфологическая характеристика террас р. Эбелях

Терраса	Высота поверхности цоколя, м	Выражение тылового шва	Характеристика поверхности	Размеры площадок	
				ширина, м	длина, км
V	65/62	Не выражен	Ровная	400	0,65
IV	41/35	То же	Пологоволнистая	41–550 (317)	0,15–2,36 (0,71)
III	25/20	»	»	41–412 (144)	0,18–1,20 (0,55)
II	16/9	Почти не выражен	Пологоволнистая, угол наклона 5°	19–358 (106)	0,20–1,60 (0,66)
I	13/6	То же	Ровная, угол наклона 5°	10–229 (69)	0,20–3,5 (0,83)
Высокая пойма	5/0	Четко	Ровная наклон к руслу	9–223 (38,7)	0,18–3,68 (0,98)
Низкая пойма	1,5/–1,5	»	Ровная	5–75 (35,8)	1,2–19,2 (4,0)

Примечание. В скобках – средние размеры.

Среднечетвертичные–верхнечетвертичные отложения слагают реликты погребенной долины, развитой в истоках р. Эбелях. Этим возрастом датирован и аллювий третьей надпойменной террасы.

Аллювий погребенной средне-верхнечетвертичной долины р. Эбелях развит на правом склоне долины в ее истоках, которая прослеживается фрагментарно. Размеры фрагментов этого аллювия составляет 2000×160 и 1000×131 м, возраст определен условно. Отложения залегают на коренных породах выше верхнечетвертичных образований на 3–6 м. Мощность осадков выдержана и в среднем по россыпи составляет 1,7 м, при колебаниях по отдельным их фрагментам – от 1,5 до 2,1 м. Отложения представлены гравийно(9,7 %)-галечно(15,9 %)-песчано-илистыми-глинистыми (69,7 %) осадкам желтовато-серого, буровато-серого цветов с валунами до 4,7 %. Валунуны сложены слабоокатанными доломитами, преимущественно мелкого и среднего размера. Галька состоит из местных пород (97,4 %),

Таблица 2.34

## Средний минералогический состав легкой фракции аллювиальных отложений долины р. Эбелях

Отложения, количество анализов	Минерал, –0,5+0,25 мм/–0,25 мм, %							
	кварц	калиевый полевой шпат	плагиоклазы	кремни	эффузивные породы	кремнисто-углистые обломки	карбонаты	кальцит
Русло и низкая пойма, 18	50,4/15,7	6,6/6,4	20,7/11,5	3,9/1,5	Зн./зн.	0,1/0,1	17,6/62,0	0,7/2,8
Высокая пойма, 13	45,6/22,7	8,6/8,0	29,7/14,2	2,5/0,7	»	0,1/Зн	13,5/54,4	
I терраса, 3	50,2/22,0	6,0/11,5	19,4/21,9	4,0/2,1	0,1/0,06	0,5/0,14	19,8/42,3	
II терраса, 1	53,3/36,2	7,8/6,9	19,7/21,5	8,6/0,6	0,0/0,0	Зн./зн.	10,6/34,8	
III терраса, 1	48,4/40,7	14,4/8,9	29,6/16,7	2,8/2,2	0,0/0,0	0,0/0,0	4,8/31,5	
IV терраса, 2	51,6/35,7	6,5/9,0	32,4/25,6	2,1/0,1	1,2/1,3	0,05/0,05	6,2/27,4	

Примечание. Анализы выполнены в лаборатории ПГО "Якутскгеологии" в 1981–1985 гг.

реже встречаются кремни (1,6 %), песчаники (0,1 %), лимонит (0,7 %) и кварц. Окатанность местных пород слабая, а экзотических – хорошая. Для отложений характерна эпидот(5,2 %)-ильменит(16,8 %)-альмандиновая(60,7 %) минералогическая ассоциация с цирконом (4,9 %), лимонитом (2,6 %), хромитом (1,5 %) и рутилом (1,2 %). Выход тяжелой фракции составляет 0,31 гр/л.

Третья надпойменная терраса развита на Приустьевом и Верхнем участках р. Эбелях, дешифрируемость ее плохая. Высота поверхности террасы равна 25 м, а цоколя – 20 м. Тыловой шов и бровка не выражены. Строение террасы двучленное, но в отдельных разрезах пойменная фация эродирована и замещена делювиально-солифлюкционными образованиями. Мощность аллювия составляет 5 м, при вариациях от 3 до 9,0 м. Пойменная фация представлена илами, ее мощность колеблется от 0,3 до 8,8 м, при средних значениях 2,6 м. Граница с русловой фацией четкая. Русловая фация сложена галечниками, ее мощность колеблется от 0,5 до 7,0 м, в среднем составляя 2,4 м. В петрографическом составе, по сравнению с более высокими террасами, намечается уменьшение содержания экзотической гальки и гравия. Для осадков террасы характерна ильменит-лимонит-альмандиновая минералогическая ассоциация с магнетитом и цирконом. Среди легкой фракции преобладают кварц, карбонаты, плагиоклаз, в подчиненном количестве содержатся калиевый полевой шпат, кремнь.

К верхнечетвертичным отложениям отнесены аллювиальные осадки I и II надпойменных террас, а также погребенной аллювий верхнечетвертичной долины, который залегает в истоках р. Эбелях.

Вторая надпойменная терраса установлена на всех крупных излучинах долины р. Эбелях. На приустьевом участке ее поверхность хорошо дешифрируется по ровному светло-серому фототону. В нижнем течении реки высота поверхности в среднем составляет 18 м, в верхнем – не превышает 14 м, высота цоколя на всем протяжении долины – 8–9 м. Аллювий террасы представлен пойменной и русловой фациями. Пойменная фация в значительной степени переработана склоновыми процессами, ее мощность колеблется от 0,5 до 9,0 м, в среднем составляя 3,6 м, мощность русловой фации варьирует от 0,3 до 13,6 м, в среднем – 3,4 м. Уменьшается мощность аллювия террасы к верховьям реки. Пойменная фация представлена илами с примесью супеси, песка, переход к русловой фации постепенный по мере закругления материала. Русловая фация сложена песчано-гравийно-галечными отложениями с валунами (табл. 2.35).

В петрографическом составе главенствуют местные породы – 94 %, на долю экзотических образований приходится 6 %, однако среди них 3,8 % составляют кремни, поступление которых возможно из доломитов анабарской свиты. Для террасы характерна ильменит-лимонит-альмандиновая минералогическая ассоциация с цирконом и рутилом. В отличие от других уровней для второй террасы присуще высокое содержание рутила (3,8 %), причем максимальные его концентрации (4,9–12 %) отмечаются в средней части долины. Минералы легкой фракции представлены кварцем, плагиоклазами, карбонатами и кремнем. По многочисленным палинологическим данным (линия 96 шурф 40 л; линия 548 шурф 22; линия 580 шурфы 17–27), осадки II террасы отнесены к верхнему плейстоцену.

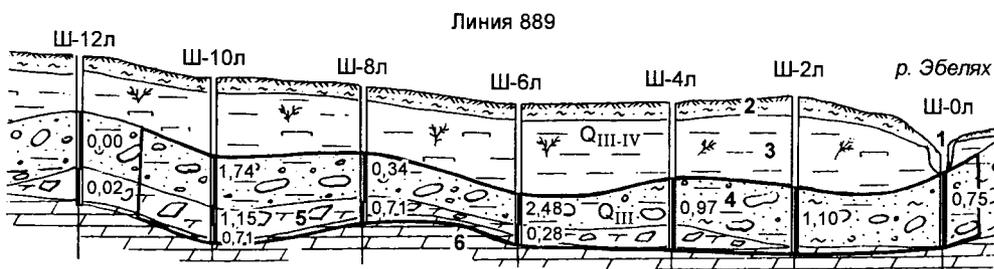
Погребенный верхнечетвертичный аллювий широко развит в истоках р. Эбелях (рис. 2.17).

Он залегает в днище долины на коренных породах или корях выветривания и перекрывается илистыми суглинками пойменной фации. Мощность осадков русловой фации верхнечетвертичного аллювия по простиранию долины выдержанная. Она изменяется по линиям от 0,9 до 2,3 м, составляя в среднем 1,6 м. Ширина контура погребенного аллювия колеблется от 141 до 378 м, в среднем – 226 м.

Таблица 2.35

## Гранулометрический состав продуктивных отложения россыпей бассейна р. Эбелях, %

Эрозионно-аккумулятивный уровень	Класс крупности, мм										
	Фации	+200	-200+100	-100+16	-16+2	-2+0,5	-0,5+0,25	-0,25+0,125	-0,125+0,071	-0,071+0,01	-0,01
Россыпь р. Эбелях											
Русло, низкая пойма	Русловая	4,14	4,0	30,4	18,47	7,66	15,98	9,59	2,21	0,33	7,22
Русло, низкая пойма	Пойменная	–	–	–	3,1	11,9	–	–	–	–	–
Высокая пойма	Русловая	2,5	2,5	24,28	17,21	7,93	22,36	9,85	2,38	0,53	10,46
Высокая пойма	Пойменная	–	–	7,2	1,6	0,8	33,2	33,34	4,4	0,82	18,64
I терраса	Русловая	3,02	2,52	20,07	18,08	7,89	22,8	11,97	2,75	0,46	10,44
II терраса	»	1,91	0,66	16,78	10,94	7,23	23,12	17,00	3,88	0,46	18,02
»	Пойменная	–	–	3,0	3,4	5,0	–	–	–	–	–
III терраса	Русловая	2,66	2,52	18,53	22,47	4,88	21,61	11,41	3,04	0,50	12,38
Участок Исток россыпи р. Эбелях											
Возраст и тип		+200	-200+100	-100+50	-50+25	-25+16	-16+8	-8+4	-4+2	-2+1	-1+0,5
Аллювий русла Q <sub>IV</sub>		10,4	6,7	11,8	9,6	3,6	5,3	1,8	3,6	0,6	9,1
Пойменная фация Q <sub>III</sub>		–	–	0,1	0,1	0,1	0,5	0,5	1,6	0,5	5,0
Русловая фация Q <sub>III</sub>		3,0	4,4	7,6	8,3	3,9	4,6	1,7	3,7	1,4	7,8
Русловая фация Q <sub>II-III</sub>		1,4	3,3	5,4	6,8	3,7	4,7	1,7	3,3	2,4	9,2
K <sub>I</sub>		0,5	0,5	0,8	1,8	2,5	1,4	0,4	1,7	0,5	3,3



**Рис. 2.17.** Геологический разрез россыпи р. Эбелях в ее истоках.

1 – лед; 2 – делювиально-солифлюкционные отложения; 3 – пойменная фация верхнечетвертичного аллювия; 4 – русловая фация верхнечетвертичного аллювия; 5 – кора выветривания; 6 – коренные породы, доломиты кембрия.

Русловая фация представлена гравийно(10 %)-галечно(19,8 %)-песчано-илистыми(62,8 %) отложениями серого цвета с валунами до 7,4 %. Валунуны (преимущественно доломитового состава) мелкие и средние, плохой и средней окатанности. Галька сложена доломитами (92,5 %), в незначительной степени отмечаются кремни (5,2 %), роговики (0,5 %), кварц (0,3 %). Среди грубообломочного материала местные карбонатные породы окатаны слабо. В отличие от этого экзотическая галька характеризуются хорошей и отличной окатанностью. Сортировка в слое отсутствует. По литологическому составу можно выделить две разновидности осадков с песчано-илистым заполнителем: преобладающие валунно-гравийно-галечные образования, характеризующие русловую фацию аллювия, и гравийно-галечно-щебнисто-глыбовые отложения, типичные для смешанной аллювиально-делювиальной фации и встречаемые, как правило, в прибортовых частях россыпи. Для осадков присуща циркон(4,4 %)-ильменит(14,3 %)-альмандиновая(65,44 %) минералогическая ассоциация с эпидотом(3,4 %), лимонитом(2,1 %), рутилом (1,3 %). Пойменная фация погребенной долины представлена льдистыми илистыми суглинками с растительным детритом. Средняя ее мощность составляет 2,8 м при колебаниях от 1,2 до 5,0 м, наибольшие мощности пойменной фации при средних значениях в 4,0 м присущи самым истокам реки.

Первая надпойменная терраса развита на всех излучинах р. Эбелях. В нижнем ее течении реки она хорошо дешифрируется на аэрофотоснимках, а в верхнем совсем не дешифрируется. Средняя высота поверхности террасы составляет 13 м, высота цоколя – 6 м, а средняя мощность обеих фаций – 7 м. Мощность аллювия этой террасы возрастает к устью реки. Пойменная фация представлена илами, суглинками, супесями, песками, а русловая – галечниками с валунами, у крутых склонов со щебнем и глыбами. В составе русловой фации снизу вверх по течению реки заметно увеличивается процентное соотношение валунов и глины за счет падения доли гальки и гравия, которые доминируют в разрезах нижней части долины. В составе гальки преобладают местные породы: доломиты, окремненные доломиты, известняки – 89,3 %, кремни – 5,8 %, кварциты – 1,6 %, кварц – 1,5 %, халцедон – 0,8 %, песчаники, лимонит, сердолик, кварцевый песчаник, яшма, конгломераты – 0,1–0,5 %. Для аллювия террасы характерна ильменит-лимонит-альмандиновая минералогическая ассоциация с эпидотом и цирконом. В нижнем течении реки растет содержание магнетита, пироксенов, амфиболов, а в верхней – лимонита, хромита, эпидота и рутила. Легкая фракция состоит из кварца, карбонатов, калиевого полевого шпата, плагиоклаза. Возраст террасы определен на основании спорово-пыльцевого анализа (линия 580, шурф 13), по которому осадки отнесены к одному из межледниковий верхнего плейстоцена.

К верхнечетвертичным-современным отложениям принадлежат склоновые делювиально-солифлюкционные образования.

Делювиально-солифлюкционные образования развиты на склонах долины, где они нередко перекрывают террасовый аллювий и представлены илами, суглинками и включают в себя значительную долю щебня и глыб местных пород. Мощность этих образований не выдержана и колеблется от 0,5 до 0,7 м, а у подножья крутых склонов достигает значительных величин – 15–17 м.

К современным отнесены аллювиальные отложения русла, низкой и высокой пойм.

*Высокая пойма.* Поверхность последней хорошо дешифрируется на аэрофотоснимках по темно-серому фототону. В рельефе хорошо выражен тыловой шов и уступ, поэтому на аэрофотоснимках ее можно оконтурить с высокой точностью. Относительная высота поверхности площадки высокой поймы составляет 5,0 м, при колебаниях от 3,5 м в верховьях реки до 8,0 м на устьевом отрезке. Строение двучленное. Пойменная фация представлена илами, супесями и включает в себя небольшую примесь грубообломочного материала, не превышающего 10 %. Ее мощность возрастает сверху вниз по течению реки от 1,5 до 8,0 м, составляя в среднем 3,0 м. Русловая фация достигает максимальных значений в устьевой части р. Эбелях, варьируя от 0,5 до 8,0 м, при средних характеристиках по водотоку – 2,5 м. В поперечном разрезе долины мощность пойменной фации возрастает к тыловому шву, а русловой уменьшается. Русловая фация сложена песками с галькой и галечниками. В среднем в ней валуны составляют 5,0 %, галька – 24,3 %, гравий – 17,2 %, песок, алеврит – 4,3 %, глина – 10,5 %. Петрографический состав крупнообломочного материала: доломиты – 59,6 %, окремненные доломиты – 19,2 %, известняки – 13,4 %, кремни – 3,5 %, кварциты – 1,0 %, кварц – 0,8 %, халцедон – 0,6 %, лимонит – 0,5 %, песчаники – 0,4 %, долериты и яшмы по 0,3 %, кварцевые песчаники – 0,2 %, конгломераты – 0,1 %. Для этой фации типична лимонит-ильменит-альмандиновая ассоциация с эпидотом и цирконом. На приустьевом отрезке характерно повышенное содержание магнетита и пироксенов. Легкая фракция представлена кварцем – 45,6 %, плагиоклазом – 29,7 %, карбонатами – 13,5 %, калиевым полевым шпатом – 8,6 %, кремнем – 2,5 %.

*Русло и низкая пойма.* Пойменная фация низкой поймы представлена илами, супесями, песками с примесью грубокластического материала. Средняя ее мощность составляет 1,5 м. По своему гранулометрическому и петрографическому составу она близка к осадкам русла. Русло реки имеет среднюю ширину 40–60 м, а с включением кос и островов – 60–70 м. Оно представляет собой чередование плесов и перекатов. Последние тяготеют к отрезкам реки с более крутым профилем, а плесы характеризуют выположенный продольный профиль долины. Глубина воды колеблется от 1,5 до 2,5 м. Средняя мощность аллювия русловой фации низкой поймы и русла составляет 1,6 м и возрастает от верховьев (1,0 м) к устью реки (2,3 м). Повышенные мощности аллювия характерны для перекатов и островов, пониженные – для плесовых участков. Гранулометрический состав аллювия русла и низкой поймы таков: валуны – 8,14 %; галька – 30,4 %; гравий – 18,47 %; крупный песок – 7,66 %; мелкий песок, глина – 35,33 %.

В продольном разрезе отмечается четкая тенденция увеличения содержания мелкого песка, алевритистых и глинистых частиц к верховьям реки. Крупный и средний песок распределен равномерно, а содержание гравия и гальки увеличивается к устью реки. Количество валунов увеличивается на приустьевом отрезке реки, где на линии 72 достигает максимальных значений – 28,8 %. По сортировке обломочного материала выделяется нижний отрезок реки, где обломочный материал хорошо отсортирован. В поперечных разрезах лучше промыты осадки стрелеховой части.

Таблица 2.36

Характерные признаки минералов-индикаторов кимберлитов бассейна р. Эбелях

Минерал	Размер зерен, мм	Форма и сохранность зерен	Степень окатанности	Цвет	Характер поверхности	Примечание
Пироп	0,3–4,0	Целые и колотые зерна округлой, неправильно- и угловато-округлой формы, кубоиды	Хорошая (IV класс износа)	Лиловый, густо-лиловый, красный, реже оранжевый и фиолетовый	Сглаженная, истертая, мелко бугорчатая, каплевидная, блестящая леденцовая. Излом раковистый	Характерны скульптуры химического растворения, каплевидные (кубоидный тип коррозии)
Пикроильменит	0,2–5,6	Целые и колотые зерна округлой, овальной, неправильно- и угловато-округлой формы	Хорошая (III–IV класс износа)	Черный	Сглаженная, истертая, шероховатая, ямчатая. Края сколов свежие и сглаженные. Излом раковистый	Характерны скульптуры химического растворения
Циркон	0,2–2,0	Целые и колотые зерна округлой формы	Хорошая	Желтый, бледно-желтый, розовый	Матированная	–
Хромшпинелид	0,2–2,0	Округлые зерна с сохранившимися гранями октаэдра	Хорошая	Черный	Гладкая, блестящая, тонкоматированная	В тонких сколах просвечивает коричневым цветом

Для аллювия русла характерна лимонит-ильменит-альмандиновая ассоциация с цирконом и эпидотом. При этом концентрации ильменита, пироксенов и амфиболов возрастают в приустьевой части россыпи, а циркон и рутила – в ее верховьях. В знаках встречено золото. Легкая фракция класса –0,5+0,25 мм состоит из кварца (50,4 %), плагиоклазов (20,7 %), карбонатов (17,6 %), калиевого полевого шпата (6,6 %). В более мелких фракциях (–0,25 мм) преобладают карбонат (62,0 %), кварц (15,7 %), плагиоклазы (11,5 %), калиевый полевой шпат (6,4 %). Из минералов-индикаторов кимберлитов превалирует пикроильменит (табл. 2.36). В меньшем количестве встречаются пироп, хромшпинелид и циркон. Среди пиропов зерна алмазной ассоциации встречаются редко и не превышают 1 % от их общего количества (рис. 2.18). Необходимо отметить, что такая закономерность характерна для большинства россыпей северо-востока Сибирской платформы. Исключение составляют россыпи бассейнов рек Молодо и Кютюнде, где значительную долю слагают пиропы алмазной ассоциации.

Следует подчеркнуть, что содержание “трубочного” циркона хорошо согласуется с концентрациями алмазов V–VII разновидностей. Возраст “трубочных” цирконов из аллювия рек Эбелях и Анабар [Дэвис и др., 1980], полученных разными методами, ложится в диапазон 219–234 млн лет.

*Льдистость аллювиальных отложений* р. Эбелях неодинакова. Наиболее льдистыми являются пойменные фации надпойменных террас (61,6 %), а в меньшей льдистостью выделяется пойменная фация низкой поймы (6,2 %). Такая же закономерность отмечается и по русловой фации. В галечниках террас льдистость составляет 16,7 %, а в русле она снижается до 8,4 %. Сильно льдистыми являются делювиально-солифлюкционные отложения (32,8 %) и переотложенные коры выветривания (4,2–62,8 %).

При изучении фракционного состава продуктивных отложений россыпи р. Эбелях было отмечено, что для всех эрозионно-аккумулятивных уровней харак-

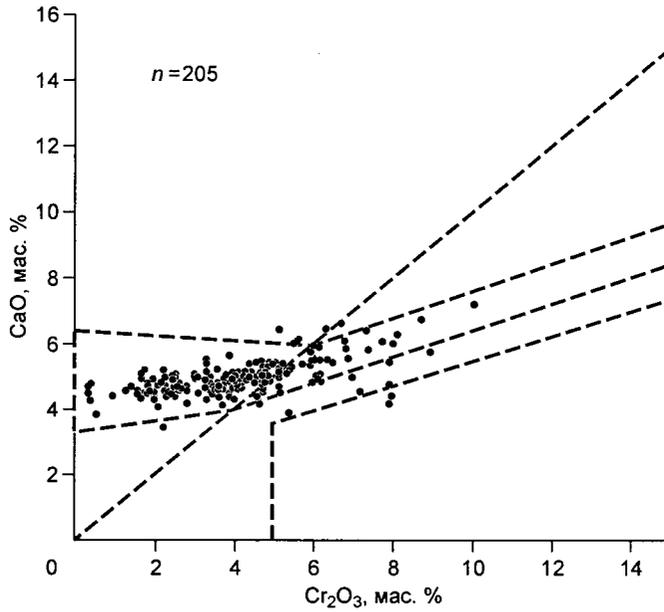


Рис. 2.18. Диаграмма (по Н.В. Соболеву) химического состава пиропов (205 анализов) из аллювия р. Эбелях.

терно невысокое содержание тяжелой фракции во всех классах крупности. Тяжелая фракция крупных классов преимущественно представлена лимонитом, железненными карбонатными обломками и пикроильменитом (табл. 2.37, 2.38).

Таблица 2.37

Средний фракционный состав продуктивных отложений уч. Исток россыпи р. Эбелях

Класс крупности, мм	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Содержание фракций, %			
		Современный аллювий	Пойменная фашия верхнечетвертичного аллювия	Русловая фашия верхнечетвертичного аллювия	Русловая фашия средневенне-четвертичных отложений
-16+8	>2,9	99,44	99,8	99,31	98,3
	2,9-3,2	0,27	-	0,35	0,27
	<3,2	0,29	0,2	0,34	1,43
-8+4	>2,9	99,3	97,45	98,89	97,6
	2,9-3,2	0,36	2,2	0,48	0,58
	<3,2	0,34	0,35	0,63	1,82
-4+2	>2,9	99,53	98,74	97,95	96,74
	2,9-3,2	0,39	0,66	1,22	0,94
	<3,2	0,08	0,6	0,83	2,32
-2+1	>2,9	98,98	97,46	97,79	96,39
	2,9-3,2	0,56	1,34	1,21	0,96
	<3,2	0,46	1,2	1,0	2,65
-1+0,5	>2,9	99,58	99,4	96,62	96,42
	2,9-3,2	0,18	0,25	1,24	0,36
	<3,2	0,24	0,35	2,14	3,22

**Минералогический состав тяжелой фракции концентратов отсадки участка Исток россыпи р. Эбелях**

Класс крупности, мм	Минерал, %							ожелез- ненные обломки пород
	лимонит	пикроиль- менит	пироп	хромит	альмандин	пироксен	магнетит	
Верхнечетвертичные отложения								
-8+4	62,30							37,7
-4+2	71,07	3,16						25,77
-2+1	83,48	2,88		0,10	0,02	0,52		13,0
-1+0,5	65,89	2,49		0,09	7,26	1,14	1,26	21,87

По существующей промышленно-генетической классификации алмазных россыпных месторождений, россыпь р. Эбелях с ее притоками относится к группе уникальных богатых месторождений. Это крупнейшая аллювиальная россыпь мира по запасам алмазов и их концентрации. Она, по данным В.М. Подчасова с соавт. [2005], сопоставима или превосходит такие знаменитые африканские россыпи, как р. Бирим (Ган), р. Касаи с притоками Чикапа и другими (Заир и Ангола), р. Сева с притоками (Сьерра-Леоне), р. Карони (Венесуэла), Смоук-Крик (Австралия). Если учесть, что эти россыпи практически отработаны, то мировая значимость россыпи р. Эбелях существенно возрастает.

В долине р. Эбелях промышленная алмазоносность установлена в продуктах переотложения, корях выветривания, аллювии надпойменных террас, руслах, низкой и высокой поймах, в осадках погребенных средне-верхнечетвертичной и верхнечетвертичной долин.

Образования нижнего мела, осадки V надпойменной террасы и склоновые делювиально-солифлюкционные отложения характеризуются убогой алмазоносностью. Среднее содержание составляет сотые доли карата на кубический метр. Максимальные содержания алмазов не превышают десятые доли карата, они тяготеют к подошве верхнечетвертичных галечников в истоках реки. Средний вес алмазов составляет 20,2 мг.

Переотложенные коры выветривания имеют высокую алмазоносность и зачастую включаются в промышленный контур русловой или террасовой россыпи р. Эбелях. Чаще всего их продуктивность обусловлена алмазоносностью перекрывающих осадков. Средний вес алмазов, как правило, не отличается от такового перекрывающих осадков.

Аллювий V надпойменной террасы р. Эбелях имеет среднее значение алмазоносности не более десятых долей карата, при максимальном содержании, не превышающем 1,0 кар/м<sup>3</sup>. Относительно молодых террасовых уровней он выделяется низкой алмазоносностью и высоким средним весом алмазов – 37,4 мг. Следует подчеркнуть, что алмазоносность оценена по одной линии шурфов и на одном фрагменте террасы, что вряд ли отражает истинную картину.

Террасовая россыпь р. Эбелях фрагментарно прослеживается в долине р. Эбелях. Она приурочена к продуктивному аллювию I–IV надпойменных террас. Исходя из характера распределения алмазов, их гранулометрического состава, типоморфизма кристаллов, очевидно, что террасовые россыпи формировались за счет перемыва более высоких аллювиальных уровней, а формирование самых высоких террас происходило за счет размыва покровных неогеновых осадков.

Таблица 2.39

**Алмазоносность литологических разновидностей продуктивных отложений  
россыпи р. Эбелях, %**

Фация	Литологическая разновидность	Содержание алмазов, кар/м <sup>3</sup>			
		до 0,2	0,2-0,7	0,7-1,0	более 1,0
1	2	3	4	5	6
<b>Русло и низкая пойма</b>					
Русловая	Гравийно-галечные отложения с незначительной примесью ила. Заполнитель – суглинки, супеси. Количество проб, <i>n</i> = 713	11,2	21,4	8,8	58,6
	То же с валунами свыше 5-10 %, <i>n</i> = 714	13,1	27,5	10,9	48,5
	Галечно-щебнистые отложения. Заполнитель – суглинки, <i>n</i> = 49	30,6	40,8	6,1	22,5
	Галечно-щебнистые отложения. Заполнитель – супеси, <i>n</i> = 94	34,0	300,9	5,3	28,8
	Итого по русловой фации, <i>n</i> = 1580	14,0	25,4	9,5	51,1
Пойменная	Суглинки, супеси с илом и галькой, гравием и дресвой, <i>n</i> = 44	63,6	29,6	0,0	6,8
<b>Высокая пойма</b>					
Русловая	Гравийно-галечные отложения. Заполнитель – суглинки, супеси, <i>n</i> = 296	33,1	32,8	9,8	24,3
	То же с валунами свыше 5-10 %, <i>n</i> = 376	26,3	31,6	10,1	32,0
	Галечно-щебнистые отложения. Заполнитель – суглинки, <i>n</i> = 28	64,6	21,4	7,1	7,1
	Галечно-щебнистые отложения. Заполнитель – супеси, <i>n</i> = 75	53,3	36,0	0,0	10,7
	Итого по русловой фации, <i>n</i> = 775	32,9	32,1	8,9	26,1
Пойменная	Суглинки, супеси с илом, редкой галькой и щебнем, <i>n</i> = 21	76,2	23,8	0,0	0,0
<b>I надпойменная терраса</b>					
Русловая	Гравийно-галечные отложения. Заполнитель – суглинки, супеси, <i>n</i> = 250	47,6	35,2	4,0	13,2
	То же с валунами свыше 5-10 %, <i>n</i> = 223	40,4	39,5	7,6	12,5
	Галечно-щебнистые отложения. Заполнитель – суглинки, супеси, <i>n</i> = 83	65,1	30,1	2,4	2,4
	Итого по русловой фации, <i>n</i> = 556	47,3	36,2	5,2	11,3
<b>II надпойменная терраса</b>					
Русловая	Гравийно-галечно-песчаные отложения, <i>n</i> = 150	49,3	34,7	3,3	12,7
	То же с валунами свыше 5-10 %, <i>n</i> = 119	52,1	39,5	2,5	5,9
	Галечно-щебнистые отложения. Заполнитель – суглинки, супеси, <i>n</i> = 56	76,8	19,6	0,0	3,6
	Итого по русловой фации, <i>n</i> = 325	55,1	33,8	2,5	8,6
<b>III надпойменная терраса</b>					
Русловая	Гравийно-галечно-песчаные отложения, <i>n</i> = 87	83,9	12,6	1,2	2,3
	То же с валунами свыше 5-10 %, <i>n</i> = 38	71,0	21,1	5,3	2,6

Окончание табл. 39

1	2	3	4	5	6
Русловая	Галечно-щебнисто-песчаные отложения, $n = 45$	77,8	13,3	0,0	8,9
	Итого по русловой фации, $n = 170$	79,4	14,7	1,8	4,1
IV надпойменная терраса					
Русловая	Гравийно-галечно-песчаные отложения, $n = 75$	30,7	32,0	10,7	26,6

Размеры террасовых залежей широко варьируют. Наиболее масштабные промышленные участки приурочены к аллювию IV надпойменной террасы и тяготеют к Приустьевому участку россыпи. Этот факт опровергает мнение о низкой продуктивности террас. Наибольшей продуктивностью выделяются гравийно-галечно-песчаные отложения с валунами (табл. 2.39)

Аллювий IV надпойменной террасы р. Эбелях содержит в среднем 0,82 кар/м<sup>3</sup> алмазов при их максимальных концентрациях в несколько десятков каратов на кубометр. Средний вес одного кристалла равен 30,1 мг, однако в одном из фрагментов террасы, развитом по правому борту реки, он достигает 48 мг. На этом отрезке р. Эбелях установлен совершенно уникальный фрагмент IV надпойменной террасы, представляющий высокоалмазоносную залежь с большими запасами алмазов (рис. 2.19).

В аллювии третьей надпойменной террасы р. Эбелях, при относительно низких средних значениях алмазоносности, максимальные концентрации алмазов достигают десяти каратов в метре кубическом. Средний вес одного кристалла равен 15,4 мг. Повышенные содержания алмазов в осадках террасы установлены на отрезке реки 18–58 км выше устья.

В аллювии II надпойменной террасы р. Эбелях среднее содержание алмазов составляет 0,30 кар/м<sup>3</sup> при максимальных значениях, превышающих десять карат на кубометр. Средний вес одного кристалла равен 15,1 мг, но он несколько возрастает на нижнем отрезке реки, достигая 21,8 мг.

Аллювий I надпойменной террасы р. Эбелях в среднем содержит 0,36 кар/м<sup>3</sup> алмазов, но в устьевой части реки, по отдельным пробам, содержания алмазов достигают несколько десятков карат. Средний вес одного кристалла – 17,2 мг, однако и он существенно возрастает в устьевой части – до 46,1 мг. В отложениях I террасы был найден самый крупный при геолого-разведочных работах алмаз. Его вес равен 20,6 кар.

По надпойменным террасам р. Эбелях подсчитаны и утверждены запасы алмазов по промышленным категориям совместно с русловой россыпью р. Эбелях.

Средне-верхнечетвертичные и верхнечетвертичные отложения являются высокопродуктивными осадками в истоках р. Эбелях. Вполне естественно, что размыв этих осадков сыграл важную роль в формировании ее террасовых россыпей. Эти осадки по возрасту синхронны отложениям I–III надпойменных террас.

Содержание алмазов по отдельным пробам из средне-верхнечетвертичных осадков достигает десятков карат на кубометр, но на весь опробованный объем не превышает десятых долей карата.

В истоках р. Эбелях строение россыпи двухчленное – продуктивный современный аллювий вложен в верхнечетвертичный, заполняющий днище долины. В поперечном разрезе верхнечетвертичного аллювия наблюдается уменьшение содержания алмазов от центральной части к ее флангам. Средний вес кристаллов алмазов – 19,0 мг, падая в самих истоках до 9–14 мг.

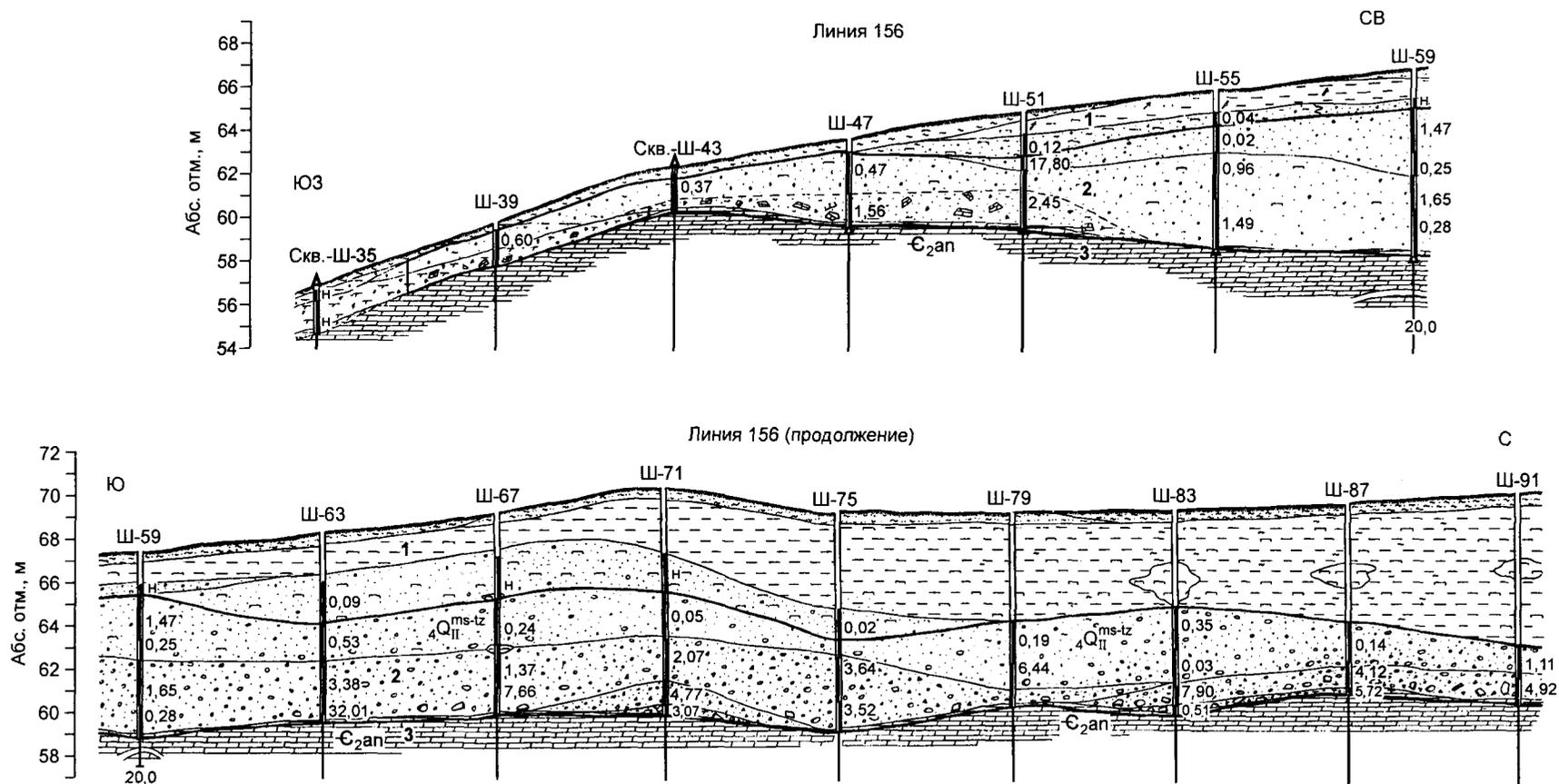


Рис. 2.19. Разрез четвертой надпойменной террасы р. Эбелях.

1 – пойменная фация IV надпойменной террасы; 2 – русловая фация IV надпойменной террасы, 3 – коренные породы, доломиты кембрия.



Пойменная фация верхнечетвертичного аллювия имеет низкий уровень алмазности, при среднем значении в  $0,02 \text{ кар/м}^3$  количество проб с содержанием выше  $0,2 \text{ кар/м}^3$  не превышает 3 %.

Алмазность современных отложений обусловлена продуктивностью делювиально-солифлюкционных отложений, аллювия русла и пойм.

Делювиально-солифлюкционные отложения характеризуются убогой алмазностью, в среднем –  $0,09 \text{ кар/м}^3$ . В отличие от аллювия склоновые осадки выделяются низким средним весом – 11,2 мг.

Аллювий высокой поймы характеризуется промышленной алмазностью на всем протяжении россыпи р. Эбелях. Значительное возрастание среднего содержания отмечается в приустьевой части россыпи. Средний вес алмазов в осадках высокой поймы равен 19,1 мг.

Аллювий русла и низкой поймы включают в себя основные запасы россыпи р. Эбелях. Если продуктивный террасовый аллювий прослеживается фрагментарно, то промышленная алмазность русла, пойм и погребенной верхнечетвертичной долины реки протягивается более чем на 100 км. Практически на всем протяжении русловый аллювий содержит алмазы в промышленных концентрациях. Фоновые их количества составляют  $1,0\text{--}2,0 \text{ кар/м}^3$ , а ураганные концентрации [Подчасов и др., 2005] превышают десятки карат на кубометр (рис. 2.20). Отмечается падение среднего содержания алмазов как в устьевой части россыпи, так и в ее истоках.

По характеру алмазности россыпь можно разделить на пять участков: Приустьевой, Нижний, Верхний, Верховье и Исток. Наиболее высокие содержания алмазов приурочены к участку Нижний россыпи (19–42 км от ее устья). По мере от его удаления вверх по течению реки уровень алмазности падает. Высокие концентрации алмазов на Нижнем участке объясняются поступлением камней из левых промышленных притоков реки (ручьи Гусиный, Браас-Юрях, Холомолоох, руч. 53) и приуроченностью к неотектоническому поднятию, которое обусловило узкую каньонообразную долину, в которой происходит перемыв больших масс аллювия с их естественным обогащением. На участках неотектонических поднятий мощность аллювия резко сокращается и содержания алмазов увеличиваются.

Содержание алмазов в россыпи тесно связано с литологией вмещающих и подстилающих пород. Наиболее алмазны валунно-галечно-гравийные, галечно-гравийно-песчаные отложения и переложенные коры выветривания. Меньшими значениями алмазности характеризуются галечно-щепнистые, илисто-галечно-щепнистые и галечно-песчаные отложения. Высокими значениями алмазности характеризуется русловая фация аллювия русла и низкой поймы, включающие весь комплекс этих пород, в пределах которой пробы с промышленным содержанием составляют 86 %. Алмазность русловой фации аллювия высокой поймы значительно ниже, кондиционные пробы составляют 67 %.

По флангам россыпи осадки смешанного генезиса характеризуются убогой, невыдержанной алмазностью. Отложения представлены суглинками, супесями со щебнем и редкой галькой. В этих отложениях количество кондиционных проб не превышает 20 %.

Распределение алмазов в аллювиальном разрезе неравномерное. Отмечается четкая тенденция увеличения содержания к основанию пласта независимо от его мощности (табл. 2.40). Этот факт вступает в противоречие с выводом Б.И. Прокопчука [Прокопчук, Метелкина, 1976; Прокопчук, 1979], что при увеличении мощности пласта максимальные концентрации алмазов тяготеют как к верхней части, так и к основанию продуктивного пласта. По нашему мнению, такая закономер-

Таблица 2.40

**Результаты расчета среднего распределение алмазов в нижней, средней и верхней частях продуктивного пласта россыпи р. Эбелях**

Количество расчетных выработок	Мощность аллювия, м	Эрозионно-аккумулятивные уровни	Среднее содержание, кар/м <sup>3</sup>		
			Верхняя часть пласта	Средняя часть пласта	Нижняя часть пласта
88	До 2	Русло – низкая пойма	0,82	–	1,37
		Высокая пойма	0,44	–	1,86
		Надпойменные террасы	0,29	–	0,92
		Среднее	0,61	–	1,44
105	2–4	Русло – низкая пойма	0,43	0,63	1,69
		Высокая пойма	0,41	1,54	1,60
		Надпойменные террасы	0,29	0,46	0,94
		Среднее	0,36	0,81	1,31
9	>4	Высокая пойма	0,10	1,26	1,57
		Надпойменные террасы	0,21	0,52	0,47
		Среднее	0,18	0,77	0,86

ность характерна для аллювиальных разрезов, когда в верхней части аллювия фиксируется подвешенный плотик, представленный прослоями глин или валунно-глибовых образований. При мощности продуктивного пласта до двух метров среднее содержание алмазов в нижней части пласта практически в три раза выше верхнего, при мощности пласта 2–4 м в верхней части пласта содержание алмазов в четыре раза меньше, чем в нижней.

В поперечном разрезе россыпи высокие содержания алмазов приурочены к пристрежневому участкам. Минимальные значения алмазоносности характерны для флангов россыпи из-за значительного разубоживания аллювия склоновыми делювиально-солифлюкционными образованиями.

Дифференцированное распределение алмазов в поперечном профиле долины подчеркивает их струйчатое распределение в плане. В продольном и поперечном разрезе россыпи выделяются четкие закономерности, обусловленные гидродинамикой речного потока, и в целом сохраняются классические принципы распределения полезных компонентов.

В плане россыпи высокие содержания тяготеют к намываемому берегу, у подмываемой части уровень содержания резко падает (табл. 2.41)

По простирацию россыпи средние содержания алмазов на плесах выше, чем на перекатах, самые высокие содержания наблюдаются в зонах сочленения плесов и перекатов (табл. 2.42).

Перекрывающие продуктивные пласты россыпи породы вскрыши (“торфа”) отличаются низким уровнем алмазоносности (табл. 2.43).

Таблица 2.41

**Результаты расчета средних значений мощностей русловых отложений и содержания в них алмазов по зонам, тяготеющим к подмываемому и намываемому берегам россыпи р. Эбелях**

Подмываемый берег			Намываемый берег		
Кол-во выработок	Средняя мощность песков, м	Среднее содержание алмазов, кар/м <sup>3</sup>	Кол-во выработок	Средняя мощность песков, м	Среднее содержание алмазов, кар/м <sup>3</sup>
134	1,64	0,29	134	1,79	3,38

Таблица 2.42

Средние значения мощностей отложений и содержания в них алмазов  
русла р. Эбелях

Кол-во выработок	Участок	Геоморфологическое положение	Средние параметры	
			Мощность, м	Среднее содержание, кар/м <sup>3</sup>
35	Приустьевой	Плес	1,72	1,39
56		Пережат	2,54	0,81
26		Зона сочленения плесов и пережатов	2,06	1,55
133	Нижний	Плес	0,91	3,57
95		Пережат	1,9	3,70
12		Зона сочленения плесов и пережатов	1,46	4,92
253	Верхний	Плес	0,97	2,81
90		Пережат	1,70	2,23
43		Зона сочленения плесов и пережатов	1,10	3,62
29	Верховье	Плес	0,90	1,83
39		Пережат	1,97	2,06
17		Зона сочленения плесов и пережатов	1,56	3,02
Среднее по россыпи:		Плес	1,0	2,77
		Пережат	1,97	2,32
		Зона сочленения плесов и пережатов	1,48	2,90

Статистической характеристикой изменчивости мощностей песков и содержания алмазов по сквозным пробам определено, что их вариации соответственно составляют 56,4 и 168,1 %, а по разведочным линиям – 43,1 и 55,9 %. Это характеризует россыпь как хорошо выдержанную по мощности с неравномерным распределением полезного компонента.

*Для россыпи р. Эбелях, как и для многих россыпей Западной Якутии, существует прямая корреляционная связь алмазоносности с выходом крупных пиропов (+1 мм). Ураганные значения алмазоносности подчеркиваются высокими концентрациями пиропов класса +2 мм.*

Расчет коэффициента корреляции между алмазоносностью, содержанием пикроильменита и выходом тяжелой фракции показал, что между ними существует прямая корреляционная связь, значимая ( $\chi = 0,35$ ) с крупными (+1 мм) зернами пикроильменита и незначительная с мелкими (-1 мм) их зернами ( $\chi = 0,16$ ) и выходом тяжелой фракции ( $\chi = 0,06$ ).

Среди алмазов россыпи р. Эбелях в весовом отношении преобладают размерные классы -4+2 и -2+1 мм, соответственно – 56,7 и 31,1 %, меньше алмазов класса -8+4 мм – 10,7 % и первые проценты составляет класс -1 мм (табл. 2.44). По количеству доминируют камни -2+1 мм, составляющие 61,9 %.

Таблица 2.43

## Среднее содержание алмазов в торфах россыпи р. Эбелях

Эрозионно-аккумулятивный уровень	Количество опробованных выработок	Среднее содержание алмазов, кар/м <sup>3</sup>
Русло и высокая пойма	211	0,09
I надпойменная терраса	61	0,06
II надпойменная терраса	66	0,06
III надпойменная терраса	2	0,04
IV надпойменная терраса	20	0,06

Таблица 2.44

**Гранулометрический состав алмазов из россыпей бассейна р. Эбелях**

Участок	Средний вес, мг	Класс крупности, %, количество/вес			
		-8 +4 мм	-4 +2 мм	-2 +1 мм	-1 +0,5 мм
Эбелях, средний состав	19,9	0,7/10,7	20,8/56,7	61,9/31,1	16,6/1,5
Приустьевой	25,6	1,1/11,7	30,4/66,2	51,3/21,2	14,2/0,9
Нижний	22,3	0,7/11,4	23,0/55,6	66,6/31,9	9,7/1,1
Верхний	16,6	0,5/8,7	16,4/53,2	61,2/36,0	21,9/2,1
Верховье	16,5	0,7/12,8	17,0/55,0	58,2/30,1	24,0/2,1
Исток	19,0	0,9/13,4	20,3/52,8	58,3/26,2	20,5/1,6

Средний вес алмазов россыпи р. Эбелях составляет 19,9 мг. При этом фиксируется четкая тенденция увеличения среднего веса алмазов к устью реки. Если в пределах уч. Исток средний вес составляет 19,0 мг, то на уч. Приустьевый эти значения равны 25,6 мг, что объясняется поступлением алмазов повышенной крупности в нижнем течении реки из левых притоков – ручьев Гусиный, Ыраас-Юрях, Холомолоох и руч. 53. При геолого-разведочных работах на нижнем отрезке россыпи р. Эбелях найдено пять алмазов весом от 5 до 20 кар (см. фото 2.3, с. 92–93).

При опытно-промышленных работах прииска Анабар ПНО “Якуталмаз” на нижнем отрезке россыпи Эбелях, найдено два алмаза до 50 кар.

По кристалломорфологическим особенностям алмазов россыпи р. Эбелях (см. фото 2.4, с. 92–93; табл. 2.45) отмечается следующая закономерность: снизу вверх по течению реки идет возрастание содержания алмазов I разновидности и понижение V и VII. Так, на уч. Приустьевый сумма алмазов I разновидности составляет 53 %, а на уч. Исток – 65 %, сумма алмазов V и VII – 40 и 29 % соответственно. Высокое содержание алмазов V и VII разновидности на нижнем отрезке р. Эбелях объясняется их поступлением с левых промышленных притоков (ручьи Ыраас-Юрях – 57 %; руч. 53 – 55 %; Холомолоох – 54 %, Гусиный – 49 %). По другим типам алмазов существенных отличий не установлено.

Среди изученных 14 880 алмазов россыпи р. Эбелях (В.И. Коптиль, Амакинская экспедиция) общее содержание двойников и сростков составляет 40,0 %, при этом их количество класса –8+4 мм равно 47 %, а класса –1+0,5 мм – 26,2 %. Число камней со скульптурами травления достигает 58,8 %, среди которых преобладают

Таблица 2.45

**Типоморфные особенности алмазов россыпей бассейна р. Эбелях**

Участок россыпи	Разновидность алмазов, %									
	I					II	III	IV	V+VII	VIII
	Ламинарные	округлые			Сумма					
уральского типа		жильного типа	Сумма							
Эбелях, средний состав	14,1	16,2	20,3	36,5	62,9	3,6	0,2	0,5	30,9	0,3
Приустьевой	12,5	11,9	17,7	29,6	53,1	2,7	0,1	0,8	40,0	0,2
Нижний	15,5	22,0	15,0	37,0	59,5	2,5	0,3	0,3	37,2	0,1
Верхний	15,9	13,5	18,5	32,0	61,4	3,2	0,3	0,8	32,9	0,5
Верховье	12,3	10,4	22,0	32,4	59,6	3,7	0,3	0,6	35,0	0,0
Исток	12,6	22,5	21,6	44,1	65,3	4,3	0,1	0,6	29,6	0,1

шрамы – 33,2 %. Количество прозрачных кристаллов составляет 58,7 %, полупрозрачных – 28,5 %, весьма прозрачных – 9,7 %, непрозрачных – 2,1 % и чистой воды – 1,0 %. Содержание алмазов чистой воды возрастает с повышением крупности камней, в классе –8+4 мм их число составляет 2 %, хотя и здесь повышенная доля непрозрачных кристаллов – 7 %. Общее количество окрашенных алмазов достигает 31,5 %, среди которых преобладают камни с серой (15,4 %) и коричневой (10,2 %) окраской. Из других типов окраски наиболее распространены желтая, желто-зеленая, зеленая и желто-оранжевая алмазов II разновидности и очень редко – зеленая, цвета морской волны окраска кристаллов I разновидности. Количество окрашенных алмазов заметно (более чем в 1,5 раза) уменьшается снизу вверх по течению р. Эбелях, одновременно со снижением в этом направлении содержания камней V и VII разновидностей увеличивается крупность кристаллов.

Степень сохранности (целостности) алмазов высокая при значительном (42 %) содержании целых и в незначительной степени поврежденных кристаллов, представленных преимущественно индивидами II, V и VII разновидностей, и низким содержанием обломков и бесформенных осколков. Она ухудшается снизу вверх по течению р. Эбелях, одновременно со снижением в этом направлении количества алмазов V и VII разновидностей. Степень сохранности (целостность) кристаллов заметно возрастает с увеличением крупности кристаллов (–8+4 мм = 53 %), что свидетельствует об их сортировке в процессе экзогенной истории.

Большинство изученных алмазов (67,6 %) представляют собой в той или иной степени трещиноватые камни, причем наиболее сильно трещиноваты кристаллы V, реже VII разновидностей, поэтому, учитывая повышенную крупность последних, доля трещиноватых алмазов в крупных классах достигает 85 %. Степень трещиноватости заметно (почти в 1,5 раза) уменьшается снизу вверх по течению р. Эбелях.

Для алмазов этой россыпи характерно высокое содержание камней с механическим износом истирания прибрежно-морского генезиса (12,4 %). Причем максимальные значения характерны для кристаллов V и VII разновидностей (до 30 %). Механический износ увеличивается с классом крупности (–8+4 мм = 27 %). Исходя из специфики распределения алмазов эбеляхского типа в продольном разрезе россыпи, их суммарное количество с механическим износом истирания в 1,5–2 раза уменьшается снизу вверх по течению реки, в то же время механический износ выкрашивания не характерен для алмазов бассейна р. Эбелях. Эти же значения для ламинарных алмазов, кристаллов уральского и жильного типов в россыпи р. Эбелях ниже, хотя на ее левых притоках их износ также высок (россыпи ручьев Ыраас-Юрях, Гусиный, Холомолоох, руч. 53). На алмазах преобладают аллювиальные сколы или их комбинации, что также свидетельствует об их сложной экзогенной истории.

Подавляющее большинство (61,8 %) эбеляхских кристаллов в той или иной степени ожелезнены вследствие проникновения гидроксидов железа по трещинам. Причем ожелезнение в основном характерно для сильно дефектных алмазов V и VII разновидностей и возрастает с увеличением класса крупности кристаллов. Их количество резко (в 1,4 раза) уменьшается снизу вверх по течению р. Эбелях вместе с уменьшением суммарного содержания алмазов V и VII разновидностей.

По фотолюминесцентным особенностям заметно преобладают (30,5 %) кристаллы без признаков видимого свечения. Довольно высоко содержание алмазов с сине-голубым (25,7 %), розово-сиреневым (18,8 %) и фиолетовым (8,5 %) свечением, значительно реже встречаются кристаллы с желтой и желто-зеленой фотолюминесценцией. Отсутствие видимого свечения и розово-сиреневая фотолюминесценция характерны преимущественно для индивидов V и VII разновидностей, а желтое и оранжевое – для кристаллов II разновидности.

Алмазы россыпи р. Эбелях характеризуются высоким (58 %) содержанием камней с твердыми эпигенетическими включениями графит-сульфидного состава (56,2 %), характерного для камней эбеляхского типа (V, VII разновидности). Среди сингенетических включений, которые инструментально диагностированы, минералы-узники ультраосновной (оливин, хромшпинелид, пироп малиновый, энстатит, хромдиопсид) и эклогитовой (гранат оранжевый, омфацит, коэсит, рутил, дистен) ассоциаций составляют не более 2–3 % (табл. 2.46). Среди них, в отличие от индивидов других месторождений, доля эклогитовой ассоциации повышена и достигает 50 % от общего содержания всех сингенетических включений (без учета алмазов V и VII разновидностей, характеризующихся исключительно эклогитовой ассоциацией). Количество кристаллов с твердыми включениями заметно (в 1,3 раза) уменьшается снизу вверх по течению р. Эбелях, что связано с уменьшением в этом направлении суммарного содержания алмазов V и VII разновидностей.

Таблица 2.46

**Химический состав минералов эклогитовой ассоциации, включенных в алмазы россыпи р. Эбелях, %**

Оксид	Гранат пироп-альмандинового состава (пироп оранжевый) (37 ан.)	Омфацит (25 ан.)	Рутил (3 ан.)
SiO <sub>2</sub>	<u>38,1 – 41,4</u> 39,8	<u>53,1 – 59,2</u> 55,73	–
TiO <sub>2</sub>	<u>0,32 – 0,97</u> 0,62	<u>0,07 – 0,77</u> 0,50	<u>97,5 – 99,4</u> 98,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<u>20,3 – 22,84</u> 21,52	<u>4,09 – 20,0</u> 10,93	<u>0,18 – 0,28</u> 0,23
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<u>0,0 – 0,15</u> 0,10	<u>0,00 – 0,17</u> 0,07	<u>0,06 – 0,28</u> 0,13
FeO	<u>9,25 – 25,3</u> 17,05	<u>0,84 – 11,4</u> 5,44	<u>0,30 – 0,88</u> 0,64
MnO	<u>0,22 – 2,32</u> 0,49	<u>0,00 – 0,14</u> 0,08	<u>0,00 – 0,05</u> 0,02
MgO	<u>6,89 – 16,2</u> 9,77	<u>3,12 – 11,6</u> 8,93	–
CaO	<u>4,34 – 16,9</u> 10,35	<u>5,95 – 18,3</u> 12,13	<u>0,00 – 0,02</u> 0,01
Na <sub>2</sub> O	<u>0,00 – 0,38</u> 0,18	<u>2,32 – 11,1</u> 5,69	
K <sub>2</sub> O	–	<u>0,00 – 0,57</u> 0,19	–
Сумма	<u>97,28 – 102,32</u> 99,76	<u>97,38 – 100,94</u> 99,69	<u>98,72 – 100,06</u> 99,23

Примечание. Здесь и в табл. 2.47 над чертой – вариации содержания, под чертой – среднее. Исследования выполнены в ОИГГМ СО РАН, г. Новосибирск, аналитики Е.С. Ефимова, Ю.Г. Лаврентьев.

## Минералы-включения в алмазах ультраосновной ассоциации

Оливин является наиболее распространенным сингенетическим включением в алмазах и встречается в виде кристаллов призматического, таблитчатого и октаэдрического облика размером до 0,55 мм по длинной оси кристалла. Он относится к наиболее магнезиальной разновидности с постоянной примесью хрома (табл. 2.47). Необходимо отметить, что железистость оливинов из алмазов россыпи р. Эбелях выше аналогичных показателей таковых из коренных месторождений Западной Якутии.

Энстатит визуально диагностировать в алмазах довольно трудно, так как он мало отличается от оливина, а из включений в алмазах россыпи р. Эбелях выделяется низкой железистостью и пониженной примесью  $Al_2O_3$ .

Хромит в алмазах встречается довольно редко и представлен искаженными октаэдрическими кристаллами размером до 0,92 мм по длинной оси. В проходящем свете он имеет буровато-вишневый цвет и по составу относится к наиболее богатым хромом разновидностям с содержанием хромового компонента до 64,3 % и не отличается от состава хромита в алмазах эксплуатируемых месторождений Западной Якутии.

Таблица 2.47

## Химический состав минералов ультраосновной ассоциации, включенных в алмазы россыпи р. Эбелях, %

Оксид	Минерал			
	гранат (8 ан.)	энстатит (6 ан.)	оливин (41 ан.)	хромит (8 ан.)
SiO <sub>2</sub>	40,8 – 41,5	57,9 – 58,82	40,3 – 42,6	0,18 – 0,34
	41,43	58,3	41,09	0,25
TiO <sub>2</sub>	0,01 – 0,07	0,00 – 0,02	0,00 – 0,01	0,04 – 0,09
	0,05	0,015	0,001	0,07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,2 – 16,01	0,25 – 0,55	–	4,89 – 5,97
	41,84	0,42		5,24
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,61 – 12,9	0,18 – 0,49	0,00 – 0,08	63,5 – 64,8
	11,19	0,31	0,025	63,9
FeO	6,17 – 6,83	3,96 – 4,91	6,27 – 8,83	6,40 – 13,2
	6,50	4,39	7,08	10,9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				2,64 – 4,85
				3,82
MnO	0,24 – 0,34	0,08 – 0,13	0,00 – 0,50	0,31 – 0,36
	0,28	0,11	0,062	0,33
MgO	20,30 – 22,8	35,3 – 37,82	49,3 – 53,8	13,0 – 16,4
	21,66	36,37	50,99	13,9
CaO	2,41 – 6,00	0,12 – 0,89	0,00 – 0,09	0,03 – 0,06
	3,63	0,44	0,022	0,04
Na <sub>2</sub> O	0,00 – 0,04	0,05 – 0,07		
	0,02	0,06		
NiO			0,00 – 0,41	0,00 – 0,45
			0,278	0,18
Сумма	98,61 – 100,01	99,18 – 101,96	97,44 – 102,98	97,71 – 99,55
	99,55	100,3	99,69	98,63

Гранат малинового цвета встречается в виде удлиненных кристаллов призматического облика размером до 0,25 мм по длинной оси и принадлежит к гарцбургит-дунитовому парагенезису с высоким содержанием хромового и кальциевого компонент.

*Минералы-включения в алмазах эклогитового парагенезиса*

Минералы этого парагенезиса в алмазах россыпей бассейна р. Эбелях встречаются чаще, чем в алмазах из эксплуатируемых месторождений.

Гранат пироп-альмандинового состава представлен зернами желтого цвета размером до 0,75 мм по длинной оси, чаще всего в виде сростков причудливой формы, реже – единичных зерен призматического или октаэдрического облика. Гранаты пироп-альмандинового ряда в алмазах часто находятся в ассоциации с омфацитом (см. табл. 2.47).

Омфацит в алмазах представлен кристаллами от светло- до травяно-зеленого цвета октаэдрического и удлиненно-призматического облика размером до 0,40 мм по длинной оси и характеризуется высоким содержанием  $\text{Na}_2\text{O}$  и устойчивой примесью  $\text{K}_2\text{O}$ .

Коэзит обнаружен в алмазах россыпи р. Эбелях впервые в ассоциации с гранатом оранжевым и омфацитом [Соболев, 1974]. Он представлен монокристаллами клинообразного облика размером 0,35 мм по длинной оси. Включения коэзита исследованы рентгенографическими методами с применением камеры Гандольфи, измерены показатели преломления:  $N_g - 1,596$ ;  $N_p - 1,592$ . Определение его состава проведено с помощью микроанализатора.

Рутил обнаружен в виде черных кристаллов удлиненного облика размером до 0,53 мм по длинной оси и практически состоит из чистой примеси двуокиси титана с незначительным содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ .

Россыпи левых притоков р. Эбелях – ручьев Холомолоох, Ыраас-Юрях, Гусиный, Руч. 53

Ручьи Ыраас-Юрях, Гусиный, Руч. 53 впадают в р. Эбелях в нижнем ее течении (см. рис. 2.15). Россыпи ручьев разведаны и переданы в промышленное освоение в 1985 г. (С.А. Граханов, В.М. Подчасов, Л.М. Зарецкий, В.М. Куницкий), а россыпь руч. Холомолоох – в 1988 г. (А.С. Кириллин, С.А. Граханов).

Из них в промышленное освоение вовлечены (Анабарский ГОКом АК “АЛРОСА”) россыпи ручьев Ыраас-Юрях, Холомолоох и руч. 53. К настоящему времени россыпь Ыраас-Юрях отработана.

Учитывая, что долины ручьев пространственно сближены, россыпи, тяготеющие к этим долинам, имеют сходное геологическое строение, близки по уровню алмазности и типоморфизму алмазов. Долины ручьев выработаны в карбонатных породах среднего кембрия. Врез их относительно водоразделов в нижнем течении составляет 60–80 м, в среднем – 40–60 м, а в верхнем не превышает 30 м. Продольные профили характеризуются неравномерным уклоном, по всем ручьям более крутой участок профиля прослеживается в нижнем течении – 7,0–8,0 м/км. Средний и верхний отрезки ручьев более выположены, уклон не превышает 5,5–5,9 м/км. Долины в верхнем и среднем течении имеют корытообразную форму, в русле отмечаются озеровидные (10,0–20,0 м) расширения термокарстового происхождения, глубина воды в них достигает 2,0–3,0 м, а на остальных участках – 0,3–0,5 м. Здесь в нижнем течении долины приобретают U-образную форму с асимметричным профилем, с выходами коренных пород на одном из бортов.

В геологическом строении россыпей участвуют кембрийские карбонатные породы анабарской свиты и силигирского горизонта с широко развитыми корами

выветривания. Ограниченное распространение имеют меловые и неогеновые (неоген-нижнечетвертичные) осадки, которые заполняют эрозионно-карстовые депрессии и карстовые воронки в днищах и на склонах долин. Как правило, днище долин выстилают верхнечетвертичные осадки, а на их склонах установлены средне-верхнечетвертичные осадки, на водоразделах наблюдаются плиоцен-среднечетвертичные образования. Повсеместно развиты склоновые верхнечетвертичные – современные и современные аллювиальные отложения русла. Магматических пород в долинах рек не установлено, лишь на руч. Холомолоох на них указывают щебень и дресва карбонатизированных туффизитов в верхнечетвертичных осадках, вскрытых в его нижнем течении. Это брекчиевидные породы светло-серого цвета, состоящие из обломков карбонатитов, известняков и кварцитов, сцементированных карбонатным материалом. Кроме туффизитов там встречены также обломки карбонатизированных пикритов и слюдисто-карбонатных пород. Минералогический состав тяжелой фракции следующий: магнезиоферрит ( $MgO - 2,83\%$ ,  $Cr_2O_3 - 0,13$ ,  $TiO_2 - 4,0\%$ ), амфиболы (актинолит и роговая обманка), апатит, алмадин и циркон. В верховьях руч. Холомолоох среди обломочного материала верхнечетвертичных отложений фиксируются слабоокатанные и неокатанные обломки долеритов и контактово-измененных пород. Они слагают дайки и мелкие штоки, установленные при заверке аэромагнитных аномалий. По основным породам развиты аллитовые коры выветривания. Проявленность базитового магматизма в долине ручья четко фиксируется в неогеновых и четвертичных осадках резким увеличением траптовых минералов – пироксенов, амфиболов и магнетита.

Силигирский горизонт среднего кембрия развит в долине руч. Холомолоох и сложен известняками и мергелями. Породы светло-, желтовато- и коричневатосерого цвета. В верхней части отмечены прослойки известковых конгломератов. Залегание пород горизонтальное.

Породы анабарской свиты среднего кембрия повсеместно подстилают аллювиальные образования долины ручьев Холомолоох, Ыраас-Юрях, Гусиный, руч. 53. Они представлены доломитами белыми, желтовато-серыми, мелко-среднезернистыми толстоплитчатыми до массивных. Залегание пород близко к горизонтальному. Породы пористостые, кавернозные, интенсивно закарстованные. На доломитах широко развиты коры выветривания, сложенные доломитовой мукой, на известняках – карбонатной глиной желтовато-коричневого цвета. Верхние их горизонты несут явные черты перемыва. Мощность переотложенных кор выветривания варьирует от 0,2 до 5,2 м, в среднем – 0,9 м. Их минералогический состав соответствует таковому перекрывающих осадков (алмадин – 56,6 %, ильменит – 17,9 %, пироксен – 2,7 %, лимонит – 21,1 %). Мощность остаточных кор выветривания на доломитах анабарской свиты варьируют от 0,2 до 5,6 м, а на известняках силигирского горизонта – 1,1 м, при колебаниях – от 0,4 до 3,1 м.

Нижнемеловые образования установлены в долинах всех ручьев (рис. 2.21). Наиболее мощные отложения установлены на руч. 53, где они заполняют карстовые полости размером от первых десятков до сотен метров и представлены песчано-глинистыми отложениями с примесью грубообломочного материала. Для этих осадков характерна примесь бурых углей. Среди обломочного материала доминируют местные породы, примесь экзотических образований не превышает 1 %. Нижнемеловые отложения характеризуются магнетит-алмадин-ильменитовой минералогической ассоциацией. Из минералов-спутников присутствует пикроильменит с характерной “коровой” поверхностью.

Неогеновые отложения заполняют депрессии карстового и эрозионно-карстового типов в днище и на склоне долины руч. Гусиный, размеры которых варьируют от 10×17 до 380×80 м (рис. 2.22). Средняя мощность – 8 м.

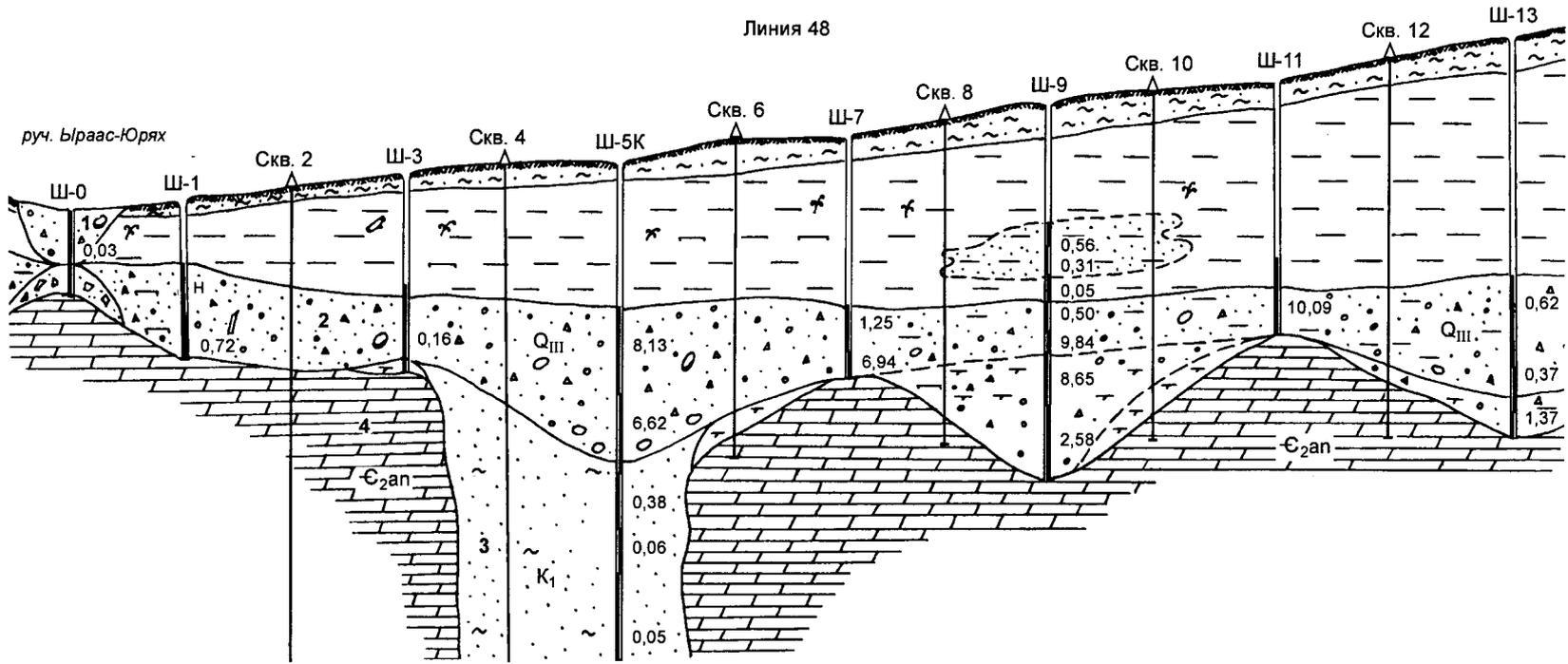


Рис. 2.21. Геологический разрез нижнемеловых отложений в долине руч. Ыраас-Юрях:

1 – аллювий русла; 2 – аллювий погребенной верхнечетвертичной долины; 3 – нижнемеловые пески с линзами углей; 4 – доломиты среднего кембрия.

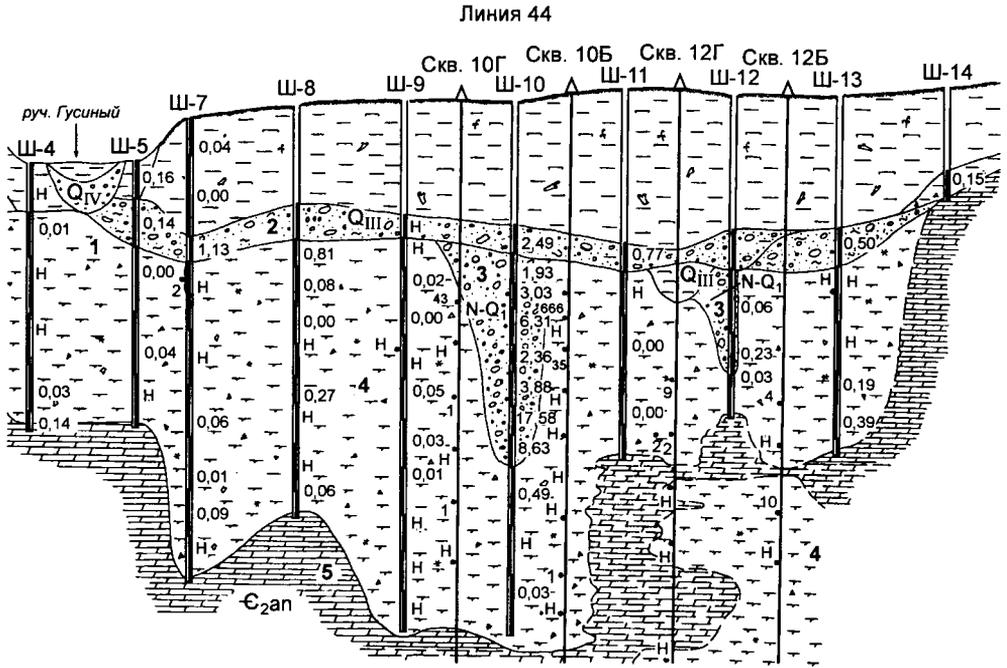


Рис. 2.22. Геологический разрез россыпи руч. Гусиный.

1 – аллювий русла; 2 – аллювий погребенной верхнечетвертичной долины; 3 – реликтовый аллювий неогенового возраста; 4 – кора выветривания (доломитовая мука). Залитый кружок – содержание пикроильменита по скважинам, зн./10 л.

В долине руч. Холомолоох они установлены на правом ее склоне, заполняя неглубокие депрессии размером от 180×1650 до 48×550 м (рис. 2.23). Мощность отложений варьирует от 0,3 до 3,5 м.

Осадки красновато-коричневого, буровато- и желтовато-коричневого цветов представлены галечно-гравийно-песчаным материалом с примесью валунов и глины. Контакты с подстилающими и перекрывающими породами четкие. Среди гальки преобладают местные породы – доломиты, известняки, кремни. Примесь экзотических образований не превышает первых процентов. Осадки интенсивно ожелезнены, встречаются галька и гравий, покрытые пленкой гидроксидов железа, отмечаются стяжения лимонита. Сильное ожелезнение обуславливается минеральным составом, поскольку 29,8 % тяжелой фракции составляет лимонит, скорее всего аутигенного происхождения. Для неогеновых осадков характерна алмадин-ильменит-лимонитовая ассоциация в долине руч. Гусиный и пироксен-ильменит-алмандиновая ассоциация с амфиболом и эпидотом в бассейне руч. Холомолоох. Для осадков типично высокое содержание минералов-индикаторов кимберлитов (табл. 2.48). Содержание пикроильменита в продуктивном аллювии долины руч. Холомолоох составляет 5,2 %, а в долине руч. Гусиный – 54,6 %. Выход тяжелой фракции достигает 11,4 кг/м<sup>3</sup> при среднем значении 3,9 кг/м<sup>3</sup>.

Плиоцен-среднечетвертичные отложения развиты на склонах долин всех ручьев. Осадки аллювиального и озерно-аллювиального генезиса представлены галечно-гравийно-песчаными отложениями с примесью глины. Среди гальки и гравия довольно высок процент экзотики (роговики, кварц, долериты) – 6,5 %. Вскрытая мощность осадков составляет 4,2 м.

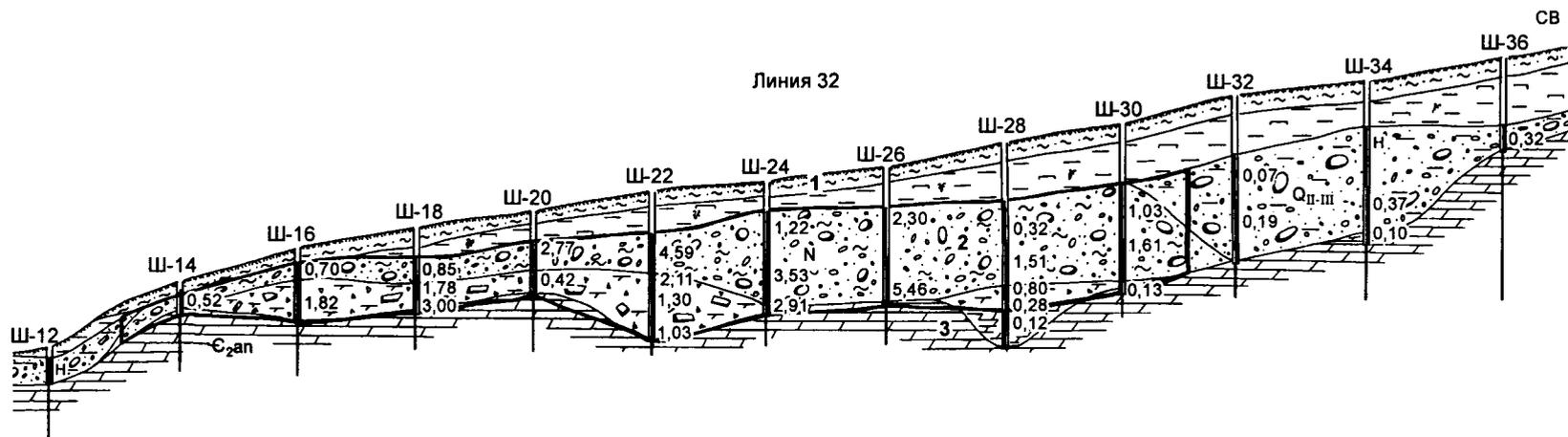


Рис. 2.23. Геологический разрез неогеновых отложений россыпи руч. Холомолоох.

1 – делювиально-солифлюкционные отложения; 2 – реликтовый алювий неогенового возраста; 3 – коренные породы, доломиты кембрия.

Таблица 2.48

## Минералогический состав разновозрастных отложений

Расстояние от устья, км	Выход тяжелой фракции, кг/м <sup>3</sup>	Минерал, %											
		магнетит	ильменит	лимонит	хромит	альмандин	пироксен ромбический	пироксен моноклинный	роговая обманка	эпидот	циркон	рутил	пикроильменит
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Россыпь руч. Холомолоох													
Аллювиальные верхнечетвертичные отложения													
3,2	0,75	0,4	10,8	Зн.	Зн.	43,6	Зн.	Зн.	Зн.	Зн.	0,2	0,1	44,9
6,0	1,47	0,6	10,2	0,6	»	72,5	1,5	0,9	2,1	2,5	1,5	0,8	6,8
8,8	0,44	1,5	17,0	0,1	»	74,3	0,5	0,4	0,6	0,8	3,4	0,6	0,8
9,2	0,1	1,9	15,7	5,2	0,2	69,2	0,5	1,1	0,7	1,9	3,0	0,6	зн
Аллювиальные неогеновые отложения													
Среднее	3,9	0,5	15,0	0,7	0,1	66,9	2,3	2,8	2,8	2,1	1,2	0,4	5,2
Россыпь руч. Гусиный													
Аллювиальные верхнечетвертичные отложения													
3,5	0,08	Зн.	7,0	17,4	0,3	28,9	0,1	0,7	Зн.	1,4	1,9	0,8	40,9
3,6	0,11	»	7,4	10,5	0,3	28,5	0,2	0,5	0,4	0,6	1,9	0,6	48,9
4,0	0,55	0,6	11,2	6,4	Зн.	42,7	3,5	3,6	3,2	1,1	2,0	1,5	23,7
4,4	0,38	0,5	10,3	4,0	1,5	55,6	Зн.	0,9	Зн.	2,6	3,0	1,2	19,6
6,8	0,02	Зн.	33,7	1,1	Зн.	33,9	»	0,9	0,2	3,8	3,0	0,6	17,4
8,4	0,48	»	5,6	7,0	»	34,4	»	0,4	Зн.	2,6	2,8	0,7	46,6
Аллювиальные неогеновые отложения													
4,4	11,4	3,4	23,2	29,8	0,3	17,4	Зн.	0,6	Зн.	1,8	4,4	1,7	14,1
5,2	0,61	Зн.	10,6	21,2	Зн.	9,1	»	Зн.	»	0,4	2,8	0,9	54,7

Окончание табл. 2.48

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Россыпь руч. Ыраас-Юрях													
	Аллювиальные верхнечетвертичные отложения													
	0,8	0,4	1,3	12,7	1,1	Зн.	56,4	2,8	1,6	2,6	3,8	2,7	1,4	11,4
	2,4	0,17	1,1	12,2	3,8	0,2	49,9	1,3	1,6	2,4	3,0	2,7	0,9	20,4
	3,2	0,22	Зн.	9,7	3,0	0,5	48,4	0,5	1,4	0,9	3,3	2,3	1,4	28,0
	5,6	0,52	0,7	6,0	0,6	Зн.	43,4	Зн.	0,4	0,1	0,2	1,5	1,1	45,6
	6,4	0,39	0,2	3,9	1,1	0,04	29,1	0,2	0,4	0,2	0,6	1,8	0,6	60,8
	7,2	0,20	Зн.	6,1	4,1	Зн.	41,9	Зн.	3,1	0,5	1,1	1,5	0,7	39,8

Примечание. Анализы выполнены в лаборатории Амакинской экспедиции в 1980–1985 гг.

*Средне-верхнечетвертичные отложения* развиты в среднем течении руч. Холомолоох. Они залегают на карбонатных породах кембрия или на неоген-нижнечетвертичных осадках. Породы представлены гравийно-галечно-песчаным материалом с примесью глины и валунов. Обломочный материал представлен исключительно местными породами, доля экзотических образований не достигает и одного процента. Отложения характеризуются пироксен-ильменит-альмандиновым составом с магнетитом и амфиболом. Ширина их распространения колеблется от 12 до 195 м. Мощность осадков достигает 7,2 м, в среднем – 1,6 м.

*Верхнечетвертичные отложения* широко развиты в долинах всех ручьев, выстилая их днища, а современные аллювиальные образования чаще всего вложены в эти образования. Строение верхнечетвертичных осадков двухчленное – русловая и пойменная фации. Последняя представлена льдистыми илами с незначительной примесью песка, гравия и гальки. Русловая фация аллювия представлена гравийно-галечно-глинисто-песчаными отложениями серого цвета с валунами (табл. 2.49). Валунны мелкие и средние, плохой и средней окатанности, представлены доломитами. Крупная галька также сложена доломитами. Среди мелкой гальки и гравия встречаются кремни и долериты (табл. 2.50).

Содержание глины составляет 10,1 %. Минералогический состав песчаной фракции довольно однообразный и представлен кварцем, плагиоклазом, карбонатами, калишпатом (табл. 2.51).

Сортировка обломочного материала в слое отсутствует. По литологическому составу среди верхнечетвертичных отложений можно выделить: валунно-гравийно-галечные отложения с глинисто-песчаным заполнителем, гравийно-галечные отложения с глинисто-песчаным заполнителем и гравийно-галечно-щебнисто-глибовые отложения с суглинистым заполнителем. Породы характеризуются повышенной льдистостью. Осадки серого, темно-серого и коричневатого-серого цвета. Для них присуще полное отсутствие сорти-

Таблица 2.49

## Гранулометрический состав продуктивных отложений россыпей

Эрозионно-аккумулятивный уровень	Фация	Класс крупности, мм									
		+200	-200+100	-100+16	-16+2	-2+0,5	-0,5+0,25	-0,25+0,125	-0,125+0,071	-0,071+0,01	-0,01
Россыпь руч. Холомолоох											
Русло и низкая пойма	Русловая	0,2	4,1	25,2	18,2	11,6			40,7		
Склон	Делювиальные	1,0	6,2	21,4	14,9	9,7			46,8		
Погребенная долина, Q <sub>III</sub>	Пойменная	-	-	16,6	5,6	6,8			71,0		
То же	Русловая	0,7	3,8	23,5	16,9	10,3			44,8		
Неогеновая долина	Пойменная	-	-	6,4	7,7	12,2			73,7		
То же	Русловая	0,8	1,2	15,7	16,1	14,8			51,4		
Россыпь руч. Гусиный											
Погребенная долина, Q <sub>III</sub>	»	5,0	5,8	26,1	1,6	7,8	14,03	14,55	5,81	0,80	8,51
Неогеновая долина	»	-	0,3	10,7	19,5	10,6			58,9		
Россыпь руч. Ыраас-Юрях											
Русло -низкая пойма	»	5,0	5,8	26,1	11,6	7,8	14,03	14,55	5,81	0,80	8,51
Погребенная долина, Q <sub>III</sub>	»	1,7	5,9	25,7	14,3	9,2	20,43	11,0	1,59	0,06	10,12

Таблица 2.50

**Средний петрографический состав грубообломочного материала из продуктивных отложений россыпей ручьев Холомолоох, Гусиный и Ыраас-Юрях**

Порода	Среднее содержание пород, %		
	Q <sub>IV</sub>	Q <sub>III</sub>	N
Россыпь руч. Холомолоох			
Известняки	3,7	14,4	0,8
Доломиты	90,6	75,6	88,8
Окремненные доломиты-известняки	1,8	6,7	8,8
Кремни	3,1	2,7	1,0
Кварциты	—	0,1	0,2
Брекчии карбонатизированные	—	0,2	—
Роговики	—	0,1	0,1
Лимонит	0,5	0,1	0,2
Долерит	0,1	0,1	—
Кварц	0,2	—	0,1
Россыпь руч. Гусиный			
Известняки	—	0,82	—
Доломиты	77,75	70,05	90,0
Окремненные доломиты	22,00	26,08	9,5
Кремни	—	1,68	0,5
Кварциты	0,25	0,33	—
Кварц	—	0,09	—
Песчаники	—	0,53	—
Лимонит	—	0,16	—
Конгломераты карбона	—	0,26	—
Россыпь руч. Ыраас-Юрях			
Доломиты	91,10	85,55	—
Окремненные доломиты	8,62	9,11	—
Кремни	0,21	0,26	—
Кварциты	—	0,05	—
Долериты	—	5,03	—
Лимонит	0,07	—	—

Таблица 2.51

**Средний минералогический состав легкой фракции аллювиальных отложений долины ручьев Гусиный и Ыраас-Юрях**

Отложения	Минерал, -0,5+0,25 мм/-0,25 мм, %						
	кварц	калиевый полевой шпат	плагиоклазы	кремни	эффузивные породы	кремнисто-углистые обломки	карбонаты
Руч. Гусиный							
Верхнечетвертичные (2 ан.)	56,15/33,85	8,8/12,0	15,2/17,2	5,5/2,2	0,05/0,1	зн/0,05	14,3/34,6
Руч. Ыраас-Юрях							
Русло и низкая пойма (1 ан.)	12,6/7,5	1,3/3,1	3,6/4,6	1,0/зн	0,0/0,0	0,0/0,0	81,5/84,8
Верхнечетвертичные (4 ан.)	40,4/22,98	6,4/6,8	29,7/23,6	0,8/0,9	0,1/0,1	0,1/0,02	22,5/45,6

Примечание. Анализы выполнены в лаборатории ПГО "Якутскгеологии" в 1981-1985 гг.

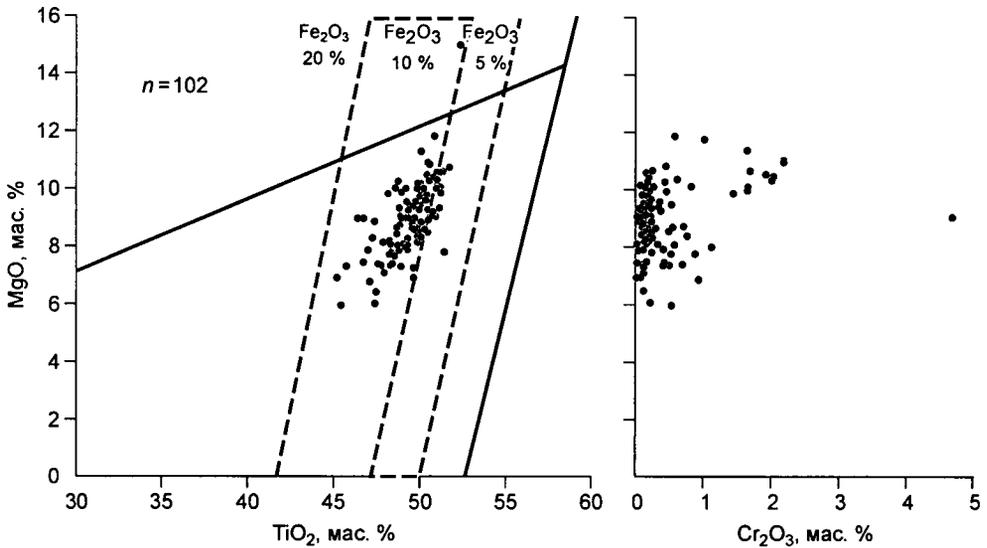


Рис. 2.24. Химический состав пикроильменита из аллювия руч. Гусиный.

ровки. Для верхнечетвертичных осадков характерна циркон-ильменит(13,6 %)-альмандиновая минералогическая ассоциация. Следует отметить возрастание доли пироксенов, магнетита и амфиболов в составе верхнечетвертичного аллювия в долине руч. Холомолоох.

Для этих осадков типично высокое содержание минералов-индикаторов – 60,8 % от веса тяжелой фракции при среднем значении – 5,2 %. Следует отметить, что по типоморфным особенностям и химическому составу пикроильменит из аллювия р. Эбелях и ее притоков довольно близок (рис. 2.24, см. фото 4).

Мощность верхнечетвертичного аллювия варьирует от 0,3 до 5,2 м.

*Верхнечетвертичные – современные делювиально-солифлюкционные отложения* представлены илстыми суглинками, которые включают значительный процент валунов и глыб (7,2 %), щебня и гальки (21,4 %), дресвы и гравия (14,9 %). Мощность отложений колеблется от 0,5 до 6,0 м.

Современные отложения слагают русло ручья. Русловые отложения в нижней части долины залегают на коренных породах кембрия, а в верхней – вложены в пойменную фацию верхнечетвертичного аллювия, что и отразилось на их составе. В нижней части они более грубые и представлены галечно-песчаными осадками с валунами, а в верхней – более тонкие, сложенные илами с примесью гальки и гравия. Мощность современного аллювия от 0,5 до 4,3 м.

Технологические свойства продуктивных отложений россыпей левых притоков р. Эбелях различны. Если современные и верхнечетвертичные отложения отличаются хорошей обогатимостью, то неогеновые образования выделяются высокими содержаниями тяжелой фракции во всех классах крупности и бывают труднообогатимыми. Тяжелую фракцию преимущественно слагают лимонит, пикроильменит и ожелезненные обломки карбонатных пород (табл. 2.52, 2.53).

Для продуктивных и перекрывающих пород россыпей ручьев Холомолоох, Ыраас-Юрях, Гусиный, руч. 53 характерна высокая льдистость (табл. 2.54).

Промышленный контур россыпей объединяет: неогеновые отложения (ручьи Гусиный, Холомолоох), верхнечетвертичные осадки, переотложенные коры выветривания и на устьевых отрезках современные аллювиальные отложения (табл. 2.55).

Таблица 2.52

Средний фракционный состав продуктивных отложений россыпи руч. Холмолоох

Класс крупности, мм	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Содержание фракций, %			
		Современный аллювий	Пойменная фа-ция верхнечет-вертичного аллювия	Русловая фа-ция верхнечетвер-тичного аллювия	Неогеновые отложения
-16+8	<2,9	99,96	100	99,59	98,34
	2,9-3,2	0,04	-	0,17	0,46
	>3,2	-	-	0,24	1,20
-8+4	<2,9	98,52	99,12	98,29	97,0
	2,9-3,2	0,51	0,46	1,24	0,8
	>3,2	0,97	0,42	0,47	2,2
-4+2	<2,9	98,98	97,32	99,18	96,69
	2,9-3,2	0,30	0,68	0,32	0,78
	>3,2	0,72	2,0	0,50	2,53
-2+1	<2,9	98,97	97,18	98,81	97,44
	2,9-3,2	0,21	1,3	0,40	0,56
	>3,2	0,82	1,52	0,79	2,0
-1+0,5	<2,9	95,03	99,5	98,05	94,49
	2,9-3,2	0,11	0,3	0,2	0,19
	>3,2	4,86	0,2	1,75	5,32

Таблица 2.53

Минералогический состав тяжелой фракции концентратов отсадки россыпи руч. Холмолоох

Класс крупности, мм	Минерал, %							
	лимонит	пикро-ильменит	пироп	хромит	альмандин	пироксен	магнетит	ожелез-ненные обломки пород
Русловые отложения								
-8+4	44,44	2,78	-	-	-	-	-	52,78
-4+2	41,67	13,89	-	-	-	-	-	44,44
-2+1	45,14	48,50	-	0,50	-	-	-	5,86
-1+0,5	36,89	24,99	0,32	0,17	15,14	0,08	0,03	22,42
Верхнечетвертичные отложения								
-8+4	62,26	-	-	-	-	-	-	37,74
-4+2	62,34	2,32	-	-	-	-	0,16	35,18
-2+1	66,57	20,00	0,34	0,30	0,15	-	1,06	11,58
-1+0,5	55,48	13,70	0,02	0,22	8,03	1,68	0,91	19,96
Неогеновые отложения								
-8+4	92,86	-	-	-	-	-	-	7,14
-4+2	96,22	2,52	-	-	-	-	-	1,26
-2+1	78,42	18,08	0,20	0,27	0,31	-	-	2,72
-1+0,5	51,26	14,96	-	0,09	24,46	0,34	-	8,89

Таблица 2.54

Средняя характеристика песков ручьев Холомолоох, Ыраас-Юрях, Гусиный, руч. 53

Отложения	Коэффициент разрыхления	Объемная масса, т/м <sup>3</sup>	Льдистость, %	
			объемная	весовая
Торф	1,18 – 1,35	1,04 – 1,15	21,5 – 31,7	44,6 – 51,1
	1,27	1,11	25,1	47,9
Песок	1,38 – 1,54	1,41 – 2,06	10,0 – 34,6	14,5 – 49,2
	1,44	1,69	28,5	40,9

Примечание. Над чертой – вариации, под чертой – среднее.

Таблица 2.55

Алмазоносность промышленных россыпей левых притоков р. Эбелях

Россыпь	Уровень алмазоносности в отложениях долинных россыпей			
	Современные	Верхне-четвертичные	Неогеновые	Переотложенные коры выветривания
Руч. Холомолоох	В нижней части промышленный	Промышленный	Промышленный	Промышленный
Руч. Ыраас-Юрях	То же	»	–	»
Руч. Гусиный	»	»	Промышленный	»
Руч. 53	Крайне низкий	»	–	»

Основные запасы алмазов по россыпям сконцентрированы в верхнечетвертичных осадках (рис. 2.25).

В пределах промышленного контура россыпей уровень алмазоносности слагающих пласт пород довольно близок, хотя более повышенными значениями выделяются валунно-гравийно-галечные осадки с глинисто-песчаным заполнителем, а более низкими параметрами обладают гравийно-галечно-песчаные отложения, переотложенные коры выветривания и, наконец, гравийно-галечно-щебнисто-глибовые отложения с суглинистым заполнителем (табл. 2.56).

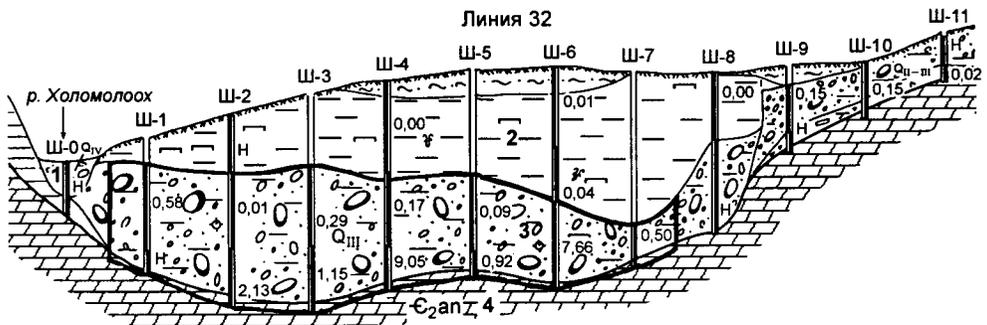


Рис. 2.25. Геологический разрез верхнечетвертичных отложений россыпи руч. Холомолоох:

1 – аллювий русла, 2 – аллювий пойменной фации погребенной верхнечетвертичной долины, 3 – аллювий русловой фации погребенной верхнечетвертичной долины, 4 – коренные породы, доломиты кембрия.

Таблица 2.56

Содержание алмазов в литологических разностях продуктивных отложений россыпей ручьев Гусиный и Ыраас-Юрях

Порода	Кол-во проб, шт.	Распределение проб по классам содержаний, кар/м <sup>3</sup> , %						
		0,0	0,00–0,2	0,2–0,5	0,5–1,0	1,0–2,0	2,0–5,0	>5,0
Россыпь руч. Гусиный								
Галечно-валунно-щебнистые отложения с песчано-илистым заполнителем	103	3,9	13,6	13,6	16,5	26,2	20,4	5,8
Галечно-щебнистые отложения с песчано-илистым заполнителем	235	2,6	17,4	17,4	14,9	19,6	22,6	5,5
Галечно-глыбово-щебнистые отложения с песчано-илистым заполнителем	57	10,5	21,0	19,3	17,5	22,8	7,0	1,9
Песчано-илистые отложения с редкой галькой и щебнем	57	7,0	15,7	24,6	12,3	22,9	10,5	7,0
Кора выветривания переотложенная	222	14,8	23,4	21,2	14,9	14,9	7,2	3,6
Перекрывающие песчано-илистые отложения (торфы)	36	38,8	44,4	11,1	5,7	0,0	0,0	0,0
Россыпь руч. Ыраас-Юрях								
Валунно-гравийно-галечные отложения с глинисто-песчаным заполнителем	277	2,2	11,2	12,6	19,9	18,0	21,3	14,8
Гравийно-галечные отложения с глинисто-песчаным заполнителем	118	2,5	15,2	22,0	16,9	13,6	17,8	11,9
Гравийно-галечно-щебнисто-глыбовые отложения с глинисто-песчаным заполнителем	43	0,0	23,2	16,3	14,0	18,6	25,6	2,3
Кора выветривания переотложенная	124	6,4	19,4	18,5	11,3	23,4	14,5	6,4
Перекрывающие песчано-илистые отложения (торфы)	53	35,8	47,2	11,3	5,6	0,0	0,0	0,0

Россыпи характеризуются четко выраженной струйчатостью, с тенденцией снижения алмазности от центральной части к бортам, при этом следует отметить, что струи с ураганскими содержаниями имеют более сложную конфигурацию, чем с высокими и средними концентрациями. В нижней и верхней частях россыпи очень богатые струи прерывисты, в средней части (3,0–6,0 км) – непрерывны, ширина их достигает 60 м. Струи со средним содержанием алмазов более выдержаны по ширине, непрерывны по простиранию и создают общее стабильное фоновое содержание алмазов в россыпи. Участки с бедными концентрациями алмазов выделяются в форме расплывчатых разобренных струй на флангах и наиболее широко развиты в средней и верхней частях россыпей. Количество безалмазных выработок внутри промышленного контура не превышает первые проценты, а свыше одного карата составляет 30–40 %.

Распределение алмазов в пласте неравномерное, но наблюдается четкая тенденция увеличения содержания к нижней части пласта (табл. 2.57), чаще всего это связано с увеличением среднего веса алмазов, что и является следствием увеличе-

Таблица 2.57

Результаты расчета среднего распределение алмазов, кар/м<sup>3</sup>

Количество расчетных выработок	Мощность аллювия, м	Продуктивная часть пласта		
		верхняя	средняя	нижняя
Россыпь руч. Гусиный				
12	До 2	2,14	1,00	3,82
6	2-4	1,19		1,65
Россыпь руч. Браас-Юрях				
9	До 2	1,21		2,50
4	2-4	0,41		1,85
Россыпь руч. Холомолоох				
Верхнечетвертичные отложения				
30	До 3	0,54		1,62
23	>3	0,31		1,18
Неогененовые отложения				
7	>3	1,01		2,44

ния содержания алмазов класса +4 мм, которые в верхней части составляют 11,5 %, в нижней – 25,5 %.

При траншейном опробовании россыпи руч. Холомолоох установлена та же закономерность. При средней мощности продуктивного пласта 3,1 м в верхних горизонтах верхнечетвертичного аллювия среднее содержание составило 0,31 кар/м<sup>3</sup>, в средних – 0,97 кар/м<sup>3</sup>, в нижних – 1,25 кар/м<sup>3</sup>.

В продольном профиле для всех россыпей характерно наличие трех однородных участков.

*Участок Нижний* характеризуется средней шириной промышленного контура, пониженной мощностью торфов, мощностью песков и содержанием алмазов, отвечающим средним значением по россыпям. Для участка характерен крутой продольный профиль.

*Участок Средний* выделяется повышенными значениями всех параметров, за исключением мощности торфов, которые неуклонно возрастают к истокам россыпи. Существенную долю запасов алмазов этого участка включают неогенные осадки в пределах россыпи руч. Холомолоох и в меньшей мере по россыпи руч. Гусиный. Участок выделяется выположенным продольным профилем и аномальными значениями средних содержаний алмазов.

*Участок Верхний* характеризуется пониженными значениями всех параметров.

Перекрывающие продуктивный пласт породы – “торфа” – выделяются низким уровнем алмазоносности (табл. 2.58).

Практически все россыпи бассейна р. Эбелях содержат импактные алмазы с примесью лонсдейлита, коренным источником которых является Попигайская астроблема [Масайтис и др., 1975, 1998; Граханов, 2005].

Таблица 2.58

## Среднее содержание алмазов в “торфах” россыпей ручьев Гусиный и Браас-Юрях

Россыпь	Количество опробованных выработок	Среднее содержание алмазов, кар/м <sup>3</sup>
Руч. Браас-Юрях	38	0,10
Руч. Гусиный	36	0,09

Таблица 2.59

**Гранулометрический состав алмазов из россыпей левых притоков р. Эбелях**

Россыпь	Средний вес, мг	Класс крупности (мм), количество/вес, %			
		-8+4	-4+2	-2+1	-1+0,5
Руч. Холомолоох	34,6	1,0/15,5	44,4/73,8	46,2/10,4	7,6/0,3
Руч. Ыраас-Юрях	33,8	0,7/7,1	43,8/75,5	49,6/17,2	5,9/0,2
Руч. 53	39,2	1,1/20,4	41,5/65,2	47,0/14,0	10,4/0,4
Руч. Гусиный	27,6	0,9/10,7	31,8/67,9	58,4/20,9	8,9/0,5

Таблица 2.60

**Типоморфные особенности алмазов россыпей бассейна р. Эбелях**

Россыпь	Разновидность алмазов, %									
	I					II	III	IV	V+VII	VIII
	ламинарные	округлые			сумма					
		уральского типа	жильного типа	сумма						
Руч. Гусиный	10,7	10,2	14,4	24,6	46,5	3,1	0,2	0,3	49,6	0,2
Руч. Ыраас-Юрях	10,4	8,6	13,0	21,6	39,3	2,8	0,0	0,6	57,2	0,1
Руч. 53	9,4	11,2	13,0	24,2	40,7	2,5	0,7	1,1	55,0	0,0
Руч. Холомолоох	8,3	13,4	16,3	29,7	42,9	1,9	0,0	0,5	54,5	0,2

Алмазы левых притоков р. Эбелях выделяются повышенной крупностью (табл. 2.59). При отработке россыпи руч. Ыраас-Юрях установлены алмазы весом до 100 кар, в том числе найден ювелирный камень “70 лет Анабарскому улусу” весом 98,6 кар.

Среди алмазов россыпей левых притоков р. Эбелях преобладают камни эбеляхского типа (пятая и седьмая разновидности), доля которых превышает пятьдесят процентов (табл. 2.60). Высокие содержания алмазов пятой–седьмой разновидностей является причиной пониженной стоимости алмазов этих россыпей.

Все типы алмазов в россыпях ручьев Холомолоох, Ыраас-Юрях, Гусиный и руч. 53 характеризуются высокой степенью механического износа, что свидетельствует об их длительной транспортировке (см. фото 5).

**Россыпь руч. Моргогор**

Ручей Моргогор – правый приток р. Эбелях, впадающий в нее в 65 км выше устья, в пределах Верхнего участка Эбеляхской россыпи.

Россыпь руч. Моргогор открыта в конце 60-х годов XX в. Эбеляхской партией Амакинской экспедиции, на ней проведены поисковые и поисково-оценочные работы (Л.М. Зарецкий, А.С. Кириллин). Запасы алмазов и их прогнозные ресурсы подсчитаны по категориям  $C_2+P_1$ . В настоящее время здесь завершаются разведочные работы и начато промышленное освоение (ОАО “Алмазы-Анабара”, М.Н. Евсеев, А.В. Карху, Р.В. Базилевская, В.М. Подчасов).

В бассейне руч. Моргогор развит слаборасчлененный пологоувалистый эрозионно-денудационный рельеф. Врез долины незначительный, в нижней и средней частях он составляет 40–60 м, а в верховьях глубина вреза не превышает 15–20 м. Как следствие, продольный профиль долины пологий, коэффициент уклона

в среднем составляет 0,004. Поперечный профиль долин корытообразный с выполюженными склонами и широким днищем (150–300 м). Русло ручья извилистое, ширина его 5–10 м с озеровидными (до 30 м) расширениями термокарстового происхождения, глубина в озеровидных расширениях достигает 1,5–2,0 м, на остальных участках – не превышает 0,3–0,5 м.

Геологическое строение россыпи относительно простое. Долина ручья выработана в карбонатных породах анабарской свиты среднего кембрия. На них развиты коры выветривания, верхнечетвертичные аллювиальные отложения погребенной долины, верхнечетвертичные–современные делювиально-солифлюкционные отложения склонов, современные аллювиальные осадки русла и низкой поймы. Реже отмечаются мелкие эрозионно-карстовые воронки, выполненные континентальными отложениями нижнего мела. В истоках ручья закартированы терригенные отложения нижней перми и вулканогенные отложения триаса. Водораздельные участки перекрыты покровными плиоцен-среднечетвертичными отложениями.

Продуктивными образованиями являются верхнечетвертичные отложения с подстилающими переотложенными корами выветривания и современный аллювий русла и низкой поймы.

Переотложенные коры выветривания сложены доломитовой мукой с песком, галькой и гравием перекрывающих пород, а минералогический состав соответствует составу перекрывающих осадков и характеризуется циркон-ильменит-альмандиновой минералогической ассоциацией с лимонитом, сидеритом, магнетитом, рутилом и гроссуляром.

*Нижнемеловые отложения* установлены в средней части долины руч. Моргогор. Они выполняют узкие (до 30 м) карстовые полости глубиной до 14 м и представлены песчанистыми глинами темно-серого, черного цвета с включениями крошки углей. Отмечаются рассеянная мелкая галька и гравий карбонатных пород, кремней и единичные валуны песчаников, конгломератов. Для них характерна циркон-ильменит(34)-альмандиновая(48,4 %) минералогическая ассоциация.

*Плиоценовые–среднечетвертичные отложения* развиты на междуречьях и их склонах. Нижняя часть разреза сложена однородными полевошпат-кварцевыми песками с галькой и гравием карбонатных и кремнистых пород, верхняя – илистыми суглинками и супесями. Отложения желтые с коричневатым оттенком. Мощность песков составляет 0,4–0,8 м, илов – 3,8–5,0 м. Отложения характеризуются лимонит-ильменит-альмандиновой минералогической ассоциацией с цирконом, эпидотом, гроссуляром и магнетитом, установлены единичные зерна окатанных пикроильменита и пирропа.

*Верхнечетвертичные отложения* развиты в пределах всей долины. Осадки выстилают днища долины. Они залегают на доломитах анабарской свиты кембрия или продуктах их кор выветривания, перекрываются льдистыми илистыми суглинками пойменной фации верхнечетвертичного аллювия. Граница с подстилающими породами плотика и перекрывающими осадками пойменной фации аллювия четкая, лишь на участках, где коры выветривания переотложенные, переход между слоями постепенный. Мощность осадков русловой фации по простиранию выдержана и изменяется по горным линиям от 1,0 до 2,8 м, составляя в среднем 1,7 м. Ширина контура верхнечетвертичного аллювия колеблется от 150 до 625 м, в среднем – 320 м.

Русловая фация аллювия представлена гравийно(18,4–19,4 %)-галечно(22,2–26,0 %)-песчано-илистыми (52,4–52,6 %) отложениями серого цвета с включениями валунов до 3,4–5,8 %. Валунки мелкие и средние, плохой и средней окатанности, представлены доломитами анабарской свиты. Галечный материал

сложен в основном доломитами, окремненными доломитами, в незначительной степени кремнями, роговиками и кварцам. В составе гравийного материала преобладают экзотические породы – кремни, роговики, яшмы. Обломочный материал местных пород окатан слабо, а экзотических – хорошо. Гранулометрический состав осадков по простиранию россыпей изменяется незначительно, кроме участков, где ширина верхнечетвертичной долины возрастает – там содержание грубообломочного материала падает (16,5–31,3 %) и увеличивается количество песчано-илистой фракции (68,7–83,5 %). Сортировка обломочного материала в слое отсутствует.

По литологическому составу можно выделить две разновидности осадков: преобладающие валунно-гравийно-галечные образования с песчано-илистым заполнителем, характеризующие русловую фацию аллювия, и гравийно-галечно-глибовые отложения с песчано-илистым заполнителем, типичные для смешанной (аллювиально-делювиальной) фации и встречающиеся в прибортовых частях долины.

Для верхнечетвертичных отложений присуща циркон(4,5–5,4 %)-ильменит (20,2–39,2 %)-альмандиновая(51,6–67,1 %) минералогическая ассоциация с магнетитом (1,1–1,6 %), лимонитом (2,2 %) и гроссуляром (1,4 %). Содержание минералов-индикаторов кимберлитов в россыпях ниже, чем в других промышленных россыпях бассейна р. Эбелях. Эти минералы в основном представлены пикроильменитом, в единичных знаках отмечается пироп, циркон трубочный и хромит. Они хорошо окатаны (IV класс сохранности) или с экзогенной (коровой) поверхностью.

Пойменная фация верхнечетвертичного аллювия сложена льдистыми илистыми суглинками темно-серого цвета с растительным детритом и изредка рассеянной галькой, гравием и щебнем карбонатных пород. В периферийных частях россыпей в них увеличивается содержание щебня и мелких глыб доломитов. Для пойменной фации присуща циркон(7,8 %)-ильменит(26,2 %)-альмандиновая(54,7 %) минералогическая ассоциация. Мощность отложений пойменной фации в среднем составляет 3,3 м.

*Верхнечетвертичные – современные отложения* представлены склоновыми делювиально-солифлюкционными образованиями, однотипными по строению. Разрез их состоит из двух нечетко разделяющихся слоев: верхнего илисто-суглинистого и нижнего суглинисто-щебнистого с глыбами, редкой галькой, гравием. Средняя мощность этих отложений составляет 3,3 м и возрастает к верховьям ручья, а содержание обломочного материала – к низам разреза. Для них характерна циркон-ильменит-альмандиновая минералогическая ассоциация с гроссуляром, магнетитом и лимонитом.

*Современные отложения* слагают русло и низкую пойму. Образования низкой поймы развиты фрагментарно и в виде узких лент трассируются вдоль русла. Ширина низкой поймы редко превышает 10 м. Средняя мощность низкой поймы составляет 1,2 м. Современный русловой аллювий чаще всего вложен в верхнечетвертичные осадки и в верхнем течении ручья врезан только в их пойменную фацию. Мощность руслового аллювия колеблется от 0,7 до 3,3 м.

Таблица 2.61

**Технологические характеристики продуктивных отложений россыпи руч. Моргогор (данные Амакинской экспедиции)**

Продуктивные отложения	Содержание, %				Категория промывистости
	валуны, +100 мм	отвальная галька, -100+16 мм	зернистый материал, -100+0,5 мм	шлам, -0,5 мм	
Русла, пойм	8,3	19,8	19,9	52,0	Средняя
Погребенной долины	4,55	24,1	27,6	43,7	»

Таблица 2.62

**Средний фракционный состав продуктивных отложений россыпи  
руч. Моргогор (данные Амакинской экспедиции)**

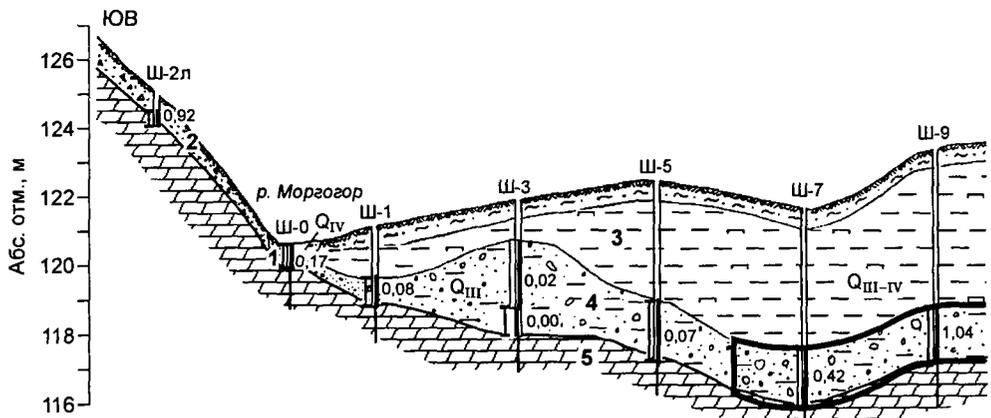
Продуктивные отложения	Фракционный состав класса $-16+0,5$ , %			Категория обогатимости
	легкая, $<2,9$ г/см <sup>3</sup>	средняя, $2,9-3,2$ г/см <sup>3</sup>	тяжелая, $>3,2$ г/см <sup>3</sup>	
Русла, пойм	91,55	8,14	0,31	Легкая (1)
Погребенной долины	92,62	5,31	2,07	»
Среднее по россыпи	92,1	6,72	1,18	»

Продуктивные отложения руч. Моргогор выделяются средней категорией промывистости и легкой обогатимостью (табл. 2.61, 2.62).

Промышленный пласт россыпи включает переотложенные коры выветривания, верхнечетвертичный аллювий погребенной долины и в нижней части – современный аллювий русла (рис. 2.26). Как и на левых притоках р. Эбелях, основные запасы алмазов содержатся в верхнечетвертичных отложениях. Низкая алмазонасность установлена в остаточных корах выветривания, меловых, плиоценовых–среднечетвертичных и склоновых верхнечетвертичных–современных образованиях.

*Нижнемеловые отложения* опробованы в одной карстовой воронке в долине руч. Моргогор. Максимальное содержание по пробам достигает  $0,12$  кар/м<sup>3</sup>. Средний вес одного кристалла составляет  $11,7$  мг, что сопоставимо с таковым для нижнемеловых отложений бассейна р. Эбелях.

*Коры выветривания* повсеместно алмазоносны. В долине руч. Моргогор среднее содержание алмазов в них составляет  $0,10$  кар/м<sup>3</sup>. Более высокая алмазонасность устанавливается на участках долин, где коры выветривания перекрываются высокопродуктивными верхнечетвертичными или современными отложениями. Отмечается тенденция уменьшения содержания алмазов от верхних горизонтов разреза к нижним и от центральной части россыпи к флангам. Все это указывает на тесную взаимосвязь алмазонасности коры выветривания с алмазонасностью перекрывающих их отложений.



**Рис. 2.26.** Геологический разрез россыпи руч. Моргогор:

1 – современный аллювий; 2 – делювиально-солифлюкционные отложения; 3 – пойменная фация верхнечетвертичного аллювия; 4 – русловая фация верхнечетвертичного аллювия; 5 – коренные породы, доломиты кембрия.

*Плиоценовые – среднечетвертичные отложения* характеризуются убогой алмазонасностью. Они опробованы 14 пробами на верховьях руч. Моргогор, максимальное содержание на пробу составило 0,14 кар/м<sup>3</sup> при среднем содержании на опробованный объем 0,001 кар/м<sup>3</sup>. Средний вес одного кристалла – 3,2 мг.

*Верхнечетвертичные отложения* русловой фации являются наиболее высокоалмазонасными образованиями и включают основные запасы алмазов россыпей. Содержание по пробам и выработкам на россыпи руч. Моргогор изменяются от 0,00 до 4,86 кар/м<sup>3</sup>. В продольном плане россыпи устанавливается чередование более богатых участков с более бедными. Протяженность таких участков составляет от 1,0 до 6,0 км. В поперечном разрезе отмечается явная закономерность в уменьшении содержания от центральной части россыпи к ее флангам.

Пойменная фация верхнечетвертичного аллювия выделяется низким уровнем алмазонасности со средним значением 0,08 кар/м<sup>3</sup>.

Склоновые *верхнечетвертичные – современные* делювиально-солифлюкционные отложения повсеместно содержат алмазы в крайне низких концентрациях. В целом на весь опробованный объем среднее содержание алмазов составило 0,07 кар/м<sup>3</sup>, а средний вес – 21,3 мг. Пробы с содержанием свыше 0,20 кар/м<sup>3</sup> составляют 12,0 %. Интересные результаты получены по опробованию склоновых отложений на правом борту долины, в 11,2 км выше устья. По линии 112 в обоих крайних шурфах фиксируется повышенная алмазонасность от 0,31 до 1,22 кар/м<sup>3</sup>. Скорее всего, выше по склону размываются фрагменты продуктивных неогеновых отложений. Возможно, алмазонасный шлейф тянется от покровных неогеновых отложений, развитых на междуречье ручьев Моргогор, Билях и Маят.

*Современные отложения* русла и низкой поймы характеризуются крайне неравномерным содержанием алмазов. Уровень их алмазонасности определяется в основном подстилающими осадками, высокая алмазонасность отмечается на участках, где они размывают продуктивные верхнечетвертичные отложения. В прочих случаях алмазонасность их низкая, среднее содержание алмазов в осадках русла составляет 0,17 кар/м<sup>3</sup>.

Промышленный контур россыпи непрерывный, при средней ширине 80 м она имеет протяженность 27 км. Наиболее широкие фрагменты россыпи приурочены к отрезку долины в 7,2 и 9,6 км от устья ручья, там средняя ширина промышленного контура составляет 145 м, при колебаниях от 92 до 295 м. Мощность продуктивного пласта сравнительно выдержанная и в среднем равна 1,9 м, а торфов – 3,1 м, при вариациях по блокам от 2,04 до 5,03 м. Средний коэффициент вскрыши составляет 1,64. Среднее содержание алмазов по линиям колеблется от 0,24 до 1,29 кар/м<sup>3</sup> и в среднем по россыпи составляет 0,73 кар/м<sup>3</sup> [Подчасов и др., 2005].

В бассейне руч. Моргогор кроме самого ручья алмазонасны и его притоки. Наибольший интерес представляет самый крупный правый приток – руч. Балаганнах, где суммарная протяженность алмазонасного контура составляет 10,3 км при средней ширине 44 м. Мощность продуктивного пласта на этом ручье равна 1,09 м,

Таблица 2.63

Гранулометрический состав алмазов из россыпей бассейна руч. Моргогор

Россыпь	Средний вес, мг	Класс крупности (мм), количество/вес, %			
		–8 +4	–4 +2	–2 +1	–1 +0,5
Руч. Моргогор	17,6	0,7/9,4	17,7/54,2	64,5/34,7	17,1/1,7
Руч. Балаганнах-Моргогорский	26,4	0,7/5,2	31,2/68,0	62,3/26,6	5,8/0,2

Таблица 2.64

## Типоморфные особенности алмазов россыпи руч. Моргогор

Россыпь	I				Сумма	II	III	IV	V+VII	VIII
	ламинарные	округлые								
		уральского типа	жильного типа	сумма						
Руч. Моргогор	24,7	Н. д.	Н. д.	41,7	74,3	4,3	0,0	0,0	21,4	0,0

а мощность торфов варьирует от 1,55 м до 2,40 м. Уровень алмазоносности на руч. Балаганнах колеблется от 0,20 до 1,35 кар/м<sup>3</sup> при среднем значении 0,41 кар/м<sup>3</sup> [Там же].

В бассейне руч. Моргогор по гранулометрическому составу алмазов доминируют два размерных класса –4+2 и –2+1 мм. Они по весу составляют 88,9 %. Средний вес алмазов из продуктивного пласта россыпи руч. Моргогор составляет 17,6 мг, а россыпи руч. Балаганнах – 26,4 мг. В последней повышенный средний вес обусловлен не увеличением содержания крупных классов, а преобладанием весовой доли класса –4+2 мм и снижением количества кристаллов в более мелких классах (табл. 2.63). Такие закономерности в свойствах алмазов одного водотока чаще всего вызваны изучением непредставительных партий алмазов. При увеличении объема исследуемых партий эти различия исчезают.

По кристалломорфологическим особенностям алмазы бассейна руч. Моргогор отличаются от алмазов россыпи р. Эбелях и ее левых притоков (табл. 2.64) повышенным содержанием ламинарных камней, кристаллов I разновидности и пониженным содержанием алмазов эбеляхского типа. Безусловно, этот факт в сочетании с высокой целостностью кристаллов отразится и на стоимости алмазов, поэтому прогнозируется, что стоимость алмазов в россыпях бассейна руч. Моргогор будет выше, чем в россыпях р. Эбелях и ее левых притоков.

В россыпи руч. Моргогор общее содержание двойников и сростков составляет 28 %, среди них доминируют шпинелевые двойники (14,3 %) и незакономерные сростки (10,7 %). Количество окрашенных кристаллов составляет 16,9 %. Преобладают желтые (7,0 %) и лилово-коричневые (9,4 %) камни. Содержание окрашенных алмазов существенно ниже, чем в россыпях р. Эбелях и руч. Маят, но чуть выше, чем в неогеновых галечниках месторождения Верхний Биллях (10,5 %). Для алмазов россыпи руч. Моргогор характерно сине-голубое (31,8 %) и розово-сиреневое (14,7 %) свечение. По этому параметру алмазы из данной россыпи очень близки к кристаллам из неогеновых галечников месторождения Верхний Биллях. Следует отметить, что около 21,7 % алмазов рассматриваемой россыпи не люминесцируют. Это хорошо согласуется с содержанием камней V и VII разновидностей. Степень сохранности очень высокая, что, безусловно, свидетельствует о длительной сортировке в ходе сложной геологической истории развития территории. Количество целых (неповрежденных) кристаллов составляет 50,4 %, обломанных – 26,0 % и обломков – 23,6 %. Количество камней без трещин – 35,4 %, с единичными трещинами – 45,1 %, многочисленные трещины характерны для 19,5 %. Общее содержание алмазов с признаками механического износа составляет 16,9 %.

## Россыпь р. Биллях

Река Биллях – правый приток р. Анабар, впадает в нее 20 км ниже р. Эбелях и течет в субширотном направлении, ее протяженность составляет 56,5 км. Россыпь р. Биллях детально разведана в своей центральной части. Непромышленные устье-

вой отрезок реки и ее истоки изучены на стадии предварительной разведки (см. фото 12–16).

Впервые промышленные концентрации алмазов в долине р. Биллях установлены в 1965 г. геологом НИИГА (Научно-исследовательский институт геологии Арктики) И.Б. Рубенчиком при проведении геологической съемки м-ба 1:200 000. В 1967–1968 гг. Амакинской экспедицией (Л.М. Зарецкий) выполнены детальные поисковые работы. Россыпь разведана и передана в промышленное освоение в 1992 г. Чернышевской экспедицией (А.С. Кириллин), которое начато в 1999 г. ОАО “Нижне-Ленское” (В.Р. Кычкин, В.В. Беркутов, А.М. Сулейманов).

В верхнем течении долина реки врезана на глубину 20–30 м, в нижнем – ее врез относительно водоразделов составляет 90–100 м. Уклон продольного профиля невелик, коэффициент не превышает 0,003–0,004. Русло реки неширокое – 25–30 м в нижнем и среднем течении, а в верхнем приобретает четковидный облик с узкими (5–7 м) протоками и озеровидными расширениями (15–30 м). В зимнее время оно промерзает, и сток воды отсутствует. Несквозные таликовые зоны приурочены к глубоким плесам. Поперечный профиль долины U- и корытообразной формы, симметричный на спрямленных участках и асимметричный на излучинах реки. Склоны долины в основном пологие, заболоченные, лишь в нижнем течении, где русло врезается в коренной склон, отмечаются более крутые участки, покрытые каменными осыпями доломитов анабарской свиты.

Нижний отрезок долины р. Биллях террасированный. Первая, вторая и третья надпойменные террасы имеют высоту над урезом воды 5–7, 9–12 и 15–18 м соответственно. Они развиты фрагментарно на крупных излучинах реки. В среднем ее течении террасы исчезают, и под современным аллювием фиксируется погребенная долина верхнечетвертичного возраста. Низкая и высокая поймы трассируются узкими (40–50 м) полосами вдоль русла. Превышение кровли высокой поймы над урезом воды составляет 3–5 м, а низкой – 2,5–3 м. На склонах долины отмечаются фрагменты аллювиальных осадков средне-верхнечетвертичного и неогенового возраста. Последние сохранились в эрозионно-карстовых депрессиях, наиболее масштабные объекты которых (Верхний Биллях) разведаны как самостоятельные россыпи.

В геологическом строении россыпи р. Биллях участвуют карбонатные породы среднего кембрия. Они представлены доломитами анабарской свиты мелко-среднезернистыми, толстоплитчатыми, на них развиты коры выветривания в виде доломитовой муки с обломками материнских пород. В пределах аллювиальных комплексов верхние горизонты кор выветривания переотложены и содержат примесь терригенного материала. Доломиты интенсивно закарстованы. Карстовые полости выполнены нижнемеловыми осадками и неогеновыми галечниками. Нижнемеловые образования сложены кварц-карбонатными песками с углями и глинами. Для них характерна сидерит (16,7 %)–ильменит (18,1 %)–альмандиновая (26,3 %) минералогическая ассоциация с цирконом (9,4 %), апатитом (3,8 %), пироксеном (4,5 %) и магнетитом (4,6 %). В верховьях реки эрозионно-карстовые депрессии и отдельные карстовые воронки заполнены неогеновым аллювием – красновато-коричневыми глинистыми галечниками с примесью мелких валунов (табл. 2.65, рис. 2.27).

Среди грубообломочного материала преобладают местные карбонатные породы. Неогеновые осадки характеризуются ильменит-альмандин-лимонитовой минералогической ассоциацией. Для этих отложений характерно высокое содержание минералов-индикаторов кимберлитов (табл. 2.66).

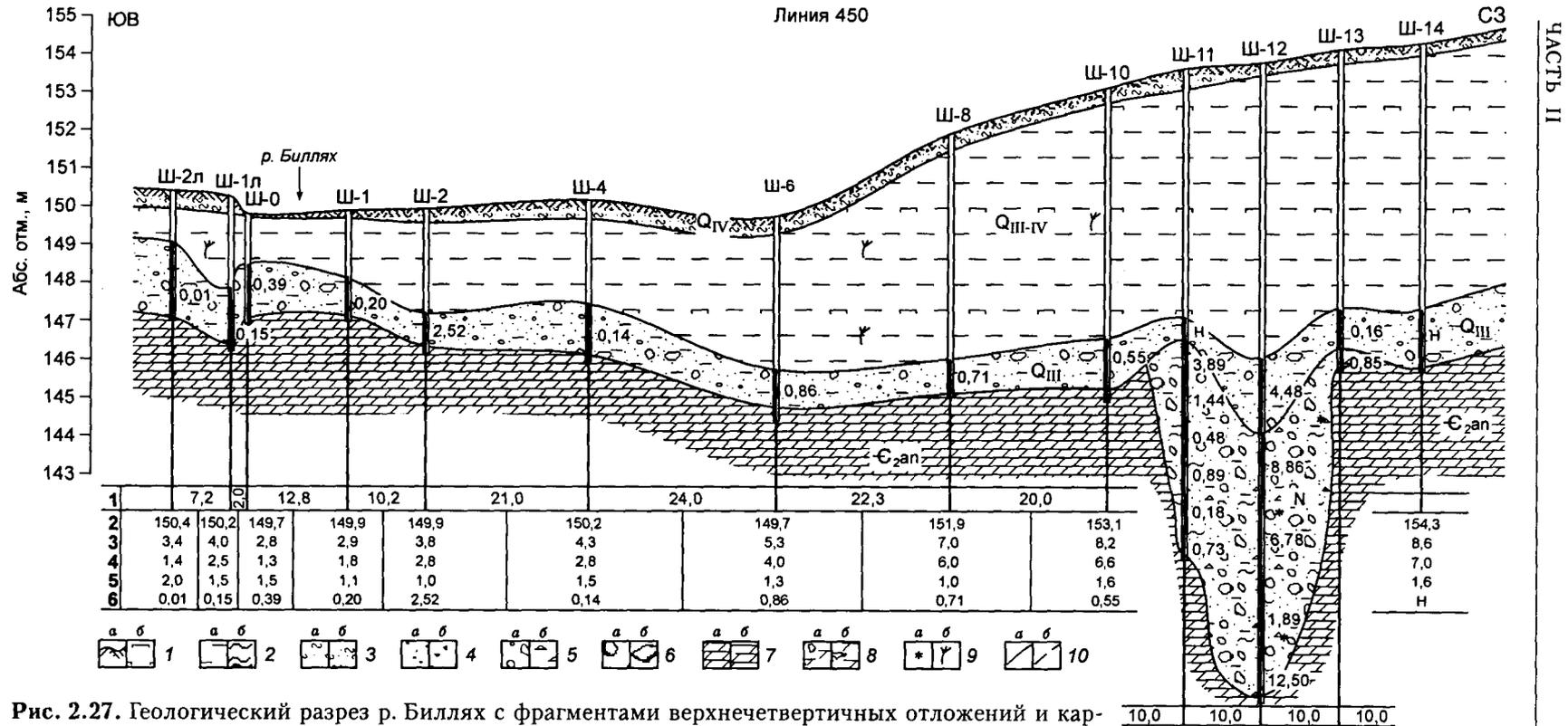
*Плиоцен-среднечетвертичные* аллювиальные и озерно-аллювиальные гравийно-галечно-песчаные отложения с примесью глины и ила развиты на пологих

Таблица 2.65

## Гранулометрический состав продуктивных отложений россыпи р. Биллях

Эрозионно-аккумулятивные уровни	Фация	Гранулометрический состав (мм), %										
		+200	-200+100	-100+50	-50+25	-25+16	-16+8	-8+4	-4+2	-2+1	-1+0,5	-0,5
Русло и низкая пойма	Русловая	1,9	4,4	6,8	10,8	5,5	8,0	2,7	4,6	2,7	6,8	45,8
Высокая пойма	»	0,4	1,8	5,6	9,0	3,7	6,9	2,4	4,6	3,1	7,5	55,0
То же	Пойменная	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,7	98,7
Верхнечетвертичные погребенные	Русловая	1,7	2,2	6,0	9,2	3,6	6,3	2,5	4,9	2,7	6,7	54,2
Первая терраса	»	4,0	6,3	5,3	12,0	5,3	6,8	2,4	5,5	2,3	4,8	45,3
Вторая терраса	»	2,2	3,0	6,6	5,5	4,0	4,4	2,0	2,5	2,3	3,9	63,6
Неогеновые	»	-	2,0	5,4	11,1	6,6	9,0	5,8	8,0	5,5	4,4	42,2

Примечание. Данные А.С. Кириллина, Чернышевская экспедиция.



**Рис. 2.27.** Геологический разрез р. Биллях с фрагментами верхнечетвертичных отложений и карстовых воронок, выполненных неогеновым аллювием.

1 – расстояние между выработками, м; 2 – абсолютная отметка устья выработки, м; 3 – глубина выработки, м; 4 – мощность торфов, м; 5 – мощность продуктивного пласта, м; 6 – среднее содержание на пласт, кар/м<sup>3</sup>; \* верхнечетвертичного/неогенового. 1а – почвенно-растительный слой, 1б – лед; 2а – илы, 2б – глины; 3а – суглинки, 3б – супеси; 4а – пески, 4б – гравийники; 5а – галька, 5б – щебень, дресва; 6а – валуны, 6б – глыбы; 7а – доломиты плотные, 7б – доломиты выветрелые; 8 – коры выветривания по карбонатным породам кембрия (а – переотложенная, б – остаточная); 9а – наличие гидроксидов железа, 9б – растительные остатки 10 – границы пород (а – установленные, б – предполагаемые).

Таблица 2.66

## Минералогический состав разновозрастных отложений долины р. Биллях

Аллювиальные отложения	Выход тяжелой фракции, кг/м <sup>3</sup>	Минерал, %									
		магнетит	ильменит	лимонит	хромит	альмандин	пироксен	амфибол	циркон	пикроильменит	пироп
Высокая пойма	0,23	1,5	25,0	6,0	0,4	57,4	2,8	–	2,6	4,2	0,1
I надпойменная терраса	0,33	2,6	31,3	13,3	0,1	46,5	2,5	–	1,9	1,6	Зн.
II надпойменная терраса	0,10	5,4	30,0	3,9	–	44,6	6,3	–	3,5	–	–
Верхнечетвертичная долина	0,51	1,2	22,3	11,0	0,1	52,6	3,0	Зн.	5,1	4,5	Зн.
Неогеновый	0,48	0,7	7,0	19,3	2,6	9,2	0,6	–	10,0	50,3	0,2

Примечание. Здесь и в табл. 2.67 анализы выполнены в минералогической лаборатории Чернышевской экспедиции, данные А.С. Кириллина.

склонах и водораздельных пространствах долины р. Биллях. Галька и гравий имеют в основном карбонатный состав (90–95 %), экзотический материал представлен преимущественно гравием кремней. Отложения от светло-желтого до коричневого цвета, характеризуются магнетит-ильменит-альмандиновой минералогической ассоциацией с цирконом и пироксеном. Мощность осадков колеблется от 2,6 до 4,9 м.

На склонах долины р. Биллях развит средне-верхнечетвертичный погребенный аллювий. Эти осадки выделяются на правом склоне верхнего течения реки в виде узких вытянутых участков длиной 2250–2700 м и шириной от 60 до 240 м. Аллювий представлен пойменной (мощность от 0,2 до 7,6 м) и русловой (от 0,3 до 3,3 м) фациями. Первая из них сложена льдистыми илами с незначительной примесью грубообломочного материала, вторая – галечно(14,8 %)-гравийно(11,5 %)-песчано-глинистыми(68,8 %) отложениями с примесью мелких валунов (4,9 %). Петрографический состав крупнообломочного материала: доломиты (61,6–66,6 %), доломиты окремненные (2,2–3,1 %), кремни (30,0–35,7 %) и долериты (0,2–0,9 %). Для средне-верхнечетвертичных отложений характерна пироксен(7,5 %)-ильменит(17,2 %)-альмандиновая(55,0 %) минералогическая ассоциация с лимонитом (5,8 %), эпидотом (3,8 %) и цирконом (3,5 %).

*Верхнечетвертичные погребенные галечники* выстилают днище долины со среднего течения и до истоков р. Биллях. Они залегают на коренных породах или продуктах их кор выветривания. Строение аллювия двухчленное – русловая (мощностью от 1,0 до 2,5 м, в среднем 1,6 м) и пойменная фации выдержаны по простирацию. Ширина контура аллювия колеблется от 93 до 297 м при среднем значении 190 м. Русловая фация верхнечетвертичного аллювия представлена гравийно-галечно-песчано-илистыми отложениями с примесью валунов. К верхней части россыпи отмечается тенденция уменьшения содержания грубообломочного материала. Галечный материал представлен доломитами и окремненными доломитами (табл. 2.67). Реже встречаются кремни, песчаники и другие экзотические для этого региона породы. Среди гравия доля экзотических пород существенно увеличивается. По литологическому составу среди верхнечетвертичного аллювия можно выделить две разновидности осадков: гравийно-галечные образования с валунами и песчано-илистым наполнителем, характеризующие русловую фацию и

**Петрографический состав галечного материала продуктивных отложений россыпи р. Биллях**

Порода	Среднее содержание пород, %				
	Русло	Высокая пойма	Верхнечетвертичные	Коры выветривания	
				перетложенные	остаточные
Известяки	1,35	0,65	0,12	0,80	
Доломиты	71,22	70,51	63,56	75,02	93,86
Доломиты окремненные	8,79	9,90	13,08	11,99	3,66
Доломиты окварцованные	–	1,41	1,47	1,11	–
Кремни	17,47	14,28	19,93	9,54	1,49
Кварциты	0,30	0,95	0,42	0,25	–
Кварц	0,24	1,33	0,28	0,55	–
Песчаники кварцевые	0,07	0,28	0,13	0,10	–
Алевролиты–аргиллиты	0,10	0,04	–	0,02	–
Долериты	0,03	–	0,09	0,05	–
Лимонит	0,29	0,57	0,81	0,46	0,99
Роговики	0,07	0,08	0,01	–	–
Халцедон	0,07	–	0,01	–	–
Конгломераты	–	–	0,09	0,11	–

гравийно-галечно-щебнистые отложения с глыбами и песчано-илистым наполнителем, характерные для смешанной (аллювиально-делювиальной) фации, которая тяготеет к прибортовым частям россыпи. Верхнечетвертичному аллювию присуща лимонит(11,0 %)-ильменит(22,3 %)-альмандиновая(52,6 %) минералогическая ассоциация с пироксеном (3,0 %) и цирконом (5,1 %). Осадки содержат значительное количество минералов-индикаторов кимберлитов (до 16,8 % пикроильменита).

Пойменная фация верхнечетвертичного аллювия представлена льдистыми илистыми суглинками с небольшой примесью грубообломочных пород. Средняя мощность этой фации составляет 2,9 м, при колебаниях от 1,4 до 6,1 м. Отмечается постепенное увеличение мощности пойменной фации вверх по течению от 2,3 до 4,5 м.

К верхнечетвертичным отложениям отнесены осадки первой, второй и третьей надпойменной террас, которые развиты в нижнем течении р. Биллях. Надпойменные террасы однотипны по строению. Как правило, в основании аллювиального разреза залегает валунно(5,2–10,3 %)-галечно(16,2–22,6 %)-песчано-глинистый (52,4–72,7 %) слой русловой фации, составляющий 2–3 м, который перекрывается пойменной фацией мощностью 2–4 м. Аллювиальный разрез террас завершает прослой делювиально-солифлюкционных образований мощностью 0,5–0,8 м. Обломочный материал преимущественно местный (доломиты и окремненные доломиты). Минералогический состав аллювия террас лимонит-ильменит-альмандиновый. Пойменная фация всех террас сложена песками, глинистыми песками, суглинками и илами, ее отложения сильнольдистые (40,0–60,0 %), в осадках наблюдается четкая горизонтальная слоистость, которая подчеркивается прослоями льда или слоями грубых или тонких осадков.

*Верхнечетвертичные-современные отложения.* К нерасчлененным отложениям этого возраста отнесены делювиально-солифлюкционные образования склонов. Они повсеместно развиты на склонах долины р. Биллях и зачастую перекрывают аллювий переуглубленной ее долины или террас. Разрез состоит из двух нечетко

разделенных слоев: верхнего – илесто-суглинистого и нижнего – щебнисто-суглинистого. Мощность отложений не выдержана и колеблется от 1,0 до 7,2 м. Минералогический состав отвечает таковому более древних аллювиальных осадков долины р. Биллях и характеризуется лимонит-ильменит-альмандиновой ассоциацией с пироксеном, цирконом и магнетитом.

Современные осадки русла низкой и высокой пойм развиты на всем протяжении долины. В нижнем течении р. Биллях в составе современных осадков содержится высокий процент грубообломочного материала, а в верховьях реки в составе аллювиальных осадков доминируют песчано-илистые образования. Это объясняется тем, что в нижней части россыпи современный аллювий залегает на коренных карбонатных породах, а в верхней части он вложен в илистую пачку пойменной фации верхнечетвертичного аллювия. Средняя мощность аллювия русла составляет 1,8 м при колебаниях от 0,7 до 2,8 м, низкой поймы – 2,8 м, высокой поймы – 4,1 м. Средний гранулометрический состав аллювия русла и русловой фации низкой поймы: валуны – 6,3 %, галька – 23,1 %, гравий – 15,3 %, песчано-илистые образования – 55,3 %. В составе валунов, гальки и гравия преобладают местные породы (80–90 %), доля экзотических образований незначительна. Грубообломочный материал преимущественно первого и второго классов окатанности. Минералогический состав тяжелой фракции идентичен составу отложений верхнечетвертичного возраста. Русловая фация высокой поймы представлена валунно(2,2 %)-гравийно(13,9 %)-галечно(20,5 %)-песчано-глинистыми осадками. По петрографическому и минералогическому составу отложения высокой поймы аналогичны русловому аллювию.

В пределах долины р. Биллях алмазонасным является весь разновозрастный комплекс аллювия и подстилающих кор выветривания. Повышенной алмазонасностью характеризуются современные осадки русла и пойм, первой надпойменной террасы (фрагментарно), переуглубленной долины средне-верхнечетвертичного и верхнечетвертичного возраста, неогеновые галечники и образования переотложенной коры выветривания. Низкие концентрации алмазов присущи аллювию высоких надпойменных террас – 0,61 кар/м<sup>3</sup> [Сулейманов и др., 2005], крайне низкие – пойменной фации аллювия всех возрастов, продуктам остаточной коры выветривания, делювиально-солифлюкционным образованиям склонов и нижнемеловым осадкам (табл. 2.68).

Переотложенные коры выветривания выделяются повышенной алмазонасностью. Среднее содержание алмазов в пробах из кор выветривания составляет 0,62 кар/м<sup>3</sup>. Остаточные коры выветривания выделяются низкой алмазонасностью при вариациях до 0,28 кар/м<sup>3</sup>, среднее содержание – 0,07 кар/м<sup>3</sup>. Средний вес алмазов из переотложенных кор выветривания – 21,7 мг, из остаточных – 14,4 мг.

Таблица 2.68

## Содержание алмазов в разновозрастных осадках россыпи р. Биллях

Возраст и тип отложений	Содержание, кар/м <sup>3</sup>
Коры выветривания переотложенные	0,62
Коры выветривания остаточного типа	0,07
Нижнемеловые	0,02
Неогеновые	1,36
Верхнечетвертичные	0,69
Верхнечетвертичные–современные делювиально-солифлюкционные	0,05
Аллювий современного русла	0,25

*Нижнемеловые отложения* опробованы в среднем течении р. Биллях. Среднее содержание на опробованный объем составило 0,02 кар/м<sup>3</sup>, а средний вес кристаллов – 9,3–12,6 мг.

Неогеновые отложения выделяются максимальной алмазоносностью реликтовой залежи Верхний Биллях – 22,90 кар/м<sup>3</sup>. Кроме этого, в пределах промышленного контура россыпи р. Биллях вскрыты неогеновые осадки, выполняющие небольшие карстовые западины, где максимальный уровень алмазоносности составил 12,53 кар/м<sup>3</sup> и средний – 0,87 кар/м<sup>3</sup> [Там же]. Средний вес алмазов из неогеновых галечников равен 13,4 мг.

*Плиоцен-среднечетвертичные* отложения опробованы на трех горных линиях. Среднее содержание не превысило 0,02 кар/м<sup>3</sup>, а средний вес составил 8,4 мг.

В аллювии III надпойменной террасы содержание алмазов по пробам варьирует от 0,0 до 0,19 кар/м<sup>3</sup>. Средний вес алмазов равен 15,4 мг.

Аллювий палеодолин средне-верхнечетвертичного возраста характеризуется высокой алмазоносностью на участках, где он примыкает к высокоалмазоносным неогеновым осадкам. В верховьях р. Биллях по разведочным блокам среднее содержание алмазов варьирует от 0,91 до 2,44 кар/м<sup>3</sup>, а средний вес алмазов изменяется от 8,2 до 58,8 мг.

*Верхнечетвертичные отложения* включают в себя основные запасы алмазов по россыпи. Максимальное содержание достигает 7,84 кар/м<sup>3</sup> при среднем значении в пределах промышленного контура – 1,10 кар/м<sup>3</sup> [Там же], в естественных границах – 0,69 кар/м<sup>3</sup>. В продольном и поперечном разрезах россыпи наиболее богатыми являются части верхнечетвертичной россыпи, примыкающие к участкам распространения неогенового аллювия. Наиболее продуктивна нижняя часть аллювия. Средний вес кристаллов возрастает к верховью реки от 22,9 до 26,8 мг.

Аллювий II надпойменной террасы не несет промышленной алмазоносности. По единственной выработке среднее содержание алмазов по пробам достигло 0,89 кар/м<sup>3</sup>, средний вес – 13,6 мг.

Аллювий I надпойменной террасы выделяется низкими параметрами алмазоносности. На весь опробованный объем аллювия террасы содержание алмазов составило 0,21 кар/м<sup>3</sup>, в пределах подсчетных разведочных контуров – 0,61 кар/м<sup>3</sup> [Там же]. На наиболее обогащенном участке содержание по пробам достигло 1,31 кар/м<sup>3</sup>. Средний вес алмазов равен 14,6 мг.

Делювиально-солифлюкционные отложения выделяются низким уровнем алмазоносности. Среднее содержание составляет 0,05 кар/м<sup>3</sup>, при максимальных значениях – 0,40 кар/м<sup>3</sup>. Средний вес алмазов варьирует от 15,8 мг в нижнем течении реки до 29,3 мг в верхнем.

Аллювий высокой поймы характеризуется промышленной алмазоносностью. Среднее содержание алмазов, исходя из общего объема опробования песков, составляет 0,71 кар/м<sup>3</sup>. Максимальное значение по пробам и выработкам достигает 8,89 кар/м<sup>3</sup>, по линиям – 2,77 кар/м<sup>3</sup>. Средний вес алмазов – 19,9 мг.

Современные аллювиальные отложения долины р. Биллях выделяются промышленной алмазоносностью в нижнем и среднем ее течении. В этой части россыпи по отдельным разведочным пробам содержание алмазов достигает 10,80 кар/м<sup>3</sup>, по выработкам – 7,54 кар/м<sup>3</sup>. Среднее содержание в аллювии русла, низкой и высокой поймы составляет 1,0–1,6 кар/м<sup>3</sup> [Там же]. В верхней части россыпи продуктивность аллювия низкая, так как современный аллювий врезан только в пойменную фацию верхнечетвертичной долины и не вскрывает их продуктивный пласт. Средний вес алмазов в верхней части составляет 29,3 мг, в нижней – 21,3 мг.

В пределах промышленного контура россыпи р. Биллях выделяются: современная, верхнечетвертичная, средне-верхнечетвертичная, террасовая и неогеновая

Таблица 2.69

## Параметры разновозрастных участков россыпи р. Биллях

Порода	Россыпь											
	современная			верхнечетвертичная			средне-верхнечетвертичная			террасовая		
	мин.	макс.	сред.	мин.	макс.	сред.	мин.	макс.	сред.	мин.	макс.	сред.
Мощность, м												
Пески	0,92	2,42	1,56	0,90	2,50	1,74	0,90	1,35	1,26	1,00	2,77	1,57
“Торфа”	0,12	4,29	2,38	1,46	6,23	3,32	2,61	5,04	4,16	2,87	3,80	3,42

части, различающиеся по гипсометрическому положению подошвы продуктивного пласта, литолого-фациальным и геоморфологическим особенностям. Современная россыпь приурочена к руслу, низкой и высокой поймам р. Биллях общей протяженностью 11,1 км. Верхнечетвертичная россыпь имеет сплошной контур балансовых запасов длиной 22,6 км. Средне-верхнечетвертичная, неогеновая и террасовая россыпи выделяются отдельными разобщенными контурами (табл. 2.69).

Средний вес алмазов россыпи р. Биллях в пределах промышленного контура составляет 20,5 мг. Как и во всех россыпях Анабарского района по количеству доминируют алмазы класса  $-2+1$  мм, а по весу  $-4+2$  мм (табл. 2.70).

Отмечается пониженный средний вес алмазов уральского и жильного типов – 13,8–14,0 мг.

При промышленном освоении россыпи р. Биллях найдены крупные алмазы весом более 50 кар, в том числе самый крупный кристалл, обнаруженный в россыпных месторождениях России весом 298,52 кар. Кристалл найден в 2004 г. на участке Тигликит россыпи р. Биллях. Он имеет размеры 52,4×33,0×24,4 мм. Этот камень получил название Творец (см. фото 16). Он выставлен в Алмазном фонде Российской Федерации. Этот кристалл – третий по весу ювелирный камень, найденный в Якутии. Два предыдущих – из коренных месторождений, также выставлены в Алмазном фонде: это алмаз “XXVI съезд КПСС” (1980 г.) из тр. Мир и “Александр Пушкин” (1989 г.), кимберлитовая тр. Сытыканская.

По кристалломорфологическим особенностям алмазы россыпи р. Биллях отличаются от кристаллов россыпи р. Эбелях большей долей индивидов первой разновидности. В продольном разрезе россыпи р. Биллях намечается четкий тренд, снизу вверх по течению реки идет возрастание доли алмазов первой разновидности. Причем, если в среднем эта разница незначительна (табл. 2.71), то по крупным классам она более существенна, поэтому алмазы верхней части россыпи будут дороже кристаллов нижнего отрезка.

Количество двойников и сростков понижено в 1,5–2 раза по сравнению с россыпями р. Эбелях и колеблется в пределах 28,0–34,5 %, что связано с меньшим содержанием индивидов V и VII разновидностей, в том числе и в наиболее продуктивных классах крупности. Число кристаллов со скульптурами травления, представленными в основном шрамами, сопоставимо (67,5 %) с алмазами из россы-

Таблица 2.70

## Гранулометрический состав алмазов из россыпи р. Биллях

Средний вес, мг	Классы крупности (мм), количество/вес, %			
	$-8+4$	$-4+2$	$-2+1$	$-1+0,5$
20,5	1,2/13,7	23,4/57,1	64,5/28,3	10,9/0,9

Таблица 2.71

**Кристалломорфологические особенности алмазов россыпи р. Биллях**

Участок	Разновидность									
	I					II	III	IV	V+VII	VIII
	ламинарные	Округлые			Сумма					
уральского типа		жильного типа	сумма							
Нижний	16,7	28,5	15,6	44,1	68,1	3,3	0,2	0,2	23,8	0,2
Верхний	18,3	29,4	16,4	45,8	72,4	2,7	0,3	0,2	21,5	0,1

пей бассейна р. Эбелях. За счет сокращения доли кристаллов V и VII разновидностей степень прозрачности алмазов также повышена. В россыпи р. Биллях количество окрашенных камней составляет 42,3 %. Среди них преобладают индивиды лилово-коричневой окраски – 17,1 %, серой – 13,3 % и желтой – 7,1 %. Степень ожелезнения кристаллов (53,5 %) значительно ниже, чем в россыпях бассейна р. Эбелях. Сохранность (целостность) алмазов сравнительно невысокая, содержание целых кристаллов составляет 45,2 %, в незначительной степени поврежденных – 4,5 %. Индивиды без трещин составляют 25,5 %, с единичным трещинами – 57,5 % и с многочисленными трещинами – 17,0 %. В россыпи р. Биллях по сравнению россыпью р. Эбелях содержание кристаллов с механическим износом истирания понижено (6,3 %). Это объясняется незначительным содержанием камней V и VII разновидностей, которые в Анабарском районе наиболее изношены, чем другие разновидности алмазов в этом регионе. Кроме того, по сравнению с кристаллами бассейна р. Эбелях наблюдается явное снижение степени износа алмазов уральского и жильного типов.

Из изученных 2514 алмазов россыпи р. Биллях (В.И. Коптиль, Амакинская экспедиция) в 45,6 % кристаллах установлены твердые включения. Среди них преобладают сульфиды (26,5 %) и графит (17,9 %), редко встречаются оливин (0,4 %), хромшпинелид (0,2 %), оранжевый (0,2 %) и малиновый (0,12 %) гранат. По цвету фотолюминесценции преобладают камни с сине-голубым (38,5 %) и розово-сиреневым (19,2 %) свечением. Около (16,8 %) кристаллов не люминесцируют.

**Россыпь р. Хара-Мас**

Река Хара-Мас протяженностью 26 км левый приток р. Анабар, впадает в нее в 40 км ниже устья р. Эбелях. Она имеет три притока: руч. Урунг-Юрях, Отордур и Оттуктах. Долина рек выработана в доломитах анабарской свиты кембрия. Продольный профиль долины характеризуется неравномерным уклоном. В нижней части реки этот профиль ступенчатый, в верхней – выположенный. Среднее значение продольного уклона составляет 0,0067. Поперечный профиль долины р. Хара-Мас также изменяется к верховьям реки. В нижнем ее течении долина имеет каньонобразный поперечный профиль – узкое днище и крутые скальные склоны, в среднем и верхнем течении поперечный профиль реки асимметричный, корытообразной формы – правый склон более крутой, чем левый. Поперечные профили притоков р. Хара-Мас также корытообразной формы с четкой правой асимметрией в их нижнем течении. Днище долины слабозаболоченное. Русло извилистое, шириной от 5 до 30 м, в среднем и верхнем течении четковидной формы, обусловленной озеровидными термокарстовыми расширениями. Глубина на плесах составляет 0,5–1,0 м, на перекатах – 0,2–0,3 м, а в озеровидных расширениях достигает 2,0–3,0 м.

В бассейне реки первые сведения по алмазности четвертичных отложений получены в 1964–1965 гг. геологами Амакинской экспедиции Якутского геологического управления при проведении геологической съемки м-ба 1:200 000 (А.О. Ефимов, М.Н. Васильева).

Детальное изучение алмазности четвертичного аллювия в бассейне этой реки начато в середине 60-х гг. XX в. Амакинской экспедицией (А.И. Кручек). В долине реки и на ее крупных притоках пройдено 11 горных линий. По одной из них, расположенной в нижнем течении реки, в единственной пробе содержание алмазов достигло 0,33 кар/м<sup>3</sup>. Учитывая низкие значения алмазности, река была признана бесперспективной для обнаружения промышленных россыпей алмазов.

Второй этап исследований р. Хара-Мас обусловлен проведением в ее нижнем течении геологической съемки м-ба 1:50 000 (Амакинская экспедиция, И.П. Попов). В результате работ в мелкообъемной пробе, отобранной из аллювия, содержание алмазов достигло 9,18 кар/м<sup>3</sup>. Эта точка с высокими концентрациями алмазов и послужила основанием для постановки детальных поисковых работ в бассейне реки. В долине р. Хара-Мас Чернышевской экспедицией пройдены 34 горные линии по сети (1600–3200)×(10–20) м. В результате работ выделился нижний отрезок реки, на котором алмазность по разведочным пробам достигла 11,93 кар/м<sup>3</sup>, а по выработкам – 3,98 кар/м<sup>3</sup>. По двум крупным блокам значения алмазности варьировали от 1,42 до 2,56 кар/м<sup>3</sup>. Несмотря на это, россыпь была отнесена в разряд забалансовых (А.И. Кубышев, С.А. Прокопьев). Авторы не учли, что при тех же параметрах алмазности горных выработок, но при ином варианте оконтуривания и ранжирования подсчитанных ресурсов по их балансовой принадлежности, основная масса могла перейти в разряд промышленных.

Третий этап исследования начался в 1999 г., когда геологами ГГП (ныне ОАО) “Нижне-Ленское” был выполнен пересчет запасов алмазов по новым районным кондициям, в результате практически вся россыпь была переведена в разряд балансовых месторождений (С.А. Граханов, А.М. Сулейманов). В 2000–2001 гг. нижний отрезок россыпи разведен ОАО “Нижне-Ленское (А.М. Черосов) и передан в промышленное освоение. В настоящее время начата промышленная эксплуатация этого месторождения.

В геологическом строении россыпи р. Хара-Мас принимают участие карбонатные породы анабарской свиты кембрия, коры выветривания, верхнечетвертичный погребенный аллювий, современные аллювиальные отложения русла и пойм, современные склоновые делювиально-солифлюкционные образования.

Анабарская свита среднего кембрия сложена однородными толстоплитчатыми и массивными светло- или желтовато-серыми доломитами, иногда с округлыми и линзовидными стяжениями серых кремней. Для пород свиты характерна существенная кавернозность, они интенсивно закарстованы и по ним широко развиты коры выветривания. Наиболее мощные их разности установлены в долине руч. Оттуктах. Они представлены желтовато-серой доломитовой мукой, содержащей обломки выветрелых доломитов. Зачастую в мерзлом состоянии доломитовая мука сохраняет все текстурно-структурные особенности коренных доломитов анабарской свиты, что указывает на ее остаточный характер. В талом состоянии порода превращается в карбонатный песок. Верхние горизонты (5–15 см) кор выветривания иногда переотложены, об этом свидетельствует присутствие терригенного материала – кварцевого песка, гравия и мелкой гальки экзотических пород.

Верхнечетвертичные погребенные отложения выстилают днище долины. Они залегают на коренных породах кембрия или на развитых по ним корях выветривания. Эти отложения перекрываются илистой пачкой либо в них вложен современный аллювий. Верхнечетвертичный аллювий довольно специфичен. Как правило, это илстые образования, содержащие гальку, песок, гравий и валуны (табл. 2.72).

Таблица 2.72

**Гранулометрический состав продуктивных отложений россыпи р. Хара-Мас**

Гранулометрический состав (мм), %											
Валуны			Галька			Гравий			Песок		Глина
-400	-400+200	-200+100	-100+50	-50+25	-25+16	-16+8	-8+4	-4+2	-2+1	-1+0,5	-0,5
Аллювий русла											
2,2	1,8	4,9	7,5	11,0	5,0	6,9	2,3	4,6	1,3	6,9	46,4
Верхнечетвертичный погребенный аллювий											
1,1	1,0	2,5	5,5	7,1	5,5	6,3	2,4	4,2	1,5	8,8	54,1

Отложения совершенно не сортированы, и для них характерна высокая льдистость. По простирацию россыпи (в ее нижней части) доля валунов заметно повышается и на линии 4 она достигает 25 %, в средней и верхней частях крупные и средние валуны исчезают, а доля илесто-песчаных частиц возрастает. В среднем и верхнем течении реки и ее притоков содержание мелких валунов не превышает 2–3 %. Петрографический состав обломочного материала довольно однообразный. Преобладают местные породы, а доля экзотических образований не превышает 5 % (табл. 2.73). Выход тяжелой фракции по классам крупности низкий (табл. 2.74)

Таблица 2.73

**Средний петрографический состав обломочного материала из разновозрастных отложений россыпи р. Хара-Мас**

Порода	Среднее содержание разновидностей пород, %					Сумма
	Класс окатанности					
	0	1	2	3	4	
Аллювий русла						
Доломиты	12,38	15,00	45,25	18,00	2,12	92,75
Доломиты окремненные	–	–	2,38	–	–	2,38
Известняки	0,25	0,88	0,25	0,25	–	1,63
Кремни	–	–	1,00	0,12	–	1,12
Кварциты	–	–	–	–	0,5	0,5
Песчаники	–	–	–	–	0,12	0,12
Роговики	–	–	–	0,25	0,25	0,50
Метаморфические породы	–	–	–	–	0,88	0,88
Гравелиты	–	–	–	0,12	–	0,12
Итого	12,63	15,88	48,88	18,74	3,87	100,0
Верхнечетвертичный погребенный аллювий						
Доломиты	7,25	15,46	52,50	16,46	0,54	92,21
Доломиты окремненные	–	–	3,08	0,13	–	3,21
Известняки	0,08	–	0,33	0,77	–	0,58
Кремни	–	1,0	0,96	0,71	0,04	2,71
Лимонит	–	–	0,12	0,38	–	0,5
Кварц	–	–	0,08	–	–	0,08
Метаморфические породы	–	–	–	0,08	0,21	0,29
Кварциты	–	–	–	0,08	0,26	0,34
Долериты	–	–	–	–	0,04	0,04
Песчаники кварцевые	–	–	–	–	0,04	0,04
Итого	7,33	16,46	57,07	18,01	1,13	100,0

Таблица 2.74

## Фракционный состав продуктивных отложений россыпи р. Хара-Мас

Выход фракций по классам (мм), %								
-16+8			-8+4			-4+2		
<2,9	2,9-3,2	>3,2	<2,9	2,9-3,2	>3,2	<2,9	2,9-3,2	>3,2
Аллювий русла								
99,98	0,00	0,02	99,92	0,02	0,06	99,48	0,31	0,21
Верхнечетвертичный погребенный аллювий								
99,46	0,29	0,25	99,16	0,48	0,36	96,62	2,46	0,92
-2+1			-1+0,5					
<2,9	2,9-3,2	>3,2	<2,9	2,9-3,2	>3,2	<2,9	2,9-3,2	>3,2
Аллювий русла								
98,81	0,70	0,50	98,24	1,11	0,65			
Верхнечетвертичный погребенный аллювий								
96,49	1,87	1,64	97,81	1,32	0,87			

Тяжелую фракцию шлиховых проб слагают (%): альмандин – 53,4, ильменит – 24,6, пироксен – 7,5, циркон – 4,1, эпидот – 2,4, амфибол – 1,5, гроссуляр – 0,9 и сфен – 0,9. Средняя мощность верхнечетвертичного аллювия составляет 1,5 м, максимальная – 6,9 м установлена в верховьях руч. Урюнг-Юрях. Современные отложения представлены аллювиальными осадками русла, пойм и делювиально-солифлюкционными образованиями склонов.

Низкая и высокая поймы в бассейне р. Хара-Мас развиты фрагментарно, в виде узких (до 5 м) полос они трассируются по обоим берегам реки. Разрез высокой поймы вскрыт горной выработкой на руч. Отгуктах, в котором мощность пойменной фации составила 1,3 м, русловой – 1,0 м. Русловая фация высокой поймы сложена галечно-песчано-илистыми отложениями, пойменная – суглинками и илистыми суглинками.

Русловый аллювий (средняя мощность 1,4 м) сложен гравийно-галечно-илистыми осадками, содержащими примесь песка и валунов. Эти осадки темно-серого цвета, плохо сортированные и в нижнем течении с большим содержанием валунов. Валунуны исключительно местного состава и представлены доломитами анабарской свиты кембрия. Среди гальки также доминируют местные породы, которые составляют более 95 %. Экзотическая галька сложена известняками, кварцитами, песчаниками, роговиками, метаморфическими породами и гравелитами.

Делювиально-солифлюкционные отложения развиты на склонах долины. Они представлены суглинками с глыбами, щебнем и галькой, содержание которых увеличивается к основанию разреза. Мощность данных отложений колеблется от 0,9 до 8,9 м.

В бассейне р. Хара-Мас повышенной алмазонасностью выделяются современные аллювиальные осадки и верхнечетвертичный погребенный аллювий. Как и по притокам рек Эбеях, Биллях, Маят основные запасы сконцентрированы в верхнечетвертичных отложениях (рис. 2.28).

Современный аллювий продуктивен (9,18 кар/м<sup>3</sup>) в приустьевой части реки. Алмазонасность этих образований отмечается также на участках, где он вложен в верхнечетвертичный аллювий. Последний наиболее продуктивен: макси-

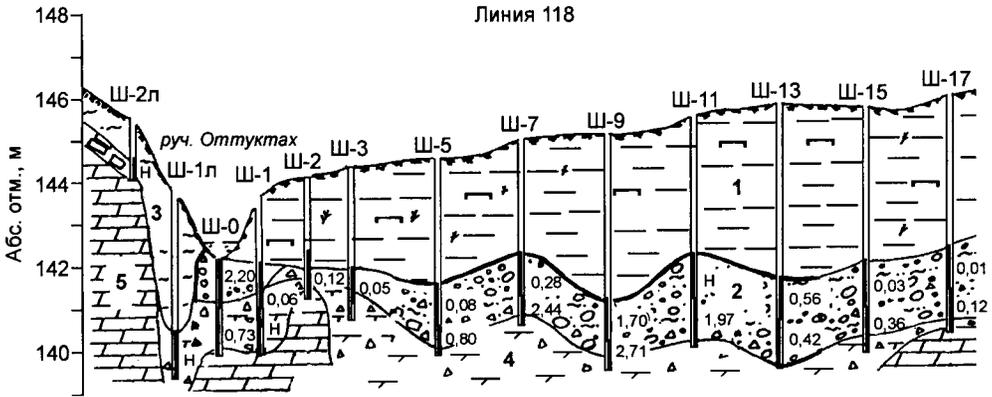


Рис. 2.28. Геологический разрез р. Оттуктах (правый приток р. Хара-Мас).

1 – пойменная фация верхнечетвертичного аллювия; 2 – русловая фация верхнечетвертичного аллювия; 3 – верхнечетвертичные–современные делювиально-солифлюкционные отложения; 4 – кора выветривания по доломитам кембрия; 5 – доломиты анабарской свиты среднего кембрия.

мальные содержания алмазов составляют 11,93 кар/м<sup>3</sup> по разведочным пробам и 3,98 кар/м<sup>3</sup> – по выработкам. Среднее содержание по россыпи составляет 1,0 кар/м<sup>3</sup>, запасы и прогнозные ресурсы алмазов превышают несколько миллионов каратов.

Средний вес алмазов в бассейне р. Хара-Мас составил 30,4 мг. Распределение их по классам крупности практически такое же, как и в россыпях бассейна р. Эбелях (табл. 2.75).

По кристалломорфологическим особенностям алмазы из россыпей бассейна р. Хара-Мас также приближаются к кристаллам бассейна р. Эбелях. Доля алмазов эбеляхского типа в россыпи р. Хара-Мас достигает 37,9 %, руч. Оттуктах – 25,3 %, руч. Урунг-Юрях – 36,5 %. Кристаллы всех типов россыпей бассейна р. Хара-Мас сильно изношены. В россыпях повышенное содержание двойников и сростков (41,9 %), среди них преобладают двойники по шпинелевому закону и незакономерные сростки. Содержание камней с признаками природного травления высокое (70,9 %) при повышенном содержании шрамов. Большинство алмазов прозрачные. Окрашенных камней относительно немного (38,9 %), среди них преобладают серые и лилово-коричневые индивиды. Алмазы с зелеными пятнами пигментации составляют 1 %. Большинство (68,9 %) кристаллов ожелезнены. По характеру свечения в ультрафиолетовых лучах преобладают (32,9 %) алмазы с сине-голубой фотолюминесценцией при высоком содержании камней с розово-сиреневым свечением (25,7 %) и несветящихся индивидов (23,5 %). По степени сохранности преобладают (60 %) целые или незначительно поврежденные индивиды. Повышено содержание алмазов с механическим износом (33,7 %), причем преобладают камни с износом истирания прибрежно-морского генезиса (26,7 %), что также сближает их с россыпями левых притоков р. Эбелях.

Таблица 2.75

Гранулометрический состав алмазов россыпи р. Хара-Мас

Всего изучено алмазов		Средний вес, мг	Классы крупности (мм), количество/вес, %			
шт.	мг		–8+4	–4+2	–2+1	–1+0,5
992	30205	30,4	2,0/15,9	33,6/61,3	55,7/18,3	8,4/0,5

## Россыпь р. Маят

Река Маят является правым притоком р. Анабар, впадая в нее между устьями рек Биллях и Кюрюктюр. Сведения об ее алмазонасности базируются на основании мелкообъемного и валового опробования аллювия, проходки поисковых горных линий (И.Б. Рубенчик, А.И. Крючков, В.А. Горяшин, Л.М. Зарецкий, И.П. Попов, С.А. Граханов, А.С. Кириллин, А.В. Толстов, М.Г. Мухамедьяров, НИИГА, Амакинская экспедиция).

Разведка россыпи р. Маят проводится недропользователем ООО «Алмазы Анабара» (М.Г. Мухамедьяров, Р.В. Базилевская, В.М. Подчасов). К настоящему времени разведан Средний участок россыпи и начата разведка Верхнего участка, притоков реки – ручьев Олом и Кула. Это же предприятие с 1999 г. обрабатывает россыпь (М.Н. Евсеев, И.И. Андреев, А.В. Карху, М.Г. Мухамедьяров, Р.В. Базилевская).

Основная россыпь приурочена к руслу и днищу р. Маят, которая течет в субширотном направлении, ее протяженность составляет 82,0 км. Долина реки в нижнем и частично в среднем течении выработана в карбонатных породах анабарской свиты среднего кембрия, в верхнем течении – в терригенных породах пермского возраста (см. фото 17). Она имеет массу притоков, протяженность наиболее крупных из них (Олом, Кула, Тыйдаах-Юрях, Чуэрду-Паастаага, Курунг-Юрях, Трапповый, руч. 41) составляет 8,0–16,0 км.

В нижнем и среднем течении, где река врезается в карбонатные породы, долина имеет четкий V-образный симметричный поперечный профиль, глубина врез в приустьевой части равна 80 м. На участке протяженностью 36,0 км эта долина террасирована, отмечаются фрагменты I и II надпойменных террас. Относительная высота II надпойменной террасы составляет 10,0–18,0 м, ширина – 80–100 м. Первая надпойменная терраса распространена значительно шире, высота ее равна 10 м, а ширина – 100 м. Низкая и высокая поймы обычно протягиваются узкими полосами, значительная их ширина (до 100 м) отмечается на крупных излучинах, где ширина долины, не превышает 200–300 м. Склоны долины крутые, участками представлены отвесными скалистыми обрывами или покрыты каменистыми осыпями. Выше, где развиты аллювиальные галечники переуглубленной долины, эти склоны более пологие, задернованы, только участками покрыты каменистыми осыпями. В верхнем течении, где распространены терригенные породы пермского возраста, долина (ширина 400–1000 м) реки корытообразной формы, склоны пологие, заболоченные.

В нижней и средней частях, русло реки довольно прямое, узкое, каньонообразное, глубокие длинные плесы чередуются с мелкими перекатами. Выше русло извилистое, распадается на систему мелких озер, соединенных между собой протоками.

Нижняя часть долины р. Маят террасированная, в верхней части террасы отсутствуют, и по днищу долины прослеживаются погребенные галечники верхнечетвертичного возраста.

В пределах бассейна р. Маят развиты кембрийские и пермские отложения, коры выветривания, триасовые вулканогенные образования, неогеновые отложения эбеляхской толщи, верхнечетвертичные, верхнечетвертичные–современные и современные осадки.

Породы кембрия представлены желтовато-серыми, массивными доломитами анабарской свиты майского яруса среднего отдела. Они пористые, кавернозные, закарстованные и развиты в нижнем и среднем течении р. Маят. К полям их распространения тяготеет промышленная алмазонасность.

Пермские отложения представлены породами двух отделов. Нижний слагают песчаники, в подчиненном количестве в их разрезе отмечаются тонкослоистые алевролиты, маломощные прослой и линзы каменных углей, очень редко конгломератов и гравелитов, а также линзы и стяжения пирита и сидерита. Верхнепермские породы образованы довольно монотонной толщей песчаников и песков с редкими маломощными прослоями и линзами алевролитов и аргиллитов и линзовидными прослоями конгломератов, галечников, гравелитов и углей. Песчаники преимущественно слабосцементированные, полимиктовые, в основном мелко-среднезернистые, иногда разномзернистые.

Коры выветривания развиты на карбонатных породах среднего кембрия или на терригенных породах пермского возраста. На доломитах кора выветривания представлена доломитовой мукой белого, желтовато-серого и темно-желтого цвета с включением щебня и глыб плотных, иногда выветрелых доломитов. Верхние ее горизонты перемыты и включают примесь гальки и гравия перекрывающих пород. Это подчеркивается и минеральным составом кор выветривания, которым присуща пироксен-ильменит-альмандиновая минералогическая ассоциация, характерная для перекрывающих их аллювиальных галечников.

Вулканогенные образования триаса образуют туфолаговую толщу и развиты в основном в юго-восточной части описываемого участка, занимая значительную площадь. Они сложены эффузивными пирокластическими породами нормального и субщелочного ряда, базальтами основного состава и их туфами, субщелочными и порфиоровыми базальтами, туффитами, туфопесчаниками, туфоалевролитами.

В долине р. Маят неогеновые отложения эбеляхской толщи установлены геологами Амакинской экспедиции (И.В. Полянский, 2004). При заверке аэромагнитной аномалии в долине р. Кула вскрыты железенные щебнисто-галечно-гравийные образования мощностью 16,7 м и глинистые отложения эбеляхской толщи мощностью 10,5 м, выполняющие мелкие карстовые депрессии. В керновой пробе из этих отложений найден один алмаз класса – 1+0,5 мм.

Верхнечетвертичные отложения представлены аллювиальными осадками I и II надпойменных террас и погребенными галечниками переуглубленной долины.

Средний гранулометрический состав русловой фации аллювия II надпойменной террасы следующий: валуны (0,5 %), галька (17,5 %), гравий (14,5 %) и песок илистый (67,5 %). Галечно-гравийный материал в основном сложен доломитами, кремнями, долеритами и известняками. Окатанность гальки и гравия слабая. Для верхнечетвертичных отложений характерна ильменит-пироксен-альмандиновая минералогическая ассоциация. Отмечается повышенное содержание пикроильменита и лимонита. В легкой фракции доминируют кварц, калиевый полевой шпат и плагиоклаз.

Первая надпойменная терраса развита в нижнем течении р. Маят в виде отдельных мелких фрагментов протяженностью 0,4–1,5 км. Ее поверхность наклонена в сторону русла, тыловой шов и бровка в рельефе не выражены, относительная высота над урезом воды 7,0–10,0 м. Строение террасы двухчленное: пойменная и русловая фации. Мощность русловой фации варьирует от 0,8 до 2,0 м, пойменная – от 0,7 до 3,0 м. Русловая фация представлена галечно-гравийно-песчано-глинистым материалом с примесью мелких валунов. Последние сложены карбонатными породами, кремнями и в меньшей степени кварцитами, кварцем, долеритами. Окатанность гальки слабая. Пойменная фация сложена серыми льдистыми илами, на участках с крутыми склонами в пойменной фации отмечается примесь грубообломочного материала.

Погребенный верхнечетвертичный аллювий широко развит в пределах средней и верхней частях долины р. Маят. Осадки выстилают днище долины, залегая на

коренных породах или продуктах коры выветривания. Строение аллювия двучленное – русловая и пойменная фации. Граница первой с подстилающими породами и перекрывающим осадками пойменной фации четкая. Ширина распространения аллювия переуглубленной верхнечетвертичной долины имеет прямую связь с подстилающими породами плотика. В пределах развития карбонатных пород средняя ширина развития аллювия уже, чем в пределах распространения пермских пород.

Мощность отложений русловой фации верхнечетвертичной долины по простиранию долины р. Маят выдержанна и в среднем варьирует от 1,4 до 1,8 м. Гранулометрический состав аллювия также тесно взаимосвязан с породами плотика. В пределах карбонатных пород доля грубообломочного материала выше, чем в пределах развития пород перми.

Петрографический состав грубообломочного материала аллювия переуглубленных долин зависит от субстрата и геологической обстановки прилегающих к россыпям участков. Так, в этом материале аллювия, развитого в пределах карбонатных пород, преобладают доломиты, окремненные доломиты, в меньшей степени присутствуют кремни, песчаники, аргиллиты, алевролиты, долериты, туфы и экзотические породы. В аллювии долины, выработанной в пермских породах, грубообломочный материал представлен доломитами, кремнями, долеритами, дацитами, туфами, песчаниками, алевролитами, аргиллитами, кварцем и кварцитами. Его окатанность в аллювии на пермских породах выше, чем на карбонатных. Для осадков присуща ильменит-пироксен-альмандиновая минералогическая ассоциация с эпидотом, цирконом, ставролитом и лейкоксеном. Отмечается увеличение содержания пироксена и эпидота в аллювии на пермских породах. Осадки содержат значительное количество минералов-спутников алмаза, преимущественно пикроильменита с высокой степенью окатанности зерен. Химический состав пикроильменита из аллювия р. Маят практически не отличается от состава пикроильменита бассейна р. Эбелях (рис. 2.29).

В легкой фракции доминируют кварц, калиевые полевые шпаты, плагиоклазы, присутствуют кремнь, карбонаты, слюды – до 14,6 % в аллювии на пермских породах.

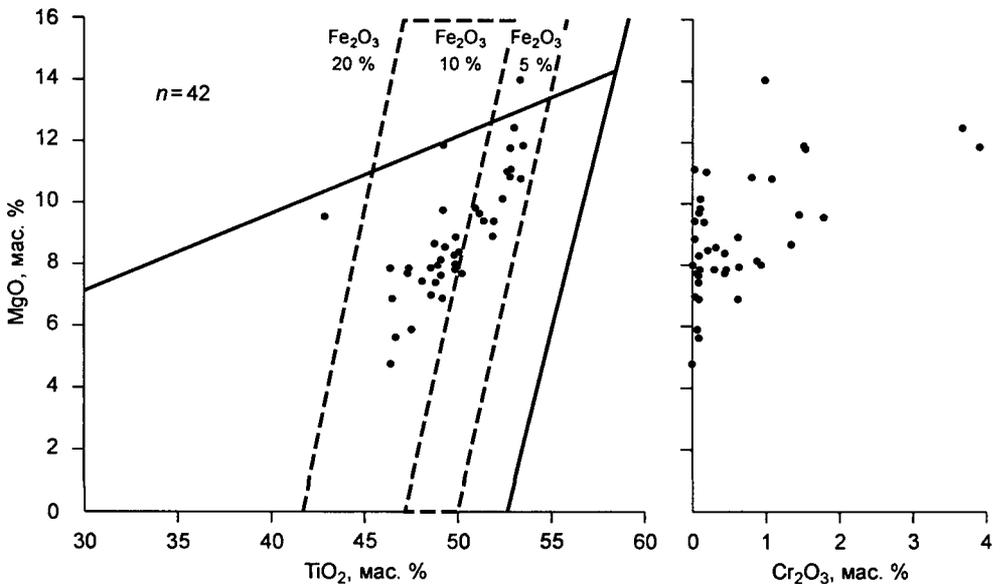


Рис. 2.29. Диаграмма химического состава пикроильменита россыпи Маят.

Пойменная фация верхнечетвертичного аллювия представлена льдистыми илистыми суглинками темно-серого цвета с растительным детритом и изредка рассеянной галькой, гравием и щебнем карбонатных и терригенных пород.

Современные отложения представлены осадками русла, низкой и высокой пойм.

Высокая пойма в пределах долины р. Маят развита от устья до ее среднего течения, непрерывно сопровождая русло то на одном, то на другом берегу реки и занимает значительные по площади участки на крупных излучинах. В рельефе хорошо выражен уступ высокой поймы, а тыловой шов бывает практически не выражен. Относительная высота поверхности в среднем составляет 4,0 м.

Строение аллювия высокой поймы двухчленное. Пойменная фация представлена илистыми суглинками, включающими в себя небольшую примесь грубообломочного материала. Русловая фация высокой поймы сложена валунно-галечно-гравийно-илисто-песчаным материалом. Галька и гравий состоят из доломитов, окремненных доломитов, кремней, долеритов, кварца и известняков. Грубообломочный материал слабо окатан. Для аллювия высокой поймы типична ильменит-пироксен-альмандиновая минералогическая ассоциация с эпидотом, магнетитом и цирконом. Отмечаются значительные содержания гидроксидов железа. Легкая фракция аллювия высокой поймы представлена кварцем, калиевыми полевыми шпатами, карбонатами, плагиоклазом и кремнями.

Аллювий русла и низкой поймы в пределах р. Маят представляет собой единый эрозионно-аккумулятивный цикл, находящийся в стадии формирования. Расчленение их проводится по наличию осадков пойменной фации. Низкая пойма в пределах современной россыпи трассируется вдоль русла. В переуглубленной верхнечетвертичной долине развиты лишь осадки русла.

Пойменная фация низкой поймы представлена илами, супесями, песками, нередко с примесью грубообломочного материала. В среднем ее мощность составляет 1,4 м. Русловая фация низкой поймы по своим характеристикам приближается к осадкам русла, поэтому ниже приводится их совместное описание.

Аллювий представлен валунно-галечно-гравийно-песчано-илистыми образованиями. Распределение валунного материала по простиранию долины неравномерное, максимальные его содержания отмечаются в нижней части россыпи. Содержание гравийно-галечного материала по простиранию долины сравнительно равномерное. В поперечных разрезах наиболее хорошо отсортированы осадки стрежневой части реки.

Осадки, развитые на флангах, при наличии крутых берегов, разубоживаются за счет поступления грубообломочного материала со склонов.

В петрографическом составе грубообломочного материала преобладают местные породы (80–95 %) – доломиты, кремни, долериты и туфы. Валуны, галька и гравий окатаны слабо, преимущественно 0–1 классов.

Современный аллювий характеризуется ильменит-пироксен-альмандиновой минералогической ассоциацией. Легкая фракция представлена кварцем, калиевым полевым шпатом, карбонатами, плагиоклазами, кремнями. На руч. Тыйдах-Юрях отмечается значительное содержание слюд.

По геолого-геоморфологическому строению выделяются пять участков россыпи р. Маят: Приустьевой и Нижний имеют каньонообразную долину и преимущественно валунный состав аллювия; Средний – с более выположенной долиной и сортированным аллювием, где в основании современного аллювия появляется маломощный прослой верхнечетвертичной продуктивной пачки (как и в нижнем течении р. Биллях); на участках Верхний и Верховье склоны долины выположены и заболочены, аллювий имеет двухчленное строение – современный аллювий залегает на верхнечетвертичном – продуктивном (рис. 2.30).



На Приустьевом участке по данным геолого-съемочных и поисковых работ промышленных значений алмазонасности не установлено. Нижний участок имеет средний уровень алмазонасности. Максимальные значения редко превышают  $1,0 \text{ кар/м}^3$ . Средний участок россыпи выделяется высокими параметрами алмазонасности. По результатам мелкообъемного опробования уровень алмазонасности достигает ураганных значений –  $37,3 \text{ кар/м}^3$ . По данным разведки максимальные содержания по выработкам достигают  $26,63 \text{ кар/м}^3$ , по линиям –  $5,77 \text{ кар/м}^3$  [Подчасов и др., 2005]. В пределах этого участка в р. Маят впадают ручьи Олом (Кембрийский) и Кула, нижние участки которых разведаны и вовлечены в промышленную отработку ООО “Алмазы-Анабара”.

Границу Среднего и Верхнего участков, вероятно, целесообразно провести по границе распространения погребенных верхнечетвертичных отложений. Алмазонасность участка Верхний носит прерывистый характер. В его пределах в р. Маят впадает руч. 41. На нижнем отрезке которого верхнечетвертичные отложения содержат алмазы в промышленных концентрациях, и далее эта струя повышенной алмазонасности прослеживается в долине р. Маят. На север от руч. 41 с этого же водораздела берет начало правый приток р. Юлегир – руч. 57, который также в своих истоках выделяется повышенной алмазонасностью, резко падающей в его нижнем течении. Возможно, на водоразделе ручьев 41 и 57 развиты промежуточные коллекторы алмазов, скорее всего неогенового возраста, или эти ручьи протекают в пределах единой погребенной верхнечетвертичной долины субмеридионального простирания.

Средний уровень алмазонасности уч. Верхний с учетом вовлечения в отработку руч. 41 может достичь каратного уровня. По сравнению с участком Средний, на Верхнем отрезке россыпи в два–три раза возрастает объем вскрышных работ, так как промышленная алмазонасность приурочена к слою погребенного верхнечетвертичного аллювия.

Участок Верховье россыпи р. Маят заключен на отрезке впадения ручьев Тыйдаах-Юрях, Чуэрду-Паастаага, Курунг-Юрях и Трапповый. Если на ручьях по отдельным пробам вспышки алмазонасности достигают значительного уровня (руч. Курунг-Юрях –  $2,31 \text{ кар/м}^3$ , Чуэрду-Паастаага –  $3,15 \text{ кар/м}^3$ , Трапповый  $0,84 \text{ кар/м}^3$ ), то в пределах основной россыпи алмазонасность носит прерывистый характер и на обогащенных участках средний уровень алмазонасности не достигает  $0,50 \text{ кар/м}^3$ . Скорее всего, фрагментарная алмазонасность уч. Верховье россыпи р. Маят обусловлена выносом алмазов из притоков.

Таким образом, промышленное значение представляют Нижний, Средний и Верхний участки россыпи р. Маят (табл. 2.76).

По запасам алмазов россыпь р. Маят с притоками (Олом, Кула, Руч. 41, Тыйдаах-Юрях, Чуэрду-Паастаага, Курунг-Юрях, Трапповый) можно отнести к средним месторождениям со средним содержанием алмазов и высокой стоимостью сырья. Средний вес алмазов россыпи р. Маят равен  $18,6 \text{ мг}$  (табл. 2.77). По запасам алмазов ее можно сопоставить с некоторыми притоками р. Эбелях, но высокое качество алмазов в россыпи поднимает ее промышленный статус.

Подробная характеристика россыпи р. Маят и ее промышленных притоков Кула и Олом приведена в работе В.М. Подчасова [2005].

По распределению алмазов в различных гранулометрических классах отмечается повышенное количество алмазов класса –  $1 \text{ мм}$ , составляющее  $16 \%$ , в том числе класс –  $0,5 \text{ мм}$  –  $1,6 \%$ , который практически отсутствует в россыпях Эбеляхской площади. Повышенное количество мелких классов алмазов, при сохранении доли крупных [Граханов, Митюхин, 2005], наличие неизношенных минералов-индикаторов кимберлитов в базальных горизонтах юрских отложений, указывают

Таблица 2.76

## Параметры промышленных участков россыпи р. Маят

Параметры алмазности	Участок			В среднем по россыпи
Длина, км	9,93	15,6	9,04	34,57
Ширина, м	9,1 – 43,1	21,3 – 88,0	13,4 – 122,5	9,1 – 122,5
	28,8	37,8	35,0	34,1
Мощность, м: “торфов”	0,0 – 0,39	0,0 – 4,45	0,0 – 4,36	0,0 – 4,45
	0,07	0,90	2,25	1,23
песков	0,42 – 1,41	0,63 – 2,74	0,55 – 2,57	0,42 – 2,74
	1,01	1,49	1,49	1,31
Среднее содержание алмазов, кар/м <sup>3</sup>	0,45 – 4,41	0,27 – 3,72	0,18 – 4,93	0,18 – 4,93
	1,06	1,46	0,78	1,14
Средняя продуктивность россыпи, тыс. кар/км	30,8	78,9	59,8	60,1

Примечание. Таблица составлена по данным В.М. Подчасова с соавт. [2005]. Над чертой – пределы изменений, под чертой – средние значения.

Таблица 2.77

## Гранулометрический состав алмазов из россыпи р. Маят

Всего изучено		Средний вес, мг	Классы крупности (мм) количество/вес, %			
шт.	мг		-8+4	-4+2	-2+1	-1+0,5
610	11320	18,6	1,3/24,2	15,8/46,0	66,9/28,6	16,0/1,2*

\* Класс -0,5 мм составляет 1,6/0,02.

Таблица 2.78

## Механический износ (истирание) алмазов из различных типов первоисточников из россыпи р. Маят

Изучено алмазов	Типы первоисточников, всего алмазов, шт./износ, %			
	ламинарный	уральский	жильный	эбеляхский
201	19/15,8	50/4,0	40/5,0	70/42,8

Таблица 2.79

## Характеристика степени износа (истирания) алмазов из различных типов первоисточников, %

Россыпь	Тип первоисточника											
	ламинарный			уральский			жильный			эбеляхский		
	Степень износа алмазов											
	слабая	средняя	сильная	слабая	средняя	сильная	слабая	средняя	сильная	слабая	средняя	сильная
Р. Маят	5,3	10,5	0,0	2,0	2,0	0,0	5,0	0,0	0,0	18,6	15,7	8,5
Руч. Кюрюктюр	11,5	0,0	0,0	1,6	0,0	3,1	9,5	0,0	0,0	17,9	7,7	2,6
Руч. Юлегир	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,9	8,3	2,8

на возможность наличия коренного источника алмазов на междуречье Маят–Юлегир–Кюрюктюр–Чычах–Чымара [Граханов, 2000], частично подпитывающий россыпи бассейна р. Маят.

Механический износ алмазов из различных первоисточников неравноценен. Кристаллы уральского и жильного типов изношены незначительно (табл. 2.78), а алмазы эбеляхского типа – довольно сильно (42,8 %).

Анализ степени износа алмазов ламинарного, уральского и жильного типов свидетельствует о том, что их износ слабый, а среди таковых бассейна р. Юлегир он отсутствует вообще (табл. 2.79), что также может свидетельствовать в пользу близости коренного источника, поставляющего эти алмазы.

Степень сохранности (целостность) алмазов россыпи р. Маят очень высокая, резко доминируют целые кристаллы (65,5 %) и в незначительной степени поврежденные. По этим параметрам алмазы из россыпи р. Маят значительно превосходят кристаллы из промышленных россыпей бассейнов рек Эбелях и Биллях, что является одним из факторов, определившим высокую стоимость сырья.

### Потенциально промышленные россыпи

В Анабарском алмазоносном районе резерв промышленных россыпей не исчерпан. Многие россыпные проявления изучены очень слабо и при проведении разведочных работ некоторые объекты имеют реальные шансы перейти в разряд промышленных. В качестве положительных факторов выступит повышенный уровень алмазоносности при средней или низкой стоимости алмазов или, наоборот, низкая продуктивность при высокой стоимости камней сыграют позитивную роль. В качестве первоочередных объектов для постановки разведочных работ рекомендуются россыпи рек Анабар, Кюрюктюр, Юлегир-Уджинский и ряд притоков р. Эбелях.

### Россыпь р. Анабар

Россыпь р. Анабар – довольно масштабный россыпной объект, превосходящий многие промышленные россыпи. По запасам алмазов она уступает только россыпи р. Эбелях Лено-Анабарской субпровинции. Россыпь открыта и изучена геологами Амакинской экспедиции (Л.М. Зарецкий) в конце 1960-х–начале 1970-х годов. Она начинается от устья р. Эбелях и прослеживается до устья р. Уджа. Россыпь р. Анабар образовалась за счет поступления алмазов из своих притоков – рек Эбелях, Биллях, Хара-Мас, Маят и ряда других более мелких водотоков. Несмотря на то что россыпь р. Анабар практически продолжает россыпь р. Бол. Куонамка (р. Анабар образуется после слияния рек Бол. и Мал. Куонамка), она отличается от последней кристалломорфологическими особенностями алмазов, их физическими свойствами и средним весом камней и по этим характеристикам приближена к месторождениям Эбеляхской алмазоносной площади. По геолого-геоморфологическому строению в пределах россыпи выделяются два участка: первый – от устья р. Эбелях до устья р. Биллях характеризуется террасированным поперечным профилем, второй, напротив, от р. Биллях до р. Кюрюктюр, выделяется каньонообразным профилем. В отличие от россыпи р. Эбелях, где максимальные содержания алмазов тяготеют к каньонообразному отрезку долины, повышенная алмазоносность руслового аллювия анабарской россыпи установлена в пределах террасированного участка. Именно здесь максимальные концентрации алмазов по разведочным пробам достигают 5,54 кар/м<sup>3</sup>, по горным линиям – 0,96 кар/м<sup>3</sup> и в среднем по участку составляют 0,62 кар/м<sup>3</sup>. Средний уровень алмазоносности на втором участке составляет 0,32 кар/м<sup>3</sup>.

По кристалломорфологическим особенностям в россыпи р. Анабар господствуют (от 65 до 83 %) кристаллы I разновидности. Содержание алмазов V–VI разновидностей значительно ниже и на разных участках не превышает 26 %. Естественно, максимальные концентрации индивидов этого типа приходится на отрезок россыпи между устьями рек Эбелях и Биллях. Именно с алмазами последнего объекта наблюдается четкое сходство как по кристалломорфологическим особенностям, так и по средним весам – 20,5 и 20,8 мг.

#### Россыпь р. Кюрюктюр

Россыпь р. Кюрюктюр открыта и опоискована геологами Амакинской экспедиции (Л.М. Зарецкий, И.П. Попов). Содержание алмазов в ней невысокое и по данным мелкообъемного опробования не превышает 0,60 кар./м<sup>3</sup>, а по горным работам не выше 0,48 кар./м<sup>3</sup> и в среднем по россыпи составляет 0,23 кар./м<sup>3</sup>. Аномальные значения алмазоносности зафиксированы на правом притоке – руч. Оксана-Юряге, где в мелкообъемной пробе установлено содержание 4,24 кар./м<sup>3</sup>, при этом найден крупный камень весом 3,9 кар. Естественно, высокая алмазоносность обусловлена находкой этого крупного камня, поэтому последующие попытки воспроизвести аналогичные содержания успеха не имели, и по результатам горных работ максимальные концентрации по ручью не превысили 0,15 кар./м<sup>3</sup> и лишь в одной мелкообъемной пробе достигли 1,42 кар./м<sup>3</sup>.

На наш взгляд, на руч. Оксана-Юряге интерес представляют покровные неогеновые отложения, которые некоторые геологи (И.П. Попов) относят к первой надпойменной террасе, а другие (Л.М. Зарецкий) – к полигенным образованиям плиоцен-четвертичного возраста. Именно в этих осадках фиксируются содержания алмазов 0,34 кар./м<sup>3</sup>. Исходя из повышенной мощности и широкого их распространения, можно сделать вывод о том, что алмазоносность ручья обусловлена перемывом указанных отложений.

По кристалломорфологическим особенностям среди алмазов россыпи р. Кюрюктюр доминируют кристаллы I разновидности, в сумме составляя 73,7 %, в подчиненном количестве содержатся камни V и VII разновидностей – 19,5 %, довольно много желтых кубов II разновидности – 5,1 %. Алмазы россыпи р. Кюрюктюр выделяются повышенным средним весом – 33,3 мг, причем наиболее крупные ламинарные – 41,3 мг и эбеляхского типа – 49,6 мг. И те и другие изношены, процент камней с износом истирания составляют соответственно 11,5 и 28,2 %. Менее изношены округлые алмазы уральского и жильного типов.

Несмотря на низкий уровень алмазоносности, россыпь алмазов отнесена к потенциально-промышленным из-за их высокой стоимости.

#### Россыпь р. Юлегир-Уджинский

Река Юлегир – левый приток р. Уджа. Ее алмазоносность установлена в ходе поисковых и геолого-съемочных работ геологами Амакинской экспедиции (Л.М. Зарецкий, И.П. Попов). Максимальные концентрации (до 1 кар./м<sup>3</sup>) алмазов тяготеют к истокам реки – ручьи 57 и 55, не исключено, что при детальном изучении возможно выделение там промышленных отрезков, хотя небольшие размеры ручьев не позволяют рассчитывать на выявление средних месторождений. Ручьи 57 и 55 имеют общий водораздел с руч. 41 (приток р. Маят) и, вероятно, единый источник питания, скорее всего, связанный с древней неогеновой или верхнечетвертичной долиной. Ниже этих ручьев уровень алмазоносности в р. Юлегир несколько превышает свои средние показатели и достигает 0,77 кар./м<sup>3</sup>. В среднем

течении алмазоносность низкая и редко превышает  $0,16-0,26$  кар/м<sup>3</sup>, а на нижнем отрезке реки уровень алмазоносности увеличивается до  $0,32$  кар/м<sup>3</sup>. Повышенные содержания ( $0,47$  кар/м<sup>3</sup>) фиксируются и на правом притоке реки – руч. Южный, что объясняется размывом алмазоносных неогеновых отложений, широко развитых в его бассейне. Среднее содержание алмазов по россыпи р. Юлегир составляет  $0,22$  кар/м<sup>3</sup>.

По своим кристалломорфологическим особенностям преобладают индивиды первой разновидности –  $69,3$  %, среди которых большую долю (до  $40$  %) составляют кристаллы уральского типа, вследствие чего стоимость алмазов этой россыпи является максимальной в Анабарском алмазоносном районе. Сумма кристаллов V и VII разновидностей составляет  $22,1$  %, второй –  $5,7$  %, а IV –  $2,9$  %, что является аномальным для Эбеляхской алмазоносной площади. Любопытно, что аномальные значения алмазов IV разновидности, характерных для продуктивных кимберлитов, фиксируются в россыпях, имеющих общий водораздел (реки Маят, Кюрюктюр, Чычах-Чымара и Юлегир). Этот факт свидетельствует о возможном проявлении продуктивного кимберлитового вулканизма на междуречье Юлегир–Маят. Средний вес алмазов в россыпи довольно высокий –  $29,0$  мг, при этом наиболее крупными являются ламинарные камни ( $63,1$  мг). Износ на индивидах кимберлитового генезиса отсутствует, а на кристаллах эбеляхского типа составляет  $25,0$  %.

Несмотря на низкий уровень алмазоносности, россыпь р. Юлегир-Уджинский отнесена к потенциально-промышленным из-за предполагаемой высокой стоимости алмазов.

### Россыпи бассейна р. Эбелях

В бассейне р. Эбелях до десятка потенциально-промышленных россыпей. Все ее притоки алмазоносны и если не содержат алмазы в промышленных концентрациях, то включают концентрированные запасы, которые в будущем, по мере истощения промышленных россыпей, составят надежный резерв Эбеляхского россыпного поля.

Наиболее крупными среди них россыпями являются Куман, Кусун-Эбелях, Кумах-Юрях, Лабазный, Болотистый, Холомолоох-Кумахский, Балаганнах-Эбеляхский, Ыраас-Юряге, Унга-Сала, Хвостатый и множество других мелких ложковых россыпей. Все эти россыпи изучены отдельными горными линиями, запасы алмазов и прогнозные ресурсы классифицированы геологами Амакинской экспедиции по категориям  $C_2$  и  $P_1$  (Л.М. Зарецкий, Ф.П. Плакин, Ю.И. Грибун, В.М. Куницкий, А.С. Кириллин). По указанным россыпям уровень алмазоносности выше значений бортового лимита ( $0,2$  кар/м<sup>3</sup>), но ниже кондиционных параметров для промышленных россыпей бассейна р. Эбелях. Ранжирование россыпей по современным браковочным кондициям затруднено, так как по ним отсутствуют сведения о стоимости алмазов по международному классификатору.

Все перечисленные россыпи имеют сходное геологическое строение. Алмазоносность тяготеет к пласту верхнечетвертичного аллювия, выстилающего днища долин. В долинах ручьев фиксируются реликты алмазоносных неогеновых осадков (на руч. Куман они установлены при заверке геофизических аномалий). Прогнозные ресурсы отдельных россыпей довольно значительные и составляют несколько миллионов каратов. Типоморфные особенности алмазов имеют сходство, но по отдельным признакам различаются, что указывает на возможное различие ценовых характеристик.

## Куонамский алмазоносный район

Площадь района охватывает Анабарский кристаллический массив и прилегающую к нему территорию в бассейнах рек Бол. и Мал. Куонамка (см. фото. 18).

В геологическом строении алмазоносного района принимают участие породы архейского метаморфического комплекса, терригенные и карбонатные отложения рифея, венда, нижнего и среднего кембрия, неогеновые и четвертичные, магматические образования кислого, основного и ультраосновного составов.

Кристаллические образования архея Анабарского массива расчленяется на три серии: далдынскую, верхнеанабарскую и хапчанскую [Геология..., 1981]. В составе архейских пород преобладают разнообразные гнейсы, кристаллические и магнетитовые сланцы, кварциты, кальцифиры.

Осадочные образования протерозоя, состоящие из терригенно-карбонатных отложений рифея и венда, развиты по обрамлению Анабарского кристаллического массива. Рифейские образования представлены отложениями мукунской и билляхской серий. Мукунская серия подразделяется на ильинскую и лабазстаскую свиты, а билляхская серия – на котуйканскую и юсмастаскую. Отложения венда представлены староречинской и манькайской свитами. Грубокластические отложения рифея и венда содержат минералы-индикаторы кимберлитов.

Кембрийские образования сложены доломитами, известняками, мергелями, аргиллитами, горючими сланцами. Они представлены эмьяксинской, куонамской, оленекской, джахтарской, силигирской и чомурдахской свитами.

В долине р. Талахтаах установлены неогеновые образования, которые заполняют эрозионно-карстовые депрессии, выработанные в доломитах протерозоя. Они представлены алмазоносными аллювиальными галечниками и песками с галькой.

Отложения четвертичного возраста широко развиты в Куонамском алмазоносном районе. В их составе выделяются аллювиальные, озерно-аллювиальные, аллювиально-делювиальные, озерно-болотные, делювиальные, коллювиальные, эллювиальные и флювиогляциальные отложения. Повышенной алмазоносностью характеризуются аллювиальные отложения русла, пойм и надпойменных террас и верхнечетвертичные образования переуглубленных долин.

Магматические образования на площади Анабарского алмазоносного района представлены различными формациями ультраосновных, основных, средних и кислых пород архейского, протерозойского и мезозойского возраста.

Среди самых ранних позднеархейских интрузивных образований выделяются ультраосновные и основные породы дунит-перидотитовой, перидотит-ортопироксенит-норитовой формаций, представленные серпентинизированными и амфиболитизированными перидотитами, оливинитами, дунитами, пироксенитами и норитами.

Раннепротерозойские биотит-роговообманковые граниты, граносиениты, гранодиориты, диорит-сиениты, биотитовые граниты широко распространены в пределах центральной части Анабарского массива, а с позднепротерозойским тектономагматическим циклом, положившим начало платформенному магматизму, связано образование даек диабазов и габбро-диабазов, субщелочных трахитов, а также субщелочных туфов и туфобрекчий трахитов и пород основного состава, выделенных в Котуйско-Оленекский интрузивный комплекс.

Мезозойские интрузивные образования широко представлены породами трапповой формации – долеритами, реже габбро-долеритами. К этому же возрасту относятся породы ультраосновной и щелочно-ультраосновной формаций, объединенные в куонамский кимберлитовый комплекс, представленный: кимберлита-

ми, мелилититами, меймечитами, пикритами и карбонатитовыми брекчиями. Последние, несомненно, имеют более молодой возраст [Брахфогель, 1984].

Кимберлитовые породы слагают многочисленные трубки, дайки и жилы. Они сгруппированны в семь кимберлитовых полей: Старореченское, Ары-Мастахское, Дюкенское, Лучаканское, Куранахское, Биригиндинское и Средне-Куонамское. Все кимберлитовые поля, кроме Средне-Куонамского, приурочены к Куонамской кимберлитоконтролирующей зоне, которая в виде единой дугообразной полосы шириной 30–50 км и протяженностью около 300 км трассируется на восточном и юго-восточном склонах Анабарского массива. Средне-Куонамское поле, включающее трубку Сербейн и дайку Хатырык, расположено в среднем течении р. Бол. Куонамка, в пределах Анабарского кристаллического массива. По абсолютному возрасту Ф.Ф. Брахфогель [Там же] разделяет их на средне-верхнепалеозойские, средне-верхнетриасовые, верхнеюрские, меловые и палеогеновые.

*Старореченское кимберлитовое поле* охватывает бассейн нижних течений рек Старая и Бол. Куонамка. Поле состоит из 80 кимберлитовых и пикритовых тел. Основная масса тел расположена в поле развития протерозойских отложений и лишь небольшая часть отмечается среди нижнекембрийских пород. Размеры кимберлитовых трубчатых тел варьируют от 25×13 до 400×250 м. Средний их размер составляет 119×68 м, а средняя площадь – 0,69 га, при этом она почти в два раза превышает среднюю величину пикритовых штоков. Среди кимберлитовых пород преобладают слюдяные кимберлиты и кимберлитовые брекчии. В результате опробования большого количества кимберлитовых тел установлена убогая алмазность единичных тел. В настоящее время на площади Старореченского кимберлитового поля выделено порядка 70 аэромагнитных аномалий (Н.Е. Морозова, 2001, Амакинская экспедиция), часть из которых, несомненно, имеет кимберлитовую природу.

*Ары-Мастахское кимберлитовое поле* расположено в бассейне среднего течения р. Бол. Куонамка, включает 73 трубки и 11 даек кимберлитов и щелочных пикритов, оливиновых мелилититов, меймечитов. Тела кимберлитов и комагматичных им пород находятся главным образом в поле развития протерозойских и нижнекембрийских отложений и частично встречаются в архейских кристаллических породах массива. Большинство диатрем обладают субизометричными формами и размером от 20×20 до 420×120 м, причем, как и в других полях, кимберлитовые тела существенно больше диатрем, сложенных комагматичными им породами. Протяженность кимберлитовых даек достигает 4,5 км (дайка Мачала). Средний размер трубчатых тел – 96×43 м, средняя их площадь – 0,38 га. Кимберлитовые породы в основном массивной текстуры, эруптивные брекчии и туфобрекчии присутствуют примерно в равных соотношениях. Преобладают слюдяные кимберлиты и мелилит-монтичеллитовые разности пикритов.

*Дюкенское кимберлитовое поле* включает бассейн одноименной реки и представлено 133 телами кимберлитов и щелочных пикритов. Размеры трубок колеблются от 10×7 до 540×120 м (тр. Макаровская), – от 50×(0,5–1,0) до 800×(5–10) м. Средний размер трубчатых тел 76×37 м, даечных – 172×4 м, средняя их площадь соответственно 0,25 и 0,07 га. Характерной особенностью этого поля является широкое распространение монтичеллитовых пикритов и мелилит-монтичеллитовых разностей кимберлитов. Здесь очень редки туфобрекчии, наиболее распространены массивные разновидности кимберлитов и пикритов.

*Лучаканское кимберлитовое поле* расположено на юго-восточном склоне Анабарского массива, в бассейне р. Лучакан (правый приток р. Мал. Куонамка) и включает 51 тело кимберлитов, карбонатитов и щелочных пикритов. Диатремы кимберлитов преимущественно овально-вытянутой формы размером от 20×10 до

220×270 м. Дайки имеют протяженность от 60 до 300 м. Средний размер трубок составляет 81,0×48,0 м, а даечных тел – 183×6,3 м, средняя площадь тел соответственно – 0,33 и 0,12 га. Преобладают тела, сложенные кимберлитовыми брекчиями, а также слюдистыми разностями кимберлитов и их брекчий. Вмещающими породами являются карбонатные отложения нижнего и среднего кембрия. Проведенным опробованием кимберлитов установлена убогая алмазоносность (сотые доли карат на кубометр) одиннадцати трубок поля. При переопробовании трубок Лыхчан-I, Лыхчан-II и Отрицательная в отдельных пробах содержание алмазов достигает 1,35 кар/м<sup>3</sup>, однако общая алмазоносность по-прежнему остается крайне низкой.

*Куранахское кимберлитовое поле* располагается в бассейне верхнего течения р. Мал. Куонамка, на южном склоне Анабарского массива. В его пределах выявлены 21 трубка и две дайки кимберлитов. Форма трубок удлинненно-овальная, вытянутая, редко сложная неправильная. Размеры варьируют от 15–20 м (тр. Комарова) до 70×250×350 м (тр. Малокуонамская). Мощность даек достигает 20–30 м, а протяженность – 0,5–1 км. И одиночные тела, и обособленные их кусты, состоящие из 2–7 тел, приурочены к зонам разрывных нарушений северо-западного простирания, что обуславливает ориентировку даек и длинных осей трубок именно в этом направлении. Вмещающими породами являются карбонатные и терригенно-карбонатные отложения кембрия. По структурно-текстурным особенностям среди кимберлитовых пород Куранахского поля выделяются три разновидности: порфиновые кимберлиты, автолитовые кимберлиты и кимберлитовые брекчии. Проведенным в разные годы опробованием кимберлитов Куранахского поля установлена убогая алмазоносность восьми кимберлитовых тел, а в тр. Малокуонамская выявлен рудный столб с потенциально-промышленным содержанием алмазов (Д.Д. Маштальчук, Л.И. Кошик, Амакинская экспедиция).

*Средне-Куонамское кимберлитовое поле* расположено в верхнем течении р. Бал. Куонамка среди наиболее древних пород далдынской серии архея. Кимберлитовое поле практически не изучено. Открыта одна тр. Сербиян и дайка Хатырык. Возраст кимберлитов среднепалеозойский и нижнемезозойский. О потенциальной алмазоносности кимберлитов свидетельствуют находки неизношенных алмазов в современной аллювии в районе открытой тр. Сербиян; ассоциации высокохромистых пикроильменитов в аллювии р. Сербиян, которая сочетается с ильменитами этого же состава в россыпи, расположенной в нижнем течении р. Бол. Куонамка без привязанного коренного источника; среднепалеозойский возраст одной из фаз кимберлитов.

*Биригиндинское кимберлитовое поле.* К настоящему времени известно 24 пикритовых, альнеитовых и кимберлитовых тела. Размеры тел трубочной формы колеблются от 20×15 м (Ан. 109/65) до 1500×(400–800) м (Интрузия-Х). Отмечена основная закономерность – в направлении с севера на юг средний размер трубочных тел уменьшается, а количество тел даечной формы увеличивается.

*Юрско-нижнемеловые брекчии карбонатизированных щелочно-ультраосновных пород (щелочные базальтоиды)* распространены на территории района в пределах Старореченского и Биригиндинского полей. Эксплозивные трубки взрыва, выполненные карбонатизированными щелочно-ультраосновными (щелочно-базальтоидными) породами, прорывают карбонатные и терригенно-карбонатные отложения верхнего протерозоя, нижнего и среднего кембрия.

Россыпные проявления алмазов в Куонамском районе играют подчиненную роль. Из промышленных россыпей алмазов в бассейне рек Бол. и Мал. Куонамка открыта россыпь р. Талахтаах (правый приток р. Бол. Куонамка). В пределах развития терригенно-карбонатных пород протерозоя и кембрия вспышки россыпной

алмазонасности фиксируются в аллювии р. Бол. Куонамка и ряда ее притоков. Повышенной алмазонасностью выделяются отдельные отрезки рек Маспаки и Делинге.

Река Маспаки – правый приток р. Мал. Куонамка. Россыпь изучена сетью горных линий, мелкообъемным и валовым опробованием. Нарботанные материалы свидетельствуют о низком уровне алмазонасности и небольших запасах продуктивных отложений по россыпи, максимальные значения по линиям не превышают 0,45 кар/м<sup>3</sup>. Более высокими содержаниями выделяются правые притоки реки, имеющие общий водораздел с р. Эбелях. Так, на руч. Курунгаах-Юрях зафиксированы аномальные значения алмазонасности – 4,27 и 1,62 кар/м<sup>3</sup>, но и там по результатам горных работ содержания алмазов не превышают 0,44 кар/м<sup>3</sup>. Среднее содержание по россыпи р. Маспаки составляет 0,19 кар/м<sup>3</sup>, по отдельным участкам – до 0,31 кар/м<sup>3</sup>. Алмазы р. Маспаки имеют большое сходство с алмазами россыпей р. Эбелях. Так, сумма алмазов I разновидности составляет 64,8 %, а сумма V и VII – 31,4 %.

Река Делинге изучена плохо. В нижней ее части и истоках пройдены единичные горные линии, средняя часть реки и ее основные составляющие – ручьи Налим-Делинге и Чоппо-Делинге оценены мелкообъемным и валовым опробованием. По результатам опробования горных выработок более высокие содержания получены в истоках правой составляющей реки – руч. Налим-Делинге – 0,31 кар/м<sup>3</sup>, хотя и там в устьевой части содержание алмазов не превышает 0,11 кар/м<sup>3</sup>. По данным мелкообъемного и валового опробования максимальные содержания алмазов в бассейне руч. Налим-Делинге составили 0,39 кар/м<sup>3</sup>, в средней части р. Делинге – 0,41 кар/м<sup>3</sup>, но чаще всего содержания по пробам варьируют от 0,001 до 0,18 кар/м<sup>3</sup>. По кристалломорфологическим особенностям алмазы бассейна р. Делинге близки к таковым бассейна р. Маспаки: I разновидность составляет 63,8 %, а сумма V и VII – 26,7 %. Средний вес алмазов – 13,4 мг.

#### Россыпь руч. Талахтаах

В бассейне р. Бол. Куонамка приоритет выявления алмазонасности четвертичных отложений принадлежит геологам НИИГА. В 1959 г. Е.И. Подкопаевым и В.Ф. Медведевым в результате проведения поисковых работ установлена повышенная алмазонасность русловых отложений р. Бол. Куонамка на участке между устьями рек Старая и Небайбыт. В 24 пробах найдены алмазы, содержания по пробам варьировало от 0,02 до 1,52 кар/м<sup>3</sup>.

Ручей Талахтаах – правый приток р. Бол. Куонамка. Его устье расположено между двумя правыми притоками – реками Небайбыт и Мачала в 80 км от устья р. Бол. Куонамка. Долина руч. Талахтаах выработана в карбонатно-терригенных породах верхнего протерозоя и нижнего кембрия и имеет корытообразную форму с четким асимметричным профилем – левый склон крутой, с выходами коренных пород, правый – выположенный и террасированный. Для среднего и верхнего участков долины характерен пологий продольный профиль. И, напротив, для нижнего и устьевых отрезков продольного профиля типична ступенчатая форма, которую обусловили неотектонические подвижки, особенно ярко проявившиеся в устьевой части, где протяженные отрезки русла лишены аллювия, и в нем ступенями выходят коренные породы.

В долине руч. Талахтаах повышенная алмазонасность открыта в середине 60-х годов прошлого века геологами Амакинской экспедиции (А.И. Крючков). Этому предшествовала проходка семи горных линий и проведение детальных поисковых работ, которые включали мелкообъемное и шлиховое опробование совре-

менного аллювия. В результате этих работ промышленной алмазонасностью выделен нижний семикилометровый отрезок реки, заключенный между устьем реки и горной линией 86. На этом отрезке по данным горно-опробовательских работ установлены максимальные содержания алмазов в современном аллювии 1,48 кар/м<sup>3</sup>. Но на этом уровне уникальной алмазонасностью обозначилась I надпойменная терраса, где максимальные содержания алмазов в аллювии достигли 3,24 кар/м<sup>3</sup>. Основные оценочные параметры алмазонасности определены по россыпи следующие: ширина – 150 м; длина – 1,2 км; мощность торфов – 3,6 м; песков – 1,5 м; среднее содержание – 1,70 кар/м<sup>3</sup>. Исходя из этих параметров запасы песков определены в 250–280 тыс. м<sup>3</sup>, а запасы алмазов – 250–300 тыс. кар. На линии 84 установлена алмазонасность III надпойменной террасы (по нашему мнению, это покровные неогеновые отложения) с уровнем содержания по частным пробам 0,74 кар/м<sup>3</sup> и по выработкам – 0,14 кар/м<sup>3</sup>.

В 1990-х годах на нижнем отрезке руч. Талахтаах геологами МГП “Арктика” (С.А. Граханов) установлена локальная ураганная (50,86 кар/м<sup>3</sup>) алмазонасность. В результате работ в устьевой части реки выделен потенциально промышленный отрезок россыпи. В 1999 г. по северным россыпям Западной Якутии геологами ГГП “Нижне-Ленское” выполнена геолого-экономическая оценка. По россыпи р. Талахтаах проведен пересчет запасов алмазов по составленным районным кондициям. В результате этих работ вся россыпь переведена в разряд промышленных. В 2000–2001 гг. нижний отрезок россыпи был разведан ОАО “Нижне-Ленское” (А.М. Черосов).

Проходкой горных линий в долине руч. Талахтаах установлены высокоалмазные неогеновые отложения, которые залегают на выположенном правом склоне долины, выполняя небольшие карстовые западины (рис. 2.31).

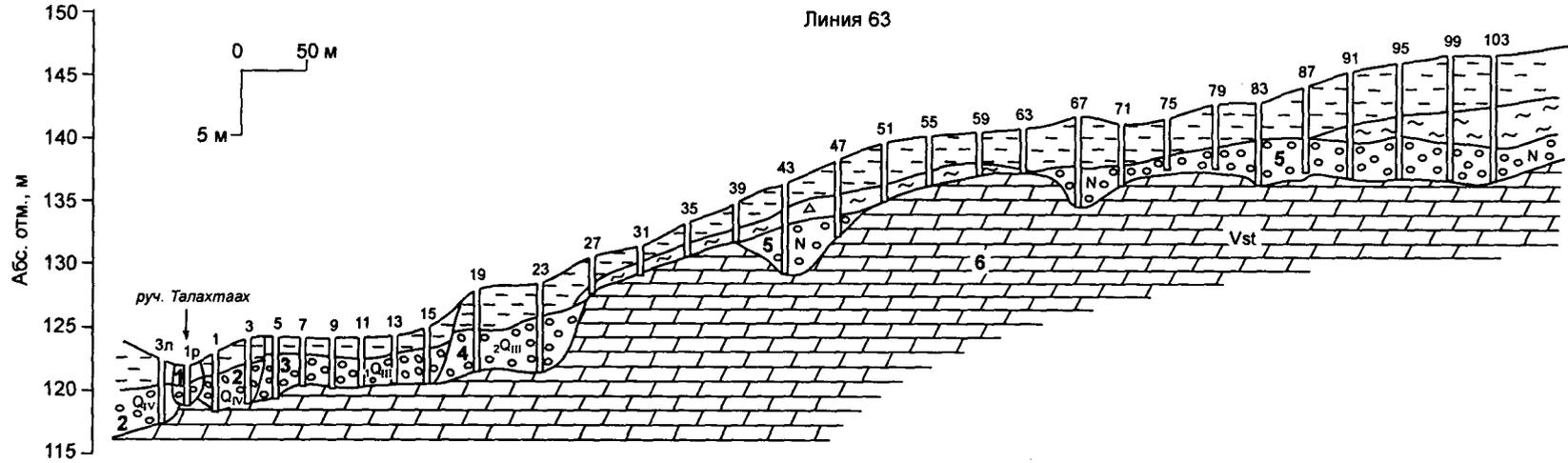
Установленная ширина неогеновой долины более 600 м. Относительные превышение поверхности над урезом руч. Талахтаах составляют 15–25 м. Полностью реликты неогеновой гидросети не пересечены горными выработками, поэтому морфологические параметры древней долины остаются открытыми.

В долине реки широко развит террасовый комплекс. Так, в устьевой части (40–42 м над урезом воды) вскрыта III надпойменная терраса р. Бол. Куонамка. Морфологически она не выражена. Учитывая повышенную алмазонасность этих осадков, что не характерно для высоких террас р. Бол. Куонамка, нельзя исключать, что это не террасовые отложения, а покровные неогеновые образования. По данным горных работ размеры этого фрагмента третьей террасы составляют 1,25×0,50 км.

Ранее выделенная (А.И. Крючков) II надпойменная терраса сплошной полосою трассируется по правому склону руч. Талахтаах – от устья руч. Короткий до устья реки. Ее высота над урезом воды составляет 6–12 м, а ширина достигает 1500 м. В рельефе террасовые площадки не выражены.

Первая надпойменная терраса в рельефе также не выражена. Ее высота над урезом воды составляет 3–5 м. Она развита в верховьях и на устьевом отрезке реки. Наиболее интересен приустьевой фрагмент I надпойменной террасы, так как ее аллювий содержит промышленную алмазонасность. Длина этого фрагмента составляет 1,75 км, ширина, по данным горных работ, – 160 м, а высота – 4–5 м над урезом воды.

В долине р. Талахтаах хорошо выражены высокая и низкая поймы, широкой полосой прослеживающиеся по обоим склонам долины от верховьев до устья. В среднем течении реки ширина пойменных участков достигает 600 м. Поверхность пойм неровная, заболоченная. Высота поверхности высокой поймы над урезом воды составляет 2,5–3,0 м, низкой – 0,5–1,5 м.



**Рис. 2.31.** Геологический разрез россыпи руч. Талахтаах:

1 – русловой аллювий; 2 – аллювий высокой поймы; 3 – аллювий первой надпойменной террасы; 4 – аллювий второй надпойменной террасы; 5 – неогеновый аллювий; 6 – коренные породы протерозоя.

Русло четковидной формы, когда термокарстовые озера чередуются с узкими заболоченными протоками. Его ширина варьирует от 10 до 30 м. Лишь в нижнем течении встречаются песчано-галечные косы или в русле реки ступенями выходят коренные карбонатные породы без аллювия.

В геологическом строении россыпи руч. Талахтаах принимают участие коренные карбонатно-терригенные породы верхнего протерозоя и нижнего кембрия, неогеновые отложения, четвертичные аллювиальные отложения III и I надпойменных террас, осадки пойм и русла. На склонах долины развиты щебнисто-глинистые делювиально-солифлюкционные образования. Магматических пород в долине реки не установлено, но, учитывая наличие незаверенных аэромагнитных аномалий, нельзя исключать возможность обнаружения кимберлитов или пород трапповой формации.

Породы протерозоя представлены массивными пестроцветными доломитами, водорослевыми доломитами и известняками венда. В основании установлены прослой кварцевых песчаников. На породах венда залегают осадки нижнего кембрия. Они сложены известняками, глинистыми известняками, доломитами и песчаниками. В основании нижнего кембрия повсеместно залегают базальные песчаники. Граница между породами верхнего протерозоя и кембрия проходит в среднем течении руч. Талахтаах.

Мощность русловой фации неогенового аллювия в карстовых западинах достигает 5 м. Эта фация представлена песчано-гравийно-галечными отложениями, содержащими крупные зерна минералов-индикаторов кимберлитов.

Аллювиальные отложения третьей террасы р. Бол. Куонамка имеют двучленное строение. Верхняя пойменная фация сложена песками и песчано-глинистыми образованиями мощностью от 1 до 4 м. В основании аллювиального разреза террасы залегают слои песчано-гравийно-галечных осадков мощностью около 3,2–3,5 м. Мощность аллювия II надпойменной террасы достигает 8,5 м, а русловой фации – 4,8 м. Аллювиальные отложения I надпойменной террасы имеют среднюю мощность 4,5 м, в том числе продуктивного горизонта (0,8–2,5 м), сложенного песчано-щебнисто-галечным материалом. Мощность аллювиальных отложений высокой поймы равна 5,0 м, продуктивного горизонта – 2,0–2,3 м. Повсеместно аллювиальный разрез высокой поймы характеризуется двучленным строением. Верхняя часть разреза мощностью 2,5–3,0 м представлена сильно льдистыми илами, нижняя, продуктивная толща сложена щебнисто-галечно-глинистыми образованиями с незначительной примесью валунов доломитов (3–5 %). Мощность руслового аллювия, по данным горных выработок, варьирует от 0,4–1,4 до 4,5 м, в среднем составляя 2,2 м. Русловой аллювий сложен щебнисто-галечными отложениями. Обломочный материал представлен доломитами (70 %), кварцевыми песчаниками и гравелитами (20 %) и ожелезненными карбонатными породами (5 %). В незначительном количестве (5 %) содержится хорошо окатанная галька и гравий кварца и кремней. Минералогический состав аллювиальных отложений составляют алмадин – 44,8 %, ильменит – 16,4 %, ромбический пироксен – 14,7 %, роговая обманка – 13,5 %, моноклинный пироксен – 8,8 %, циркон – 0,8 %, магнетит – 0,6 %, рутил – 0,4 %.

В долине руч. Талахтаах повышенная алмазоносность установлена на нижнем отрезке реки. Естественно, участки ураганной алмазоносности небольшие и приурочены к щеткам карбонатных пород, на которых аллювий отсутствует или его мощность минимальная (рис. 2.32).

Высокопродуктивные отложения представлены галечно-гравийно-песчаным материалом с наибольшей примесью глины. Ураганной алмазоносностью обладают отложения, сконцентрированные в стрежневой части русла в основании переката.

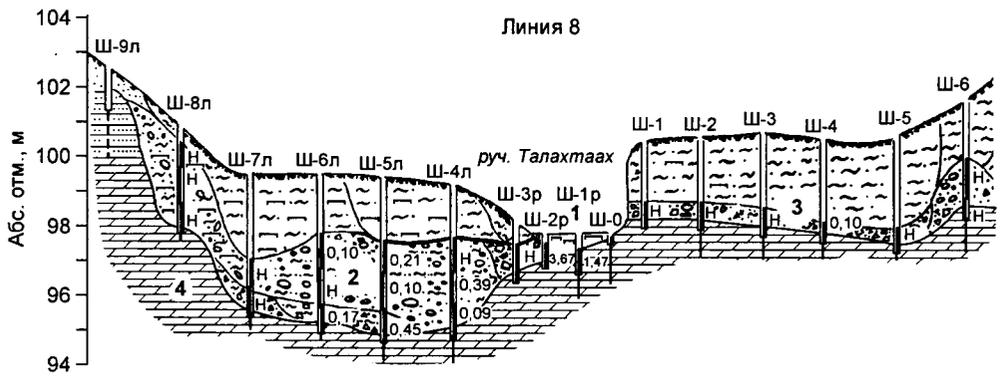


Рис. 2.32. Геологический разрез россыпи руч. Талахтаах:

1 – русловой аллювий; 2 – аллювий высокой поймы; 3 – аллювий первой террасы; 4 – коренные породы протерозоя.

Они образуют шлейф за крупными глыбами коренных пород. *Высокопродуктивные отложения выделяются ураганными концентрациями крупных пиропов, достигающих сотен зерен.* Высокой алмазосностью выделяется I надпойменная терраса, вскрытая горной линией 84, где максимальные содержания алмазов в аллювии террасы достигли 3,24 кар/м<sup>3</sup>. Высокая ее алмазосность установлена по трем шурфам, пройденным через 40 м (0,64 кар/м<sup>3</sup>; 3,24; 2,50 кар/м<sup>3</sup>). По этой террасе среднее содержание составило 1,70 кар/м<sup>3</sup>. По линии 63 концентрации алмазов в продуктивном пласте первой террасы варьируют от 0,0 до 2,30 кар/м<sup>3</sup>. Ураганные значения алмазосности характерны и для неогеновых отложений и, скорее всего, именно эти осадки обусловили алмазосность всего долинного комплекса руч. Талахтаах. По линии 63 (ОАО “Нижне-Ленское”) максимальная алмазосность неогеновых осадков достигла 21,62 кар/м<sup>3</sup> при среднем значении на пятиметровую мощность аллювия – 6,56 кар/м<sup>3</sup>.

Как и по россыпи р. Бол. Куонамка, алмазы россыпи руч. Талахтаах имеют повышенный средний вес, который по трем наиболее продуктивным горным линиям составляет 36,4 мг (табл. 2.80), в том числе из осадков первой террасы – 45,2 мг. В точке с ураганной алмазосностью средний вес алмазов чуть выше и равен 53,4 мг.

Повышенный средний вес алмазов обусловлен тем, что кристаллы класса –8+4 мм по количеству составляют 1,8 %, а по весу – 13,5 %, класса –4+2 мм соответственно 42,9 и 65,7 %, класса –2+1 – 55,3 и 20,8 %, камни класса –1 мм отсутствуют. Такое ситовое распределение алмазов свидетельствует о длительной транспортировке и сортировке кристаллов.

По своим кристалломорфологическим особенностям алмазы россыпи руч. Талахтаах также близки к алмазам россыпи р. Бол. Куонамка, отличаясь меньшим количеством кристаллов уральского типа (25,6 %, против 37,7 %) и большим –

Таблица 2.80

Средний вес алмазов р. Талахтаах, мг

Линия	Количество извлеченных алмазов, шт.	Вес алмазов	Средний вес
84	155	5438	35,1
85	64	2666	41,6
86	29	919	31,7
Всего	248	9023	36,4

Таблица 2.81

## Характеристика алмазов бассейна р. Бол. Куонамка по степени износа (истирания)

Россыпь	Всего изучено алмазов, шт.	Разновидность алмазов														
		I						V-VII						II		
		ламнарные			уральские			жилые			эбеляхские			желтые кубы		
Степень износа																
		слабая	сред.	сильная	слабая	сред.	сильная	слабая	сред.	сильная	слабая	сред.	сильная	слабая	сред.	сильная
Левые притоки р. Бол. Куонамка	201	9,5	4,8	2,4	2,1	4,2	4,1	21,6	2,7	0,0	23,5	11,8	11,7	8,3	0,0	8,3
Р. Бол. Куонамка	579	9,2	7,7	4,6	4,4	3,1	2,6	5,6	6,4	0,0	10,9	4,3	13,1	3,4	10,3	6,9
Правые притоки р. Бол. Куонамка	380	8,0	9,8	5,2	3,0	6,1	5,0	11,3	5,6	0,0	14,3	14,3	8,5	11,4	20,0	14,3

желтых кубов II разновидности (9,7 % – 5,7 %) и повышенным содержанием алмазов V и VII разновидностей (9,0 % – 3,8 %) что, скорее всего, понизит их стоимость по отношению к основному водотоку.

По сравнению с другими россыпями северо-востока Сибирской платформы алмазы бассейна р. Бол. Куонамка [Зинчук, Коптиль, 2003] отличаются сравнительно низким содержанием двойников и сростков, количеством алмазов со “шрамами”. Типоморфной особенностью является очень высокое (25 %) количество камней с кавернами, реже – с коррозией и матировой (типа “изморозь”), что сближает их с индивидами из прибрежно-морских россыпей Юго-Западной Африки. Среди алмазов преобладают бесцветные камни высокой степени прозрачности. Содержание окрашенных индивидов наиболее низкое среди известных россыпей Лено-Анабарской субпровинции и составляет всего 25 % от общего количества кристаллов. По окраске преобладают лилово-коричневые, желто-оранжевые, серые, соломенно-желтые и цвета морской волны. Содержание алмазов с зелеными пятнами пигментации составляет 2,6 % от общего количества кристаллов. По сравнению с другими россыпями севера Западной Якутии количество ожеженных камней низкое (46,3 %), при этом преобладает в слабой степени ожежение, которое исчезает при химической очистке в щелочах и кислотах, не оказывая существенного влияния на их качество.

По характеру свечения в ультрафиолетовых лучах преобладают алмазы с сине-голубой (33,0 %) и розово-сиреневой (32,5 %) фотолюминесценцией при сравнительно невысоком (8,9 %) содержании камней без признаков видимого свечения [Там же].

Содержание алмазов с твердыми включениями минимальное (49,5 %) среди россыпей Лено-Анабарской субпровинции, причем преобладают включения графита, часто в ассоциации с сульфидами. Кристаллов с сингенетическими включениями минералов ультраосновной ассоциации (оливин и хромит) и эклогитовой (гранат оранжевый и омфацит) составляют равные доли. Распределение алмазов с твердыми включениями в индивидах различной крупности практически одинаковое.

Степень сохранности алмазов россыпи руч. Талахтаах высокая. Резко преобладают целые (свыше 2/3) и в незначительной степени поврежденные камни, причем содержание целых индивидов увеличивается с крупностью кристаллов. Характерной особенностью изученных алмазов является их низкая (для всех классов крупности) трещиноватость, камни без трещин составляют 40 %.

На изученных кристаллах россыпи руч. Талахтаах доминируют аллювиальные сколы и их комбинации (80 %). Преобладание коррозионных сколов над протоматмическими косвенно указывает на происхождение алмазов из древних коллекторов, а не из коренных источников. Среди россыпей Сибирской платформы россыпи бассейна р. Бол. Куонамка резко выделяются высоким содержанием истертых кристаллов (25 %). Среди них резко преобладает механический износ истирания прибрежно-морского генезиса [Там же], часто в средней и сильной степени, вплоть до образования шаровидных форм износа, напоминающих гальку кварца и повышенное (0,8 %) содержание камней с ромбическим узором и серповидными трещинами. Изношены все типы алмазов, но в наибольшей степени изношенными являются кристаллы пятой и седьмой разновидности и ассоциирующие с ними желто-оранжевые кубоиды второй разновидности (табл. 2.81).

Комплекс типоморфных особенностей алмазов из россыпей бассейна р. Бол. Куонамка сближает их с кристаллами из известных терригенных формаций мира (Урал, Бразилия, ЮАР, Намибия, Сьерра-Леоне), коренные источники которых не установлены, хотя некоторые исследователи предполагают их докембрийский возраст [Метелкина и др. 1976; Метелкина, Прокопчук, 1976; Афанасьев и др. 2002; Зинчук, Коптиль, 2003] или значительный перенос и сортировку в ходе сложной геологической истории развития региона [Граханов, 2000; Граханов, Митюхин, 2003; Граханов и др., 2003].

### **Приленский и Нижне-Оленекский алмазоносные районы**

Районы расположены на северо-востоке Западной Якутии и занимают Лено-Оленекское и восточную часть Анабаро-Оленекского междуречий. Они характеризуются развитием россыпной алмазоносности и интенсивным проявлением кимберлитового вулканизма. В их пределах известно около 200 кимберлитовых тел, образующих группу из шести кимберлитовых полей – Хорбусуонского, Куойкского, Молодинского, Мерчимденского, Огонер-Юряхского и Толуопского. Среди известных кимберлитовых тел лишь отдельные трубки характеризуются слабой алмазоносностью и не могут служить источниками имеющих в районе современных россыпных месторождений.

В тектоническом отношении Лено-Анабарское междуречье – наиболее сложно построенный регион северо-восточной части Сибирской платформы. В его пределах развиты крупные разновозрастные структуры, представленные гетерогенными мегакомплексами, сформировавшимися в определенных тектонических условиях. В северной части расположены складчатые сооружения Оленекской ветви Верхоянской складчатой области, сложенные осадками перми, триаса и юры. К югу в широтном направлении протягивается Лено-Анабарский краевой прогиб, выполненный отложениями юры, мела и кайнозоя и отделяющий складчатые сооружения от Анабарской антеклизы, занимающей большую часть территории. Фундамент платформы раннепротерозойского возраста обнажается в пределах Оленекского сводового поднятия. На остальной части Анабарской антеклизы развиты осадки рифея, венда, кембрия, карбона, перми и триаса. С востока Анабарская антеклиза ограничивается Приверхоянским краевым прогибом, выполненным теми же отложениями, что и Лено-Анабарский прогиб. Таким образом, в пределах

рассматриваемой территории обнажаются породы от раннего рифея до кайнозоя включительно, слагающие разновозрастные структурные ярусы.

Наиболее древние слабометаморфизованные породы экинской серии (фашия зеленых сланцев) слагают складчатое основание платформы (дорифейский фундамент) на Оленекском поднятии и обнажаются в сводовой части Солоолийского выступа (бассейн р. Солооли, верхнее течение р. Экит). Выходы пород этой серии известны в долине р. Салабын (левый приток р. Молодо). Нижняя часть разреза сложена биотит-кварцевыми и кварц-биотитовыми сланцами и редкими прослоями метапесчаников и метаалевролитов. Верхняя часть разреза сложена метапесчаниками, местами полимиктовыми и вулканомиктовыми, метаалевропесчаниками с подчиненными прослоями мусковит-биотит-кварцевых сланцев. Верхний возрастной предел образований экинской серии определяется фактом прорывания их мусковитсодержащими пегматитами с радиологическим возрастом 1913–1839 млн лет [Геология..., 1981].

Верхнепротерозойские отложения распространены в центральной части Оленекского сводового поднятия. Они представлены осорхатинской, сыгынахтакской кютюнгинской, арымасской, дебенгдинской и хайпахской свитами верхнего рифея, сложенными терригенными и терригенно-карбонатными отложениями. В разрезе венда выделяются мастахская, хатыспытская и туркутская свиты. В них преобладают песчаники с прослоями и линзами гравелитов и конгломератов, доломиты и известняки с биогермами строматолитов, прослой мергелей.

К вендско-кембрийским образованиям отнесена кессюсинская свита, которая обнажается в небольших тектонических блоках в долинах рек Далдын, Молодо, Оленек и в северо-восточном борту Кютюнгинского грабена. Она с размывом залегает на породах туркутской свиты. Свита сложена глауконитовыми песчаниками с прослоями гравелитов и конгломератов, пестроцветными мергелями, доломитами, песчаниками, алевропесчаниками, аргиллитами и алевролитами. В гравелитах и конгломератах установлены минералы-индикаторы кимберлитов.

Отложения кембрия представлены еркекетской, битуминозной, оленекской, джахтарской, силигирской, чомурдахской и кутугунской свитами, которые сложены карбонатными породами – глинистыми и доломитистыми известняками, горючими сланцами, известковистыми битуминозными аргиллитами, известняками, зеленоцветными глинистыми доломитистыми и доломитовыми известняками и мергелями.

В Кютюнгинском грабене на кембрийских породах залегают алмазоносные отложения турнейского яруса нижнего карбона, где выделены четыре свиты: нуччаюрегинская, толуюпская, кысылхаинская и удаганская.

Отложения *нуччаюрегинской* свиты со стратиграфическим несогласием залегают на различных горизонтах кембрийских пород. Свита сложена конгломератами, гравелитами, песчаниками, доломитовыми мергелями, аргиллитами и характеризуется значительными фашиальными замещениями в вертикальном и латеральном направлениях. В отложениях установлены алмазы и вся гамма минералов-индикаторов-кимберлитов. В Кютюнгинском грабене ее мощность возрастает с востока на запад от 40 до 80 м.

Отложения *толуупской* свиты с размывом залегают на различных горизонтах нуччаюрегинской свиты. Они обнажаются в бассейне р. Угюс-Юрюе. Свита сложена коричнево- и желтовато-серыми глинистыми известковистыми доломитами и глинистыми доломитистыми известняками, содержащими стяжения кремней. Отложения кысылхаинской свиты обнажаются по правобережью р. Харыялах, на междуречье Харыялах и Угюс-Юрюе, на р. Оленек – напротив устья р. Кютюнде. Свита сложена красноцветными мергелями и аргиллитами с многочисленны-

ми прослоями, линзами, прожилками гипса и ангидрита, реже каменной соли. В верхней части разреза свиты присутствуют прослойки песчаников и гравелитов, в последних установлен пироп, пикроильменит, трубчатый циркон, найден один алмаз. Породы *удаганской* свиты имеют ограниченное распространение по правобережью р. Харыялах. Они согласно залегают на отложениях кысылхайнской свиты и представлены массивными и тонкослоистыми глинистыми и доломитистыми известняками, мергелями с прослоями органогенно-обломочных и водорослевых известняков.

На Молодо-Далдын-Толуопском междуречье развиты породы далдынской свиты, которые относят к верхнему отделу карбона и нижнему отделу перми. Породы участками обнажаются по обрамлению траппового плато. Они залегают в широком гипсометрическом диапазоне – от 190 до 330 м на размытой поверхности кембрийского цоколя, сложенного карбонатными и терригенно-карбонатными породами еркекетской, битуминозной, оленекской и джахтарской свит. Свита сложена аргиллитами, алевролитами, песками, песчаниками, гравелитами, песчано-гравийно-галечными отложениями, конгломератами. Грубообломочный материал представлен хорошо окатанными галькой, гравием, редко валунами экзотических пород (кварц, кварцевые песчаники, кварциты, траппы, гранитогнейсы, граниты и кислые эффузивы), а также плохо окатанными обломками местных пород (известняки, глинистые, битуминозные и окремненные известняки, сланцы). В аргиллитах и алевролитах присутствуют маломощные прослойки и линзы углей. По палинологическим комплексам и литологическому составу свита подразделяется на две подсвиты – *нижнюю*, представленную в основном грубообломочными фациями и *верхнюю*, преимущественно алевропелитовую. Грубообломочные разности далдынской свиты содержат алмазы и всю гамму минералов-индикаторов кимберлитов.

В пределах Молодо-Далдын-Толуопского междуречья на терригенно-карбонатных породах кембрийского цоколя или на терригенных отложениях далдынской свиты развиты отложения булбарангдинской свиты верхнего отдела пермской системы. Отложения представлены довольно мощной толщей песчаников, нередко переходящих в пески с отдельными прослоями и линзами алевролитов, аргиллитов и их углистых разностей, плотных песчаников, линзовидными прослоями и линзами конгломератов, гравелитов, галечников, гравийников, углей. Песчаники мелко-среднезернистые до разнозернистых, полимиктового, редко олигомиктово-кварцевого и кварцевого состава. В гравелитах и конгломератах свиты отмечены редкие минералы-индикаторы кимберлитов.

В Приленском и Нижне-Оленекском алмазоносных районах широко развиты нижнетриасовые отложения, представленные туфолавовой толщей. Вулканисты толщи залегают на различных стратиграфических горизонтах пермокарбона или кембрия. Строение толщи неоднородное, что обусловлено сложными взаимоотношениями слагающих ее пород взрывчатой и эффузивной фаций вулканизма. В разрезе туфолавовой толщи преобладают туфы и туффиты базальтов, реже отмечаются лавы базальтов и туфогенно-осадочные породы, представленные туфопесчаниками и туфоалевролитами. Породы эффузивной фации, образуют лавовые покровы и потоки базальтов и долеритобазальтов. В кровле отдельных покровов иногда наблюдаются агломератовые лавы базальтов, а в подошве в единичных случаях отмечены лавокластиты. Туфы и туффиты базальтов в основном грубо- и крупнообломочные. Пирокластический материал представлен обломками вулканического стекла, базальтов, редко осколками плагиоклазов. В северной, северо-восточной и северо-западной частях алмазоносного района туфолавовая толща замещается морскими отложениями оленекского яруса, на которых с размывом залегают алмазоносные отложения хотугинской и булунканской свит,

которые Л.И. Израилев и Р.О. Галабала относят к верхнему триасу (норийский и рэтский ярусы). Базальные горизонты этих свит, представленные конгломератами и гравелитами, содержат типичный северный спектр алмазов и закатанные (до шариков) крупные зерна пиропов.

Юрские отложения залегают со стратиграфическим и угловым несогласием на карбонатных породах палеозоя, на терригенных отложениях перми, породах туфолавоваы толщи, морских отложениях оленекского, норийского или рэтского ярусов. Нижнеюрские отложения литологически однообразны и расчленяются на плинсбахский и тоарский ярусы.

Морские отложения плинсбахского яруса (моторчунская свита) характеризуются общим погружением на восток и расчленяются на две пачки – нижнюю и верхнюю. Нижняя пачка сложена песками, слабосцементированными песчаниками, алевролитами. В базальном горизонте, часто отмечаются конгломераты мощностью 1–3 м, в которых установлены алмазы и минералы-индикаторы кимберлитов. Верхняя пачка, которая характеризуется большей глинистостью, представлена алевролитами, глинистыми и песчанистыми алевролитами, глинами с прослоями алевритов, песков, песчаников, известняков. В верхней части разреза в породах плинсбахского яруса постоянно присутствуют маломощные прослои внутриформационных конгломератов, в которых отмечаются минералы-индикаторы кимберлитов. Отложения тоарского яруса сложены алевролитами, глинистыми алевролитами, глинами, песками. По всей толще рассеяны стяжения глинистых известняков.

К среднему отделу юры относятся отложения ааленского, байосского, батского и келловейского ярусов. Они сложены песчаниками, алевролитами, аргиллитами, крупными стяжениями известковистых песчаников и известняков, реже встречаются конгломераты и гравелиты. На водоразделе рек Элиетибие, Куччугуй-Элиетибие и Крестях Л.И. Израилев [1986] на загипсованных батских песчаниках установил слой (15–30 см) конгломератов. Конгломераты рыхлые, хорошо отсортированные, мелкогалечные (1,0–1,5 см), с гравийно-песчанистым цементом (60–65 %). Галька хорошо, реже угловато окатана, ее представляют темно-серые роговики и кремни (65–70 %), песчаники и алевролиты (13 %), доломиты и известняки (12 %), кварциты (5 %), диабазы, граниты, кислые лавы, туфы, кварц, агаты. Песчанистый материал цемента разнозернистый, преобладают полевые шпаты и кварц. В составе тяжелой фракции, представленной ставролит-эпидот-ильменит-альмандиновой ассоциацией, установлены пироп и пикроильменит II–IV классов сохранности (10–500 знаков и более) и трубочный циркон (до 20 знаков).

Верхний отдел юрских отложений представлен неполным разрезом отложений в объеме волжского яруса. В разрезе яруса преобладают глинистые алевролиты, глины, глинистые пески с прослоями и стяжениями известковых песчаников. В основании яруса залегают базальные конгломераты (0,1–0,8 м), обломочный материал которых состоит из фосфоритизированных песчаников и фосфоритов (до 60 %), окремненных известняков, кремней, кварцитовидных песчаников, кварцитов, редко кварца. Эти конгломераты алмазоносны и содержат широкий спектр минералов-индикаторов кимберлитов. На Лено-Молодо-Сюнгюдинском междуречье минералы-индикаторы кимберлитов характеризуются незначительным износом.

Кайнозойские образования широко развиты в алмазоносных районах. Из них наибольший интерес представляют аллювиальные отложения неогенового возраста, которые представлены песчано-галечными отложениями, сохранившимися на водораздельных поверхностях в бассейнах рек Молодо, Сюнгюде, Моторчуна, Беенчима и других на абсолютных отметках 150–180 м (толща водораздельных галечников дана по: [Гриненко и др., 2005]). Поверхность, на которой развит этот

древний аллювий, постепенно понижается с запада на восток в сторону Приверхо-янского краевого прогиба. Эти отложения имеют двухчленное строение. В низах залегают грубозернистые пески и галечники мощностью 2–5 м. Галечный материал средне- и хорошо окатанный. В его составе отмечаются кремни, окремненные битуминозные известняки и сланцы, оолитовые известняки кембрия (60–90 %), песчаники и алевролиты (2–12 %), а также кварц, кварцитовидные песчаники, кварциты и другие породы. Верхняя часть разреза частично эродирована, представлена песками с линзами глин, суглинков. Мощность песков 1–3 м. Тяжелая фракция грубообломочного горизонта характеризуется циркон(4–10 %)-гранат(10–20 %)-ильменитовой(50–90 %) ассоциацией, редко пироп, магнетит, титаномагнетит, рутил, турмалин, монацит, кианит, лейкоксен, пирит. Эти отложения алмазоносны, и зачастую их площади развития контролируют россыпную продуктивность четвертичного аллювия.

Отложения четвертичного возраста широко распространены на исследованной территории и характеризуются разнообразием генетических типов и фациальных разновидностей пород. Представлены они аллювиальными, делювиально-пролювиальными, делювиально-солифлюкционными, делювиальными, коллювиальными, элювиальными, водно-ледниковыми, озерно-болотными отложениями. Аллювиальные отложения слагают пять надпойменных террас на крупных реках районов, пойменный и русловый комплексы. С этим типом отложений связана россыпная алмазоносность рек Молодо, Далдын, Моторчуна, Беенчима и др.

Нижне-верхнечетвертичные отложения *эйкской свиты* широко распространены в южной части территории на междуречье Оленек–Лена. Они приурочены к плоским выположенным водораздельным поверхностям различного гипсометрического уровня с абсолютными отметками от 220 до 360 м, их мощность – 1,5–6,0 м. Представлены эти отложения суглинками, глинами с гравием и гальками кремней, кварца, кварцитов, осадочных пород, редко долеритов. В нижней части разреза также встречается обломочный материал, выполненный в основном щебнем карбонатных пород и мелкими валунами долеритов. Выход тяжелой фракции очень низкий. Она представлена ильменитом, алмаздином, лимонитом, эпидотом, магнетитом, ставролитом, рутилом, лейкоксеном, кианитом, редко присутствуют минералы-индикаторы кимберлитов. По генезису покровные отложения полигенные и представлены элювиальными, озерно-болотными и солифлюкционными образованиями.

Водно-ледниковые образования верхнечетвертичного возраста развиты в долинах крупных рек. Они представлены песками с рассеянной галькой, редкими малопротяженными линзами гравийно-галечного материала и прослоями, обогащенными растительными остатками. Основная часть разреза выполнена мелкозернистыми глинистыми песками с прослоями и линзами суглинков. Характерная особенность этих отложений – сильная насыщенность льдом, который залегают в виде клиньев, горизонтальных и пологонаклонных шпиров.

Озерно-аллювиальные образования развиты в долине р. Оленек, а наиболее широко – в пределах Кютюнгдинской аккумулятивной равнины. Сложены они преимущественно кварц-полевошпатовыми песками серого, желтовато- и буровато-серого цвета. В основании песков почти повсеместно залегают галечники, состоящие из мелких галек кремней, кварцитов, яшм, кварца, окремненных карбонатных пород, песчаников, гранитов. Связующая масса представлена буровато-серым песчано-глинистым материалом. Иногда в основании разреза залегают глины серого цвета с включениями песчаных и гравийных зерен кварца, полевых шпатов и угловато-окатанных галек кварца, песчаников и гранитов.

Интрузивные породы Лено-Оленекского междуречья подразделяются на две основные группы. Первая представлена раннепротерозойскими гранитоидами Сололийского выступа, являющимися продуктами ультраметаморфизма, образовавшиеся в термодинамических условиях амфиболитовой фации в позднеорогенную стадию развития. Вторая группа – образования платформенного интрузивного магматизма. К ним относятся трапповые базитовые комплексы, проявленные в позднем протерозое, среднем палеозое и раннем мезозое, а также проявления кимберлитового вулканизма среднепалеозойского, триасового и позднемезозойского возраста.

Раннепротерозойские интрузивные образования сосредоточены в юго-восточном крыле Оленекского поднятия. Гранитоиды сформировались в две фазы: первая – интрузии биотитовых порфиоровидных гранитов, гранодиоритов, кварцевых диоритов; вторая – граносиенитов, кварцевых сиенитов, лейкократовых гранитов. Жильная фация гранитов представлена аплитами, пегматитами и пегматоидными гранитами и риолитами. Позднепротерозойские трапповые образования развиты на Оленекском поднятии в бассейнах рек Хорбусуонка, Кютюнгде, Сыгынахта, Солооли, Булбарангда-Юряге, Ортоку-Эекит. Диабазы и габбро-диабазы позднепротерозойского возраста образуют дайки, силлы, редко штоки. Наиболее крупная, пологопадающая на северо-запад и осложненная поперечными разрывами пластовая интрузия (Уэтгяхский силл) обнажается в бассейне р. Кютюнгде и прослеживается в северо-восточном направлении на протяжении 25–30 км. Интрузив сложен крупно- и среднезернистыми габбро-диабазами, диабазами, переходящими в эндоконтакте в мелкозернистые диабазы. К площадям развития пластовых интрузий и крупных даек на территории Лено-Оленекского междуречья тяготеют своеобразные вулканогенные образования, выполняющие субвулканические жерловины, представленные однотипными агломератовыми и лапиллиевыми туфами, состоящими в основном из обломков вмещающих карбонатных пород. Второе место среди обломков занимают ожелезненные пузыристые лавы, иногда с порфиоровидными выделениями калишпата. Встречаются также обломки диабазов, песчаников, хлоритизированных вулканических стекол, кристаллов калишпата и кварца.

Среднепалеозойские интрузивные образования представлены основными и субщелочными породами траппового комплекса и умеренно-щелочными ультраосновными породами – кимберлитами.

Породы траппового комплекса образуют в основном крутопадающие дайки северо-западного простирания, приуроченные к Молодо-Попигайской зоне региональных разломов. Протяженность даек колеблется от сотен метров до 2–3 км, мощность их также изменчивая – от 1–10 до 30–50 м. Интрузии сложены довольно однообразными по составу оливиновыми долеритами, а мелкие тела – микродолеритами.

Позднедевонские–раннекаменноугольные кимберлитовые тела представлены трубками взрыва и жилами. Простирание кимберлитовых тел в основном северо-западное (310–330°), согласно простиранию Молодо-Попигайской зоны.

Раннетриасовые траппы довольно широко распространены на междуречье Оленек–Молодо и представлены оливиновыми долеритами, микродолеритами, слагающими недифференцированные пластовые тела и крутопадающие маломощные дайки.

Триасовые, позднеюрские и меловые(?) [Брахфогель, 1984] кимберлитовые образования представлены трубками взрыва, дайками и жилами. Кимберлитовые трубки выполнены порфиоровыми разностями, брекчиями и автолитовыми брекчиями.

В региональном тектоническом плане кимберлитовые поля районов контролируются Молодо-Попигайской и Далдыно-Оленекской магмопроводящими зонами разломов.

*Хорбусуонское кимберлитовое поле* находится в центральной части Оленекского поднятия в истоках р. Хорбусуонка. На площади 5 км<sup>2</sup> линейно расположены три кимберлитовых тела – две дайки Старооскольская и Заоблачная мощностью от 0,1 до 1,0 м, протяженностью 2,3 и 0,5 км соответственно и одна трубка. Гоби размером 15,0×8,5 м. Ориентировка даек и трубки северо-западная. По данным рубидий-стронциевых датировок возраст тел определен как позднеюрский [Там же]. Химический состав кимберлитов Хорбусуонского поля характеризуется изменяющимся содержанием основных пороодообразующих оксидов при постоянно высоком содержании СаО. По минеральному составу кимберлиты Хорбусуонского поля отличаются от пород других полей практически полным отсутствием пикроильменита, значительным содержанием хромшпинелида и пироба. По данным опробования алмазы в кимберлитах не установлены.

*Куйокское и Молодинское кимберлитовые поля* наиболее обширные по площади и по насыщенности кимберлитовыми телами. Они вытянуты в субмеридиональном направлении и имеют площадь около 5000 км<sup>2</sup>. В настоящее время в их пределах известно 165 кимберлитовых тел (103 трубки и 62 дайки) и три штока беспироксеновых щелочных пикритов. Кимберлитовые тела внутри полей группируются в кусты, включающие от 1–2 до 30 тел. Форма кустов удлиненная, длинные оси ориентированы обычно на северо-восток, реже на северо-запад. Установлена убогая алмазоносность восьми кимберлитовых тел. Возраст кимберлитов от среднепалеозойских до нижнемеловых [Там же].

*Мерчимденское кимберлитовое поле* расположено в бассейне нижнего и среднего течения р. Мерчимден, вмещает 31 кимберлитовое тело. Почти все они северо-западного простирания (Молодо-Попигайская зона). Размеры трубок колеблются от 32×30 до 200×200 м. Мощность жил и дайкоподобных тел изменяется от 5–30 см до 11 м. Алмазоносность кимберлитов поля не установлена. Возраст – среднепалеозойский, хотя некоторые образцы датированы верхнесилурийско-девонским возрастом [Там же].

*Толуопское кимберлитовое поле* среднепалеозойского возраста [Там же] имеет удлиненную форму северо-западной ориентировки площадью около 300 км<sup>2</sup> и вмещает 11 кимберлитовых тел, в том числе семь трубок и четыре жилы. Одна из трубок (Ивушка) погребена под толщей верхнепалеозойских терригенных пород и траппов нижнетриасового возраста, остальные находятся в открытом карбонатном поле среди пород кембрия. Ориентировка осей кимберлитовых тел различная, но прослеживается тенденция к локализации большей части тел в разрывных нарушениях северо-западного (310–330°) простирания. Размер кимберлитовых тел изменяется от сотен квадратных метров до нескольких гектаров. Убогая алмазоносность установлена только в тр. Ивушка.

*Огонер-Юряхское кимберлитовое поле* площадью 51 км<sup>2</sup> состоит из 17 кимберлитовых тел, пять из которых типично трубчатые или близкие к ним по форме. Остальные представляют собой дайки мощностью от первых десятков сантиметров до нескольких метров. Размеры трубок колеблются от нескольких десятков метров до километра. Наиболее масштабным объектом является тр. Аэрогеологическая размером 1050×280 м. Расположение кимберлитовых тел контролируется северо-восточной Далдыно-Оленекской зоной глубинных разломов. Подавляющее большинство тел имеют северо-восточное простирание, и только две трубки ориентированы в северо-западном направлении. Радиологические датировки по цирконам из тр. Аэрогеологическая свидетельствуют о среднепалеозойском вре-

мени проявления кимберлитового вулканизма. Установлена убогая алмазоносность всех трубчатых тел Оюр-Юряхского поля – от тысячных долей до десятых долей карата на кубометр (тр. Аэрогеологическая). Дайки кимберлитов не алмазоносны.

В Приленском районе промышленный россыпной потенциал ограничен. Он составляет 4,6 % от российских россыпных запасов алмазов. В настоящее время россыпь р. Молодо обрабатывается, а россыпи рек Далдын и Моторчуна подготавливаются к промышленному освоению. Все россыпные месторождения приурочены к низким надпойменным террасам, пойменным и русловым аллювиальным комплексам.

В Нижне-Оленекском районе промышленные россыпи алмазов отсутствуют. При проведении поисковых работ и обработке схемы обогащения имеются реальные перспективы выделения промышленных блоков в пределах развития нуччаюрегинской свиты нижнего карбона. Из четвертичных россыпей вспышками повышенной алмазоносности выделяются реки Беенчима, Келимер, Никабыт, Таас-Эекит. Наиболее реальные перспективы выделить промышленные участки на р. Беенчима – левом притоке р. Оленек. На ней небольшие участки повышенной алмазоносности современного аллювия установлены в средней части геологами Амакинской экспедиции (Л.А. Зимин). Именно там, на участке Пироповый, по данным опробования шурфов и канав содержание алмазов достигает 1,01–1,24 кар/м<sup>3</sup>. В пределах нижнего и верхнего отрезков реки россыпные проявления такого масштаба отсутствуют. В верховьях только по редким пробам содержание алмазов достигают 0,10–0,24 кар/м<sup>3</sup>, и лишь в одной мелкообъемной пробе уровень алмазоносности достиг 1,13 кар/м<sup>3</sup>. Среднее содержание алмазов по верховью р. Беенчима составляет 0,08 кар/м<sup>3</sup>. В нижнем течении реки уровень алмазоносности невысок и не превышает 0,81 кар/м<sup>3</sup>. Алмазы р. Беенчима имеют типичный северный спектр: сумма I разновидности составляет 82,3 %, а V–VII – 11,4 %. Несколько пониженное содержание алмазов V и VII разновидностей, вероятно, можно объяснить тем, что работы проводились в 50-е годы, когда физические свойства алмазов в Якутии только начинали изучать, не учитывался тот фактор, что темные графитизированные индивиды V и VII разновидностей слабо или практически не люминесцируют и, соответственно, рентгеном не устанавливаются, поэтому нельзя исключать высокие технологические потери. Средний вес алмазов в россыпи р. Беенчима равен 23,1 мг. По типам первоисточников кимберлитовые камни имеют близкий средний вес: ламинарные – 17,2 мг, уральского типа – 21,8 мг, жильного – 18,5 мг. Как и во всей Лено-Анабарской субпровинции высокими значениями среднего веса выделяются алмазы V и VII разновидностей – 56,0 мг. Износ всех типов алмазов ниже, чем в бассейне р. Анабар. Среди индивидов кимберлитового ряда камни с износом не превышают 2,9 %, а среди алмазов эбеляхского типа кристаллы со следами износа составляют 13,6 %.

В Приленском алмазоносном районе основные разведанные запасы находятся в бассейне р. Молодо (левый приток р. Лена). Россыпь р. Молодо открыта в 60-х годах XX в. (И.М. Корякин, В.Ф. Кривонос, В.Е. Минорин). В эти же годы были проведены поисково-оценочные работы. К 1974 г. был разведан наиболее богатый участок россыпи р. Молодо (В.Ф. Кривонос), и россыпь была подготовлена для дражной обработки. Но в связи с тем что дражный способ обработки не проходил по жестким экологическим требованиям, промышленное освоение россыпи не было начато. В 1996 г. по завершению поисково-ревизионных работ (С.А. Граханов, В.М. Подчасов, А.М. Сулейманов) на базе международных цен на алмазное сырье была проведена геолого-экономическая оценка россыпи и пересчет ранее разведенных запасов по более жестким параметрам кондиций для раздель-

ной отработки россыпи. С 1997 г. россыпь Молодо вовлечена в промышленное освоение ГГП "Нижне-Ленское" (В.К. Колодезников, В.В. Беркутов, А.В. Карху), ныне ОАО "Нижне-Ленское" (В.Р. Кычкин, В.В. Беркутов, А.М. Сулейманов).

Других промышленно значимых россыпных объектов в Приленском алмазодобном районе нет. Учитывая высокую стоимость алмазов, в ранг потенциально-промышленных месторождений можно ввести россыпь р. Далдын, существенный прирост запасов алмазов может дать разведка надпойменных террас р. Молодо, небольшие кондиционные запасы содержатся в россыпи р. Моторчуна.

### Россыпь р. Молодо

Россыпь р. Молодо расположена на северо-востоке Сибирской платформы на территории Булунского улуса Республики Саха (Якутия). Река Молодо – левый приток р. Лена, впадает в нее в районе с. Сиктях. По степени алмазодобности и разведанности эта россыпь разделяется на участки Нижнее Молодо, Молодо, Среднее Молодо, Верхнее Молодо, Молодо-Горное, Молодо-Бюк и Молодо-Кривун (см. фото 19–21).

В пределах россыпи долина реки выработана в карбонатно-терригенных породах кембрия и перми. Для этого участка характерна глубоко врезанная (100–150 м) корытообразная долина шириной от 0,5 до 1,5 км. Ширина ее дна составляет около 400 м. Склоны долины крутые, со скальными выходами карбонатных пород. Особенно масштабные коренные выходы карбонатных пород наблюдаются на участке Верхнее Молодо. В пределах развития терригенных пород перми, в средней части участка Молодо в бортах долины, коренные выходы исчезают, но появляются крупноглыбовые развалы траппов как следствие разрушения покровов долерито-базальтов. В нижнем течении р. Молодо, где коренными породами являются терригенные отложения верхнего палеозоя и мезозоя, ширина долины значительно увеличивается, а русло изобилует большим количеством меандр. Продольный профиль долины имеет среднюю крутизну, на участке Верхнее Молодо значение ее уклона составляет 0,55 м/км, а на участке Молодо – 0,49 м/км.

В долине р. Молодо развито пять надпойменных террас, низкая и высокая поймы, косы и русло. Надпойменные террасы и высокая пойма тяготеют к излучинам реки. Низкая пойма трассируется по обоим берегам реки в виде узких полос протяженностью от 0,3 до 1,5 км и постепенно переходит в косы.

Русло реки шириной от 30 до 150 м при среднем значении 80–100 м представляет собой чередование плесов (до 3–4 м) с мелководными отмелями и перекатами, составляющими порядка 42 % протяженности русла. Они расположены на участках долины с наиболее крутым продольным профилем. Около перекатов увеличивается площадь низкой поймы. Для плесовых участков русла, тяготеющих к выположенным продольным профилям, характерна выдержанность ширины русла и сравнительно слабое развитие низкой поймы.

В геологическом строении россыпи р. Молодо участвуют следующие осадочные образования: 1) карбонатные породы нижнего и среднего кембрия; 2) терригенные породы далдынской и булбарандинской свиты верхнего карбона, нижней и верхней перми; 3) вулканогенные породы нижнего триаса; 4) отложения трех отделов юры; 5) аллювиальный комплекс надпойменных террас, высокой и низкой пойм, кос и русла; 6) делювиально-солифлюкционные и коллювиальные образования. Образования нижнего и среднего кембрия представлены породами еркекетской, куонамской и оленекской свит.

Отложения далдынской ( $C_3-P_1$ ) и булбарандинской ( $P_2$ ) свит широко развиты в бассейне р. Молодо. В среднем ее течении в районе горных линий 154, 156, 158 в небольшом опущенном блоке установлены осадки далдынской свиты. Они

представлены углисто-глинистыми сланцами, аргиллитами, ожелезненными песчаниками и конгломератами. Возраст свиты определен по высокому содержанию (31 %) *Zonales vesicularis*, что характерно для нижнепермских осадков Тунгусской синеклизы. Булбарангинская свита закартирована от среднего течения р. Молодо до ее истоков. Она сложена песчаниками пепельно-серыми, со стяжениями более плотных серых песчаников на карбонатном или карбонатно-глинистом цементе. По данным палинологического анализа эти песчаники относятся к верхнему отделу перми, так как в них содержится большое количество (до 23 %) руководящих верхнепермских спор подгруппы *Acanthotriletes*.

Отложения нижнего триаса представлены вулканогенными образованиями. Они сложены долерито-базальтами. Это, как правило, темно-серые мелко-тонкозернистые массивные породы со столбчатыми отдельностями выветривания

Юрские отложения наиболее широко развиты в нижнем течении р. Молодо. Основание нижнеюрского трансгрессивного цикла (моторчунская свита) выделяется слоем конгломератов и гравелитов, содержащим алмазы и минералы-индикаторы кимберлитов. Выше залегают песчаники, алевролиты и аргиллиты. В разрезе верхней юры, в основании волжского яруса, также залегает слой алмазонасных конгломератов, включающих широкий спектр кимберлитовых минералов.

Аллювиальный четвертичный комплекс наиболее полно изучен в среднем течении р. Молодо, где горными линиями вскрыты все пять надпойменных террас, которые имеют двучленное строение. Основание аллювия надпойменных террас представлено русловой фацией, сложенной галечно-гравийным материалом с незначительной примесью валунов и повышенным содержанием песка и глины (табл. 2.82). В составе обломочного материала доминируют слабоокатанные галька и гравий местных карбонатных пород эркекетской свиты и куонамского горизонта кембрия, а доля экзотических образований незначительна. Русловая фация террас характеризуется лимонит-пироксен-альмандиновой минералогической ассоциацией.

На всех высоких террасах русловую фацию перекрывает пойменная. Она сложена сильно льдистыми суглинками и супесями. В слое четко фиксируется горизонтальная слоистость, которая подчеркивается прослоями льда или тонкими песками.

Мощность русловой фации аллювия V террасы варьирует от 0,5 до 3,7 м, IV – от 2,6 до 4,5 м, III – от 1,0 до 4,5 м. Мощность пойменной фации в разрезе аллювия V террасы колеблется от 2, 4 до 5, 2 м, IV – 3,0–8,6 м, III – от 2,3 до 6,6 м.

Таблица 2.82

## Гранулометрический состав продуктивных отложений россыпи р. Молодо

Морфологический уровень	Средний гранулометрический состав (мм), %					Категория промывистости
	Валуны	Галька	Гравий	Песок	Глина	
	+ 100	-100+16	-16+2	-2+0,5	-0,5	
Участок Молодо						
Русло	1,46	43,37	31,03	12,71	11,43	1
Косы	1,56	44,04	32,74	11,07	10,59	1
Низкая пойма	1,19	33,51	26,40	14,00	24,90	2
Высокая пойма	0,80	29,74	37,40	15,78	16,28	1
Участок Верхнее Молодо						
Русло косы – низкая пойма	3,96	41,58	33,34	12,54	8,58	1
Высокая пойма	0,67	29,97	39,37	18,00	11,99	1
Террасы	0,67	25,97	30,74	17,98	24,64	2

Аллювий II надпойменной террасы широко развит на участке Верхнее Молодо и в нижней части участка Молодо. Терраса развита фрагментарно, и наиболее протяженные ее отрезки на участке Верхнее Молодо достигают 4,8 км при максимальной ширине 1,0 км. Превышение поверхности террасы над урезом воды на участке Молодо составляет 13,5–14,5 м, а на участке Верхнее Молодо – 15–20 м, цоколя – 4,5–5,5 и 5–10 м соответственно. В разрезе II надпойменной террасы выделяется пойменная и русловая фации. Средняя мощность пойменной фации составляет 6,5 м, русловой – 4,2 м. Максимальная мощность пойменной фации установлена на участке Верхнее Молодо, где шурфом глубиной 20,2 м не удалось пересечь ее на всю мощность.

Разрез аллювия пойменной фации типичен для всех пойменных фаций уровней надпойменных террас. Это обычно сильно льдистые суглинки или супеси, илы с прослоями песка.

Русловая фация представлена галечно-гравийно-песчаными осадками, содержащими редкие валуны. Среди обломочного материала господствуют местные слабоокатанные породы – известняки и битуминозные сланцы, доля экзотических пород мала и не достигает 10 %. В верховье и нижнем течении р. Молодо, появляются пермские породы и траппы триаса.

Минералогический состав тяжелой фракции шлихов из аллювия II надпойменной террасы лимонит-пироксен-альмандиновый.

Аллювий I надпойменной террасы установлен на всех крупных излучинах р. Молодо. В его разрезе, как и в более высоких террасах, выделяются два горизонта. Верхний (пойменная фация) сложен супесями, суглинками, песками глинистыми и имеет среднюю мощность 5 м, а нижний представлен русловой фацией, включающей гравийно-галечные осадки и имеющей среднюю мощность 2,5 м. В отдельных разрезах аллювия I надпойменной террасы (линии 152–156) в основании залегает слой сероцветных валунных галечников, выделяющихся высокой продуктивностью. По петрографическому, гранулометрическому и минералогическому составу аллювия I надпойменная терраса аналогична II надпойменной террасе этой реки.

Аллювий высокой поймы с небольшими перерывами прослеживается по обоим берегам р. Молодо. Наиболее широко он развит на излучинах реки. Ширина высокой поймы достигает 390 м. Превышение высокой поймы над урезом воды составляет 4–7 м, понижаясь к верховьям реки. Аллювий высокой поймы имеет двучленное строение. Как и в надпойменных террасах, верхнюю часть слагает пойменная фация, представленная илами, супесями, суглинками, песками с редкой галькой и гравием. Средняя мощность пойменной фации составляет 4,4 м. Нижняя часть разреза высокой поймы сложена гравийно-галечными осадками с примесью валунов, песка и глины. По простиранию россыпи гранулометрический состав аллювия русловой фации высокой поймы практически не изменяется. Петрографический состав обломочного материала довольно однообразный – доминируют местные слабоокатанные породы. В низовьях и верховьях р. Молодо в незначительном количестве возрастает доля экзотических пород, что объясняется размывом базальных конгломератов перми.

Ниже приведен разрез аллювия высокой поймы, вскрытый шурфом 34 по горной линии 572 (уч. Верхнее Молодо):

	Мощность, м
илы темно-серые, льдистые. Лед отмечается в форме мелких (2–4 см) линз и клиньев. В основании слоя наблюдается примесь песка .....	0,0– 2,0
супеси илистые серые, плотные с мелкими клиньями льда и редкими включениями гравия .....	2,0–4,0

пески кварц-полевошпатовые разнозернистые серые, слабольдистые с примесью мелкой гальки ..... 4,0–4,2

песчано-гравийно-галечные отложения серого цвета, с примесью валунов, щебня и глины. До глубины 5,7 м галечник мелкий. В интервале 5,7–7,5 м галечник крупный, более глинистый с примесью валунов (до 15 %), представленных местными породами, кремнями и кварцитами. В составе гальки преобладают местные породы – известняки и битуминозные сланцы, реже – кремни и кварциты. Содержание гальки в этом интервале достигает 60 %. В интервале 7,5–8,4 м – галечник крупный, с примесью (до 30 %) известняков, плотный, глинистый. Слоистость выражена слабо. Лыдистость слоя составляет 20 % ..... 4,2–8,4

выветрелые известняки зеленовато-серого цвета. В забое – известняки плотные, мелкозернистые, трещиноватые. Поверхность плотика слабобугристая ..... 8,4–8,5

Среднее содержание тяжелой фракции в шлихах из отложений высокой поймы составляет 0,38 г/дм<sup>3</sup>. Ее минералогический состав преимущественно лимонит-альмандин-пироксеновый.

Аллювий низкой поймы, кос и русла представляет собой единое геологическое образование. Русловая фация низкой поймы и русла заслуживает особого внимания, так как именно там сконцентрированы основные запасы алмазов россыпи, и, следовательно, она является основным продуктивным пластом россыпи р. Молодо. Средняя мощность пойменной фации низкой поймы составляет 0,4 м. Пойменная фация сложена песками с редкой галькой и гравием, супесями и суглинками. Как правило, ярко выражена горизонтальная слоистость. Русловая фация низкой поймы, кос и русла сложена гравийно-галечными образованиями с примесью валунов. Крупноглыбовый материал преимущественно представлен долерито-базальтами. По сравнению с надпойменными террасами и высокой поймой в русле, косах и низкой пойме содержание в аллювии валунов, гальки и гравия значительно выше. Петрографический состав гальки и гравия довольно однообразный. В составе господствуют местные породы. В низовьях и верховьях р. Молодо доля экзотических пород в русловом аллювии несколько выше, что объясняется их поступлением из базальных конгломератов верхнего палеозоя и мезозоя. Окатанность гальки и гравия слабая. Это объясняется ее преимущественно местным составом. Сопоставляя окатанность обломков в русле, низкой и высокой поймах, можно заметить следующую закономерность: от высокой поймы к руслу в составе обломочного материала наблюдается постепенное уменьшение содержания полукатанных, хорошо и превосходно окатанных обломков известняков, в меньшей мере сланцев, и происходит увеличение содержания плохо окатанных и совершенно неокатанных обломков известняков и сланцев.

В пределах русла р. Молодо выделяются следующие фации: аллювиальная, делювиальная, коллювиальная и смешанные – аллювиально-делювиальная, аллювиально-коллювиальная и делювиально-коллювиальная. К сожалению, по результатам разведочных работ, по россыпи р. Молодо литолого-фациальный анализ продуктивных осадков не сделан. Эта работа позволила бы в существенной мере конкретизировать направление алмазоносных струй, так как повышенная алмазность четко приурочена к стрежневой части русла и головной части кос аллювиальной фации. На крупных излучинах участка Верхнее Молодо идет активный врез реки в коренной берег. На этих отрезках русло загружено щебнисто-глыбовыми образованиями делювиально-коллювиальных фаций, и вполне естественно, что они выделяются убогой алмазностью.

Минеральный состав руслового аллювия россыпи р. Молодо разнообразен. Отмечается более 30 минералов тяжелой фракции, основные из них отвечают

Таблица 2.83

Средние содержания компонентов хромистых пиропов из россыпей Приленского алмазоносного района (расчет А.В. Округина)

Россыпь	Кол-во алмазов	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O	FeO	MnO	MgO	CaO	Содержание зерен алмазной ассоциации, %
р. Молодо	114*	42,0	0,3	20,7	2,9	8,5	0,4	19,7	5,0	0,9
р. Сюнгюде	524	41,8	0,2	19,2	5,0	7,4	0,3	20,7	5,3	2,1
р. Моторчуна	497	41,5	0,2	19,4	4,9	7,8	0,3	20,6	5,3	2,2
р. Муна	357	41,9	0,2	19,5	4,7	7,6	0,4	20,6	5,2	5,3

Примечание. Анализы выполнены в ОИГГМ СО РАН, г. Новосибирск.

\* Данные И.П. Попова (Амакинская экспедиция, 2002), остальные – М.Я. Фалисеви-ча (Амакинская экспедиция, 1999).

развитым в районе разновозрастным коренным породам. Так, при размыве кембрийских отложений высвобождаются лимонит (8,2 %) и барит (редкие зерна), с пермскими отложениями связано поступление в аллювиальные отложения альмандина (45 %) и в меньшей мере ставролита, турмалина и др. При размыве нижнетриасовых пород трапповой формации выносятся моноклинный пироксен (31,3 %), магнетит (3 %) апатит и др. Из юрских отложений поступают ильменит (5,2 %), сфен, эпидот, роговая обманка и др. Таким образом, для аллювия р. Молодо характерна ильменит-лимонит-пироксен-альмандиновая ассоциация минералов тяжелой фракции.

Из минералов-спутников алмаза в продуктивных отложениях русла и низкой поймы постоянно присутствуют пикроильменит и пироп, реже встречаются хромшпинелид, хромдиопсид, циркон и оливин. В средней выборке пиропов из аллювия среднего течения р. Молодо (табл. 2.83) зерна алмазной ассоциации или отсутствуют, или их содержание не превышает первых процентов (как и практически во всех россыпях северо-востока Сибирской платформы). Хотя в верховьях р. Молодо по отдельным пробам содержание пиропов и хромшпинелидов алмазной ассоциации достигает 7–10 %. Их поступление связано с размывом далдынской свиты верхнего карбона–нижней перми, которая характеризуется ассоциацией алмазов и их спутников кютюнгдинского типа.

По данным фракционного анализа продуктивные отложения русла, кос и пойм выделяются низким выходом тяжелой фракции. Средний выход концентратов с удельным весом более 2,86 составляет 4,68 %, в том числе по классам 2,86–3,00 = 2,04 %, 3,00–3,20 = 1,19 %, больше 3,20 = 1,46 %. Следует отметить, что на участке Верхнее Молодо выход этих концентратов значительно меньше и в среднем равен 0,67 %.

Объемный вес продуктивных галечников равен 1,78 т/м<sup>3</sup>. Естественная влажность составляет 13,8 %, льдистость – 2,39 %, а коэффициент разрыхления – 1,38. Средняя мощность продуктивных песков в пределах русла, кос и низкой поймы на участке Молодо равна 2 м. На участке Верхнее Молодо мощность продуктивных галечников в русле составляет 1,4 м, на косах и низкой пойме – 2,18 м. На участках Среднее и Верхнее Молодо в пределах локальных неотектонических поднятий протяженные отрезки русла полностью лишены аллювия. В целом в продольном аллювиальном разрезе долины р. Молодо отмечается четкая тенденция изменения мощности аллювия в зависимости от тектонического строения территории. На приустьевом участке реки, расположенном в пределах Предверхоанского краево-

го прогиба, мощность аллювия резко возрастает, продольный профиль долины выполаживается, русло реки начинает интенсивно меандрировать. В качестве плотика россыпи выступают терригенные породы верхнего палеозоя и мезозоя. В пределах средней и верхней частей россыпи, расположенной на Сибирской платформе, продольный профиль более крутой, мощность аллювия резко сокращается, в основании россыпи залегают карбонатные породы кембрия (рис. 2.33, а, б).

Продуктивный пласт россыпи (аллювиальная фация русла – пойм) залегает на ровном или слабоволнистом карбонатном или терригенном плотике. Наиболее ровная поверхность плотика наблюдается в поле развития кембрийских карбонатных отложений. В области распространения терригенных отложений перми плотик отличается большей волнистостью. Резкие перегибы его отмечаются на участках локальных неотектонических поднятий. Эти перегибы фиксируются в виде ступеней, куполов и валов, которые в меженный период выделяются в русле в виде каменистых островов.

Характерной особенностью для участка Верхнее Молодо является наличие в головках отдельных кос подвешенного плотика на глубине 0,4–0,5 м, представленного линзами (прослоями) темно-серых суглинков в толще галечников. Верхний слой галечников выделяется высокой алмазоносностью, ниже плотика уровень алмазоносности резко падает и не превышает фоновых значений. Мощность линзы суглинков составляет 5–10 см.

*Делювиально-солифлюкционные отложения* перекрывают сплошным чехлом склоны долины и частично высокие надпойменные террасы. Они представлены суглинками со щебнем и глыбами коренных пород. Их мощность варьирует от 0,3 до 5,0 м.

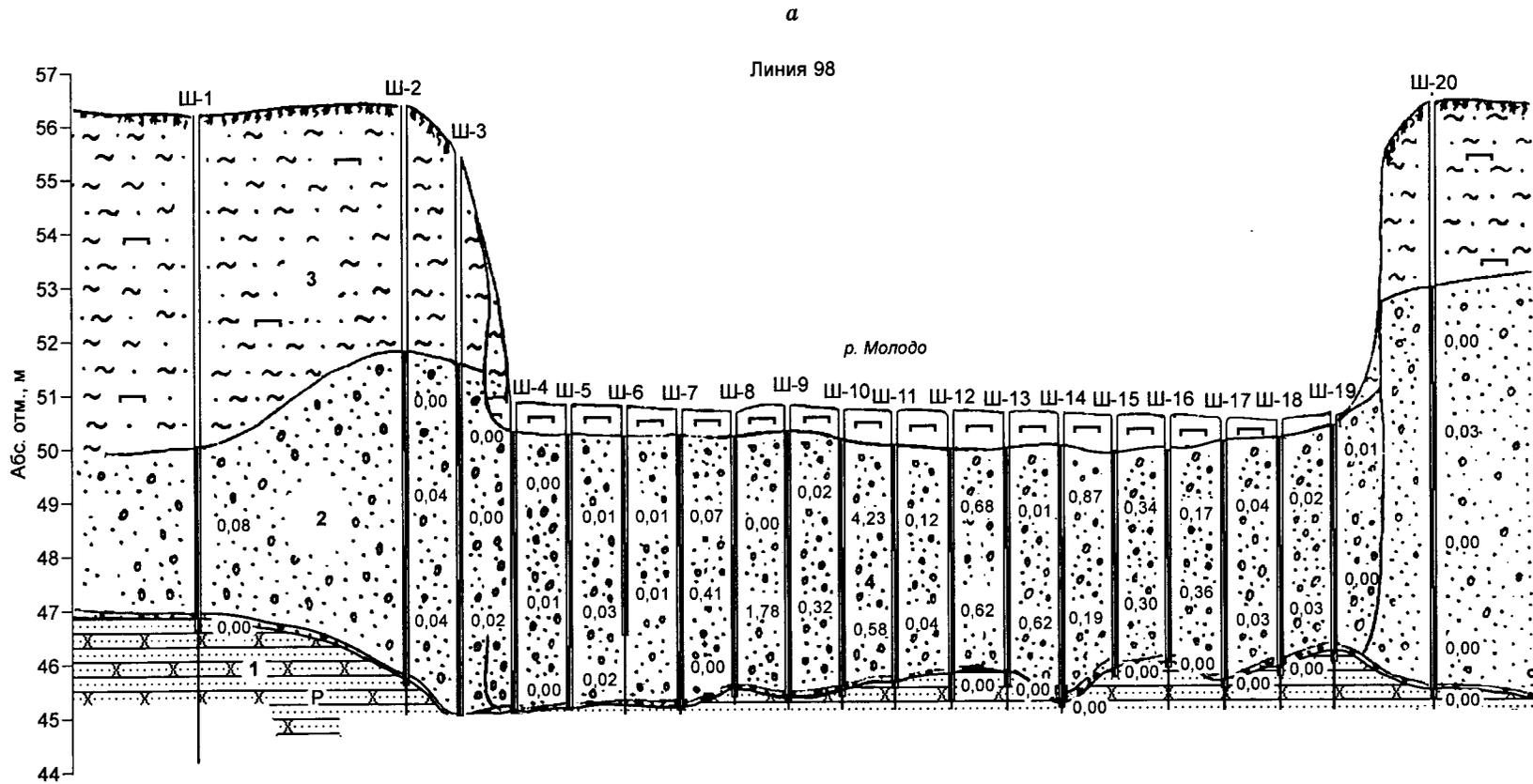
Колювиальные отложения развиты под коренными обнажениями карбонатных пород кембрия и долерито-базальтами верхней перми–нижнего триаса. Они представлены глыбовыми или крупноглыбовыми развалами, практически лишенными псаммитовых частиц.

В долине р. Молодо алмазоносным является весь комплекс аллювиальных отложений, но основные запасы алмазов вмещают аллювиальные отложения русла, кос и низкой поймы.

По состоянию современной изученности уровень алмазоносности *террасового аллювия* крайне низок и редко достигает промышленных значений. Максимальные значения алмазоносности аллювия V надпойменной террасы варьируют в пределах 0,06–0,23 кар/м<sup>3</sup>, соответственно IV – 0,0–0,20 кар/м<sup>3</sup>, III – 0,07–0,37 кар/м<sup>3</sup>, II – 0,48–1,75 кар/м<sup>3</sup>.

По данным разведочных работ (АмГРЭ, Кривонос В.Ф. и др., 1974) алмазоносность I надпойменной террасы была низкой. Уровень алмазоносности установлен лишь на трех участках. При этом он не превышал 1,35, 1,63, 1,90 кар/м<sup>3</sup>. В последующем на стадии эксплуатационной разведки по разведочному блоку в пределах I надпойменной террасы, уровень алмазоносности по частным разведочным пробам достиг 8,45 кар/м<sup>3</sup>, а по сквозным – 6,64 кар/м<sup>3</sup>, при этом четко обозначился продуктивный пласт террасы. Он представлен глинистыми темно-серыми валунными галечниками, залегающими в основании аллювиального разреза террасы (рис. 2.34). В настоящее время в результате разведочных работ на I надпойменной террасе оконтурены крупные промышленные фрагменты террасовой россыпи.

В принципе такая же ситуация была в начале разведочных работ на россыпи р. Эбелях, когда господствовало мнение, что продуктивность высоких надпойменных террас низкая и их изучение малоперспективно. Проведенные там разведочные работы опровергли этот вывод.



б

Линия 174

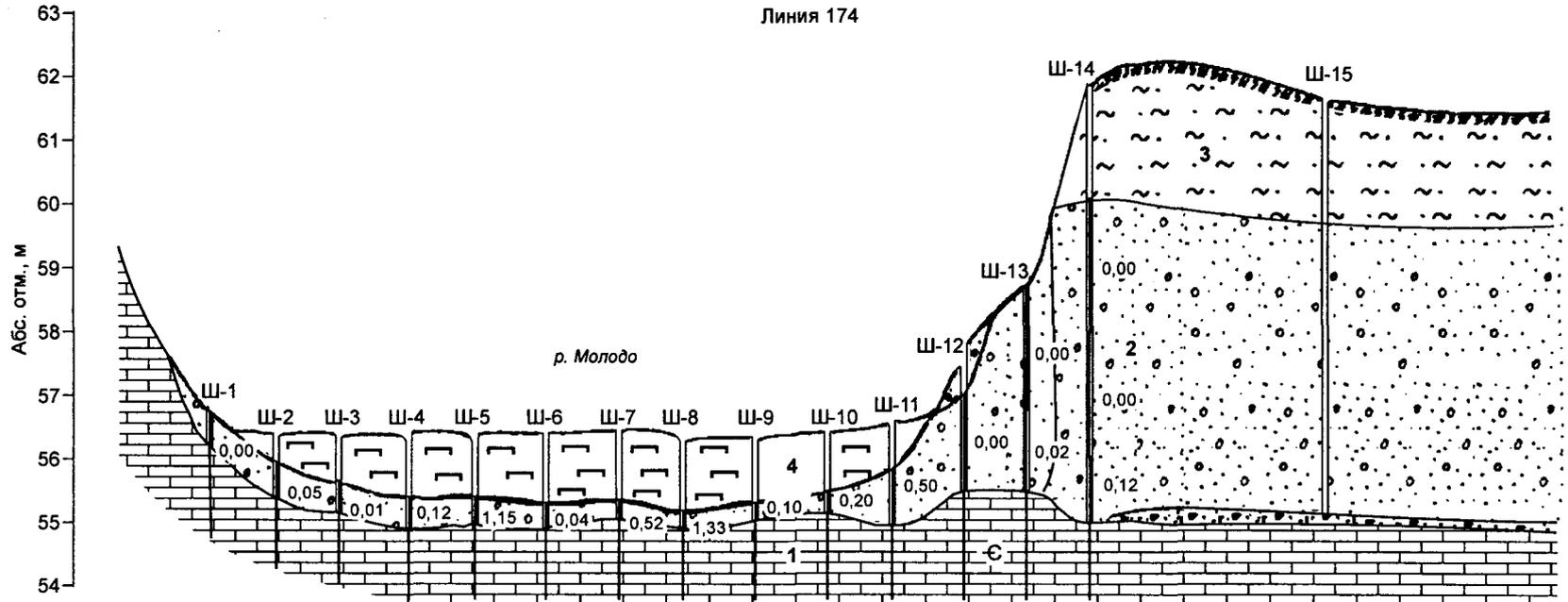
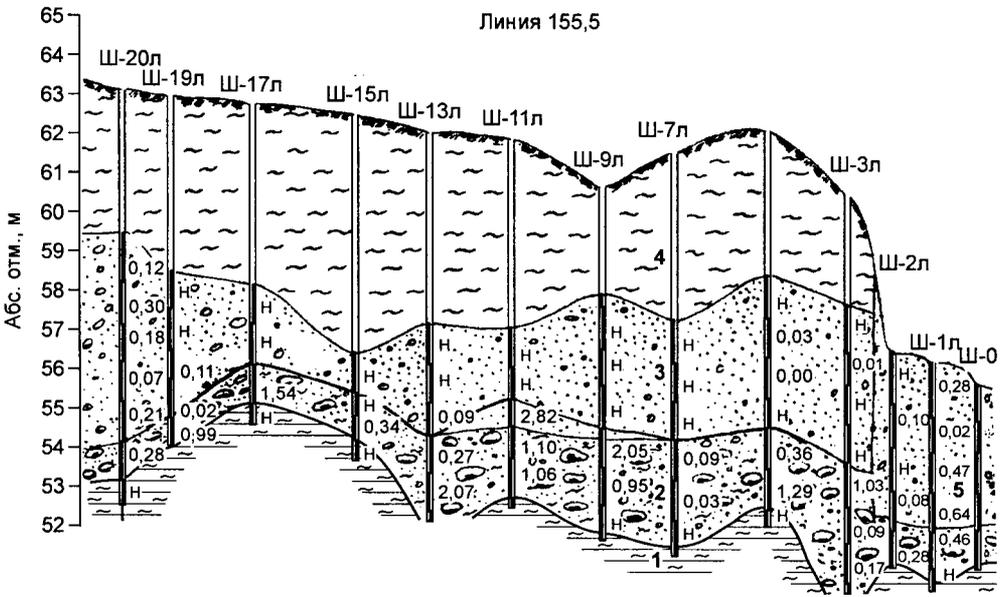


Рис. 2.33. Геологический разрез нижнего (а) и среднего (б) отрезков россыпи р. Молодо:

1 – коренные породы; 2 – русловая фация высокой поймы; 3 – пойменная фация высокой поймы; 4 – отложения русла.



**Рис. 2.34.** Геологический разрез первой надпойменной террасы р. Молодо:  
 1 – аргилиты пермского возраста; 2–4 – аллювий I надпойменной террасы; 5 – аллювий русла.

Алмазоносность аллювия высокой поймы более выдержана, но ее уровень также невелик. В пределах высокой поймы максимальные содержания алмазов установлены на участке Верхнее Молодо – 3,72 и 2,12 кар/м<sup>3</sup>. По результатам детальной и предварительной разведок при применении бортового лимита 0,05 кар/м<sup>3</sup> на участках Молодо и Верхнее Молодо частично продуктивные отложения высокой поймы и надпойменных террас включены в промышленный контур. На участке Молодо они составили 10 % от суммы запасов, а на участке Верхнее Молодо – 56 %. При ужесточении бортового лимита промышленные запасы алмазов в пределах высокой поймы и надпойменных террас крайне малы.

**Аллювий русла, кос и низкой поймы** вмещает основные запасы алмазов россыпи р. Молодо. Высокой алмазоносностью выделяются аллювиальные фации, сложенные гравийно-галечными осадками с повышенной примесью валунов экзотических пород.

В вертикальном разрезе аллювия на участке Молодо высокая алмазоносность фиксируется как в верхней, так и в нижней частях разреза. На участке Верхнее Молодо плотиковая часть аллювия богаче верхней части, но по ряду кос установлено наличие подвешенного плотика, представленного прослоем темно-серых суглинков на глубине 0,4–0,5 м. При наличии этого плотика верхние части головок кос выделяются высокой алмазоносностью, но чаще всего верхние горизонты руслового и косового аллювия на участке Верхнее Молодо сложены галькой и щебнем местных пород и практически лишены псаммитовых частиц (“промытые галечники”), поэтому ни алмазы, ни другие минералы тяжелой фракции ничем не могут быть задержаны в верхних горизонтах аллювия и сосредоточены в плотиковой части. В этом плане интересные результаты получены при опробования руслового аллювия на перекате участка Верхнее Молодо, где мощность аллювия равна 0,4 м. Галечники достаточно хорошо сортированы. При валовом опробовании секционно были опробованы галечники, базальный горизонт галечников и породы плоти-

ка. В качестве пород плотика на этом участке выступают коры выветривания по карбонатным породам, представленные вязкими глинами и выветрелыми известняками. При секционном опробовании уникальной алмазоносностью выделился базальный горизонт аллювия – галечники с примесью глинистого материала пород плотика мощностью 0,1 м и породы плотика на глубину 5–10 см. При селективном опробовании этого пласта значения алмазоносности варьировали от 6,30 до 11,56 кар/м<sup>3</sup>, а при опробовании верхнего горизонта галечников и нижнего кор выветривания получены отрицательные результаты. Эти результаты подчеркивают, что в аллювиальных разрезах, сложенных сортированным аллювием, алмазы сконцентрированы в узком интервале и тяготеют к границе базального слоя аллювия и самых верхних горизонтов пород плотика.

В поперечном разрезе долины, на ее спрямленных участках, наиболее алмазнона строжневая часть русла, а на излучинах более богаты головные части кос.

В продольном разрезе россыпи распределение алмазов неравномерное.

Максимальные значения алмазоносности по россыпи Молодо по мелкообъемному опробованию достигли 17,50 кар/м<sup>3</sup>, по результатам проходки шурфов – 8,84 кар/м<sup>3</sup>.

На участке Молодо среднее содержание алмазов на перекатах составляет 0,61 кар/м<sup>3</sup>, в переходных зонах – 0,47 кар/м<sup>3</sup> и на плесах – 0,43 кар/м<sup>3</sup>. На участке Верхнее Молодо картина противоположная. Плесовые участки характеризуются более высокой алмазоносностью – 0,30 кар/м<sup>3</sup> против 0,24 кар/м<sup>3</sup> на перекатах.

Распределение алмазов в продольном разрезе россыпи струйчатое. На участке Молодо преимущественно выделяются две струи повышенной алмазоносности, а на других участках р. Молодо, как правило, одна струя.

В результате разведочных работ на россыпи р. Молодо установлено, что промышленная алмазоносность в продольном профиле россыпи распространена неравномерно и перемежается с участками русла, включающими забалансовые запасы. На участках россыпи между блоками балансовых запасов прослеживаются относительно протяженные отрезки с крайне низким уровнем алмазоносности. Общая протяженность участка Молодо составляет 19 км, здесь выделено пять промышленных фрагментов россыпи общей длиной 12,4 км. Длина участка Верхнее Молодо составляет 42 км. В пределах этого участка оконтурено десять промышленных фрагментов россыпи общей протяженностью 19 км. Средняя мощность торфов на участке Молодо составляет 0,66 м при максимальных блочных значениях вскрыши до 4,24 м.

Для участка Молодо при средней мощности продуктивного пласта 2,10 м. характерна тенденция ее увеличения от 0,70–1,52 м в верхней части до 1,15–4,52 м – в нижней. На участке Верхнее Молодо мощность продуктивного пласта колеблется в более узких пределах, при средней его мощности – 1,16 м вариации по блокам составляют от 0,4 до 2,9 м. Также прослеживается обратная корреляционная связь мощности продуктивного пласта и его алмазоносности.

Распределение среднего веса алмазов в продольном разрезе россыпи имеет следующую закономерность: на участке Молодо средний вес одного кристалла равен 26,2 мг, на участке Верхнее Молодо – 19,5 мг. Обращает на себя внимание тот факт, что выше устья р. Далдын резко снижается средний вес алмазов (8,5–13,8 мг – участки Молодо-Горное и Молодо-Бюк) за счет существенного увеличения доли алмазов класса –2 мм (табл. 2.84).

По типоморфным особенностям алмазов в россыпи Молодо увеличивается доля ламинарных камней ряда О–Д (участок Молодо – 23,6 %, Верхнее Молодо – 33,5 %). Сумма алмазов первой разновидности по участкам Молодо достигает 81,7 %, а Верхнее Молодо – 86,6 %, желтые кубы второй разновидности соответ-

Таблица 2.84

**Гранулометрический состав алмазов из россыпей бассейна р. Молодо**

Участок, россыпь	Всего изучено		Сред. вес, мг	Класс крупности (мм), % ( количество/вес)			
	шт.	мг		-8+4	-4 +2	-2+1	-1+0,5
Ниж. Молодо	1449	22127	15,3	0,3/7,0	15,4/54,6	62,5/36,0	21,8/2,4
Молодо	3086	80773	26,2	1,5/16,5	28,2/62,0	53,5/20,4	16,8/1,1
Верх. Молодо	3363	65481	19,5	1,1/17,5	18,3/54,9	59,8/25,9	20,8/1,7
Сред. Молодо	1154	19042	16,5	0,8/17,8	14,0/49,5	62,8/20,6	22,4/2,1
Молодо-Горное	637	5413	8,5	–	5,9/40,0	60,5/54,0	33,6/6,0
Молодо-Бюк	559	7688	13,8	0,5/9,7	14,3/49,5	60,6/38,2	24,5/2,6
Молодо-Кривун	288	7329	25,4	1,4/16,1	29,3/58,0	62,0/24,0	7,3/1,9
Ырас	83	3148	37,9	3,6/20,9	41,0/63,1	51,8/15,8	3,6/0,2
Далдын	472	12300	26,1	1,0/9,5	29,9/66,8	56,6/22,9	12,5/0,8

ственно содержатся в количестве 3,2 и 2,1 %. Существенно понижено содержание алмазов эбеляхского типа (сумма V и VII разновидностей): на участке Молодо они составляют 12,7 %, а на Верхнем Молодо – 9,2 % (табл. 2.85).

К верховьям реки доля ламинарных алмазов возрастает, так, на участке Молодо-Бюк их концентрация составляет 40,1 %. Это, скорее всего, свидетельствует о том, что в верховьях реки существует подпитка из верхнепалеозойских коллекторов или коренных среднепалеозойских источников типично кимберлитовыми алмазами.

Коллекция алмазов Амакинской экспедиции из россыпи р. Молодо описана В.И. Коптилем [Зинчук, Коптиль, 2003]. По его данным, содержание двойников и сростков в этой россыпи невысокое (19,8 %), однако оно в два раза увеличивается в классах -4+2 и -8+4 мм за счет повышения количества камней V и VII разновидностей. Содержание алмазов с признаками природного травления (60,6 %) и степень их прозрачности наиболее высокие среди россыпей северо-востока Сибирской платформы. Число ожелезненных (45,7 %) и окрашенных (31,2 %) инди-

Таблица 2.85

**Типоморфные особенности алмазов россыпей бассейна р. Молодо**

Россыпь	Разновидность									
	I					II	III	IV	V+VII	VIII
	лами-нарные	Округлые			сумма					
ураль-ского типа		жиль-ного типа	сумма							
Далдын	41,5	14,8	13,4	28,2	87,5	2,7	0,4	1,7	7,3	0,2
Ыраас	42,0	25,3	8,4	33,7	85,3	2,7	2,4	0,0	9,6	0,0
Чорбох	62,0	14,3	4,8	19,1	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Сред. Молодо	37,4	26,0	10,5	36,5	92,1	1,4	0,1	0,4	5,4	0,6
Молодо	23,6	31,4	14,2	45,6	81,7	3,2	0,1	1,8	12,7	0,5
Ниж. Молодо	28,9	19,9	17,4	37,3	83,9	3,1	0,8	1,2	10,7	0,3
Верх. Молодо	33,5	20,0	17,8	37,8	86,6	2,1	0,5	1,2	9,2	0,4
Молодо-Горное	32,8	16,4	22,2	38,6	85,5	2,8	0,3	0,3	11,0	0,1
Молодо-Бюк	40,1	16,8	16,1	32,9	95,5	0,7	0,0	0,7	2,8	0,3
Молодо-Кривун	32,8	33,5	2,8	36,3	83,2	1,2	0,0	1,5	13,8	0,3
Среднее по россыпи р. Молодо	30,8	23,8	15,5	39,3	85,5	2,5	0,3	1,2	10,2	0,3

видов, наоборот, наиболее низкое, и среди них преобладают (19,9 %) камни с лилово-коричневой и дымчато-коричневой окраской при заметном (3,1 %) содержании кристаллов с желтой, желто-зеленой и зеленой окраской. По фотолуминесцентным особенностям резко (38,4 %) доминируют алмазы с сине-голубым свечением.

Число алмазов с твердыми включениями наиболее низкое среди россыпей северо-востока Сибирской платформы и составляет 42,3 %, причем преобладают эпигенетические включения графита, часто в ассоциации с сульфидами. Содержание индивидов с сингенетическими включениями составляет 2,9 % от общего количества кристаллов, что существенно для россыпей севера Якутии. Среди них резко (90 %) преобладают включения ультраосновной ассоциации (оливин + хромшпинелид + пироп малиновый).

По степени сохранности (целостности) преобладают (62 %) целые и в незначительной степени поврежденные камни, причем их содержание заметно возрастает с увеличением крупности кристаллов, чем обусловлено высокое качество алмазного сырья.

Степень трещиноватости алмазов низкая, и содержание камней без трещин заметно повышается с увеличением крупности кристаллов, что является одной из причин различий в качестве сырья.

Содержание алмазов с механическим износом истирания прибрежно-морского генезиса незначительно (1,5 %). Необходимо отметить повышенное (6,7 %) количество кристаллов с серповидными трещинами и ромбическими узорам, а также сравнительно высокое (5–10,6 %) содержание камней с механическим износом выкрашивания независимо от классов крупности. Но в целом износ на всех типах алмазов россыпи р. Молодо значительно ниже, чем на кристаллах из россыпей Анабарского района.

Таким образом, для алмазов из россыпей бассейна р. Молодо характерно повышенное содержание ламинарных кристаллов, повышенное количество индивидов с оболочкой IV разновидности, что сближает их с таковыми из нуччаюрегинской свиты нижнего карбона, и низкое содержание типичных округлых камней уральского (бразильского) типа. Максимальное содержание алмазов V и VII разновидностей отмечается по р. Молодо (ниже устья р. Сюнгюдэ), в зоне размыва мезозойских вторичных коллекторов.

#### Россыпь р. Далдын

Первые находки алмазов в бассейне р. Далдын относятся к 1961 г., когда геологами Амакинской экспедиции здесь проводились маршрутные поисковые работы (В.Е. Минорин). В 12 мелкообъемных пробах из 22 отобранных было установлено наличие алмазов, наиболее высокие содержания составили 1,48; 0,65 и 0,55 кар/м<sup>3</sup>. Все они приурочены к русловой части р. Далдын ниже устья руч. Ырас-Юрэх. В следующем году на отрезке реки протяженностью 54 км (от приустьевой части до места впадения руч. Ырас-Юрэх) было пройдено девять горных линий. Расстояние между линиями в группе составило 2,7–12,8 км. В результате установлена низкая алмазоносность аллювия р. Далдын. Максимальные содержания алмазов по единичным пробам составили: по руслу и косам – 0,70 и 0,72 кар/м<sup>3</sup>, низкой пойме – 0,32 кар/м<sup>3</sup>, высокой пойме – 0,81 кар/м<sup>3</sup>, первой террасе – 0,12 кар/м<sup>3</sup>.

Дальнейшее изучение россыпи р. Далдын проводилось практически через двадцать лет (1979–1984 гг.) Амакинской экспедицией, выполнялись детальные поисковые работы (А.В. Баландин). В долине реки пройдено 14 горных линий. В итоге с учетом более ранних работ поисковая сеть составила между линиями от 400 до

4300 м, чаще всего – 2,5–3,7 км; на руч. Ырас-Юрэх пройдено пять линий с шагом 4,2–6,0 км; на руч. Чорбох – три линии шурфов с расстоянием между ними 3,5–4,1 км. Расстояние между выработками по руслу, косам и низкой пойме составило 10 м, на высокой пойме – 40 м, на первой и второй надпойменных террасах – 80–160 м. В итоге проведенных работ подтвержден невысокий уровень алмазоносности всего комплекса аллювиальных отложений: наиболее высокие содержания, зафиксированные по отдельным пробам, составляют: по руслу и косам – 0,54 кар/м<sup>3</sup> (руч. Ырас), на низкой пойме – 0,35 кар/м<sup>3</sup> (р. Далдын), высокой пойме – 0,54 кар/м<sup>3</sup> (р. Далдын) и 0,84 кар/м<sup>3</sup> (руч. Чорбох), первой террасе – 0,24 кар/м<sup>3</sup>, второй – 0,13 кар/м<sup>3</sup> (р. Далдын). Россыпь была отнесена в разряд забалансовых объектов.

В 1997–1998 гг. в верхней и средней частях русловой россыпи ГГП “Нижне-Ленское” выполнялись внemasштабные поисково-ревизионные работы с легкими видами опробования (В.П. Лимонов). При таких параметрах выделено несколько мелких ловушек (гнезд) с возможными запасами алмазов в первые сотни каратов при средних содержаниях 1–2 кар/м<sup>3</sup>.

В 1999 г. по северным россыпям Якутии геологами ГГП “Нижне-Ленское” сделана геолого-экономическая оценка. Так, по россыпи р. Далдын проведен подсчет запасов алмазов по составленным районным кондициям. В результате большая часть этой россыпи переведена в разряд промышленных месторождений. В настоящее время на нижнем отрезке россыпи р. Далдын завершены разведочные работы предприятием ОАО “Нижне-Ленское” (А.М. Черосов, 2006), в итоге потенциал нижнего течения р. Далдын по запасам и ресурсам алмазов повышен в 3,5 раза по сравнению с оцененным в 80-е годы.

Река Далдын – левый приток р. Молодо, в своем верхнем течении размывает терригенные отложения пермокарбона и породы туфолавовой толщи триаса. Ниже устья руч. Ырас-Юрэх она врезается в вендские доломиты, слагающие свод Куойкско-Далдынского поднятия. В нижнем и среднем течении долина выполнена песчаноцветными известняками еркекетской и кессюсинской свит нижнего кембрия, слагающих южное крыло поднятия. В силу интенсивного развития трещинной тектоники с различной амплитудой смещения пород границы стратиграфических единиц в основном тектонические.

Спектр четвертичных отложений достаточно широк: установлены три уровня надпойменных террас, пойменный и русловой аллювиальный комплекс (рис. 2.35). Небольшие по площади реликты третьей надпойменной террасы сохранились только в нижнем течении реки, но они не изучались. Отложения II надпойменной террасы фрагментарно прослеживаются в нижнем и среднем течении, занимая небольшие площади. Наиболее крупный фрагмент (3,0×0,5 км) закартирован в районе устья руч. Чорбох. Терраса эрозионно-аккумулятивная, высота – 14–22 м, высота цоколя – 5–10 м; бровка и уступ четко выражены, тыловой шов не выражен. Мощность аллювия колеблется от 8 до 14,4 м, в среднем составляя 10,8 м, мощность русловой фации – 3,0 м. Как правило, это хорошо отсортированные галечно(13 %)-гравийно(28 %)-песчаные(50 %) отложения. Обломочный материал представлен известняками (76,5 %), долеритами (6,5 %), роговиками (8 %), кварцитами (6 %), песчаниками (2 %) и кварцем (1 %). Алмазоносность галечников низкая: максимальное содержание по пробам не превышают 0,34 кар/м<sup>3</sup>.

Первая надпойменная терраса эрозионно-аккумулятивная, трассируется участками с размерами до 1,5×0,6 км по обоим бортам долины. Высота поверхности над урезом воды 6–9 м, а цоколя – 1–5 м. Бровка и уступ террасы четкие, тыловой шов выражен слабо. Мощность аллювия колеблется от 1,8 до 15,9 м. Русловая фация аллювия террасы не выдержана по мощности и колеблется от 0,2 до 6 м, но

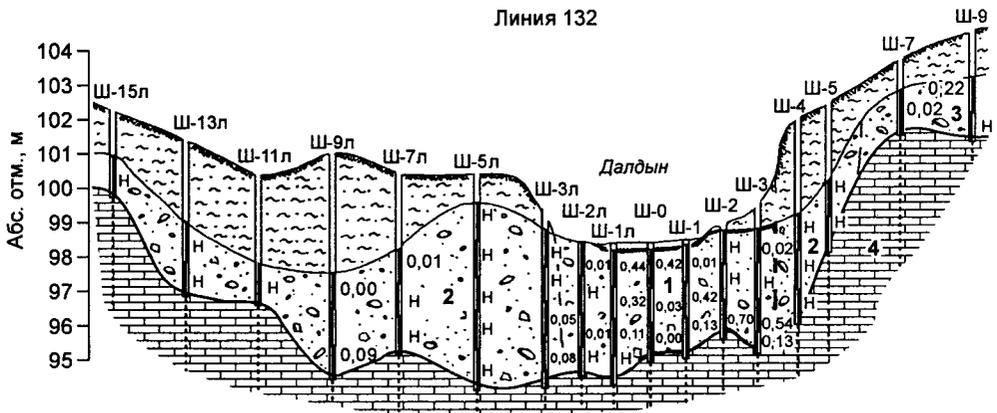


Рис. 2.35. Геологический разрез россыпи р. Далдын:

1 – русловой аллювий; 2 – аллювий высокой поймы; 3 – аллювий первой террасы; 4 – коренные породы протерозоя.

в основном – 2–3 м. В составе аллювия преобладают пески и глины (56,8 %). Содержание гравия составляет 31,3 %, гальки – 10,9 %. Небольшие мелкие валуны (1 %) тяготеют к основанию разреза. В составе обломочного материала доминируют известняки (70,6 %), часто встречаются битуминозные известняки и сланцы (14,1 %), реже – роговики (3,3 %), кремни (3,6 %), кварциты (2,8 %), долериты (2,4 %), песчаники (1,6 %), кварц (0,8 %) и халцедон (0,8 %). Алмазонасность аллювия не превышает 0,24 кар/м<sup>3</sup>.

Высокая пойма практически непрерывно сопровождает русло. Ее ширина в нижнем течении реки составляет 250–300 м, увеличиваясь в среднем течении до 750–800 м и в верховьях не превышает 400 м. Высота поверхности поймы – 3–5 м. Средняя мощность аллювия довольно выдержана и изменяется от нижнего течения реки к среднему и верхнему от 6,0 до 7,4 и 5,6 м. Мощность русловой фации высокой поймы в этом направлении составляет 3,3; 3,6 и 2,7 м соответственно. Гранулометрический состав аллювия характеризуется примерно одинаковым содержанием гальки (31,7 %), гравия (31 %) и песка с глиной (36,3 %). Содержание валунов небольшое (1 %). В петрографическом составе галек доминируют обломки местных известняков (81,1 %), встречаются доломиты (4,2 %), долериты (5 %), песчаники (1,5 %), кварциты (2,3 %), кварц (1,4 %) и битуминозные сланцы (4,5 %). Алмазонасность отложений высокой поймы более устойчива по сравнению с аллювием надпойменных террас, из 383 отобранных проб алмазы обнаружены в 201. Обычны содержания в сотые доли карат на кубометр, на фоне которых в отдельных рядовых пробах выделяются пиковые для россыпи концентрации в 0,99 и 0,81 кар/м<sup>3</sup>.

Основные запасы алмазов сосредоточены в русловой россыпи, объединяющей отложения русла, кос и низкой поймы. В местах развития всего комплекса ширина русловой части достигает 150 м, резко сужаясь на отдельных участках, сложенных собственно русловыми образованиями до 20–30 м. Минимальная мощность аллювия равна 0,2–0,3 м, максимальная достигает 6–7 м. В составе обломочного материала преобладает галька (51,3 %), содержание песков и глин (по сравнению с другими уровнями) заметно ниже – 24,3 %, доля гравия составляет 16,1 %. Количество валунов повышенное – 8,3 %. Петрографический состав обломочного материала: известняки – 50 %, битуминозные сланцы – 25,5 %, долериты – 18 %, кварциты – 4,5 %, кварц – 1 %, кремни – 1 %. Встречаемость алмазов в пробах из

руслового аллювия выше, чем в пробах из террасового комплекса. Так, в 65 % обнаружены алмазы. Максимальные содержания по отдельным пробам составляют 0,72–1,48 кар/м<sup>3</sup>.

По данным полного минералогического анализа шлиховых проб, взятых из продуктивных отложений бассейна р. Далдын, в тяжелой фракции встречается до 30 минералов, основными из которых являются альмандин, пироксен и ильменит, формирующими пироксен-альмандиновую минералогическую ассоциацию. Содержание таких минералов, как магнетит, лимонит, хромит, рутил, ставролит, барит, достигает 10 %. В единичных и редких зернах отмечаются гроссуляр, оливин, дисстен, лейкоксен, сфен, золото и др. Из минералов-спутников алмаза встречается их полная гамма: пикроильменит, пироп, хромдиопсид, циркон, оливин и хромит.

Продуктивные отложения бассейна р. Далдын характеризуются как легкообогатимые (табл. 2.86).

Породы плотика представлены карбонатными отложениями кембрия. Обычно это плотные неизмененные известняки, иногда дезинтегрированные или разрушенные до состояния глины; мощность измененных пород в этом случае достигает 0,7 м. Реже плотик сложен битуминозными известняками и сланцами куонамской свиты кембрия, аргиллитами перми, доломитами венда. Поверхность обычно ровная и слабоволнистая, в большинстве случаев плотик высокой поймы на 2–3 м ниже плотика русловой россыпи.

Ручей Ырас-Юрэх левый верхний приток р. Далдын длиной порядка 30 км. Долина верхнего течения ее заложена в песчаных отложениях пермокарбона, перекрытых породами туфолаковой толщей триаса. Склоны здесь пологие, днище узкое, русло плохо выражено и имеет четковидное строение. В среднем и нижнем течении, где ручей протекает по карбонатным породам кембрия, долина хорошо выработана и слабо террасирована. На этом отрезке строение долины асимметричное, с пологим правым и относительно крутым левым склонами. Алмазы в русле руч. Ырас-Юрэх прослеживаются только в пределах развития карбонатных пород, в пределах распространения терригенных осадков алмазоносность резко падает. На семнадцатикилометровом отрезке долины ширина днища колеблется от 120 до 300 м. В интервале 5–10 км от устья ручья выделяется неотектоническое поднятие, и ширина днища долины уменьшается в два раза.

Отложения I надпойменной террасы установлены на правом борту долины. Протяженность террасы 2,2 км, ширина 450 м. Мощность аллювия достигает 5,9 м. Продуктивный пласт выдержан по мощности и в среднем равен 1,6 м. Это песчано-гравийно-галечные отложения, характеризующиеся однообразным петрографическим составом. Обломочный материал представлен известняками и битуминозными сланцами, в небольшом количестве присутствует хорошо окатанная галька кварца, кварцитов и кремней, часто встречаются обломки траппов. Содержание валунов незначительное. По данным опробования содержания алмазов не превышает 0,04 кар/м<sup>3</sup>.

Суммарная мощность аллювия высокой поймы изменяется от 3,5 до 7,4 м и в среднем равна 4,7 м, а русловой фации высокой поймы колеблется от 0,5 до 5,7 м при среднем значении 2,7 м. Русловая фация сложена песчано(25 %)-гравийно(35 %)-галечными(40 %) отложениями, содержащими редкие мелкие валуны. Обломочный материал представлен пестроцветными известняками и битуминозными сланцами, довольно часто встречаются гальки кварца, кварцитов, долеритов. Алмазоносность отложений высокой поймы небольшая, алмазы встречены в 40 % проб. В распределении алмазов отчетливо устанавливается обогащенность приустьевое участка россыпи в пределах неотектонического поднятия. Здесь они обнаружены в 20 пробах из 26 отобранных, в одном из шурфов зафиксировано содер-

Таблица 2.86

## Результаты фракционного анализа продуктивных отложений россыпей бассейна р. Далдын (данные Амакинской экспедиции)

Россыпь	Геоморфологический уровень	Выход фракций по классам крупности (мм), %								
		-16+8			-8+4			-4+2		
		-2,8 г/м <sup>3</sup>	2,8-3,2 г/м <sup>3</sup>	+3,2 г/м <sup>3</sup>	-2,8 г/м <sup>3</sup>	2,8-3,2 г/м <sup>3</sup>	+3,2 г/м <sup>3</sup>	-2,8 г/м <sup>3</sup>	2,8-3,2 г/м <sup>3</sup>	+3,2 г/м <sup>3</sup>
р. Далдын	Русло	96,44	3,56	—	90,64	9,36	—	70,16	27,14	2,70
	Косы, низкая пойма	98,44	1,56	—	97,74	2,26	—	95,87	3,96	0,17
	Высокая пойма	92,13	7,87	—	90,12	9,31	0,57	87,69	11,41	0,90
	Террасы	96,36	3,54	0,10	96,18	3,50	0,32	87,09	12,12	0,78
руч. Ырас	Русло	99,74	0,26	—	97,99	1,42	0,59	96,29	2,56	1,15
	Косы, низкая пойма	97,83	2,17	—	96,96	3,04	—	96,27	3,70	0,03
	Высокая пойма	99,24	0,76	—	97,82	1,60	0,58	94,19	4,83	0,98
	Террасы	100,0	—	—	98,99	1,01	—	92,92	5,16	1,92
руч. Чорбох	Русло	100,0	—	—	99,65	0,35	—	93,66	5,70	0,64

Окончание табл. 2.86

Россыпь	Геоморфологический уровень	Выход фракций по классам крупности (мм), %					
		-2+1			-1+0,5		
		-2,8 г/м <sup>3</sup>	2,8-3,2 г/м <sup>3</sup>	+3,2 г/м <sup>3</sup>	-2,8 г/м <sup>3</sup>	2,8-3,2 г/м <sup>3</sup>	+3,2 г/м <sup>3</sup>
р. Далдын	Русло	60,93	35,46	3,62	69,85	27,23	2,90
	Косы, низкая пойма	88,48	10,82	0,70	89,90	9,26	0,83
	Высокая пойма	78,56	19,84	1,60	81,18	17,44	1,38
	Террасы	83,76	14,99	1,24	84,92	13,94	1,13
руч. Ырас	Русло	96,26	3,30	0,44	94,43	3,83	1,74
	Косы, низкая пойма	94,54	5,18	0,28	95,13	4,60	0,27
	Высокая пойма	82,36	16,58	1,06	91,37	7,42	1,21
	Террасы	94,84	4,56	0,60	96,20	3,20	0,60
руч. Чорбох	Русло	90,44	8,72	0,84	84,40	11,46	4,13

жание алмазов  $0,51 \text{ кар/м}^3$  на мощность пласта  $2,0 \text{ м}$ . По соседней горной линии максимальное содержание алмазов составило  $0,55 \text{ кар/м}^3$ . Выше поднятия кристаллы в отложениях высокой поймы установлены только в восьми пробах из 43 отобранных, при крайне убогом уровне содержаний (до  $0,04 \text{ кар/м}^3$ ). В отложениях низкой поймы и русла наблюдается аналогичная картина – в пределах поднятия максимальное содержание составило  $0,54 \text{ кар/м}^3$ , а на его флангах не превышает  $0,06 \text{ кар/м}^3$ .

Плотик сложен исключительно карбонатными породами нижнего кембрия, поверхность его в большинстве случаев ровная или слабоволнистая.

Ручей Чорбох – правый приток р. Далдын протяженностью  $25 \text{ км}$ . В его долине на правом борту установлены реликты II надпойменной террасы. Фрагменты I надпойменной террасы в виде узкой прерывистой полосы прослеживаются по обоим бортам долины. Ширина террасовых площадок достигает  $100 \text{ м}$ . Мощность аллювия в среднем составляет  $8,1 \text{ м}$  при колебаниях от  $2,7$  до  $15 \text{ м}$ . Продуктивный горизонт отличается более выдержанной мощностью: от  $0,7$  до  $2,4 \text{ м}$  при среднем значении  $1,9 \text{ м}$ . Он сложен песчано( $15 \%$ )-гравийно( $40 \%$ )-галечными( $45 \%$ ) осадками, содержащими в основании разрезы мелкие глыбы известняков. Обломочный материал представлен карбонатными породами и битуминозными сланцами, в меньшем количестве встречается галька экзотических пород – кремней, кварцитов, кварца. Обломки траппов единичны. Содержание алмазов не превышает  $0,16 \text{ кар/м}^3$ .

Ширина высокой поймы изменчива и колеблется от  $200$  до  $500 \text{ м}$ . Мощность аллювия варьирует от  $3,0$  до  $8,7 \text{ м}$ , в среднем равна  $6,7 \text{ м}$ . Ширина русла, кос и низкой поймы изменяется от  $30$  до  $110 \text{ м}$ . Мощность продуктивного пласта колеблется в пределах  $0,1$ – $2,7 \text{ м}$  и в среднем составляет  $2,1 \text{ м}$ . Отложения высокой поймы и русла руч. Чорбох характеризуются одинаковым гранулометрическим и петрографическим составом. Содержание гальки составляет  $45 \%$ , гравия –  $40 \%$ , песков –  $10 \%$ , валунов –  $5 \%$ . Обломочный материал представлен известняками и окремненными битуминозными сланцами, в подчиненном количестве встречается галька кремней, кварцитов, кварца и траппов. Отложения высокой поймы охарактеризованы 30 пробами, в 10 из них обнаружены единичные алмазы при содержаниях  $0,00$ – $0,84 \text{ кар/м}^3$ . В осадках, слагающих низкую пойму, косы и русло, кристаллов не обнаружено.

Алмазы россыпей бассейна р. Далдын по типоморфным особенностям близки между собой и для них характерна повышенная крупность (табл. 2.87).

Для россыпи р. Далдын характерна минералогическая ассоциация кютюндинского типа [Коптиль, 1994]. В отличие от других россыпей Лено-Анабарской субпровинции, где преобладают округлые камни “уральского”, “жильного” и “эбеляхского типов”, в этой россыпи преобладают ламинарные кристаллы первой разновидности (в сумме  $52,4 \%$ ), преобладающие над типичными округлыми алмазами во всех классах крупности (см. табл. 2.85). Содержание типоморфных для россыпей северо-востока Сибирской платформы индивидов V и VII разновидностей низкое, редко присутствуют желто-оранжевые кубы II разновидности ( $2,7 \%$ ), бесцветные кубоиды I разновидности ( $3,1 \%$ ). Нет сведений о находках в этой россыпи импактных лонсдейлитсодержащих алмазов.

Для кристаллов этой россыпи характерно низкое (всего  $21,0 \%$ ) содержание двойников и сростков, представленных в основном простыми двойниками по шпинелевому закону, и высокое (в отличие от других месторождений) – скульптур травления, в виде леденцовых скульптур, при сравнительно невысоком ( $11,0 \%$ ) суммарном содержании кристаллов с кавернами, коррозией и матировкой. Эти свойства алмазов практически не зависят от их крупности [Зинчук, Коптиль, 2003].

Таблица 2.87

## Гранулометрический состав алмазов россыпи р. Далдын по данным работ ОАО "Нижне-Ленское"

Отробования	Класс крупности, мм												Всего извлечено		Сред. вес	
	-16+8		-8+4		-4+2		-2+1		-1+0,5		шт.	мг	шт.	мг	шт.	мг
	шт.	мг	шт.	мг	шт.	мг	шт.	мг	шт.	мг	шт.	мг	шт.	мг	шт.	мг
По данным шурфов	-	-	27	11044,2	588	34914,6	902	10773,4	338	1007,8	1855	57740,0	1855	57740,0	100	31,1
%	-	-	1,5	19,1	31,7	60,5	48,6	18,7	18,2	1,7	100	100	100	100	-	-
Технологическая валовая проба	1	1370,7	272	77239,0	3668	205307,0	4430	56688,0	1142	4178,5	9513	344783,2	9513	344783,2	100	36,2
%	0,0	0,4	2,8	22,4	38,6	59,6	46,6	16,4	12,0	1,2	100	100	100	100	-	-
Итого	1	1370,7	299	88283,2	4256	240221,6	5332	67461,4	1480	5186,3	11368	402523,2	11368	402523,2	100	35,4
%	0,0	0,3	2,6	21,9	37,5	59,7	46,9	16,8	13,0	1,3	100	100	100	100	-	-

Для кристаллов россыпи р. Далдын характерна высокая степень прозрачности при максимальном для россыпей северо-востока Сибирской платформы содержании камней чистой воды (7,1 %), сравнительно малом (41,1 %) количестве окрашенных алмазов в основном лилово-коричневой окраски слабой интенсивности и очень низком (всего 5,7 %) содержании индивидов с серой окраской. Понижено (42,0 %) содержание железненных камней. Следует отметить повышенное (4,2 %) содержание индивидов с соломенно-желтой окраской, а также *максимальное* (14,7 %) количество кристаллов с *зелеными пятнами пигментации* и позеленением по трещинам (радиационного происхождения) [Там же].

Для изученных алмазов характерно повышенное содержание кристаллов с синеголубой фотолюминесценцией (42,2 %), над розово-сиреневой (29,9 %) при низком (11,8 %) суммарном содержании камней без признаков видимого свечения и с фиолетовой фотолюминесценцией.

В алмазах твердых включений немного (48,3 %). Кристаллы с включениями графита составляют 4,6 %, что является положительным фактором для высокого качества алмазов. Однако следует отметить максимальное (5,8 %) для россыпей северо-востока Сибирской платформы содержание сингенетических включений, среди которых около 90 % приходится на включения ультраосновной ассоциации (оливин + хромшпинелид) [Зинчук, Коптиль, 2003], что сближает их с кристаллами из нуччаюрегинской свиты нижнего карбона Кютюнгдинского грабена. Степень сохранности (целостность) алмазов высокая, преобладают (59,3 %) целые и в незначительной степени поврежденные кристаллы. Степень трещиноватости наиболее низкая для россыпей северо-востока Сибирской платформы при высоком (47,9 %) содержании камней без трещин, что служит одной из предпосылок высокого качества алмазов. Среди изученных алмазов очень низкое (всего 0,8 %) содержание камней с механическим износом истирания прибрежно-морского генезиса, но немало (29,2 %) индивидов с механическим износом выкрашивания, который обычно

характерен для россыпей среднего сноса. Следует отметить повышенное (3 %) содержание кристаллов с ромбическим узором и серповидными трещинами, образование которых можно связывать как с особыми прибрежно-морскими условиями формирования, так и с термальным воздействием траппов на древний коллектор каменноугольно-пермского возраста [Зинчук, Коптиль, 2003].

### Россыпь р. Моторчуна

Река Моторчуна – левый приток р. Лена протяженностью 280 км. Алмазонасность установлена на отрезке в 60–120 км от устья. Долина реки выработана в среднекембрийских породах оленекской и джахтарской свит. Относительная глубина вреза составляет 90–110 м, ширина долины колеблется от 2 до 6–7 км. Средний уклон продольного профиля руслового ложа составляет  $0,0010^\circ$ , при колебаниях от  $0,0005$  до  $0,0019^\circ$ . Русло характеризуется узким и плоским дном, террасированными склонами, местами с отвесными обрывами коренных пород. В межень глубина на перекатах составляет 0,2–0,5 м, на плесах – до 3 м, скорость течения – 0,1–0,5 м/с. Нередки песчано-галечные косы. Обычно они низкие (до 1–1,5 м), и их протяженность составляет 70–1300 м, а ширина – 30–130 м.

Приоритет первых находок алмазов в бассейне р. Моторчуна принадлежит Яральинской экспедиции НИИГА (В.А. Милашев), выполнявшей в 1955–1956 гг. маршрутные поисковые исследования и установившей алмазонасность русловых отложений в верховьях этого водотока. В 1957 г. Амакинской экспедицией (Г.Ф. Дорганов) в галечниках русла и II надпойменной террасы обнаружены алмазы, а в истоках р. Куогас-Утуйбут-Моторчуна выделен участок, перспективный на выявление кимберлитового тела, где в этом же году экспедицией № 3 ВАГТа (И.М. Скарзов) обнаружена кимберлитовая трубка, названная Аэрогеологической (см. фото 22, 23). В начале 60-х годов XX в. в нижнем течении р. Моторчуна геологами ВАГТа (Б.И. Прокопчук и др.) установлены высокие концентрации алмазов, достигающие по отдельным пробам до  $11,5$ – $22,85$  кар/м<sup>3</sup>. Район Оттохской петли длиной 67 км был рекомендован для постановки детальных работ. Поисковые работы провели геологи Амакинской экспедиции (В.Е. Минорин и др.). В результате установлен значительно более низкий уровень алмазонасности аллювия: в основном сотые–первые десятые доли карат на кубометр, и лишь по одной линии, заложенной в месте ранее полученных ураганных концентраций, по двум шурфам содержания алмазов составили 1,05 и 1,04 кар/м<sup>3</sup>. Опираясь на данные поисковых работ, проведен подсчет прогнозных ресурсов, которые составили 440,0 тыс. кар при среднем содержании алмазов 0,34 кар/м<sup>3</sup>. Авторами работ сделан вывод, что россыпь из-за малых мощностей и запасов песков промышленного значения не имеет.

В 1982–1983 гг. Амакинской экспедицией проведены детальные поисковые работы в верхней части россыпи. По данным опробования по единичным выработкам содержания алмазов не превысили 0,48 кар/м<sup>3</sup>. По результатам этих работ П.Т. Федоров подсчитал прогнозные ресурсы, квалифицированные категорией Р<sub>1</sub>.

В 1998–1999 гг. в пределах наиболее перспективного отрезка россыпи (Оттохская петля) ГГП “Ниже-Ленское” проведены поисково-ревизионные работы и выполнена геолого-экономическая оценка. В итоге этих работ выделено несколько участков с повышенной промышленной алмазонасностью (в среднем 1,1–2,8 кар/м<sup>3</sup>, по отдельным пробам – до 8,55 кар/м<sup>3</sup>) и рекомендованы разведочные работы на этом участке россыпи. Эти работы были завершены в 2002 г. (В.П. Лимонов). В ходе работ небольшой отрезок россыпи был разведан до промышленных категорий. Учитывая небольшие запасы кондиционных песков и невысокую стоимость сырья россыпь не рекомендована для промышленного освоения.

Район россыпи р. Моторчуна расположен на стыке Анабарской антеклизы и Предверхоянского краевого прогиба, на северном склоне Мунского поднятия, испытывающего в четвертичное время общее воздымание, что подтверждается наличием цокольных террас, ступенчатым продольным и V-образным профилем долины, многочисленными участками русла, где полностью отсутствует аллювий. Именно на этих отрезках долины отмечаются ураганные содержания алмазов.

Породы *оленекской свиты* (мощностью 50 м) представлены известняками, глинистыми и доломитистыми известняками с маломощными прослоями мергелей. Отложения *джахтарской свиты* (180 м) согласно залегают на породах оленекской и представляют собой монотонное переслаивание глинистых и алевроитистых известняков с более плотными плитчатыми известняками.

В бассейне реки широко развит комплекс четвертичных отложений, при этом террасы высоких уровней сохранились фрагментарно (табл. 2.88).

Пятая надпойменная терраса сложена галечниками, песками и суглинками мощностью 7,0 м. Она развита в приустьевой части руч. Оттох. Четвертая надпойменная терраса сохранилась в районе Оттохской излучины на большей площади. Слагающий ее аллювий имеет двухчленное строение: отложения русловой фации, представленные галечниками мощностью 2,2 м, перекрыты супесями и суглинками. Общая их мощность составляет 7,0–8,0 м. Менее распространены отложения III надпойменной террасы, в основании которой залегают галечно-гравийно-песчаные отложения (до 1,0–1,5 м), перекрытые песчано-глинистыми осадками. Суммарная мощность аллювия равна 4 м. Фрагменты II надпойменной террасы установлены на крупных излучинах реки. Нижняя часть разреза сложена галечниками мощностью 1,5–2,0 м, верхняя – супесчано-суглинистыми отложениями толщиной до 8 м. В грубообломочном материале доминируют известняки среднего кембрия. Реликты I надпойменной террасы также сохранились преимущественно на излучинах реки. В основании террасы залегают галечники мощностью 1,5–5,0 м, в составе которых преобладают местные карбонатные породы; выше они сменяются песчано-глинистыми осадками той же мощности.

Отложения русловой фации надпойменных террас слабоалмазоносны (среднее содержание алмазов  $0,05 \text{ кар/м}^3$ ), лишь по отдельным пробам зафиксированы содержания до  $0,23 \text{ кар/м}^3$ .

Высокая пойма развита более широко. Русловая фация пойменного аллювия представлена гравийно-песчано-галечными отложениями мощностью 1,1–6,6 м. Обломочный материал состоит из известняков, реже сланцев средней окатанности, встречаются хорошо окатанные кремни, кварц. Пойменную фацию слагают пески, супеси, суглинки, илы. Общая ее мощность достигает 5–10 м. Алмазоносность галечников невысока – до  $0,28 \text{ кар/м}^3$  (среднее –  $0,03 \text{ кар/м}^3$ ).

Таблица 2.88

## Основные параметры элементов морфологических уровней долины р. Моторчуна

Морфологический уровень	Протяженность, км	Ширина, км	Высота поверхности, м	Высота цоколя, м
V терраса	3,0–4,0	1,0–1,7	90–120	48–55
IV терраса	0,8–7,2	0,5–4,5	50–55	40–46
III терраса	1,2–8,0	0,5–3,5	30–35	28–32
II терраса	0,5–3,0	0,2–0,7	15–28	10–20
I терраса	0,9–1,8	0,2–0,5	12–14	5–9
Высокая пойма	0,4–5,0	0,0–2,0	7–10	0,5–4,0
Низкая пойма	0,3–6,0	0,02–0,4	0,5–2,0	

Таблица 2.89

Гранулометрический состав аллювиальных отложений долины р. Моторчуна

Эрозионно-аккумулятивные уровни	Гранулометрический состав, %										
	Валуны, мм		Галька, мм			Гравий, мм			Песок, мм		Глина
	+200	-200+100	-100+50	-50+25	-25+16	-16+8	-8+4	-4+2	-2+1	-1+0,5	-0,5
Русло	1,4	6,6	9,9	13,2	16,1	10,1	10,4	6,3	3,6	2,6	19,7
Косы, низкая пойма	1,1	5,0	6,1	9,8	10,8	11,5	10,3	6,6	3,8	2,7	21,0
Высокая пойма	-	0,4	5,2	9,7	16,1	14,4	13,5	8,2	4,1	3,4	25,0
Террасы	1,4	7,9	7,9	11,4	18,0	10,1	10,4	6,6	3,7	3,0	19,6

Низкая пойма сопровождается русло по обоим берегам реки и составляет с косовыми и русловыми отложениями единый эрозионно-аккумулятивный цикл. Четкой границы между отложениями русла и поймы нет. Осадки сложены песчано-гравийно-галечным материалом с валунами. Состав песка кварц-полевошпатовый. Содержание глин колеблется от 9 до 21 % (табл. 2.89).

Обломочный материал представлен известняками (91–92 %) различной степени окатанности, присутствуют хорошо окатанные гальки сланцев, кремневых пород, кварцитов (табл. 2.90).

Средняя мощность галечников равна 1,4 м, при этом с уменьшением мощности продуктивного пласта в области неотектонического поднятия заметно увеличивается содержание алмазов – до 1,05 кар/м<sup>3</sup> по шурфам и 8–20 кар/м<sup>3</sup> по мелкообъемным пробам. На участках неотектонических опусканий алмазоносность значительно ниже – сотые доли карат на кубометр. В составе тяжелой фракции шлиховых проб резко преобладает барит (38–97 %), постоянно присутствуют ильменит (до 33 %), пикроильменит (до 11 %), циркон (до 16 %), пирит (до 33 %), рутил (до 10 %), альмандин (до 17 %), часто встречается пироп, реже – хромдиопсид, хромшпинелиды, иногда золото. Продуктивные отложения характеризуются хорошей обогатимостью и легкой промывистостью.

Алмазы россыпи р. Моторчуна отличаются пониженной крупностью (табл. 2.91).

Среди алмазов россыпи р. Моторчуна преобладают кристаллы I разновидности – 70–80 %, в составе которых существенна роль округлых кристаллов уральского и жильного типов (38–39 %), а ламинарных – не превышает 16–24 %. При этом доля последних возрастает к верховьям реки, что указывает на влияние кимберлитовой тр. Аэрогеологическая. Содержание алмазов V–VII разновидностей – серых, переполненных включениями графита округлых камней (эбеляхский тип) – составляет 21–26 %. Относительно высока доля ассоциирующих с ними желтых камней II разновидности (2–6 %). Наряду с целыми и незначительно поврежденными кристаллами (55 %) значительна роль колотых алмазов – 35 %. Доля камней с механическим износом истирания составляет 9,1 %. Среди них износ на ламинарных алмазах составляет 3 %, кристаллах “жильного” типа – 1 %, уральского типа – 4,1 %. Наиболее изношены индивиды эбеляхского типа (V и VII разновидности) – 23 %. Среди кристаллов ламинарного, уральского и жильного типов доминирует слабый износ.

Таблица 2.90

## Петрографический состав обломочного материала аллювия р. Моторчуна

Эрозионно-аккумулятивный уровень	Содержание обломков, %				
	известняки	сланцы	окремненные породы	халцедон	кварциты
Русло	91,1	4,7	3,1	0,2	0,9
Косы, низкая пойма	92,3	4,6	2,1	0,1	0,9
Высокая пойма	91,0	4,5	4,0	—	0,5
Террасы	94,0	3,5	2,0	0,5	—

Таблица 2.91

## Гранулометрический состав алмазов россыпи р. Моторчуна

Средний вес, мг	Класс крупности (мм), количество/вес, %			
	-8+4	-4+2	-2+1	-1+0,5
9,2	0,3/ 10,7	7,9/ 32,1	68,1/53,4	23,7/3,8

## Потенциально-промышленные россыпи

В Нижне-Оленекском алмазоносном районе в недалеком будущем практический интерес будут представлять отложения нуччаюрегинской свиты нижнего карбона, выполняющие Кютюнгинский грабен и содержащие высокосортные алмазы.

## Каменноугольные россыпи

Минералы-индикаторы кимберлита и первые алмазы в отложениях нижнего карбона были найдены при геолого-съёмочных работах. В 80-е годы геологами Амакинской экспедиции (Ю.П. Белик) при активном научном сопровождении ученых СО РАН (Н.В. Соболев, Н.П. Похиленко) проведены поисковые работы [Соболев и др., 1981; Белик, 1986]. В результате работ в нижней пачке нуччаюрегинской свиты установлены высокие концентрации алмазов.

Нуччаюрегинская свита названа по р. Нучча-Юреге (левый приток р. Оленек), в береговом обрыве которой в 0,9 км от устья расположен стратотипический разрез. Свита залегает с размывом и угловым несогласием на различных породах кембрия. На дневной поверхности она закартирована по периферии Кютюнгинского грабена. Сложена преимущественно терригенными породами и знаменует собой трансгрессивный цикл осадконакопления (пляжевая зона бассейна). Мощность свиты варьирует в пределах от 11 до 85 м с тенденцией уменьшения в направлении к бортовым частям грабена. По литологическому составу свита делится на три пачки, в нижней установлены алмазы (см. фото 25).

Нижняя (терригенная) пачка мощностью от 3 до 30 м сложена преимущественно разнозернистыми песчаниками кварц-кремнисто-карбонатного состава, с мелкими гальками и гравием, содержащими многочисленные прослои и линзы мелкогалечных конгломератов и гравелитов мощностью от первых сантиметров до 3–4 м. Литологические границы в большинстве случаев неотчетливые, постепенные, ориентировка прослоев горизонтальная, распределение неравномерное, часто серийное. Обломочный материал представлен кварцем, кварцитами, серыми и черными кремнями и карбонатными породами. Гальки кварца и черных кремней хорошо окатаны. Карбонатные обломки угловато-окатанные плитчатой и бруско-

Содержание пиропы в базальных горизонтах нуччаюрегинской свиты

Участок	Выработка	Литология	Содержание, зер./м <sup>3</sup>
Бассейн руч. Нучча-Юреге	К-21	Конгломераты	3,3
	К-22	»	12,5
	ш-21	Гравелиты	3,6
Междуречье руч. Угюс-Юрюе и Онкучах-Юрях	ш-22	Известняки с галькой	2,0
	ш-32	Гравелиты	9,0
	ш-81	»	170,0
	ш-82	»	59,0
	ш-91	»	48,0
	ш-92	»	31,0
	ш-101	Конгломераты	26,0
	ш-102	»	27,0

Примечание. Данные Ю.П. Белика, Амакинская экспедиция.

видной формы. Количество и мощность псефитовых прослоев сокращается к направлению к глубоким частям прогиба. В западной части грабена в бассейне р. Нучча-Юреге (стратотипический разрез) нижняя часть терригенной пачки мощностью 4–5 м представлена разногальчными до валунных конгломератами с включениями отдельных плит известняков и доломитов мощностью от 0,5 до 1,5 м.

В песчаниках средней пачки В.С. Кутейников в 1962 г. обнаружил растительные остатки *Pseudodendron igrichense* (А.К. Апанье), свидетельствующие о турнейском возрасте отложений.

Тяжелая фракция нуччаюрегинской свиты состоит из пирита (до 93%), алмадина, циркона. В незначительных количествах встречаются сфен, рутил, турмалин, анатаз, ильменит, лейкоксен, хромит. В отложениях нижней пачки свиты обнаружены алмазы и их парагенетические спутники (пироп, пикроильменит, хромшпинелиды), локализованные в грубообломочных прослоях по всей толще. Минералы-спутники сильно окатаны (до шариков), что свидетельствует о формировании грубообломочных горизонтов свиты в прибрежно-морских условиях при активной миграции береговой линии. Среди гранатов отличается высокий выход пиропов алмазной ассоциации. Пироп встречается довольно часто, но его содержание крайне неравномерное и меняется как по латерали, так и в разрезе (табл. 2.92).

Таким образом, наиболее высокие его содержания приурочены к гравелитам, несколько меньше встречаются среди песчаников, еще меньше в конгломератах и наиболее низкие концентрации установлены в известняках и мергелях, содержащих линзы гравия и рассеянную мелкую гальку.

Для конгломератов нуччаюрегинской свиты, развитой в северо-восточной части Кютюнгинского грабена, характерны преобладание пиропы фракции –1+0,5 мм, угловатой формы, лилового цвета, отсутствие зерен с четко выраженными вторичными скульптурами, высокое содержание зерен алмазной ассоциации. Существенные различия между отдельными участками (блоками) наблюдаются в весовых содержаниях пиропы и его гранулометрии. Некоторые различия отмечаются в окраске и содержании зерен с включениями. По своим характерным особенностям среди всех изученных участков выделяется блок, расположенный на междуречье ручьев Угюс-Юрюе и Онкучах-Юрях. Здесь наблюдаются высокие концентрации пиропы в крупных классах (табл. 2.93).

Таблица 2.93

## Особенности пиропы из нуччаюрегинской свиты нижнего карбона

Характерные признаки пиропов	Нучча-Юряге	Бассейны ручьев Угюс-Юрюе и Онкучах-Юрях					
		1-й блок	2-й блок	3-й блок	4-й блок	5-й блок	6-й блок
Количество изученных зерен	12	42	311	959	376	447	4222
Содержание пиропы, зер./м <sup>3</sup>	8,6	53,6	73,4	86,4	11,8	24,7	68,1
Содержание пиропы, г/м <sup>3</sup>	0,004	0,18	0,21	0,177	0,016	0,05	0,32
В том числе по классам крупности:							
-4+2 мм	—	—	—	—	—	—	18,3
-2+1 мм	29,8	24,4	21,3	14,8	18,5	14,5	34,2
-1+0,5 мм	70,2	75,6	78,7	85,2	81,5	85,5	47,5
Форма зерен:							
округлая	91,5	95,6	94,4	92,7	93,1	96,3	93,6
угловато-округлая	8,5	4,4	5,6	7,3	6,9	3,7	6,4
% вторичных скульптур	—	—	—	—	—	—	—
Окраска:							
фиолетовая	—	—	0,9	2,4	1,9	—	0,7
лиловая	80,2	66,1	79,3	76,4	67,9	76,5	82,2
красная	9,9	8,5	5,4	9,1	12,2	8,2	9,2
оранжевая	9,9	25,4	12,6	10,7	15,7	14,0	7,1
розовая	—	—	1,8	1,4	2,3	1,3	0,8
Зерна с включениями, %	—	—	0,3	0,82	0,71	0,49	1,3
Количество зерен, проанализированных на микрозонде, шт.	—	—	1470	—	—	87	—
Количество зерен алмазной ассоциации, %	—	—	7,1	—	—	7,0	—

Темноцветные включения в зернах пиропы из нижнекаменноугольных отложений представлены хромшпинелидами игольчатой и октаэдрической формы. Оптико-спектрометрические исследования пиропов (С.С. Мацюк) из нуччаюрегинской свиты показали, что они резко отличаются от гранатов Куойкского и Толупского кимберлитовых полей: а) высоким содержанием гранатов дунитового, верлитового и лерцолитового парагенезисов; б) присутствие желваков гранатов; в) полным отсутствием граната равномерно-зернистых лерцолитов и магнезиальных эклогитов.

Пикроильменит в отложениях нуччаюрегинской свиты встречается реже пиропы. Его содержание колеблется от 0,8 до 6 зер./м<sup>3</sup>, преобладают округлые зерна со значительным износом и плоскораковистым изломом -1+0,5 мм, реже встречаются минералы класса -2+1 мм.

Хромшпинелид и трубчатый циркон встречаются крайне редко в мелких классах. Все зерна этих минералов сильно окатаны. Алмазоносность нуччаюрегинской свиты установлена в долинах рек Оленек и Кютюнгде (рис. 2.36).

Распределение алмазов крайне неравномерное, оно существенно меняется как по латерали, так и по вертикали. В нижнем течении руч. Нучча-Юряге содержание алмазов колеблется от 0,0 до 0,173 кар./м<sup>3</sup>, в среднем составляя 0,1 кар./м<sup>3</sup>, а в бассейне рек Угюс-Юрюе и Онкучах-Юрях оно варьирует от 0,0 до 0,13 кар./м<sup>3</sup>, в среднем равно 0,05 кар./м<sup>3</sup>. Далее на восток алмазы в толще нижнего карбона не обнаружены.



Таблица 2.94

## Средняя алмазоносность литологических разностей пород нуччаюрегинской свиты

Порода	Объем опробования, м <sup>3</sup>	Извлечено алмазов, шт./мг	Содержания алмазов, кар/м <sup>3</sup>
Конгломераты	57,4	49/329,4	0,029
Гравелиты	113,4	171/1079,0	0,048
Песчаники известковые	20,4	13/72,2	0,018
Мергели песчаные	21,4	3/25,8	0,006

Примечание. Результаты механического обогащения получены Ю.П. Беликом, Амакинская экспедиция.

Таблица 2.95

## Алмазоносность литологических разностей пород нуччаюрегинской свиты

Порода	Объем опробования, м <sup>3</sup>	Извлечено алмазов, шт./мг	Содержания алмазов, кар/м <sup>3</sup>
Гравелиты	0,08	н	н
»	1,20	58/388,5	1,71
»	0,08	9/55,7	3,31
»	0,39	21/93,5	1,17

Примечание. В таблице использованы результаты химического растворения, полученные в ИГМ СО РАН, Н.В. Соболев, Н.П. Похиленко.

Таблица 2.96

## Распределение алмазов и пиропов по литологическим слоям нижнекарбонных отложений на участке Конгломератовый

Порода	Кол-во проб	Объем проб, м <sup>3</sup>	Извлечено алмазов, шт.	Содержание алмазов, кар/м <sup>3</sup>	Извлечено пиропов, шт.
Конгломераты	14	57,4	49	0,029	1434
Гравелиты	35	113,4	171	0,048	4866
Песчаники	10	20,4	13	0,018	826
Мергели, известняки с рассеянной галькой	10	21,3	3	0,006	191

Примечание. В таблице использованы данные Амакинской экспедиции.

Таблица 2.97

## Гранулометрический состав алмазов нуччаюрегинской свиты нижнего карбона (данные АмГРЭ)

Всего изучено		Средний вес, мг	Класс крупности (мм), количество/вес, %			
шт.	мг		-8+4	-4+2	-2+1	-1+0,5
235	1292	5,5	0,0/0,0	1,6/10,5	75,4/83,4	23,0/6,1

современных россыпей северо-востока Сибирской платформы. Износ истирания на кристаллах отсутствует.

При отнесении нижнекарбоновой россыпи к потенциально-промышленным авторы руководствовались следующим: во-первых, ее крайне слабой изученностью и при этом превышающими каратный уровень значениями алмазности. Во-вторых, при оценке алмазности нуччаюрегинской свиты результаты механического обогащения нельзя принимать за основу, так как налицо высокие технологические потери из-за несоответствия с данными химического растворения. Все это подтверждает необходимость переопробования по регулярной сети нижней пачки нуччаюрегинской свиты. При громадных запасах горной массы потенциально-алмазносных отложений (конгломераты, гравелиты, песчаники) велика вероятность выделения промышленных концентраций алмазов с уровнем алмазности 0,5–1,0 кар/м<sup>3</sup> и большими запасами. В-третьих, предполагаемой высокой стоимости сырья, что основывается на значительном содержании камней ряда октаэдр–додекаэдр и хорошей сохранностью кристаллов.

### Приморский алмазносный район

Алмазносный район расположен в северной части Лено-Анабарской субпровинции и охватывает нижнее течение рек Анабар, Оленек и Лена. На севере он ограничивается акваторией моря Лаптевых, на западе – Хатангским заливом, на востоке – центральной частью Верхоянских гор. В структурном плане рассматриваемая площадь находится в пределах Лено-Анабарского и Предверхооянского краевых прогибов и Северного Верхоянья. Тектоническое строение территории достаточно сложное и определяется ее промежуточным положением между краевой частью Сибирской платформы и Верхоянской складчатой областью. Наиболее сложная часть района расположена на востоке, где большую часть алмазносной площади занимает Туорасисский платформенный выступ, вовлеченный в складчатость. Он состоит из двух крупных линейных антиклиналей – Булкурской и Юттехской с углами падения пород до 40–45°. Они разобщены Таас-Аринской синклиналью асимметричного строения. Складчатые дислокации сопровождаются многочисленными дизъюнктивными нарушениями. На востоке района расположена Кенгдейская грабен-синклиналь, ограниченная сбросами с амплитудой в несколько сотен метров. В северной части района в ядрах антиклинальных складок на крыже Прончищева и Чекановского выходят терригенные породы перми и триаса. На крыже Прончищева пермские породы прорваны триасовыми туфовыми трубками основного состава.

В пределах района развиты позднепротерозойские, кембрийские, пермские отложения и полный комплекс мезозойских образований, суммарной мощностью около 3000 м. Разрез осадочного чехла характеризуется чередованием морских и континентальных толщ, наличием многочисленных перерывов, региональных и внутриформационных размывов (см. фото 26).

Позднепротерозойские и кембрийские отложения развиты в ядрах Булкурской и Юттехской антиклиналей, где их можно наблюдать в береговых обнажениях р. Лена, в пределах так называемой “Ленской трубы”. Они сложены доломитами и известковистыми доломитами. В них установлены минералы-индикаторы кимберлитов.

Пермские отложения широко развиты в нижнем течении р. Лена, на крыжах Чекановского и Прончищева. Хорошие непрерывные разрезы перми, сложенные монотонной темноцветной переслаивающей толщей песчаников, алевролитов и аргиллитов, можно наблюдать в низовьях р. Лена, на о-ве Таас-Ары и в долине р. Булкур.

Триасовые терригенные отложения залегают со стратиграфическим несогласием на разновозрастных горизонтах перми. Глубина размыва последних непосред-

ственно связана с консолидационными структурами (на поднятиях увеличивается, в прогибах уменьшается). Полнота разрезов, их фациальный облик и вещественный состав пород нижних горизонтов терригенного комплекса также контролируется консолидационными структурами. В прогибах разрез начинается с индского яруса, на поднятиях – с оленекского.

Отложения яруса *индского яруса* (улаханюряхская свита) представлены пестроцветными вулканогенно-терригенными отложениями, фрагментарно развитыми на обрамлении Оленекского поднятия и в Лено-Анабарском прогибе. Характерна интенсивная фациальная изменчивость. Мощность яруса широко варьирует от 17–20 до 120 м. Формирование отложений происходило в мелководном бассейне за счет привноса продуктов разрушения окружающей суши, в том числе и кор выветривания, а также и продуктов вулканической деятельности, проявившейся в это время на Сибирской платформе. На границе перми и триаса на одних участках (о-ва Таас-Ары) отмечается кора выветривания, на других – базальные конгломераты. На побережье Оленекского залива разрез в нижней части представлен темно-красными, зелеными и серыми алевролитами и аргиллитами с прослоями песчаников и маломощными линзами внутриформационных конгломератов. Верхняя часть разреза сложена переслаивающимися разнозернистыми и мелкозернистыми песчаниками с грубой косою слоистостью. Отмечаются линзы внутриформационных конгломератов. Обломочный материал представлен в основном кварцем и полевыми шпатами, реже – кремнем, фельзитами, диабазами и вулканическим стеклом. Аналогичный разрез триаса развит на левобережье р. Лена (бассейн р. Элиетибие). Тяжелая фракция состоит в основном из хромита и магнетита. Общая видимая мощность – 36 м.

Отложения *оленекского яруса* (чекановская, станнахская и пастахская свиты) залегают на подстилающих образованиях несогласно, трансгрессивно перекрывая разновозрастные горизонты верхнего палеозоя или нижнего триаса. В наиболее полных разрезах прикладчатого крыла Лено-Анабарского прогиба мощность яруса достигает 350 м. Нижняя, существенно глинистая часть разреза (чекановская свита мощностью от 9 м на обрамлении Оленекского поднятия до 30 м в прикладчатом крыле Лено-Анабарского прогиба) представлена темно-серыми алевролитами и аргиллитами хлорит-гидрослюдистыми. Отмечаются прослои и линзы битуминозных органогенных известняков. Выше по разрезу (станнахская свита мощностью от 40–55 м на обрамлении Оленекского поднятия до 170 м в прикладчатом крыле прогиба) в алевролитах и аргиллитах развиты сидеритовые и глинисто-карбонатные конкреции, образующие иногда отдельные горизонты. Верхняя часть разреза (пастахская свита мощностью от 10–12 до 150 м) представлена неравномерно переслаивающимися сероцветными алевролитами, аргиллитами и преобладающими в разрезе крупнокослоистыми аркозовыми песчаниками с карбонатными конкрециями и редкими линзами внутриформационных конгломератов. Тяжелая фракция представлена биотитом, цирконом, апатитом, в меньшей мере – альмандином, турмалином, черными рудными и прозрачными титанистыми минералами, единичными зернами пирропа, пироксенов, амфиболов, эпидота.

*Анизийский–ладинский ярусы среднего триаса* (улаханкрестовская свита) залегают согласно на подстилающих породах оленекского яруса. Развита на прикладчатом крыле прогиба, на обрамлении Оленекского поднятия отсутствует. Отложения свиты отличаются от всех ниже- и вышележащих образований интенсивной изменчивостью фациального состава. Нижняя ее часть (90–150 м) сложена неравномерно переслаивающимися песчаниками и алевролитами с подчиненными прослоями аргиллитов. Верхняя часть свиты (100–110 м) отличается исключительной выдержанностью фациального облика и строения по площади. В подавляющем большинстве разрезов она представляет собой один четкий рег-

рессивный ритм с аргиллитами или алевролитами в нижней части и песчаниками (морскими и континентальными) – в верхней. Континентальные угленосные песчаники залегают обычно в кровле. В основании этой пачки на отдельных участках встречаются линзы рыхлых глауконитовых песков с гальками алевролитов. Обломочная часть континентальных песчаников отличается от состава подстилающих морских осадков резким возрастанием роли кварца (до 70 %) при снижении количества полевых шпатов (до 10–15 %) и обломков пород (до 10–20 %). Тяжелая фракция представлена рудным магнетитом, цирконом, незначительно – апатитом, гранатом (от анизийских песчаников отличаются заметным увеличением содержания гранатов).

В составе верхнего отдела триаса в пределах Приморского алмазоносного района выделяются карнийский и норийский ярусы.

Отложения *карнийского яруса* залегают трансгрессивно с размывом на подстилающих ладинских слоях (их детальное описание приведено ниже при характеристике триасовых россыпей).

*Норийский и рэтский ярусы* верхнего триаса (тумульская свита) залегают на подстилающих породах несогласно с размывом и базальными конгломератами в основании. На прискладчатом крыле Лено-Анабарского прогиба они установлены на мысе Тумул, где в основании толщи залегают базальный горизонт (3,5 м), нижняя и верхняя части которого сложены конгломератами, средняя – зеленовато-серыми песчаниками. Гальки (до 60 % объема породы) представлены в основном кислыми эффузивами, присутствуют яшма, окремнелые породы, жильный кварц, лавы и туфы среднего и основного состава, разнообразные песчаники, реже роговики, гнейсы, плагиогнейсы, микрокварциты. Обломочный материал сцементирован разнозернистыми полимиктовыми песчаниками. Тяжелая фракция представлена в основном магнетитом, хромитом и цирконом. В незначительных количествах встречаются гранат, рутил, ставролит, титаномagnetит, пикроильменит и пироп. На крыже Прончищева в базальных конгломератах норийского яруса найдено четыре алмаза (Н.И. Горев, Чернышевская экспедиция, 1989).

В Приморском алмазоносном районе нижний отдел юрской системы начинается с *кыстыкюряхской свиты*, объединяющей геттанг-синемюрского возраста. Она залегают согласно на норийских образованиях. Отложения свиты представлены переслаивающимися алевролитами и аргиллитами темно-серыми, включающими мелкие сидеритовые конкреции. Общая мощность – от 4,7 до 6,2 м.

Плинсбахский ярус по объему соответствует джангйской свите, которая согласно залегают на кыстыкюряхской свите. Нижняя часть свиты мощностью до 30–35 м имеет сложное линзовидное строение и довольно пестрый литологический состав. Здесь преобладают мелко- и среднезернистые серые, зеленовато- и желтовато-серые песчаники с линзами конгломератов и гравелитов и прослоями темно- и коричневатого-серых алевролитов и аргиллитов. В основании свиты залегают коричневатого-бурые конгломераты, состоящие на 85 % из галек, сцементированных плотными мелкозернистыми песчаниками. Встречаются отдельные валуны метапесчаников протерозоя и разноцветных кремней и окатанных известняков кембрия. В составе галек преобладают кремни и различные окремненные породы. Встречаются порфиры, кварцитовидные песчаники, доломиты, известняки, метапесчаники, метасланцы, кварц, граниты, халцедон. Тяжелая фракция представлена в основном (до 70 %) рудными минералами, отмечаются гранат, пироксен, амфибол, редко – циркон, апатит, турмалин. Верхняя часть свиты мощностью до 80–85 м глинисто-алевролитовая. Здесь доминируют глинистые алевролиты серые и темно-серые плитчатые, горизонтально- и косослоистые, при выветривании образующие мелкооскольчатую остроугольную щебенку.

*Курунгская свита* тоарско-ааленского возраста развита в районе Оленекской ветви Верхоянской складчатой системы. Она согласна залегаёт на породах джангильской свиты. Разрез свиты отличается выдержанностью литологического состава по всей площади. Представлена плитчатыми глинистыми алевролитами тёмно-серого цвета, монотонно чередующимися с листоватыми аргиллитами серой и тёмно-серой окраски. Мощность свиты колеблется от 80 до 100 м.

Средне- и верхнеюрские отложения представлены келимярской, чекуровской, станюряхской и буокалахской свитами, которые сложены песчаниками полимиктовыми, известковистыми, реже глинистыми или слюдистыми светло-серыми, серыми, тёмно- и зеленовато-серыми, чередующимися с тёмно-серыми алевролитами. В нижней части встречаются прослой и линзы известняков. В песчаниках зачастую появляются стяжения пирита и звездчатые образования антраконита.

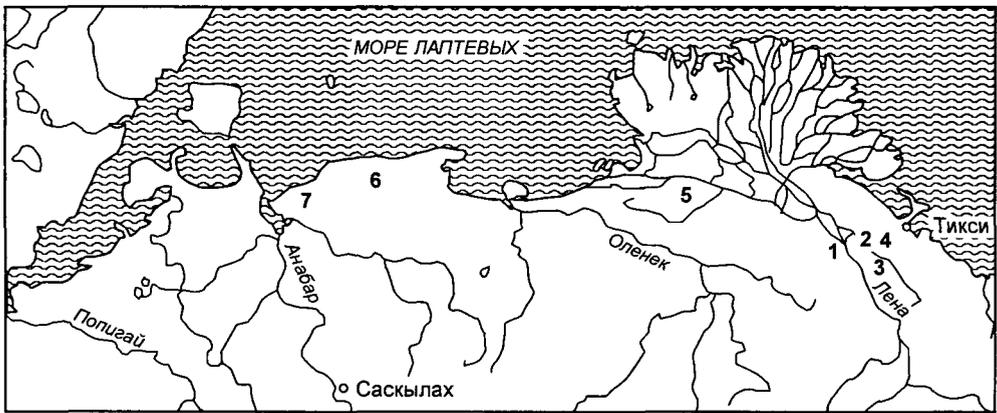
*Меловые отложения*, приуроченные к Лено-Анабарскому и Приверхоянскому краевым прогибам, относятся к нижнему отделу и представлены кигиляхской, кюсюрской, чонкогорской, булунской, бахской, огоньорюряхской, лукумайской, укинской и менгюряхской свитами, которые сложены песчаниками, алевролитами с прослоями и линзами углей, конгломератов и стяжениями сидеритов.

С поверхности мезозойские породы перекрыты 5–30-метровой толщей неогеновых и четвертичных образований.

К настоящему времени коренных источников алмазов в пределах района не выявлено, и его выделение в качестве территориально обособленной единицы основано на обнаружении проявлений россыпной алмазности в разновозрастных осадочных коллекторах. Алмазы содержатся в отложениях базальных горизонтов карнийского яруса на кряжах Прончищева, Чекановского и в Северном Верхоянье, современном русловом аллювии и пляжевых отложениях моря Лаптевых. Крупных и средних россыпей алмазов не найдено. Небольшие по размерам россыпные проявления алмазов тяготеют к полям развития покровных неогеновых отложений и выходов продуктивных отложений карния и установлены в долинах рек Песчаная, Муус-Хая, Гуримиской (НИИГА, Чернышевская экспедиция). Потенциально промышленные россыпные месторождения алмазов приурочены к базальному горизонту карнийского яруса верхнего триаса в пределах Булкурской антиклинали.

### Триасовые россыпи

Алмазность карнийских отложений верхнего триаса (осипайская свита) установлена от западных отрогов Верхоянского хребта до Анабарской губы (рис. 2.37). К западу от кряжа Прончищева и к югу от Хараулахского выступа триасовые отложения не опробовались, и их алмазность не выяснена. Косвенные признаки указывают на алмазность триаса между Анабарским и Хатангским заливами. Там находки алмазов в современных русловых и пляжевых образованиях тяготеют к участкам выходов карнийских отложений (устье р. Гуримиской, среднее течение р. Гуримиской; п-ов Урунг-Тумус). Авторами пиропы установлены в небольших образцах (всего 50–100 г) из карнийских отложений мыса Цветкова на п-ове Таймыр, которые любезно предоставил А.В. Ядренкин (ИНГГ СО РАН). Из этих образцов было извлечено 11 пиропов, причем все выделенные пиропы отличаются высокой хромистостью, и одно зерно попало в поле алмазной ассоциации ( $\text{CaO} - 2,08\%$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3 - 7,90\%$ ). К югу от Хараулахского антиклинория специализированных работ на алмазы не проводилось, но имеются сведения о находках алмазов в аллювии р. Уель-Сиктях – правого притока р. Лена, который размывает осадки карния.



**Рис. 2.37.** Схема расположения алмазоносных участков триасовых россыпей:

1 – Булкур, 2 – Таас-Ары, 3 – Кенгдейкан, 4 – Усат-Хая, Ольховый, 5 – кряж Чекановского, 6 – кряж Прончищева р. Урасалаах, 7 – кряж Прончищева р. Муус-Хая.

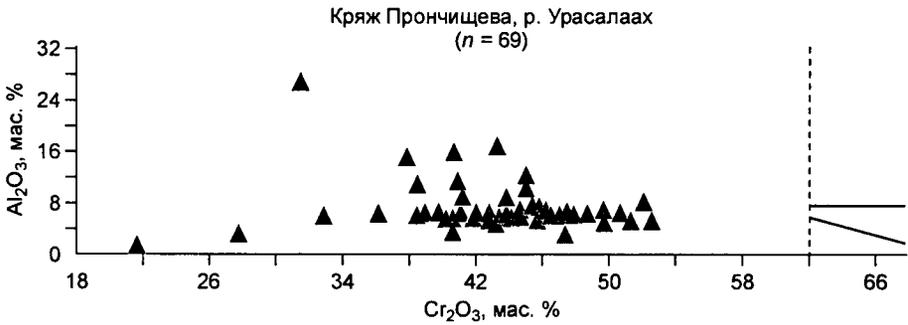
Продуктивные базальные отложения осипайской свиты карнийского яруса верхнего триаса повсеместно залегают на среднетриасовых ладинских песчаниках. Это пачка толстоплитчатых серых песчаников с массой обугленных растительных остатков. Она хорошо выражена в рельефе в форме куэстообразных гряд и идеально дешифрируется на аэрофотоснимках светло-серыми полосами (см. цв. вкладки). В Верхоянье песчаники включают линзы гравелитов и мелкогалечных конгломератов. Перекрывается продуктивный пласт темно-серыми алевролитами или аргиллитами с четко выраженной горизонтальной слоистостью. Обнаженность базального горизонта карнийского яруса плохая, как правило, этот горизонт завален крупноглыбовыми развалами ладинских песчаников. Единственные обнажения базального горизонта осипайской свиты установлены на о-ве Таас-Ары, на левом берегу р. Лена в районе р. Балаганнах и на левом берегу р. Булкур. Продуктивный пласт карнийского яруса характеризуется сложным составом и фациальной изменчивостью. Весьма изменчива и его мощность. Даже в пределах одного обнажения она колеблется от нескольких сантиметров до 0,5 м. Основными литологическими компонентами пласта являются рыхлые разнозернистые пески с примесью дресвы, гравия, щебня и гальки, в разной степени сцементированные гравелиты и мелкогалечные конгломераты. В большинстве изученных разрезов 80 % объема пласта составляют рыхлые разнозернистые пески желтовато-бурой или зеленовато-серой окраски, которые содержат значительную примесь дресвы, щебня, гравия и гальки (до 50 %). По данным Ю.М. Сибирцева, соотношение неокатанных и окатанных обломков широко варьирует – от 1:5 до 6:1. Петрографический состав неокатанных обломков исключительно однообразен. Все они сложены зеленовато-серыми аргиллитами и алевролитами, типичными для триаса. Состав гравия и гальки более пестрый, но и здесь эти породы доминируют (40–80 %). Кроме них в переменных количествах встречаются темно-серые песчаники, алевролиты и аргиллиты, типичные для карбона и перми, известняки, доломиты, кремни, траппы, кислые и средние эффузивы, жильный кварц. Петрографическое изучение шлифов показало, что пески имеют граувакковый состав. Состав обломков сходен с составом псефитовой примеси. Цемент глинистый, поровый или базальный, реже – глинисто-кремнистый, регенерационный кварцевый, кальцитовый, сидерит-кальцитовый, фосфатный или цеолитовый. Все различия песков содержат заметное количество (до 5 %) хлорита [Натапов и др., 1980].

Гравелиты – вторая по распространенности порода карнийского продуктивного пласта. Обычно они приурочены к его низам, но отдельные линзы встречаются и выше, вплоть до кровли. Степень цементации их различна. Окраска гравелитов чаще всего пятнистая, пятна зеленовато-серые, красные (на крыже Прончищева окраска гравелитов темно-серая до черной). Как и пески, гравелиты содержат значительную часть неокатанных обломков. Петрографический состав гравия аналогичен указанному для песков. В составе цемента Э.А. Шамшина (по данным рентгеноструктурного анализа) установила сидерит, пираргирит, пирабутлерит и гидрогетит [Шамшина, 1986]. По петрографическому описанию шлифов пород крыже Прончищева цемент базальный, представлен буровато-зеленым мелкопластинчатым хлоритом и почти изотропным кремнеземом.

Конгломераты встречаются редко. Они слагают отдельные линзы в подошве пласта, по мощности не превышающие 15 см. Цемент конгломератов песчано-глинистый, с примесью гравия. Как правило, размерность гальки убывает снизу вверх. В конгломератах неокатанных обломков меньше, чем в песках и гравелитах. Местами в них присутствуют скопления крупноребристых раковин пелеципод. В составе гальки преобладают осадочные породы. Среди магматических пород выделяются три группы: липарит-дациты и их туфы, андезиты и их туфы, базальты и их туфы. Весь этот набор характерен для конгломератов Нижне-Ленского района. К западу, в Усть-Оленекском районе и на крыже Прончищева, андезиты в составе галек исчезают, заменяясь метаморфическими породами. Гальки с поверхности, как правило, интенсивно преобразованы процессами гипергенеза. В большинстве исследованных галек отмечаются повышенные концентрации глинозема (22–37%), иногда формируются повышенные концентрации фосфора в форме фосфатов. Фазовый состав галек полиминеральный, фиксируется переменное соотношение бемита и шамозита, оксидов железа и различных фосфатов [Там же].

В Нижне-Ленском районе для тяжелой фракции карнийских гравелитов и конгломератов характерна хромит-гранатовая минералогическая ассоциация с лейкоксеном и хлоритом. В меньших количествах присутствуют циркон, рутил, анатаз, ильменит, магнетит, пирит и фосфаты. Закономерное обогащение гранатами происходит в рыхлых породах по сравнению со сцементированными. В последних появляются в значительных количествах пирит (до 15%) и ильменит (до 22%) и уменьшается содержание хлорита и лейкоксена. Для крыже Прончищева характерна хромит-ильменит-магнетитовая ассоциация минералов с гранатом и пироксеном. Среди гранатов преобладает пироп, реже встречаются алмадин, андрадит и гроссуляр. Магнетит сильно окисленный.

Минералы-индикаторы кимберлитов, встречающиеся в верхнетриасовых россыпях, представлены пиропом, пикроильменитом и хромшпинелидом, на крыже Прончищева обнаружен оливин ( $Ng - 1,700$ ). Среди этих минералов преобладает хромшпинелид. Его содержание достигает 50% от веса тяжелой фракции. Зерна преимущественно менее 1 мм, представлены кристаллами октаэдрического габитуса или их обломками. Ребра и вершины сильно потерты, грани матовые, иногда блестящие. Следы коррозии отсутствуют. По составу исследованные хромшпинелиды делятся на две совокупности [Афанасьев и др., 1986]: в первой содержания основных окислов составляют:  $Cr_2O_3 - 53-63\%$ ,  $Al_2O_3 - 8-13\%$ ,  $TiO_2 - 0,1-0,4\%$ ; во второй –  $Cr_2O_3 - 30-50\%$ ,  $Al_2O_3 - 4,5-6,5\%$ ,  $TiO_2 - 3,5-8\%$ . Сравнивая их с составом из известных трубок, можно заметить, что первые попадают в область высокохромистых значений, характерных для высокоалмазоносной тр. Мир, а вторые уходят за пределы области состава хромшпинелидов из слабоалмазоносных трубок. Ни одно из проанализированных зерен не попадает в поле состава хромитов-включений в алмазах или сростков с алмазами. Для крыже Прончищева характерен однообразный состав хромшпинелидов. Среди проанализированной



**Рис. 2.38.** Диаграмма химического состава хромшпинелидов карнийского яруса (данные Чернышевской экспедиции) (по Н.В. Соболеву).

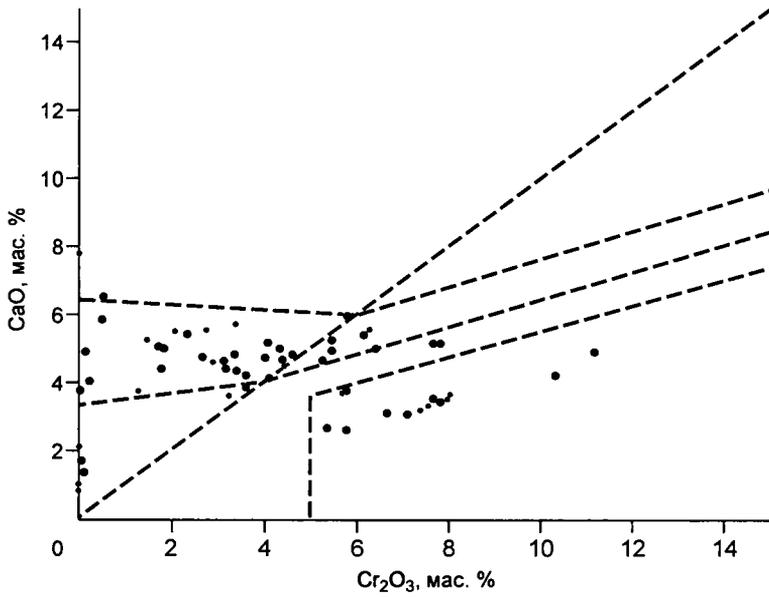
немногочисленной выборки хромшпинелидов зерен алмазной ассоциации не обнаружено (рис. 2.38).

В распределении минералов-спутников алмаза в продуктивном горизонте карния четко прослеживается преобладание пироба над пикроильменитом, исключение составляет Усть-Оленекский район, где последний явно доминирует. Наиболее значительные концентрации пироба приурочены к центральной части уч. Булкур (30–40 %), левобережью р. Кенгдейкен (10–12 %), о-ву Таас-Ары (7–15 %). Средние размеры зерен меньше 1 мм, но на участках Булкур и Таас-Ары преобладают зерна крупнее 1 мм, достигая 4–5 мм. Преобладающая часть пиробов представлена обломками неправильной формы, в меньшей степени – колотыми зернами. Целые зерна встречаются редко, они, как правило, присутствуют в классе –2+1 мм. Характерно наличие трещиноватых зерен, на кряже Прончищева, в верховьях р. Урасалаах, их содержание достигает 70 %. Пиробы из триасовых россыпей уч. Булкур характеризуются широкими гранулометрическими и цветовыми спектрами. Среди них преобладают зерна хорошей сохранности, что свидетельствует о близости коренных источников. На части зерен пиробов обнаружены фрагменты келифитовых кайм. В.В. Селиванова (геологический факультет МГУ) [1991] при изучении их состава установила, что их основой являются хлорит, в меньшей степени присутствуют слюда, хромшпинелиды и магнетит. Рентгеноструктурный анализ показал в их составе наличие граната – 88 % ( $d = 2,8969–2,5903–2,3635–2,2685–2,1120–1,8769–1,6704–1,6040–1,54570 \text{ \AA}$ ); кварца – 10 % ( $d = 3,3657–2,4688–1,6704–1,545 \text{ \AA}$ ); серпентина, каолинита – 2 % ( $d = 7,225 \text{ \AA}$ ).

Типоморфные особенности пиробов, их химический состав изучены достаточно полно [Афанасьев и др., 1986; Граханов и др., 2003; Селиванова, 1991; Шамшина, 1986]. Всего проанализировано более 1000 зерен. Около 70 % пиробов попало в пределы лерцолитовой ассоциации с низким содержанием хрома, 25 % составила лерцолитовая ассоциация с повышенным содержанием хрома. В поле гранатов алмазной ассоциации попало незначительное количество зерен – 1–2 %. В Западном Верхоянье среди 99 проанализированных зерен пиробов алмазной ассоциации не обнаружено.

Аномалией выделилась устьевая часть р. Оленек, где карнийские отложения изучены на мысе Тумул. Здесь в основании карнийских слоев ассоциация гранатов, состоящая на 60 % из хромсодержащих пиробов, имеет высокую концентрацию пиробов алмазной ассоциации – 25 % общего числа гранатов или 42 % общего количества пиробов [Шамшина, 1986]. В последующие годы работами Чернышевской экспедиции оленекская аномалия была подтверждена [Граханов, Коптиль, 2003]. Из 68 проанализированных зерен 14 попали в поле алмазной ассоциации (рис. 2.39).

При этих работах было установлено, что в районе устья р. Оленек содержание пиробов в карнийских отложениях невысокое и преобладает пикроильмени-

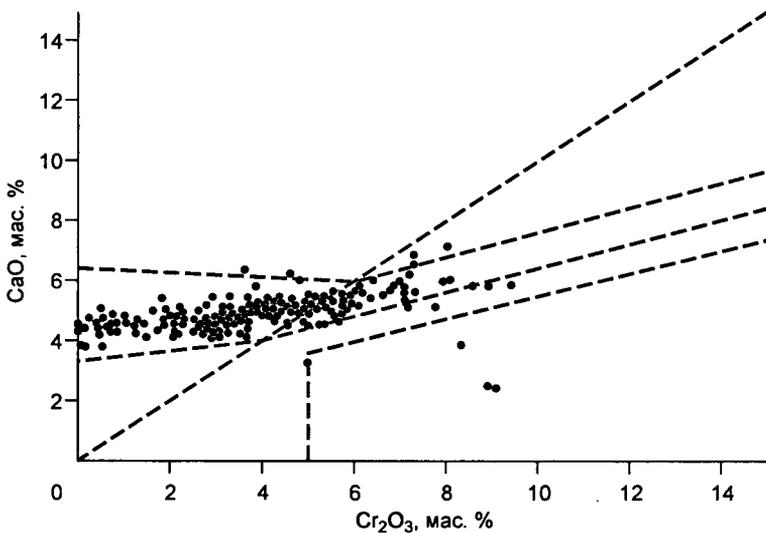


**Рис. 2.39.** Диаграмма химического состава пиропов из карнийского яруса на мысе Тумул кряжа Чекановского (данные Чернышевской экспедиции) (по Н.В. Соболеву).

товая ассоциация. Однако нет полной уверенности в стратиграфической принадлежности опробованного слоя, так как нельзя исключить, что опробованные отложения принадлежат к основанию норийского яруса.

Достаточно большая выборка гранатов из карнийских отложений кряжа Прончищева изучена геологами Чернышевской экспедиции. В бассейне р. Урасалаах из 256 проанализированных зерен четыре зерна попали в поле алмазной ассоциации (рис. 2.40).

Практически такие же результаты получены в бассейне рек Муус-Хая и Булкур, которые расположены на противоположных частях Лено-Анабарской субпро-



**Рис. 2.40.** Диаграмма химического состава пиропов (256 анализов) из карнийского яруса на кряже Прончищева в бассейне р. Урасалаах (данные Чернышевской экспедиции).

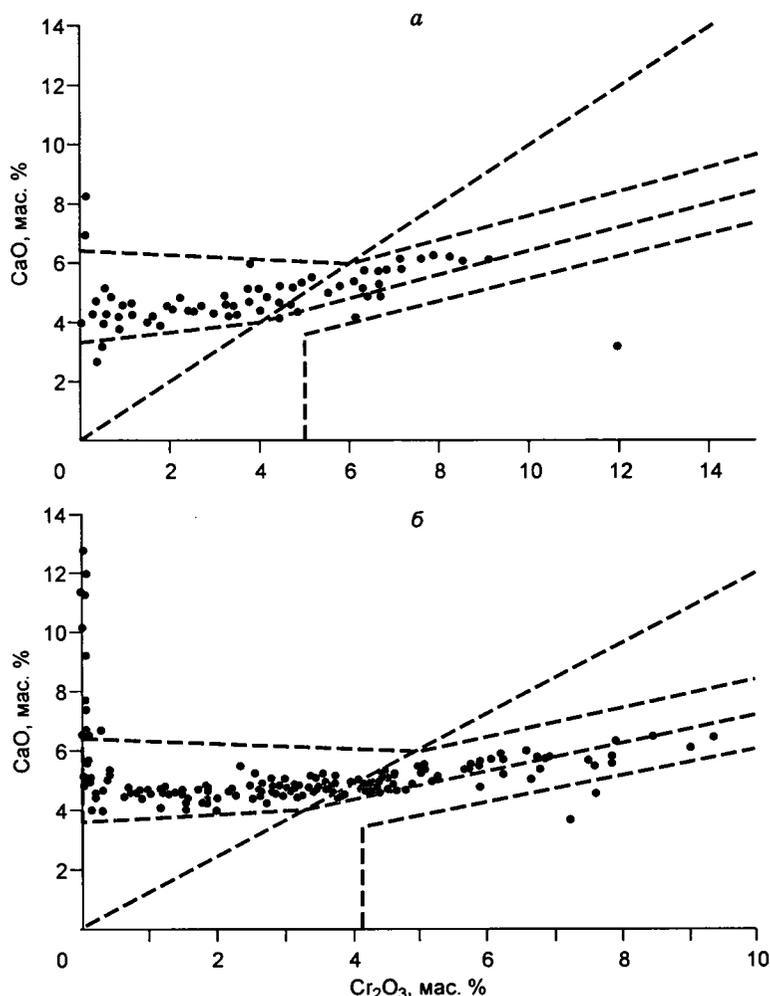


Рис. 2.41. Диаграмма (по Н.В. Соболеву) химического состава пиропов:

*a* – из карнийского яруса на кряже Прончищева в бассейне р. Муус-Хая (данные Чернышевской экспедиции); *б* – из карнийского яруса участка Булкур (анализы проводились в Центральной аналитической лаборатории Ботуобинской экспедиции АК “АЛРОСА, микроанализатор JXA-8800R, аналитик А.С. Иванов).

винции, где в первом случае из 104 зерен лишь два попали в поле алмазной ассоциации, а во втором из 167 зерен – тоже два (рис. 2.41, *a*, *б*).

Дополнительная информация по пиропам западной (кряж Прончищева), центральной (Усть-Оленекский район) и восточной (Нижне-Ленский район) площадей получена при физиографических и оптикоспектроскопических исследованиях, выполненных в ЯНИГП ЦНИГРИ, аналитик В.И. Вуйко. Основные выводы этих исследований сводятся к следующему: а) все гранаты пиропового состава представлены колотыми зернами или осколками и характеризуются широким диапазоном окатанности: от практически неокатанных осколков до единичных, хорошо окатанных “шариков”. Гипергенная коррозия проявлена слабо. На редких зернах фиксируется постмагматическая поверхность. Довольно редко встречаются гранаты с включениями. Количество трещиноватых зерен широко варьирует – от 16 до 70 %; б) цвет пиропов изменяется в широких пределах – от лиловых до бледно-розовых; в) установлен весь набор гранатов, характерных для кимберли-

тов. Наиболее распространены хромовые пиропы лерцолитовых парагенезисов, составляющие 47–63 % всех изученных зерен. Подчиненную роль играют уваровитсодержащие пиропы из верлитов (3–8 %), высокохромовые – из шпинель-гранатовых (8–18 %) и малохромовые – из ильменитовых (15–24 %) ультрабазитов, а также пироп-альмандины из магнезиально-железистых эклогитов (3–13 %). Редко встречаются пиропы из гарцбургитов (до 2 %), вебстеритов, дунитов (до 3 %), а также мегакристы (желваки) (до 4 %) и пироп-альмандины из магнезиальных эклогитов (до 1 %); г) гранаты алмаз-пироповой фации глубинности представлены кноррингит-пиропами дунитового (до 1 %) и пироп-альмандинами эклогитового (3–7 %) парагенезисов; д) широкий цветовой диапазон изученных гранатов, присутствие среди них в заметном количестве относительно малоустойчивых в гипергенных условиях красно-оранжевых и оранжевых малохромистых пиропов из катаклазированных лерцолитов, ильменитовых ультрабазитов и пироп-альмандинов из магнезиально-железистых эклогитов, наличие на отдельных из них первичных постмагматических поверхностей в сочетании с высокой степенью сохранности указывают на возможную близость коренных источников.

Пикроильменит в карнийских отложениях распространен неравномерно, максимальные содержания отмечаются на крыже Чекановского (4–18 % от веса тяжелой фракции) и на участках Булкур и Кенгдейкен (4–12 %) в Нижне-Ленском районе, а на остальной территории он присутствует в единичных зернах, размеры которых обычно не превышают 1 мм. Пикроильменит представлен обломками неправильной формы и колотыми зернами. Характерно развитие на поверхности большинства зерен лейкоксеновой оболочки, которая иногда полностью замещает пикроильменит. На сколах зерен часто присутствуют бурые корочки, сложенные кристаллическим анатазом. Реже встречаются мелкие зерна пикроильменита агрегатного строения.

Впервые алмазы в карнийских отложениях верхнего триаса были найдены в 1979 г. Н.И. Гогиной на о-ве Таас-Ары (низовья р. Лена) [Гогина, 1979]. В последующие годы работами Ю.М. Сибирцева, Р.О. Галабалы, В.В. Селивановой, В.Н. Боброва (“Аэрогеология”), Н.И. Горева, С.А. Граханова (Чернышевская экспедиция АК “АЛРОСА”) установлена алмазоносность отложений карнийского яруса в Северном Верхоянье, на крыжах Чекановского и Прончищева. Алмазоносность Западного Верхоянья и Лено-Анабарской ветви складок изучена крайне неравноценно. Наиболее хорошо изучен Нижне-Ленский район и особенно уч. Булкур, где объемы опробования превысили 150 м<sup>3</sup>. Достаточно хорошо опробованы участки Ольховый (58 м<sup>3</sup>) и Усат-Хая (16 м<sup>3</sup>) правобережья р. Лена. На крыже Чекановского лишь на одном участке Ангардам-Таса объемы опробования достигли 14 м<sup>3</sup>, в большинстве же случаев продуктивные осадки опробованы единичными шлихами и мелкообъемными пробами. Точно такая же ситуация на Усть-Оленекской площади. На крыже Прончищева карнийские отложения опробованы в верховьях р. Урасалаах мелкообъемными пробами и в бассейне р. Муус-Хая единственным шлихом объемом 20 л. Исходя из неравноценных данных по опробованию карнийского коллектора, объективную оценку алмазоносности сделать невозможно. Опираясь на имеющиеся данные, можно отметить, что максимальные концентрации алмазов установлены в пределах участка Булкур, где уровень алмазоносности достиг 11,58 кар/м<sup>3</sup> при среднем значении около 2,0 кар/м<sup>3</sup>. На уч. Кенгдейкен (правобережье р. Лена) средние содержания алмазов составляют 0,41 кар/м<sup>3</sup> при максимальной концентрации 1,80 кар/м<sup>3</sup>. В пределах о-ва Таас-Ары уровень алмазоносности варьирует от 0,2 до 0,5 кар/м<sup>3</sup> и редко превышает 1,0 кар/м<sup>3</sup>. На крыже Чекановского значения алмазоносности не достигают 0,2 кар/м<sup>3</sup>, а в пределах Усть-Оленекской площади алмазы не обнаружены. На крыже Прончищева по единственной точке опробования уровень алмазоносности составил 0,38 кар/м<sup>3</sup> (бассейн

р. Урасалаах), а в самой западной точке, в бассейне р. Муус-Хая, алмаз был найден в шлиховой пробе.

По мнению Р.О. Галабалы, алмазы присутствуют в базальных слоях верхнего карния только на тех участках, где эти слои подстилаются континентальной пачкой ладинских песчаников. В пределах самого продуктивного пласта закономерностей алмазонасности в зависимости от литологии пласта и его мощности не устанавливается. По данным Ю.М. Сибирцева, отмечается резкое уменьшение содержаний на участках, где пласт сложен уплотненными песками с прослоями углей. Алмазы содержатся в больших количествах на тех участках пласта, где он сложен рыхлыми разностями. Очевидна и прямая корреляционная связь между содержаниями крупных пиропов (+1 мм) и алмазонасностью. Это хорошо видно на примере уч. Булкур, где наряду с ураганной алмазонасностью содержатся высокие концентрации крупных пиропов. Более низкое содержание пиропов алмазной ассоциации на кряже Прончищева и на Западном Верхоянье в сравнении с участками Булкур и Таас-Ары согласуется с более низкой здесь алмазонасностью. Карнийский коллектор является наиболее древним, в котором установлены алмазы северного, или эбеляхского, типа, составляющие основную долю в уникальных россыпных месторождениях северо-востока Сибирской алмазонасной провинции (табл. 2.98).

По кристалломорфологическим особенностям очень сходны ассоциации алмазов участков Булкур и Таас-Ары, которые содержат приблизительно в равном количестве кристаллы I, V и VII разновидностей (по классификации Ю.Л. Орлова [1989]). К западу (кряж Прончищева) и востоку (Западное Верхоянье, уч. Усат-Хая) резко возрастает доля алмазов I разновидности за счет снижения суммы камней V и VII разновидностей, при этом существенно увеличивается доля кристаллов с ламинарным строением граней (алмазы кимберлитового типа) на кряже Прончищева. Механический износ на алмазах всех разновидностей визуально не фиксируется (табл. 2.99).

Таблица 2.98

**Типоморфные особенности алмазов карнийского яруса и кимберлитов севера Лено-Анабарской субпровинции**

Трубка и россыпь	Разновидности алмазов, %									
	I					II	III	IV	V+VII	VIII
	ламинарные	округлые			сумма					
уральского типа		жильного типа	сумма							
<b>Кимберлиты севера Сибирской алмазонасной провинции</b>										
Заполярная	32,8	10,3	34,8	45,1	92,8	0,1	0,5	0,8	0,0	5,7
Дьянга	20,6	0,3	53,8	54,1	93,9	3,3	0,0	2,5	0,0	0,0
Ленинград	57,6	6,3	18,7	25,0	95,5	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
Малокуонамская	64,0	4,8	9,6	14,4	97,6	2,0	0,0	0,0	0,0	0,4
<b>Верхний палеозой</b>										
Нуччаюрегинская, нижний карбон	75,9	6,9	4,3	11,2	88,2	0,5	0,0	9,7	0,0	0,0
<b>Триасовые россыпи</b>										
Булкур	7,1	25,0	8,8	33,8	51,7	2,4	0,0	0,0	45,6	0,0
Таас-Ары	11,0	18,0	6,0	24,0	45,0	8,0	0,0	0,0	47,0	0,0
Кенгдейкан	8,4	28,4	5,6	34,0	62,5	6,2	0,0	0,0	31,3	0,0
Усат-Хая	10,0	23,9	18,2	42,1	67,9	2,8	0,6	0,0	25,2	0,4
Ольховый	12,7	21,4	12,8	34,2	68,5	0,0	0,0	0,0	31,5	0,0
Кряж Прончищева	18,2	25,4	27,0	52,4	85,7	1,6	0,0	0,0	9,5	0,0

Таблица 2.99

## Механический износ (истирание) алмазов из различных типов первоисточников

Россыпь, возраст	Всего изучено алмазов, шт.	Тип алмазов, шт./износ, %			
		ламинарный	уральский	жильный	эбеляхский
Кенгдейкен, верхний триас	144	30/0,0	41/0,0	8/0,0	45/0,0
Кряж Прончищева, верхний триас	122	22/0,0	31/0,0	33/0,0	12/0,0

Однако, если на алмазах уч. Кенгдейкен и кряжа Прончищева механический износ истирания отсутствует, но фиксируются кристаллы с износом выкрашивания, то на изученных в последнее время камнях уч. Булкур (более 300 шт.) следы износа обоих типов вообще отсутствуют.

Величина алмазов из карнийского пласта колеблется в широких пределах – от долей миллиграмма до 5,16 кар (кристалл V разновидности), но в целом для всех участков характерен низкий средний вес (табл. 2.100).

По среднему весу и распределению алмазов по классам крупности карнийский промежуточный коллектор можно отнести к россыпям ближнего сноса, по аналогии с россыпями, связанными с коренными промышленными месторождениями [Граханов и др., 2003]. Средний вес кристаллов закономерно уменьшается с запада (уч. Булкур) на восток (уч. Ольховый) с 17,0 до 2,4 мг, а также почти в два раза – с севера на юг по уч. Булкур. Характерной особенностью изученных алмазов Нижне-Ленского района является высокое содержание серых, переполненных включениями графита кристаллов V разновидности и сложных двойников и сростков додекаэдров VII разновидности с легким ( $\delta^{13}\text{C} = 22,5\%$ ) изотопным составом углерода. Также присутствуют (5–10 %) желто-оранжевые кубоиды II разновидности с изотопным составом углерода промежуточного ( $\delta^{13}\text{C} = -13,60\%$ ) состава. Среди кристаллов I разновидности преобладают типичные округлые скрытослоистые додекаэдровиды (уральский тип) при сравнительно низком содержании додекаэдровидов с шагренью и полосами пластической деформации (жильный тип). В ассоциации изученных алмазов отмечено высокое (2/5–1/2) содержание сложносдвойникованных по шпинелевому закону кристаллов. Широко распространены индивиды с признаками травления в форме шрамов. Окрашенные алмазы составляют незначительную долю (около 1/3), а наиболее распространенными являются лилово-коричневая окраска I разновидности и серая (из-за включений графита) V разновидности. Общее содержание твердых включений в алмазах довольно высокое и достигает половины и более от общего количества кристаллов [Граханов, Коптиль, 2003], причем среди них резко преобладают эпигенетические включения графита. Суммарное содержание сингенетических включений составляет 1 % – это одна из наиболее низких цифр среди россыпей северо-востока Сибирской платформы (табл. 2.101, 2.102).

Таблица 2.100

## Гранулометрический состав алмазов из триасовых россыпей

Участок	Извлечено алмазов		Средний вес, мг	Класс крупности (мм), количество/вес, %			
	шт.	мг		–8+4	–4+2	–2+1	–1+0,5
Кряж Прончищева	138	159	1.2	0,0/0,0	0,0/0,0	2,9/8,7	97,1/91,3
Булкур	296	2475	8.4	0,0/0,0	17,3/59,6	63,8/38,5	18,9/1,9
Таас-Ары	449	1818	4.0	0,0/0,0	2,2/24,7	40,2/55,6	54,6/19,7
Кенгдейкен	426	1576	3.7	0,0/0,0	1,6/16,4	46,9/65,4	51,5/18,2
Усат-Хая	318	969	3,0	0,0/0,0	2,9/23,6	60,4/65,3	36,7/11,1

По результатам микрорентгеноспектрального анализа включений из семи алмазов (среди них шесть камней I разновидности) установлены: оливин в октаэдрическом кристалле (ультраосновной парагенезис), а также гранат оранжевого цвета в октаэдре, гранат оранжевый + омфацил в октаэдре и гранат оранжевый + омфацил в двух додекаэдроидах с шагренью (эклогитовый парагенезис) и в одном двойнике додекаэдров VII разновидности диагностировано включение санидина (эклогитовый парагенезис). Их химические составы обычны для включений в алмазах, причем включения эклогитовой ассоциации резко преобладают (83,3 %), их содержание даже выше, чем в кристаллах из россыпей Эбеляхской алмазоносной площади (50 %). Специфика изученной ассоциации алмазов заключается также в относительно низком содержании кристаллов с сине-голубым свечением в ультрафиолетовых лучах ( $< 1/4$ ) при преобладании ( $> 40$  %) индивидов с розово-сиреневым и фиолетовым свечением. Для изученных кристаллов характерно высокое ( $> 1/3$ ) содержание обломков и осколков. Необходимо отметить, что подавляющее большинство сколов имеет аллювиальный характер. Вместе с тем значительное количество сколов являются протоматматическими и коррозионными.

Таким образом, по результатам комплексного исследования алмазов из верхнетриасовых отложений можно выделить своеобразный тип их первоисточника невыясненного генезиса, который, по-видимому, сходен с таковым для россыпей юго-востока Австралии (Новый Южный Уэльс), поскольку в них установлены своеобразные ассоциации включений эклогитового генезиса (гроссулар + пироксен + коэзит) [Соболев и др., 1984]. Кристаллы из верхнетриасовых отложений кряжа Прончищева очень мелкие (все алмазы класса  $-1+0,5$  мм) при среднем весе всего 1,1 мг. Подавляющее их большинство (60,8 %) составляют типичные округлые индивиды, среди которых преобладают додекаэдроиды с шагренью и полосами пластической деформации жильного типа. Содержание двойников и сростков сравнительно невысокое (25,6 %), причем для них характерно присутствие (10,8 %) своеобразных циклических двойников додекаэдров с шагренью, практически отсутствующих в других россыпях. Количество окрашенных алмазов небольшое (21,7 %), причем резко преобладает лилово- и дымчато-коричневая окраска (в сумме 17,5 %). Ожелезнение довольно характерно и присутствует на 36,5 % от общего количества всех кристаллов. Твердых включений относительно мало (32,5 %), все они представлены эпигенетическим графитом и графит-сульфидом. Характерно высокое (39,0 %) содержание индивидов с сине-голубой фотолюминесценцией. Отмечена низкая степень сохранности (целостность) при преобладании (32,4 %) обломанных камней и обломков и очень низком (всего 17,6 %) содержании целых кристаллов. Необходимо отметить, что алмазы сопоставимого класса крупности из верхнетриасовых отложений кряжа Прончищева и Нижне-Ленского района заметно отличаются, что свидетельствует об их собственных коренных источниках.

Для изучения структурной примеси азота использовалась оптическая спектроскопия. Регистрация спектров поглощения алмазов в УФ-области спектра (Амакинская экспедиция, аналитик Ю.М. Биленко) осуществлялась с помощью комплекса аппаратуры МДР-41. Спектры регистрировались при комнатной температуре в диапазоне 230–400 нм. По полученным спектрам определялась концентрация структурной примеси азота в форме А (пара атомов азота в соседних узлах кристаллической решетки). Концентрация азота в форме А-дефекта связана с коэффициентом поглощения на 306,5 нм соотношением [Kaiser, 1959]:

$$N = 5,8 \cdot K \alpha_{306,5},$$

где  $K = 1,65$ . Коэффициент поглощения фона определяется по минимуму спектра поглощения на длине волны 330 нм. Всего исследовано 552 алмаза из верхнетриасовых отложений Западного Верхоянья и 66 кристаллов из верхнетриасовых от-

Таблица 2.101

**Химический состав включений гранатов и санидина в алмазах  
из верхнетриасовых отложений участков Булкур и Кенгдейкан**

Компонент	Номер образца						
	27/60	(172)	46/49	(251)	85/49 (259)	113/19 (61)	23/60 (169)
	Край	Центр	Край	Центр			
SiO <sub>2</sub>	40,7	43,8	41,7	42,1	39,9	40,5	64,9
TiO <sub>2</sub>	0,41	0,027	0,39	0,4	0,76	0,5	0,02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23	21,2	23,4	22,7	21,3	22	19,4
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,17	0,13	0,14	0,15	0,12	0,01	0
FeO	14,4	8,82	11,7	11,8	17,9	13,5	0,04
MnO	0,27	0,22	0,25	0,26	0,42	0,45	0,01
MgO	13,6	14	17,1	17,2	8,45	9,23	0
CaO	8,03	8,66	5,37	5,44	11,2	14	0,04
Na <sub>2</sub> O	0,56	0,98	0,11	0,11	0,21	0,22	0,55
K <sub>2</sub> O							11,6
Сумма	101,14	98,08	99,16	100,16	100,26	100,41	101,06
F	37,3	26,1	27,8	27,8	54,4	45	
Са-комп.	23	29,8	14,6	14,7	31,3	38,3	
Mg-комп.	48	55,6	62,6	62,3	31,8	34,1	
	Гранат оранжевый в октаэдре I разновидности		Гранат оранжевый в додекаэдроиде I разновидности		Гранат оранжевый в додекаэдроиде I разновидности	Гранат оранжевый в октаэдре I разновидности	Санидин в двойнике додекаэдрои- дов VII разно- видности

Примечание. Здесь и в табл. 2.102 анализы выполнены в ОИГГМ СО РАН, аналитик Э.С. Ефимова. В скобках – количество анализов.

Таблица 2.102

**Химический состав включений в алмазах участков Булкур и Кенгдейкан**

Компонент	Оливин в октаэдре I разновидности	Химический состав	Омфацил в октаэдре I разновидности	Омфацил в додекаэдр- роиде I разновидности	
	Номер образца				
	33/60 (175)		27/60 (172)	85/49 (259)	
SiO <sub>2</sub>	41,2	SiO <sub>2</sub>	55,3	54,6	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,06	TiO <sub>2</sub>	0,16	0,56	
FeO	7,48	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,2	0,43	
MnO	0,11	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,15	0,03	
Mg	50,2	FeO	4,3	5,31	
CaO	0,05	MnO	0,57	0,06	
NiO	0,35	MgO	11,9	9,91	
Сумма	99,45	CaO	16,0	14,8	
Fo	91,8	Na <sub>2</sub> O	4,97	4,89	
F	7,72	K <sub>2</sub> O	0,01	0,75	
		Сумма	100,56	99,34	
		F	16,9	23,1	
		Ca/Ca+Mg	49,2	51,8	

Примечание. Анализы выполнены в ОИГГМ СО РАН, аналитик Э.С. Ефимова.

ложений кряжа Прончищева. Характерной особенностью первых является одно-модальное распределение алмазов по содержанию в них А-центра с максимумом (22 %) в области  $20-25 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$  и длинным высокоазотным “хвостом” вплоть до значений  $45-50 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ , максимальных для кристаллов Сибирской платформы. Следует отметить, что максимум  $20-25 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$  распределения алмазов из верхнетриасовых отложений Западного Верхоянья полностью совпадает с максимумом распределения концентрации А-центра кристаллов V и VII разновидностей из современных россыпей северо-востока Сибирской платформы (в том числе россыпи р. Эбелях), резко отличаясь от кривых распределения алмазов других морфологических типов. Для алмазов из верхнетриасовых отложений кряжа Прончищева характерна иная кривая распределения кристаллов по содержанию в них примесного азота в форме А-центра – это одномодальная кривая с максимумом в области  $10-15 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$  и длинным высокоазотным хвостом вплоть до значений  $35-40 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ .

Проведенные в последние годы исследования алмазов уч. Булкур методами оптической спектроскопии (ЯНИГП ЦНИГРИ) показали, что характеристики изученных алмазов I разновидности полностью соответствуют характеристикам алмазов из кимберлитов, но имеют особенности в содержании и соотношении основных дефектов, что позволяет их уверенно отличить от индивидов других кимберлитовых полей. Прежде всего обращает на себя внимание высокая агрегированность азота в кристаллах, обогащенных этой примесью. Отмечается высокое содержание азота в ромбододекаэдрах I разновидности, в то время как подобные кристаллы кимберлитовых трубок Центрально-Сибирской субпровинции регистрируют малые и средние концентрации этой примеси. Высокий процент индивидов с характерной для пластически-деформированных камней полосой поглощения свидетельствует о сложной постростовой их истории. Среди алмазов уч. Булкур явно преобладают визуально однородные по строению и свечению индивиды, что характерно только для трубок Накынского поля и не типично для коренных месторождений других полей. Превалирует розово-сиреневая люминесценция, низкое содержание индивидов с желто-зеленой люминесценцией и относительно высокое – с сине-голубой.

### Средне-Оленекский алмазоносный район

Район расположен в бассейне среднего течения р. Оленек. В геоструктурном отношении эта территория располагается на восточном склоне Анабарской антеклизы в пределах Суханской впадины, выполненной повсеместно развитыми карбонатными и глинисто-карбонатными породами среднего–верхнего кембрия. В восточной части района отмечаются реликты сохранившихся от размыва нижнеюрских отложений, представленных песками, алевритами, галечниками. Широко распространены четвертичные образования различного генезиса. Кимберлиты и комагматичные им породы района слагают около 200 трубочных, даечных и жильных тел, образующих четыре кимберлитовых поля: Западно-Укукитское, Восточно-Укукитское, Чомурдахское и Севернейское.

*Западно- и Восточно-Укукитское кимберлитовые поля* расположены в бассейнах рек Омонос и Укукит. Они сближены в плане, имеют четкую структурную приуроченность к Далдыно-Оленекской зоне и поэтому рассматриваются совместно. Кимберлитовые тела по площади полей распределены крайне неравномерно. Встречаются как одиночные тела, так и обособленные группы, состоящие из 2–7 трубок и даек. Дайки и трубки имеют четкое северо-восточное простирание. Размеры кимберлитовых трубок изменяются в широком диапазоне – от  $8 \times 26$  до  $100 \times 200$  м. Дайки имеют небольшую мощность – от 0,1 до 2 м, редко встре-

чаются дайки мощностью до 30 м. Их протяженность также широко варьирует – от 2 до 10 км. При групповом размещении дайки по отношению друг к другу ориентированы параллельно, часто кулисообразно, с расстояниями между ними от 0,2 до 300 м.

В петрографическом отношении дайки и жилы в большинстве случаев представлены интрузивными разностями кимберлитов. Трубки взрыва сложены преимущественно кимберлитовыми брекчиями. Кимберлитовые породы рассматриваемых полей существенно различаются между собой по набору минералов-спутников алмаза и их количественному соотношению, а также по содержанию этих минералов. Характерной особенностью является почти полное отсутствие оливина, преобладание кимберлитовых тел, содержащих только пикроильменит, при очень низком содержании этого минерала вообще. В то же время известны тела с полной гаммой минералов-спутников алмаза. В отношении алмазоносности кимберлитовые тела Западно- и Восточно-Укукитского полей малопродуктивны. Убогая алмазоносность установлена лишь в шести из них – трубках Ленинградская, Омонос, Русловая, Фестивальная, Светлана и Лорик.

*Чомурдахское и Севернейское кимберлитовые поля* располагаются в районе Маакской излучины р. Оленек. В пределах поля выявлено около 50 кимберлитовых тел. Они приурочены к разрывным нарушениям северо-восточного простирания Далдыно-Оленекской зоны, что обусловило ориентировку длинных осей трубок и даек в этом же направлении. Размеры трубок небольшие и колеблются в пределах от 25×50 до 100×250 м, форма удлинненно-вытянутая, близкая к эллипсоидной. Некоторые тела имеют сложную форму и представляют собой сочетание трубки с дайкой. Мощность даек изменяется от 0,2–0,3 м и первых метров до 15–30 м, в местах раздувов – до 80 м, протяженность – от десятков до 1700 м. По результатам опробования установлена убогая алмазоносность шести трубок и двух даек, не превышающая сотых долей карат на кубометр.

Промышленные россыпи алмазов в районе отсутствуют. Непромышленные концентрации алмазов установлены в русловом аллювии рек Укукит, Омонос, Чомурдах, Сопка и Севернэй. Из них лишь в реках Омонос и Укукит в отдельных точках уровень алмазоносности превысил каратный рубеж. Повышенная продуктивность этих рек установлена геологами Амакинской экспедиции (Ю.П. Белик). В мелкообъемных и валовых пробах из современного аллювия максимальные содержания на р. Укукит достигали 1,92 кар/м<sup>3</sup>, а на реке Омонос – 0,60 кар/м<sup>3</sup>. Высокая алмазоносность характерна для небольших локальных участков, не представляющих практического интереса. Средняя продуктивность этих рек не превышает десятых долей карата в одном кубическом метре песков. При опробовании современного аллювия р. Омонос ниже трубок Ленинградская и Русловая установлены низкие параметры алмазоносности аллювия с типоморфными чертами и гранулометрией алмазов, характерной для россыпей ближнего сноса, но *буквально через десять километров ниже этих трубок “свежий” кимберлитовый ореол алмазов исчезает*, замещаясь “северным” региональным ореолом алмазов. Для алмазов этих рек характерен высокий средний вес, который варьирует от 20 мг на р. Сопка до 27 мг на р. Укукит. Как уже было отмечено выше, исключение составляет десятикилометровый отрезок р. Омонос ниже трубок Ленинградская и Русловая, где фиксируется низкий средний вес, на других водотоках содержание мелких классов (–1 мм) по количеству и весу не превышает одного процента. По типоморфным особенностям алмазов для всех рек характерно высокое содержание сильно изношенных алмазов эбеляхского типа (V и VII разновидности), доля которых достигает 30 %. Аномальное содержание в россыпях и ассоциирующих с ними желтых кубов II разновидности на р. Сопка достигает 12,7 %, что является максимальным для россыпей Лено-Анабарской алмазоносной субпровинции.

## Центрально-Сибирская рудно-россыпная субпровинция

Центрально-Сибирская рудно-россыпная субпровинция располагается в центральной части Сибирской алмазоносной провинции, где охватывает преимущественно бассейн верхнего и среднего течения р. Вилюй (рис. 2.42, 2.43).

Относительно условные контуры субпровинции определяются Вилюйской областью развития известных и прогнозируемых продуктивных кимберлитовых полей среднепалеозойского возраста и генетически связанных с ними древних и кайнозойских россыпей, россыпных алмазопоявлений и ореолов минералов-спутников алмаза. Северная граница ее проходит по долине р. Муна, южная – по левобережью р. Нюя. На востоке и западе контуры субпровинции примерно совпадают с тектоническими границами Патомско-Вилюйского авлакогена и Тунгусской синеклизы соответственно. В северной ее части на левобережье р. Вилюй располагаются известные Алакит-Мархинское, Далдынское, Верхне-Мунское и Накынское кимберлитовые поля, в южной части на правобережье р. Вилюй находится Мирнинское рудное поле.

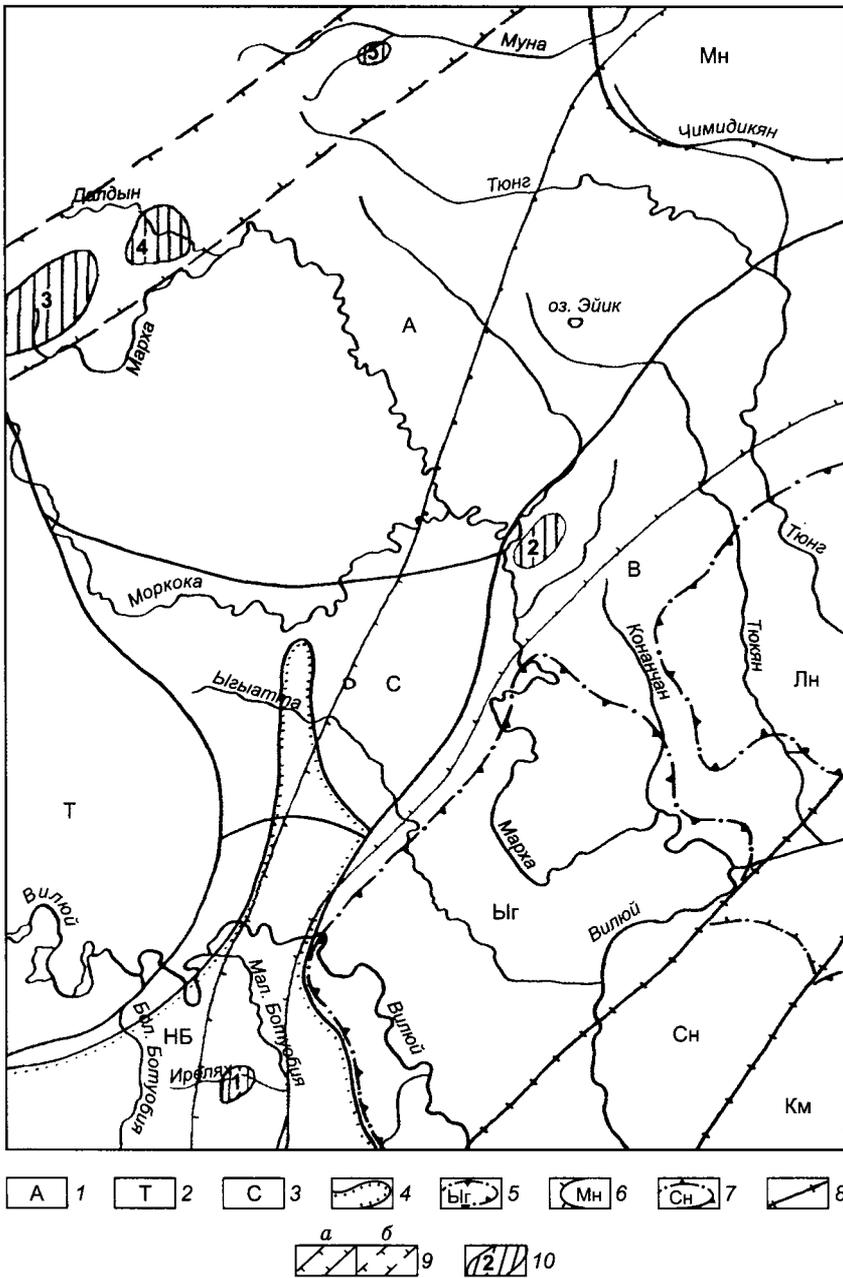
По данным нефтегазо- и алмазопромышленного бурения в геологическом строении субпровинции участвуют стратифицированные раннеархейские кристаллические образования фундамента, терригенно-карбонатные и карбонатные породы венда, кембрия, ордовика и силура, формирующие нижнепалеозойский кимберлитовмещающий доколь, покровные среднепалеозойские (частично), верхнепалеозойские, мезозойские и кайнозойские отложения, вмещающие продукты разрушения кимберлитов. Магматические образования представлены породами долеритовой и кимберлитовой формаций, образующими силлы, дайки, жилы и трубчатые тела среднепалеозойского и раннемезозойского возраста.

В структурно-тектоническом отношении территория субпровинции протяженностью около 700 км и шириной 180–500 км расположена в центральной части Сибирской платформы с глубиной залегания фундамента 1,8–4,0 км. Представления о строении фундамента основаны на материалах нефтегазопромышленного бурения и данных интерпретации аномалий магнитного и гравитационного полей. По геолого-геофизическим данным он сложен раннеархейскими породами иенгрской (гранитогнейсы, парагнейсы, кристаллические сланцы), тимптонской (ортогнейсы, амфиболиты, гнейсы) и желтулинской (гнейсы, мраморы, диопсидовые породы) серий. Возраст гранитогнейсов и кристаллических сланцев, установленный по ксенолитам в кимберлитовых трубках и редким образцам из нефтегазопромышленных скважин, колеблется в интервале 3,0–3,5 млрд лет [Дукардт и др., 1986]. По морфологии складчатости метаморфических серий в фундаменте выделяются Тунгуская и Ботубинская кратонные области. К первой из них приурочена северная группа кимберлитовых полей субпровинции, ко второй – Мирнинское рудное поле.

Платформенный чехол в пределах субпровинции представлен вендско-нижнепалеозойским, среднепалеозойским, верхнепалеозойско-нижнемезозойским, средне-верхнемезозойским структурными ярусами. Внутри ярусов наблюдается ряд стратиграфических несогласий, разделяющих их на подъярусы.

*Вендско-нижнепалеозойский ярус (V–S)* залегает на глубоко эродированной поверхности кристаллического фундамента и подразделяется на нижний (V–O<sub>1</sub>) и верхний (O<sub>2</sub>–S) подъярусы. Нижний подъярус включает спокойно залегающие породы венда, кембрия и нижнего ордовика мощностью до 3,6 км. Разрезы венда в составе многочисленных свит представлены (снизу вверх) терригенной (до 330 м) и карбонатной (до 535 м) формациями. В южной части субпровинции терригенная толща венда служит главным коллектором углеводородов и вмещает крупные





**Рис. 2.43.** Схема тектонического районирования Центрально-Сибирской алмазонамной субпровинции:

1 – антиклизы: Анабарская (А) и Непско-Ботуобинская (НБ); 2 – синеклизы: Тунгусская (Т) и Вилюйская (В); 3 – Сюдджерская (С) седловина; 4 – Ангаро-Вилюйский наложенный прогиб; 5 – впадины: Ыгыаттинская (Ыг), Линденская (Лн) и Кемпендяйская (Км); 6 – Мунское (Мн) поднятие; 7 – погребенное Сунтарское (Сн) поднятие; 8 – структурные швы; 9 – тектономагматические кимберлитовые зоны: Вилюйско-Мархинская, Далдыно-Оленекская в предполагаемых границах; 10 – кимберлитовые поля: Мирнинское (1), Накынское (2), Алакит-Мархинское (3), Далдынское (4) и Верхне-Мунское (5).

нефтегазовые месторождения. К кровле продуктивной нижней подсвиты буюкской свиты венда приурочен опорный отражающий сейсмический горизонт КВ, широко используемый в структурных построениях. Грубозернистые и грубообломочные отложения нефтегазоносного базального горизонта свиты на минералы-спутники не опробовались.

Нижне-среднекембрийские осадочные образования представлены в южной части субпровинции (к югу от р. Марха) лагунными карбонатными и карбонатно-галогенными формациями Турухано-Иркутско-Олекминской солеродной структурно-фациальной зоны, а в северной – маломощными карбонатно-глинистыми и карбонатными образованиями открытого морского бассейна, принадлежащими к Юдомо-Оленекской структурно-фациальной зоне. Области лагунных и морских формаций разделены узкой полосой рифогенных формаций Анабаро-Синской зоны. Ленско-Амгинский барьерный риф, сооруженный из водорослевых биогермов и органогенно-обломочных известняков в виде широкой полосы (6–10 км) пространственно прослежен сейсморазведкой и скважинами вдоль левого борта долины р. Марха от устья р. Эекит на северо-западе до верхнего течения р. Конончан на юго-востоке. Известные кимберлитовые трубки Накынского поля отстоят от погребенной рифовой гряды на 5–7 км к северо-востоку. Карбонатные отложения среднего кембрия в южной части субпровинции перекрыты красноцветной эвапоритовой формацией переходного средне-верхнекембрийского возраста (мирнинская свита). В северной части площади ей отвечают карбонатно-терригенные отложения бордонской или рифогенные образования чукукской свит.

Вышележащая пестроцветная карбонатно-терригенная (терригенно-карбонатная) формация верхнего кембрия мощностью 300–1150 м широко распространена на уровне современного среза. По данным ГИС ее ритмично построенные разрезы расчленены на ряд геолого-геофизических пластов, выдержанное распространение которых используется в корреляционных целях, структурных построениях и для выявления разрывных нарушений. Нижнеордовикские образования (балыктахская, олдондинская свиты) вендско-нижнепалеозойского яруса представлены мелководно-морскими карбонатными и терригенно-карбонатными породами мощностью от 160 до 485 м. На отдельных площадях погребенная поверхность карбонатных пород (преимущественно под юрскими отложениями) существенно закарстована. В кровле полных разрезов развита регрессивная песчано-доломитовая формация (сохсолохская свита) мощностью до 85 м.

Отложения среднего–верхнего ордовика и силура формируют верхний подъярус вендско-нижнепалеозойского яруса. Они с перерывом и размывом залегают на породах нижнего ордовика. Трансгрессивно морские образования среднего ордовика представлены пестроцветными и зеленоцветными известняками и известковыми аргиллитами с прослоями кварцевых песчаников. В основании нередко отмечаются карбонатные гравелиты, конгломераты, реже гравелитистые кварцевые песчаники прибрежно-морского происхождения. Литология и генезис грубообломочного горизонта в целом благоприятны для концентрации минералов тяжелой фракции, в том числе и кимберлитовых минералов. По результатам шлихового опробования в одиночных скважинах в бассейнах рек Моркока, Марха и Накын минералов-спутников в базальном горизонте станской свиты среднего ордовика не обнаружено. Завершают разрез ордовика сульфатно-карбонатные (харьялахская свита) и карбонатные (оюсутская свита) отложения общей мощностью 45 м. Силурийская известняковая формация, представленная в объеме лландоверийского яруса, сохранилась от размыва только в пределах синеклиз. О былом широком ее развитии свидетельствуют довольно частые находки в кимберлитовых трубках ксенолитов известняков с фауной нижнего силура.

Терригенно-карбонатные и карбонатные породы вендско-нижнепалеозойского яруса в пределах субпровинции вмещают коренные источники алмазов (кимберлитовые трубки) и почти повсеместно служат плотиком для древних и кайнозойских россыпей алмазов.

С формированием вендско-нижнепалеозойского яруса, отвечающего каледонскому этапу тектонического развития платформы, связано образование трех надпорядковых структур: Анабарской, Непско-Ботуобинской антеклиз и разделяющей их Сюгджерской седловины (цветная вкладка).

Анабарская антеклиза, занимающая северную часть субпровинции, на структурных картах, построенных по отражающему сейсмическому горизонту КВ, представляет собой Муно-Мархинскую моноклиаль с закономерным снижением абсолютных отметок горизонта КВ в юго-западном, южном и юго-восточном направлениях от 800–1000 м в бассейне р. Муна до 2700–3400 м в бассейне р. Марха. Муно-Мархинская моноклиаль на северо-востоке осложнена Мунским сводовым поднятием, а в южной части – рядом локальных брахиформных структур и узких грабенов. К западу от Мунского поднятия в верховьях р. Муна изогипсой 1000 м обозначена плоская Муно-Силигирская структурная терраса, к которой приурочено Верхне-Мунское кимберлитовое поле. Известные кимберлитовые поля – Алакит-Мархинское, Далдынское и Накынское приурочены к южной окраине Муно-Мархинской моноклинали Анабарской антеклизы.

Сюгджерская седловина в центральной части субпровинции занимает промежуточное положение между Анабарской, Непско-Ботуобинской антеклизами и Вилюйской и Тунгусской синеклизами. Ее протяженность составляет 90–200 км при ширине 125 км. Границы с антеклизами условные и определяются изогипсой горизонта КВ – 2700 м. Плоская слабоогнутая поверхность седловины полого погружается на запад в сторону Тунгусской синеклизы и более круто на восток в Вилюйскую синеклизу и Ыгыаттинскую впадину с погружением горизонта КВ до 3200 м. В ее составе, по данным сейсморазведки, на уровне горизонта КВ выделяются мелкие приразломные антиклинали и синклинали. В пределах седловины отложения венд-нижнепалеозойского яруса имеют повышенную мощность при пониженной (3,2–3,5 км) глубине залегания фундамента.

Непско-Ботуобинская погребенная антеклиза, достоверно закартированная по данным сейсморазведки МОГТ, имеет северо-восточное простирание и вытянута на 1400 км при ширине 180–400 км. К ней приурочена обширная одноименная нефтегазоносная область. Антеклиза унаследовала основные черты морфоструктурного плана фундамента, глубина залегания которого в своде структуры составляет 1,2–2,0 км. В пределах алмазоносной субпровинции находится ее северо-восточная часть протяженностью 270 км и шириной 180 км. Структура замыкается на междуречье Вилюй–Ыгыатта. Сводовая часть антеклизы, хорошо выраженная в фундаменте и на уровне горизонта КВ, осложнена Сюльдюкарским, Мирнинским поднятиями и рядом довольно крупных брахиантиклиналей с амплитудами 50–100 м. К своду Мирнинского поднятия приурочено Мирнинское кимберлитовое поле среднепалеозойского возраста.

*Среднепалеозойский структурный ярус (D<sub>2-3</sub>).* Стратифицированные образования яруса в современном срезе развиты только вдоль восточной границы Центрально-Сибирской алмазоносной субпровинции, где представлены вулканогенно-осадочными и вулканогенными формациями харьяюрхской свиты среднего девона, аппаинской, вилюйчанской, эмяксинской и онкучахской свит верхнего девона. Отнесение к девону (по утвержденной легенде) отложений эмяксинской и онкучахской свит, длительное время считавшихся раннекаменноугольными, нуж-

дается в дополнительном обосновании. По нашим представлениям, формирование морских отложений харьяюряхской свиты с фауной живетского яруса связано с развитием среднепалеозойской Курейской синеклизы. На это указывают отсутствие их в глубокой части Вилюйского авлакогена и наличие ксенолитов с живетской фауной в кимберлитовых трубках Алакит-Мархинского поля. По-видимому, площадь Сюгджерской седловины в среднем девоне представляла собой прогиб и служила ареной накопления морских отложений. Авлакогенный комплекс среднепалеозойских формаций в бассейне р. Вилюй начинается с мощных базальтовых покровов аппаинской свиты верхнего девона.

Внутри субпровинции среднепалеозойский ярус представлен только магматическими образованиями долеритовой и кимберлитовой формаций, относящихся к интрузивной, субвулканической и вулканической фациям. Породы долеритовой формации образуют силлы, дайки, трубчатые тела и тела неясной морфологии. Протяженные среднепалеозойские дайки образуют известный Вилюйско-Мархинский дайковый пояс. Силлы распространены в породах вендско-нижнепалеозойского яруса. Трубки взрыва трапповых пород сосредоточены в основном на правом берегу р. Вилюй в пределах Вилюйско-Мархинского дайкового пояса. В бассейне среднего течения р. Марха морфология тел, состоящих из трапповых и карбонатно-трапповых брекчий эксплозивного или эруптивного происхождения, пока не установлена. Породы кимберлитовой формации среднего–верхнего девона образуют трубки, дайки, жилы и сгруппированы в пять вышеназванных кимберлитовых полей. Ввиду значительного своеобразия кимберлитов каждого поля они классифицируются как мирнинский ( $iD_{2-3}mg$ ), алакит-мархинский ( $iD_{2-3}am$ ), далдынский ( $iD_{2-3}dl$ ), верхнемунский ( $iD_{2-3}vm$ ) и накынский ( $iD_{2-3}nk$ ) кимберлитовые комплексы.

Основными тектоническими структурами среднепалеозойского яруса являются пограничный погребенный Патомско-Вилюйский авлакоген, представленный Ыгыаттинской и Линденской впадинами, Вилюйско-Мархинская и Далдыно-Оленекская тектономагматические зоны. Из пликативных структур относительно хорошо изучен только пограничный с востока северо-западный борт Ыгыаттинской впадины, характеризующийся сложным тектоническим строением. Граница впадины с Анабарской, Непско-Ботуобинской антеклизмами и Сюгджерской седловиной четкая и выражена флексурными перегибами, проявленными в фундаменте и в осадочном чехле на уровне горизонта КВ. На левобережье р. Марха граница сопровождается амплитудными (до 200 м) разломами предположительно взбросо-надвиговой кинематической принадлежности. Породы среднего палеозоя здесь дислоцированы согласно с породами силура и погружаются на юго-восток под углом 10–15°. Согласно новым данным алмазопромышленного бурения в бассейне рек Ыгыатта и Огогут, северо-западный борт впадины имеет блоковое строение. Средне- и верхнедевонские отложения суммарной мощностью от 50 до 400 м образуют серию линейных грабен-синклиналей протяженностью от 20 до 40 км и более при ширине от 2 до 8 км северо-восточного простираения, совпадающего с простираением борта и длинной оси впадины. Они разобщены узкими остаточными горстами из пород силура и среднего ордовика. Грабен-синклинали ограничены крутонаклонными инверсионными взбросами, реже конседиментационными сбросами с амплитудой смещения от 50 до 150 м. Юго-западная центриклиналь впадины, изученная в обнажениях по рекам Вилюй и Вилюйчан, также имеет блоковое строение. Здесь известен ряд именных грабенов, горстов и высокоамплитудных разломов: Укугутско-Аппаинский, Еркютейский и Куранахский конседиментационные грабен-синклинали, Хампинский и Куранахский взбросы с амплитудой смещения до 450 м.

Вдоль северо-западного борта Ыгыаттинской впадины на отрезке от р. Виллой до левобережья р. Марха (до р. Конончан) в доюрском срезе прослеживается полоса продольных грабенов и горстов, выраженных в породах нижнего–среднего ордовика и силура. Ширина этой зоны изменяется от 20 до 40 км. Некоторые грабены, возможно, изначально были выполнены впоследствии размывами отложениями девона. Эти узкие, но протяженные структуры ограничены разломами с амплитудами смещений в бассейне рек Ыгыатта и Огогут в 30–80 м. На левобережье р. Марха подобные грабены, выраженные по породам среднего ордовика, закартированы в 25–40 км к юго-востоку от тр. Ботуобинская Накынского поля. Нижненакынский погребенный грабен имеет здесь протяженность 8 км при ширине 1,5 км, смещения по ограничивающим его сбросам изменяются от 20–60 до 100 м. Установленная полоса среднепалеозойских амплитудных грабенов в породах нижнего палеозоя по внешнему обрамлению Ыгыаттинской впадины отвечает, по-видимому, активной краевой зоне динамического влияния Патомско-Виллюйского авлакогена. Известные Мирнинское и Накынное кимберлитовые поля удалены от этой зоны на 25–40 км в сторону слабо нарушенного нижнепалеозойского основания Непско-Ботуобинской и Анабарской антеклиз соответственно.

Виллюйско-Мархинская тектономагматическая зона субмеридионального и северо-восточного простирания в границах Виллюйско-Мархинского дайкового пояса прослеживается по внешнему обрамлению Патомско-Виллюйского авлакогена от левобережья р. Нюя на юго-западе до бассейна рек Тюнг и Линде на северо-востоке. В пределах алмазоносной субпровинции зона выражена в форме многочисленных протяженных даек долеритов, субвулканических структур Мирнинского и Накынского кимберлитовых полей среднепалеозойского возраста и многочисленных разрывных нарушений субмеридионального, северо-восточного и северо-западного направлений. В целом зона характеризуется относительно слабой дислоцированностью пород нижнепалеозойского основания Анабарской, Непско-Ботуобинской антеклиз и Сюгджерской седловины, закономерно убывающей по мере удаления от северо-западного борта Патомско-Виллюйского авлакогена, почти полным отсутствием амплитудных тектонических нарушений.

Большая часть разломов Виллюйско-Мархинской зоны представлена протяженными раздвигами, залеченными дайками долеритов. Смещения по ним отсутствуют либо составляют первые метры, нередко они сопровождаются узкими двусторонними грабенами амплитудой до 30–50 м. На междуречье Марха–Тюнг в полосе шириной 40 км широко распространены дайковмещающие раздвиги северо-западного простирания, которые в сочетании с северо-восточными обуславливают крупноблоковое строение зоны. К одному из таких блоков приурочено Накынное кимберлитовое поле. К западу от последнего довольно многочисленны сбросы и взбросы северо-западного простирания, исходящие, по-видимому, от северо-западного борта Ыгыаттинской впадины. Подобные разломы, но северо-восточной ориентировки прослеживаются от этой впадины в пределы Мирнинского рудного поля с амплитудами смещений до 50 м, реже до 120 м (Солурский разлом). Роль таких разломов, радиально отходящих от авлакогенной области, в становлении кимберлитовых полей не ясна и носит пока дискуссионный характер.

Далдыно-Оленекская тектономагматическая зона выделяется в северо-западной части Центрально-Сибирской субпровинции в виде широкой (40–50 км) полосы, протягивающейся в северо-восточном направлении от р. Моркока на юго-западе до верхнего течения р. Муна и далее в бассейн р. Оленек. Она трассируется цепочечным расположением Алакит-Мархинского, Далдынского и Верхне-Мунского кимберлитовых полей, в пределах которых, по данным сейсморазведки, на

уровне горизонта КВ выделяются малоамплитудные разломы северо-восточного, субширотного и северо-западного направлений. Тектоническое строение зоны, особенно на протяженном (250 км) отрезке между Далдынским и Верхне-Мунским кимберлитовыми полями, пока слабо изучено.

На стадии инверсионного развития среднепалеозойских структур в финальную стадию раннегерцинского подэтапа образовался основной денудационный срез, величиной до 500 м с последующим формированием поверхностей выравнивания и расчлененного рельефа преимущественно на породах нижнепалеозойского основания.

*Верхнепалеозойско-нижнемезозойский структурный ярус ( $C_1-T_1$ )* залегает с угловым несогласием на вендско-нижнепалеозойском ярусе и подразделяется на раннекаменноугольный, среднекаменноугольно-пермский и триасовый подъярусы. Отложения раннекаменноугольного яруса на площади субпровинции сохранились от размыва только в мульдообразных депрессиях и в кратерных раструбах некоторых кимберлитовых трубок Алакит-Мархинского поля. Над тр. Краснопресненская они представлены терригенно-карбонатной формацией с включениями кимберлитовых минералов в основании разреза. В пределах кратера тр. Юбилейная к ним условно можно отнести стратифицированные песчаник- и гравелитоподобные породы, характеризующиеся низкой алмазонасностью. Широкое распространение терригенных и терригенно-карбонатных формаций нижнего карбона предполагается на основании косвенных минералогических и палеогеографических признаков. Среднекаменноугольно-пермский подъярус представлен средне-верхнекарбонными и пермскими угленосно-терригенными алмазонасными формациями лапчанской, ботуобинской, ахтарандинской, боруллойской свит и их возрастными аналогами. Триасовый подъярус включает вулканогенно-осадочную, вулканогенную и долеритовую формации раннетриасового возраста.

В пределах субпровинции алмазонасные отложения верхнепалеозойско-нижнемезозойского яруса формируют окраинные эрозионно-тектонические депрессии вдоль восточного борта верхнепалеозойской Тунгусской синеклизы. Образованные основные Верхне-Мархинская, Ыгыатто-Олгуйдахская и Нижне-Ботуобинская депрессии, выработанные в породах нижнепалеозойского яруса, радиально пересекают восточное обрамление синеклизы, в пределах которого располагались Алакит-Мархинское, Далдынское и Мирнинское среднепалеозойские кимберлитовые поля – основные поставщики кимберлитовых минералов в верхнепалеозойские терригенные формации.

*Средне-верхнемезозойский структурный ярус ( $J_1-J_3$ )* представлен на площади терригенными алмазонасными и угленосными формациями нижней, средней и верхней юры. Их формированию предшествовала и существенная перестройка структурного плана, эрозионно-денудационное расчленение доюрской поверхности с образованием новых эрозионно-тектонических депрессий. В течение средне-верхнемезозойского этапа тектонического развития на рассматриваемой территории сформировался Ангаро-Вилуйский внутриплатформенный прогиб и окончательно оформилась Вилуйская синеклиза, заложенная в верхнем палеозое.

Ангаро-Вилуйский прогиб, наложенный на Непско-Ботуобинскую антеклизу, Тунгусскую синеклизу и Сюгджерскую седловину, прослеживается с юго-запада на северо-восток от Рыбинской впадины до Вилуйской синеклизы. Он выполнен континентальными и морскими терригенными формациями бойдомонской, укугутской (юлегирской), оруктахской и вакунайкинской свит мощностью в осевой части до 200 м. Северо-западный борт его осложнен серией крупных и мелких эрозионно-тектонических депрессий, которые в районе Мирнинского рудного поля контролируют распределение кимберлитового материала.

Вилуйская синеклиза представлена на площади субпровинции преимущественно северо-западным бортом, наложенным на восточный склон Сюдджерской седловины и юго-восточный склон Анабарской антеклизы. Граница синеклизы здесь проходит по резкому погружению нижнепалеозойского цоколя, совпадающего с контуром площадного распространения морских отложений позднего плинсбаха – тоара и дельтовых осадков ааленского возраста. В периоды максимальных трансгрессий в позднем плинсбахе и тоаре морской бассейн распространялся далеко на северо-запад, на пологие склоны антеклизы и седловины с образованием на периферии синеклизы крупных конседиментационных депрессий с мощностью терригенных формаций до 50 м. При движении на северо-запад происходит выклинивание наиболее древних и наиболее молодых формаций юрской толщи. Северо-западный борт синеклизы осложнен многочисленными эрозионно-тектоническими депрессиями юго-восточной ориентировки, наиболее крупные из которых Салакутская, Дяндуканская, Тенкеляхская, Дяхтаро-Уолбинская и Энердехская. Терригенные формации северо-западного борта Вилуйской синеклизы, представленные дяхтарской толщей оруктахской, тунгской, сунтарской, якутской свитами и отложениями верхней юры, являются осадочными коллекторами алмазов. В континентальных отложениях дяхтарской толщи и оруктахской свиты в районе трубчатого Накынского поля локализованы промышленные россыпи алмазов.

В кайнозойский этап неотектонического развития сформировался современный морфоструктурный план Центрально-Сибирской рудно-россыпной субпровинции с широким площадным развитием терригенных алмазоносных формаций покровного и долинного типов, позволяющих в совокупности с древними рудными и россыпными формациями произвести минерагеническое районирование ее территории.

При этом традиционно выделяются Вилуйско-Мархинская и Далдыно-Оленекская кимберлитовые зоны, алмазоносные районы – Муно-Тюнгский, Далдыно-Алакитский, Моркокинский, Средне-Мархинский, Мало-Ботуобинский, а также кимберлитовые поля – Верхне-Мунское, Далдынское, Алакит-Мархинское, Накынное и Мирнинское. На производственном уровне иногда внутри районов выделяются рудно-россыпные и россыпные алмазоносные узлы (Ирелях-Маччобинский и другие в Мало-Ботуобинском районе) и кусты (Верхнее-Дяхтарский в Средне-Мархинском районе), а также россыпные поля. В практике алмазопоисковых работ такие таксономические единицы используются пока редко.

*Вилуйско-Мархинская рудно-россыпная зона* протяженностью более 800 км и шириной от 50 до 180 км располагается в восточной части субпровинции и вмещает Мирнинское и Накынное рудно-россыпные поля, многочисленные алмазопоявления и ореолы минералов-спутников алмаза, производных как от известных, так и прогнозируемых коренных источников. Ее границы отвечают границам одноименной зоны разломов, большая часть которых залечена среднепалеозойскими дайками высокомагнитных долеритов, благодаря чему зона была закартирована аэромагнитными съемками на самом раннем этапе алмазопоисковых работ. После обнаружения в ее пределах Мирнинского кимберлитового поля Вилуйско-Мархинская магмоподводящая зона стала играть важное прогнозно-поисковое значение. Достаточно сказать, что при прогнозе недавно открытого Накынского кимберлитового поля *эффективно сработал только структурно-тектонический фактор* расположения этой площади в пределах Вилуйско-Мархинской зоны, так как выявленные здесь дальнепривносные кайнозойские россыпи алмазов и ореолы минералов-спутников не имеют отношения к обнаруженным глубокопогребенным кимберлитам Накынского поля. Положительная роль “ложных” ярко выраженных минералогических критериев заключается в том, что они способствовали

многократному возобновлению алмазописковых работ, часто прекращающихся после очередных неудач. С открытием второго после Мирнинского кимберлитового поля за Вилуйско-Мархинской зоной окончательно закрепился статус рудоуправляющей структуры, в пределах которой на многих участках прогнозируются новые кимберлитовые поля.

Применительно к рассматриваемой кимберлитонесущей зоне, сформированной в пределах антеклиз на внешнем плече Патомско-Вилуйского авлакогена, поискового внимания заслуживает факт равной удаленности (60–70 км) Мирнинского и Накынского кимберлитовых полей от северо-западной границы авлакогена. Внутри Мирнинского рудного поля размещение кимберлитовых тел контролируется зонами Западного и Параллельного разломов, а размещение промышленных россыпей – локальными эрозионными и эрозионно-тектоническими депрессиями. В Накынском поле выявлен пока только один Верхне-Дяхтарский линейный рудно-россыпной куст, приуроченный к блоку, ограниченному разломами северо-восточного и северо-западного простираний, залеченными дайками долеритов. Северо-восточные разломы Вилуйско-Мархинской зоны – Ботубинский, Дяхтарский, Южный – предположительно относятся к категории рудоуправляющих. Рудовмещающим здесь является бестрапповый разлом Диагональный, к которому приурочены трубки Нюрбинская, Ботубинская, дайка Мархинская и дайки, сопряженные с трубками. Производные от высокоалмазонасных трубок раннеюрские россыпи локализованы в приконтактово-карстовых воронках и эрозионно-карстовой депрессии. Развитию карста способствовала сильная тектоническая раздробленность карбонатных пород нижнего ордовика.

Вилуйско-Мархинская минерагеническая зона сохраняет перспективы коренной и россыпной алмазонасности и является приоритетным объектом алмазописковых работ АК «АЛРОСА».

*Далдыно-Оленекская кимберлитонесущая зона* прослеживается от р. Моркока на юго-западе до нижнего течения р. Оленек на северо-востоке. В отличие от Верхне-Мархинской зоны она не имеет геолого-тектонических границ и удалена от Патомско-Вилуйского авлакогена на 250 км к северо-западу. Условные границы зоны определяются контурами многочисленных кимберлитовых полей линейно-цепочечного полосовидного распространения. На юго-западном борту Тунгусской синеклизы в створ Далдыно-Оленекской магмоподводящей зоны, возможно и не случайно, попадает Тычанский алмазонасный район Тунгусской субпровинции. На площади Центрально-Сибирской субпровинции зона включает Алакит-Мархинское, Далдынское и Верхне-Мунское кимберлитовые поля. Протяженность ее составляет 400 км при ширине 40–50 км, соответствующей ширине Алакит-Мархинского поля. В Алакит-Мархинском поле кимберлитовые тела приурочены к рудовмещающим зонам северо-восточного, а в Далдынском поле – субширотного простирания. Большая часть кимберлитовых тел Верхне-Мунского поля локализована в зонах северо-западной ориентировки. К северо-востоку от Далдынского поля снижается продуктивность кимберлитов. Промышленные россыпи в Далдыно-Оленекской минерагенической зоне единичны.

При районировании алмазонасных территорий для поисков месторождений алмазов наиболее эффективно выделение перспективных алмазонасных районов, под которыми нами понимаются географически, палеогеоморфологически и тектонически обособленные площади с известными и прогнозируемыми коренными и россыпными месторождениями и проявлениями алмазов, характеризующиеся однотипными или близкими кристалломорфологическими особенностями алмазного сырья. В составе Центрально-Сибирской субпровинции границы алмазонасных районов определены путем оконтуривания территориально сближенных древ-

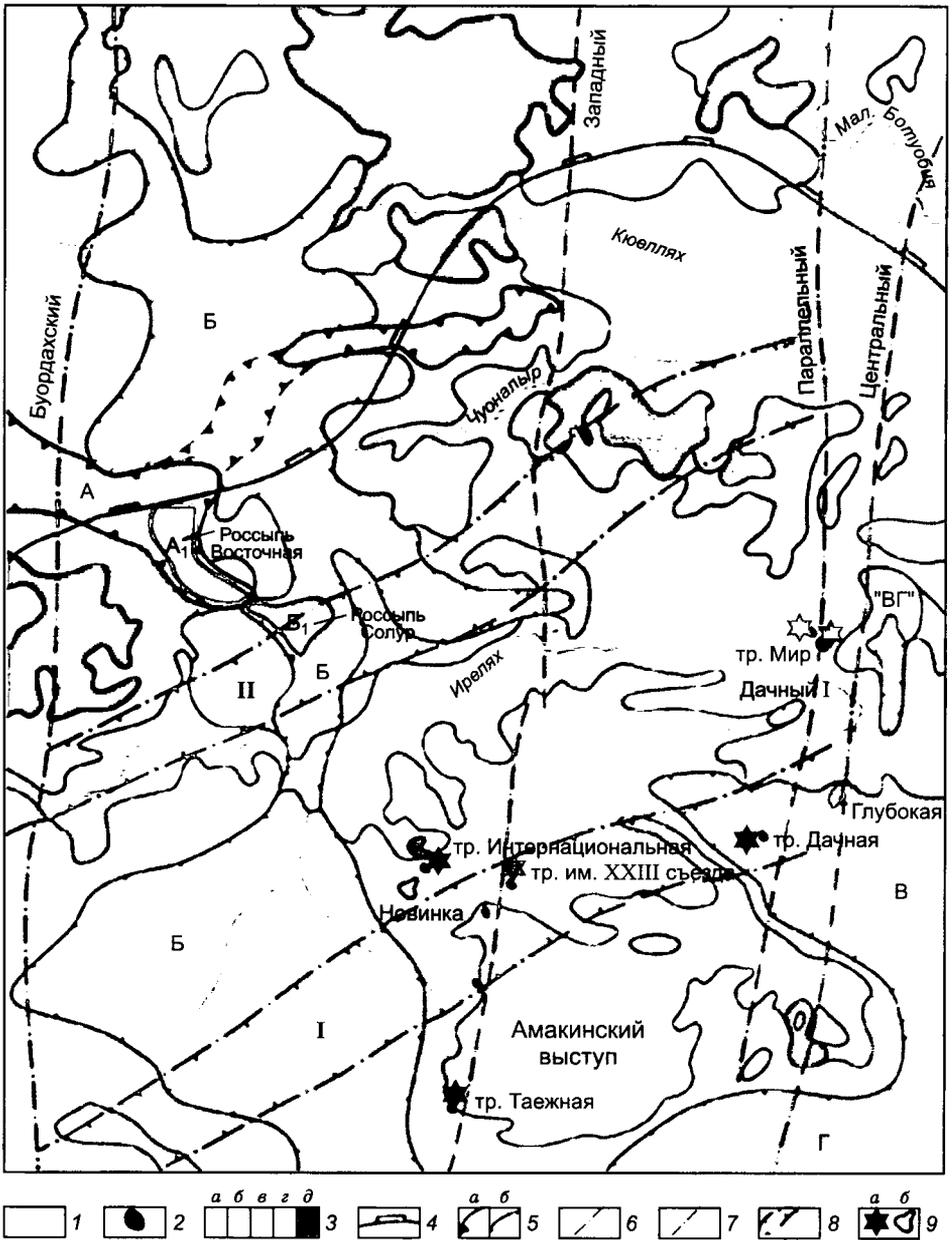
них и кайнозойских ореолов рассеяния алмазов и их минералов-спутников с однотипными ассоциациями алмазов и повышенными частотой встречаемости и концентрациями минералов-спутников. Локальные или интегральные ореолы кимберлитовых минералов служат объектами поисков россыпей алмазов. Выделенные районы характеризуются различной степенью россыпной алмазоносности. Богатые и крупные промышленные россыпи алмазов сосредоточены в Мало-Ботуобинском и Средне-Мархинском районах.

### Мало-Ботуобинский алмазоносный район

Мало-Ботуобинский алмазоносный район находится в южной части Центрально-Сибирской субпровинции и располагается на правом берегу р. Вилюй, преимущественно в бассейне р. Мал. Ботуобия. На юге его граница проходит по левобережным притокам р. Нюя, на севере – по долине р. Вилюй. На западе и востоке его контуры примерно совпадают с долинами рек Бол. Ботуобия и Вилюй, Вилюйчан соответственно. Площадь района, составляющая около 25 000 км<sup>2</sup>, определена путем оконтуривания ореолов кимберлитовых минералов с неповторимой ассоциацией алмазов мирнинского типа с суммарным содержанием октаэдров и переходных форм 85–95 %. Открыт Мало-Ботуобинский район в 1954 г., когда были найдены первые алмазы на р. Мал. Ботуобия (Н.В. Кинд, И.А. Галкин). Промышленное освоение его началось сразу же после открытия в 1955 г. кимберлитовой тр. Мир (Е.Н. Елагина, Н.В. Кинд, Г.Х. Файнштейн, Ю.И. Хабардин) и мезозойской россыпи Водораздельные Галечники (рис. 2.44).

К настоящему времени геологическое строение и алмазоносность центральной и северной частей района хорошо изучены в процессе алмазопоисковых и нефтегазопоисковых работ. Многочисленными нефтегазопоисковыми и нефтегазоразведочными скважинами на полную мощность вскрыты разрезы осадочного чехла и верхние горизонты раннеархейского кристаллического фундамента с минимальной глубиной залегания 1,8–2,2 км. Разрезы нижнепалеозойского кимберлитовмещающего цоколя представлены карбонатными, карбонатно-галогенными, карбонатно-терригенными и терригенно-карбонатными формациями венда, кембрия, ордовика и силура. Карбонатно-терригенные породы венда вмещают пластовые нефтегазовые месторождения. Мощные пласты каменной соли в нижнекембрийской толще обеспечивают сохранность залежей углеводородов. К границе нижнего и среднего кембрия приурочен ичерско-метегерский горизонт подземных агрессивных вод сероводородного состава, сильно осложняющих наземную и подземную добычу алмазов из коренных источников. Кровля метегерской свиты, представленная доломитами с конкрециями кремней, по данным ГИС имеет реперное значение и используется в структурных построениях.

Мощность гипсоносных красноцветных и пестроцветных пород мирнинской свиты среднего–верхнего кембрия (140 м) и холомолоохской свиты позднего кембрия (310 м) в разрезах резко понижена. Повсеместно породы холомолоохской свиты служат плотиком древних и кайнозойских россыпей. Литологически монотонные разрезы представлены в основном доломитовыми алевролитами и мергелями и по данным ГИС имеют выдержанное ритмическое строение. Установленные ритмопачки (геофизические пласты) широко используются для определения эрозионных врезов, разрывных нарушений и степени эродированности нижнепалеозойского цоколя. Вышележащие карбонатные и сульфатно-карбонатные породы ордовика и силура сохранились от размыва только в восточной части площади, на правом берегу р. Мал. Ботуобия и в долинах рек Вилюй и Вилюйчан, где часто залегают в тектонически опущенных блоках и грабенах. При преобладающем со-



**Рис. 2.44.** Морфоструктурная позиция древних россыпей алмазов в центральной части Мало-Ботубинского района.

1 – выходы пород холомолоохской свиты верхнего кембрия; 2 – среднепалеозойские кимберлитовые тела; 3 – геологические образования на нижнепалеозойском цоколе: алмазные отложения (а), боруллойской (б), олегиурской (в), оруктахской–вакунайкинской (г) свит, раннетриасовые интрузии долеритов (д); 4 – Мирнинский свод Непско-Ботубинской антеклизы; 5 – верхнепалеозойские (а) и мезозойские (б) морфоструктуры (депрессии), контролирующее размещение россыпей алмазов: А – Верхне-Чуональырская (А – Отгурская), Б – Кюеллях-Мачобинская (Б – Солурская), В – Иреляхская, Г – Мало-Ботубинская; 6 – рудоконтролирующие разломы Вилуйско-Мархинской зоны, залеченные на глубине среднепалеозойскими дайками долеритов; 7 – Бурдахский разлом; 8 – грабени. I – Иреляхский, II – Верхне-Иреляхский. Месторождения алмазов: 9 – коренные (а) и россыпные (б).

гласном залегании толщ на уровне среднего ордовика и нижнего силура наблюдаются стратиграфические несогласия, особенно в подошве станской свиты среднего ордовика и увеличиваются в своде Непско-Ботуобинской антеклизы в юго-восточном направлении. Так, в бассейне р. Нюя среднеордовикские конгломераты и песчаники залегают на размывтой поверхности верхнего кембрия, карбонатные породы меикской свиты нижнего силура пользовались площадным распространением в районе, на что указывают находки в кимберлитовых трубках ксенолитов с фауной лландоверийского яруса.

Среднепалеозойские стратифицированные образования (аппаинская, вилюйчанская и онкучахская свиты) распространены только в долинах рек Вилюй и Вилюйчан, где слагают северо-западный борт Ыгыаттинской впадины. Они представлены вулканогенно-осадочными, вулканогенными и терригенными формациями верхнего девона, с размывом залегающими только на породах нижнего силура. Терригенные отложения эмяксинской и онкучахской свит являются наиболее древними коллекторами кимберлитовых минералов Мало-Ботуобинского района. Верхнепалеозойские алмазоносные терригенные отложения среднего-верхнего карбона и верхней перми широко распространены в северной части площади на периферии восточного борта Тунгусской синеклизы. Они залегают с размывом на различных горизонтах верхнего кембрия с реликтами незрелой коры выветривания раннекаменноугольного возраста. В крайней северо-западной части района на локальных участках сохранились от размыва туфогенно-осадочные образования нижнего триаса. В центральной и южной частях района площадным распространением пользуются алмазоносные отложения нижней юры, участвующие в строении Ангаро-Вилюйского наложенного прогиба. Их формированию предшествовала поздне триасовая эпоха корообразования. Погребенные обломочно-глинистые и дресвяные образования поздне триасовой коры выветривания развиты как на терригенно-карбонатных породах нижнего палеозоя, так и на магматических породах. Разрезы осадочного чехла завершают ниже-верхнеоценовые и голоценовые продуктивные отложения элювиального, делювиального, пролювиального и аллювиального генезиса.

Магматические образования района относятся к трапповой и кимберлитовой формациям среднепалеозойского и мезозойского возраста. Среднепалеозойские базитовые магматиты представлены силлами, дайками долеритов вилюйско-мархинского комплекса и трубками взрыва ыгыаттинского комплекса, выполненными брекчиями базальтовых порфиритов, гиалобазальтов, туффизитов, жерловых туфов, корневые части которых часто представлены глубоко залегающими дайками долеритов и диабазов. Ультраосновные породы среднепалеозойского возраста образуют трубки, дайки и жилы кимберлитов мирнинского комплекса. Мезозойские магматиты представлены раннетриасовыми интрузиями (силлы, хонолиты, реже дайки, штоки) долеритов катангского комплекса и пермско-триасовыми базитовыми трубками взрыва ботуобинского комплекса.

В структурно-тектоническом и морфоструктурном отношении территория Мало-Ботуобинского района благоприятно расположена для становления кимберлитов и россыпеобразования. В структуре фундамента ей отвечает Ботуобинская область раннеархейской кратонизации. В структурном плане осадочного чехла она приурочена к склонам сводовой части Непско-Ботуобинской антеклизы, в зоне сочленения ее с северо-западным бортом Патомско-Вилюйского авлакогена среднепалеозойского заложения. Со среднепалеозойским тектономагматическим циклом связано образование Вилюйско-Мархинской магмоподводящей зоны разломов протяженностью 200 км при ширине 45–50 км. В ее пределах достоверно закартированы Буордахский, Западный, Параллельный, Центральный, Восточный

и Мало-Ботуобинский разломы глубокого заложения, залеченные на глубине дайками среднепалеозойских долеритов.

Внедрение интрузий сопровождалось вулканической деятельностью с образованием базитовых трубок взрыва. В последующую фазу в центральной части Мало-Ботуобинского района в зонах Западного и Параллельного разломов произошло внедрение кимберлитовых тел, вмещающих коренные месторождения алмазов Мирнинского рудного поля. Оно приурочено к своду Мирнинского поднятия – структуре II порядка в составе Непско-Ботуобинской антеклизы. Относительно высокое и продолжительное стояние Мирнинского кимберлитового поля в пределах свода обусловили обширный шлейф разноса алмазоносного материала и формирование разновозрастных россыпей алмазов, размещение которых контролировалось зонами сочленения Непско-Ботуобинской антеклизы с Тунгусской синеклизой и Ангаро-Вилюйским прогибом.

*Россыпеобразующая формация* представлена на площади алмазоносными кимберлитами мирнинского комплекса ( $iD_{2-3}mg$ ). К настоящему времени в Мало-Ботуобинском районе открыто семь кимберлитовых трубок, две самостоятельные жилы и девять даек, сопряженных с трубками. Кимберлитовые тела образуют Мирнинское рудное поле площадью около 900 км<sup>2</sup>, границы которого надежно и однозначно установлены нами путем оконтуривания первичных ореолов кимберлитовых минералов ближайшего и ближнего сноса. Размещение кимберлитов контролируется субмеридиональными зонами Западного и Параллельного разломов, рудовмещающими структурами служат оперяющие разломы северо-западной ориентировки. Пространственно коренные источники питания россыпей образуют два автономных куста с расстоянием между ними 15 км. Западный Маччобинский куст состоит из шести кимберлитовых тел, цепочкой расположенных вдоль оси Западного разлома: трубки Интернациональная, им. XXIII съезда КПСС, Амакинская, Таежная и дайки Ан. 21, Южная. Восточный Иреляхский куст в зоне Параллельного разлома представлен тремя трубками: Мир, Спутник, Дачная. Кимберлитовые трубки Мир, Спутник, Амакинская и большая часть трубки Таежная выходят на дневную поверхность, остальные диатремы перекрыты раннеюрскими отложениями мощностью до 19 м.

Длинные оси всех кимберлитовых тел ориентированы в одном северо-западном направлении с азимутами простираения 315–345°. По площади поперечного сечения преобладают тела мелких (3 шт.) и очень мелких (4 шт.) размеров. Средний размер имеет тр. Амакинская, к категории крупных относится тр. Мир – трубка-лидер Мирнинского рудного поля. Все без исключения кимберлитовые тела сопровождаются магнитными аномалиями различной интенсивности. Очень мелкие трубки Дачная, им. XXIII съезда КПСС, дайка Ан. 21 и жила Южная открыты при заверке магнитных аномалий, остальные трубки обнаружены геологическими методами.

На поверхности некоторых погребенных трубок (Дачная, им. XXIII съезда КПСС) наблюдается обломочно-глинистая и дресвяно-глинистая кора выветривания мощностью до 8–12 м с гидрослюдисто-монтмориллонитовым составом глинистой фракции [Харькив и др., 1998]. По нашим наблюдениям, тр. им. XXIII съезда КПСС перекрыта отложениями оруктахской свиты нижнего плинсбаха, представленными в подошве (0,3–0,5 м) галечниками, в кровле – углистыми сильноглинистыми алевролитами черного цвета. В палеорельефе она выражена в виде возвышенности (выступа) с превышением кимберлитов над вмещающими породами верхнего кембрия в 10–12 м, соизмеримом с мощностью коры выветривания, равной 8–12 м. Юрские отложения над трубкой образуют куполовидную псевдоскладку. Формирование выступа кимберлитов трактуется как ре-

зультат внедрения тела кимберлитов при увеличении его объема в процессе выветривания. В данном конкретном случае однозначен дораннеплинсбахский (а не доюрский) возраст коры выветривания, сформированной под осадками оруктахской свиты за счет циркуляции агрессивных углекислых вод, связанных с формированием углистой пачки алевролитов нижнего плинсбаха. Более молодым возрастом коры выветривания объясняется крайне узколокальный характер ореола кимберлитовых минералов от данной трубки в подошве оруктахской свиты.

Средне-верхнедевонский возраст кимберлитов мирнинского комплекса принимается на основании геологических данных и результатов определений абсолютного возраста (тр. Мир – 361,5 млн лет, тр. Интернациональная – 360,5 млн лет). В современном срезе все кимберлитовые тела прорывают породы холомолоохской свиты верхнего кембрия. В большинстве трубок (Таежная, Интернациональная, им. XXIII съезда КПСС, Мир) обнаружены ксенолиты известняков с фауной нижнего силура. С использованием данных ГИС и палеотектонических построений недостающая эродированная часть палеогеологического разреза кимберлитовмещающего цоколя реконструируется в следующих объемах: холомолоохская свита верхнего кембрия – 100 м (тр. Интернациональная) – 150 м (тр. Мир), балыктахская свита нижнего ордовика – 120 м, станская свита среднего ордовика – 70 м, харьялахская свита верхнего ордовика – 30 м, оюсутская свита верхнего ордовика – 10 м, меикская свита нижнего силура – 70 м, что в совокупности составляет 500–550 м. Местонахождение алмазов основного среднепалеозойского среза кимберлитов пока не известно. Их количество, возможно, невелико, если размыты подвергались в основном низкоалмазоносные кратерные образования трубок. Величина верхнепалеозойского среза диаметром условно оценивается в 50–80 м. Более надежно определяется раннеюрский срез, составляющий 10–30 м. В неоплейстоценово-голоценовое время на величину 5–20 м частично эродированы только трубки Мир и Спутник.

В соответствии с существующей классификацией коренных месторождений по уровню алмазоносности [Месторождения..., 1984] в составе Мирнинского рудного поля выделяются пять групп кимберлитовых тел: весьма высокоалмазоносные ( $>3$  кар/т) – трубки Интернациональная, Мир, им. XXIII съезда КПСС; высокоалмазоносные (1–3,0 кар/т) – тр. Дачная; средней алмазоносности (0,3–1,0 кар/т) – тр. Спутник; слабоалмазоносные (0,1–0,3 кар/т) – тр. Таежная; низкоалмазоносные рудопроявления ( $<0,1$  кар/т) – тр. Амакинская, дайка Ан. 21.

По нашим построениям и оценке поисковой информации, известные кимберлитовые тела Мирнинского рудного поля являются главными коренными первоисточниками древних и кайнозойских россыпей и площадных ореолов минералов-спутников алмазов Мало-Ботуобинского района. Основными поставщиками алмазов в осадочные коллекторы всех возрастов были промышленные месторождения трубок Мир, Интернациональная, им. XXIII съезда КПСС, Дачная, Спутник. При этом подавляющая часть кимберлитового материала поступала в терригенные коллекторы из самой крупной (490×330 м), весьма высокоалмазоносной и наиболее эродированной тр. Мир.

Типоморфные особенности алмазов названных высокопродуктивных трубок характеризуются резким преобладанием октаэдров (46,7–74,0 %) и переходных форм (19,0–39,5 %) при низком (5,0–15,0 %) содержании кристаллов ромбододекаэдрического габитуса и почти полном отсутствии типично округлых алмазов. Они характеризуются высокими содержаниями минералов-спутников алмаза пироп-пикроильменитовой или пикроильменит-пироповой композиций с повышенным количеством (3–10,8 %) пиропов алмазной ассоциации. Типоморфная особенность пикроильменитов трубок – наличие их ферримангнитных разновид-

ностей. Пиропы тр. Дачная распознаются в коллекторах по лепешковидной форме, а пикроильмениты тр. Амакинская – по шиповатой “наждачной” поверхности.

Слабоалмазонсная и низкоалмазонсная трубки Таежная и Амакинская отличаются резко повышенным (33,6–38,9 %) содержанием алмазов ромбододекаэдрической формы, в составе которых типично округлые алмазы уральского типа составляют 8,9 и 20,0 % соответственно. В кимберлитах дайки Ан. 21 доминируют кристаллы жильного типа (80,5 %), представленные округлыми додекаэдроидами с шагренью и полосами пластической деформации. Ввиду низкой продуктивности эти кимберлитовые тела поставляли в осадочные коллекторы крайне ограниченное количество алмазов. Наибольшее количество октаэдров (74 %) содержат кимберлиты самой крупной и наиболее эродированной тр. Мир, что и определяет кристалломорфологические особенности алмазов большинства россыпей и алмазопроявлений района.

*Россытвещающие формации* в Мало-Ботуобинском районе представлены верхнепалеозойскими, мезозойскими и кайнозойскими терригенными отложениями. К потенциально алмазонным относятся вулканогенно-осадочные формации эмяксинской ( $D_3em$ ) и онкучахской ( $D_3on$ ) свит верхнего девона Ыгыаттинской впадины. В долинах рек Вилюй и Вилюйчан, в 70 км к востоку от трубок Мирнинского поля в ряде обнажений, реже в скважинах в авандельтовых песчаных отложениях свит обнаружены мелколинзовидные тела с примесью грубообломочного материала, содержащие в невысоких концентрациях мелкие (–1 мм), предельно изношенные пиропы. По данным микросондовых анализов в отложениях онкучахской свиты в их составе содержание пиропов алмазной ассоциации достигает 3,3 % [Подвысоцкий, Белов, 1995], что свидетельствует об их поступлении из алмазонных коренных источников. Окатанные до шариков пиропы не пригодны для определения местоположения последних по минералогическим критериям. Подводно-дельтовые песчаные отложения среднепалеозойских коллекторов алмазов неблагоприятны для локализации россыпей промышленного значения.

В составе верхнепалеозойских терригенных формаций восточной окраины Тунгусской синеклизы продуктивными коллекторами алмазов являются отложения лапчанской ( $C_2lp$ ), ботуобинской ( $C_3bt$ ) и боруллойской ( $P_2br$ ) свит, формирующие в северной части района Нижнеботуобинскую впадину, наложенную на нижнепалеозойское основание Непско-Ботуобинской антеклизы. Алмазонными и потенциально алмазонными являются базальные горизонты названных свит мощностью от 0,5 до 5–10 м, представленные грубообломочными отложениями пролювиально-аллювиального и аллювиального генезиса. Размещение продуктивных отложений лапчанской и ботуобинской свит в пределах впадины контролируется Улардахской, Верхнечуоналырской, Маралахской, Верхнечайдахской и Джункунской долинообразными палеодепрессиями, хорошо выраженными в изопахитах отложений, в погребенном рельефе и частично в остаточных мощностях холомолоохской свиты верхнего кембрия. По результатам опробования верхнепалеозойские коллекторы алмазов вмещают россыпи алмазов и многочисленные высококонтрастные ореолы кимберлитовых минералов умеренной дальности сноса, производные как от известных, так и прогнозируемых коренных источников.

В составе мезозойских терригенных формаций Ангаро-Вилюйского прогиба в районе выделяются бойдомонская ( $T_3-J_1bd$ ), укугутская ( $J_1uk$ ), юлегирская ( $J_1jul$ ), оруктахская ( $J_1ot$ ) и вакунайкинская ( $J_1vk$ ) свиты. Озерные глинистые осадки бойдомонской свиты и мощные (до 80 м) валунно-галечные отложения горно-равнинных рек укугутской свиты, широко развитые в осевой зоне Ангаро-Вилюйского прогиба, не благоприятны для россыпеобразования. Главными осадочными коллекторами алмазов являются отложения юлегирской свиты геттанг-си-

немюрского возраста, оруктахской свиты раннего плинсбаха и вакунайкинской свиты позднего плинсбаха–тоара, развитые в зоне наложения северо-западного борта Ангаро-Вилуйского прогиба на сводовую часть Непско-Ботубинской антеклизы, вмещающей Мирнинское кимберлитовое поле.

В пределах рудного поля и на его флангах раннеюрские продуктивные отложения выполняют Иреляхскую, Тымтайдахскую и Кюеллях-Маччобинскую эрозионно-тектонические депрессии, разделенные Амакинским и Кюеллях-Чуоналырским выступами – положительными морфоструктурами, к которым пространственно приурочены все известные коренные источники алмазов. В непосредственной близости от последних и вблизи верхнепалеозойских россыпей в отложениях юлегирской и оруктахской свит сформировались россыпи алмазов делювиально-пролювиального, пролювиального и пролювиально-озерного генезиса. Прибрежно-морские отложения нижевакунайкинской подсвиты верхнего плинсбаха около тр. Интернациональная вмещают алмазопоявления с промышленными содержаниями алмазов (уч. Куранах). Раннеюрские россыпи и алмазопоявления сопровождаются высококонтрастными ореолами минералов-спутников алмазов ближайшего и ближнего сноса. Кайнозойские россыпевмещающие терригенные образования представлены в районе ниже-верхнеплейстоценовыми и голоценовыми продуктивными отложениями долинных комплексов рек Ирелях и Мал. Ботубия. Они вмещают россыпи алмазов элювиально-делювиального, делювиального, пролювиального и аллювиального генезиса, сформированных за счет размыва трубок Мир, Спутник и мезозойских промежуточных коллекторов алмазов.

В результате комплексного анализа поисковой информации в составе Мало-Ботубинского рудно-россыпного района нами выделены следующие минерагенические объекты, отраженные в материалах Ботубинской экспедиции: Вилуйско-Мархинская кимберлитоносная зона, Ирелях-Маччобинский рудно-россыпной узел, Чуоналыр-Курунг-Юряхский и Бахчинский россыпные узлы, которые по масштабам относятся к категории перспективных площадей и выступают в качестве региональных объектов прогноза. По мнению большинства геологов, перспективы коренной алмазности Вилуйско-Мархинской рудоносной зоны в районе реализованы не полностью. Южный фланг зоны протяженностью около 100 км и шириной 45 км пока не опроискован геологическими и более детальными геофизическими методами. При однотипности кристалломорфологических особенностей алмазов в разновозрастных россыпях и алмазопоявлениях районирование территории района с выделением алмазносных узлов, россыпных полей и локальных ореолов кимберлитовых минералов базируется на иных принципах.

*Ирелях-Маччобинский рудно-россыпной узел* выделяется в центральной части района, в бассейнах рек Ирелях и Маччоба-Салаа, его площадь составляет около 900 км<sup>2</sup>. Границы узла достаточно надежно и однозначно определяются контуром развития *мезозойских ореолов кимберлитовых минералов ближайшего и ближнего сноса* и отождествляются нами с максимальными границами Мирнинского кимберлитового поля. По нашему мнению, это единственный надежный метод определения границ кимберлитовых полей на закрытых и полузакрытых территориях. В пределах узла четко обособляются Маччобинское и Иреляхское россыпные поля (или рудно-россыпные кусты). Маччобинское поле мезозойских россыпей, алмазопоявлений и высококонтрастных ореолов минералов-спутников связано с размывом кимберлитов Маччобинского куста трубок, а Иреляхское поле – с размывом одноименного куста коренных источников алмазов. Промышленные мезозойские и кайнозойские россыпи локализованы только вблизи высокоалмазносных трубок Интернациональная и Мир. Длительное возвышенное их стояние в пределах Амакинского и Кюеллях-Чуоналырского выступов соответственно обусловили многоярусное строение разновозрастных россыпей.

Таблица 2.103

**Минералогические характеристики коренных первоисточников  
алмазов Мало-Ботубинского района**

Кимберлитовые тела		Содержание минералов-спутников, кг/т			Соотношение пироп/пикроильменит	Содержание пиропов алмазной ассоциации, %	Средний вес алмазов, мг	Габитус алмазов, %			В том числе округлые алмазы					
Группы по уровню алмазоносности	Поперечное сечение, м	пироп	пикроильменит	хромшпинелиды				октаэдры	переходные формы	ромбодекаэдры						
<b>Весьма высокоалмазоносные</b>																
Тр. Мир	490×330	6,70	12,11	0,26	1/2	3,1	6,0									
верхние горизонты								74,0	19,0	7,0	—					
глубокие горизонты								62,3	26,6	11,1	—					
Тр. Интернациональная	152×112	2,82	0,12	0,24	23/1	7,0	7,7									
верхние горизонты								52,5	34,6	12,9	—					
глубокие горизонты								63,2	26,0	10,8	—					
Тр. им. XXIII съезда КПСС	55×35						6,7									
кора выветривания								0,91	2,01	0,25	1/2	10,8	75,4	19,8	4,8	—
плотный кимберлит								1,07	0,58	0,21	2/1	9,7				
<b>Высокоалмазоносные</b>																
Тр. Дачная	65×63,5	0,73	1,76	0,11	1/2,4	7,5	4,6	46,7	39,5	13,8	—					
<b>Средней алмазоносности</b>																
Тр. Спутник	120×80	2,06	4,0	0,11	1/2	4,5	4,9	61,4	22,6	16,0	—					
<b>Слабоалмазоносные</b>																
Тр. Таежная	140×135	1,50	16,45	0,09	1/10	1,7	5,3	30,6	35,8	33,6	8,9					
<b>Низкоалмазоносные</b>																
Тр. Амакинская	290×90	1,16	6,98	Р. зн.	1/6	1,2	5,7	30,7	30,4	38,9	20,0					

*Чуоналыр-Курунг-Юряхский россыпной узел* площадью около 1700 км<sup>2</sup> в плане представляет собой линейно вытянутую зону протяженностью 70 км при ширине 15–25 км, прослеживающуюся от р. Ирелях на юго-востоке до устья р. Бол. Ботубобия на северо-западе. Он объединяет россыпи и многослойные алмазопрооявления, локализованные в отложениях лапчанской, ботубобинской и частично боруллойской и юлегирской свит. В состав россыпного узла входят многочисленные площадные ореолы кимберлитовых минералов преимущественно умеренной дальности сноса, утратившие прямую связь с коренными источниками. И только в головной юго-восточной его части распространены ореолы переотложенного типа, вмещающие россыпи Восточная и Солур. Последние вместе с ореолами Западный, Верхнечайдахский, Приразломный и Кюелляхский формируют Верхнечуоналырское россыпное поле. Ореолы северной части узла Куччугуй-Иреляхский, Курунг-Юряхский, Правобережный и Левобережный условно выделяются как Курунг-Юряхское россыпное поле.

По результатам поисково-оценочных работ выявленная в отложениях ботубобинской свиты россыпь Курунг-Юрях характеризуется в целом непромышленным содержанием алмазов при высоком среднем весе кристаллов 18,2 мг и высоком качестве алмазного сырья. В коллекции из 412 алмазов по габитусу преобладают октаэдры (61,2 %) и переходные формы (29,6 %) при низком содержании ламинарных ромбододекаэдров (9,2 %). Это типично мирнинская ассоциация, свойственная высокопродуктивным кимберлитам Мирнинского рудного поля.

*Бахчинский россыпной узел* площадью 1125 км<sup>2</sup> выделяется в северо-восточной части площади, в бассейне р. Мал. Ботубобия. Он объединяет ореолы кимберлитовых минералов Дэлбирге, Бестяхский, Находка и другие, локализованные в базальном горизонте боруллойской свиты верхней перми. Находки алмазов здесь единичны. Наибольший поисковый интерес в отношении россыпной и коренной алмазности представляет ореол Дэлбирге протяженностью 25 км при ширине 0,5–2,5 км, который характеризуется высокой частотой встречаемости пиропов и пикроильменитов 0, I и II классов износа, аномально высокими концентрациями обоих минералов, высоким (4,8 %) содержанием пиропов алмазной ассоциации.

К настоящему времени в Мало-Ботубобинском рудно-россыпном районе в пределах Ирелях-Маччобинского и Чуоналыр-Курунг-Юряхского россыпных узлов открыты, разведаны и эксплуатируются верхнепалеозойские, мезозойские и кайнозойские промышленные россыпи алмазов, которые могут служить эталонными объектами для моделирования процессов россыпеобразования и разработки поисковых критериев россыпных и коренных месторождений алмазов (табл. 2.103).

### Верхнепалеозойские россыпи

В северной части Мало-Ботубобинского района в поле развития верхнепалеозойских алмазносных отложений (средний карбон–верхняя пермь) выявлены промышленно ценные россыпи Восточная и Западная.

#### Россыпь Восточная

Глубоко погребенная верхнепалеозойская россыпь Восточная расположена на междуречье Ирелях–Чуоналыр, в бассейне руч. Отгур-Салаа в 25 км к западу от тр. Мир и в 12 км к северо-западу от тр. Интернациональная. С юго-востока к ней почти вплотную причленяется мезозойская россыпь Солур (рис. 2.45).

Сближенные разновозрастные залежи образуют здесь россыпное месторождение Солур–Восточная. Россыпь Восточная, локализованная в подошве лапчанской свиты среднего карбона, в структурном плане приурочена к зоне сочленения

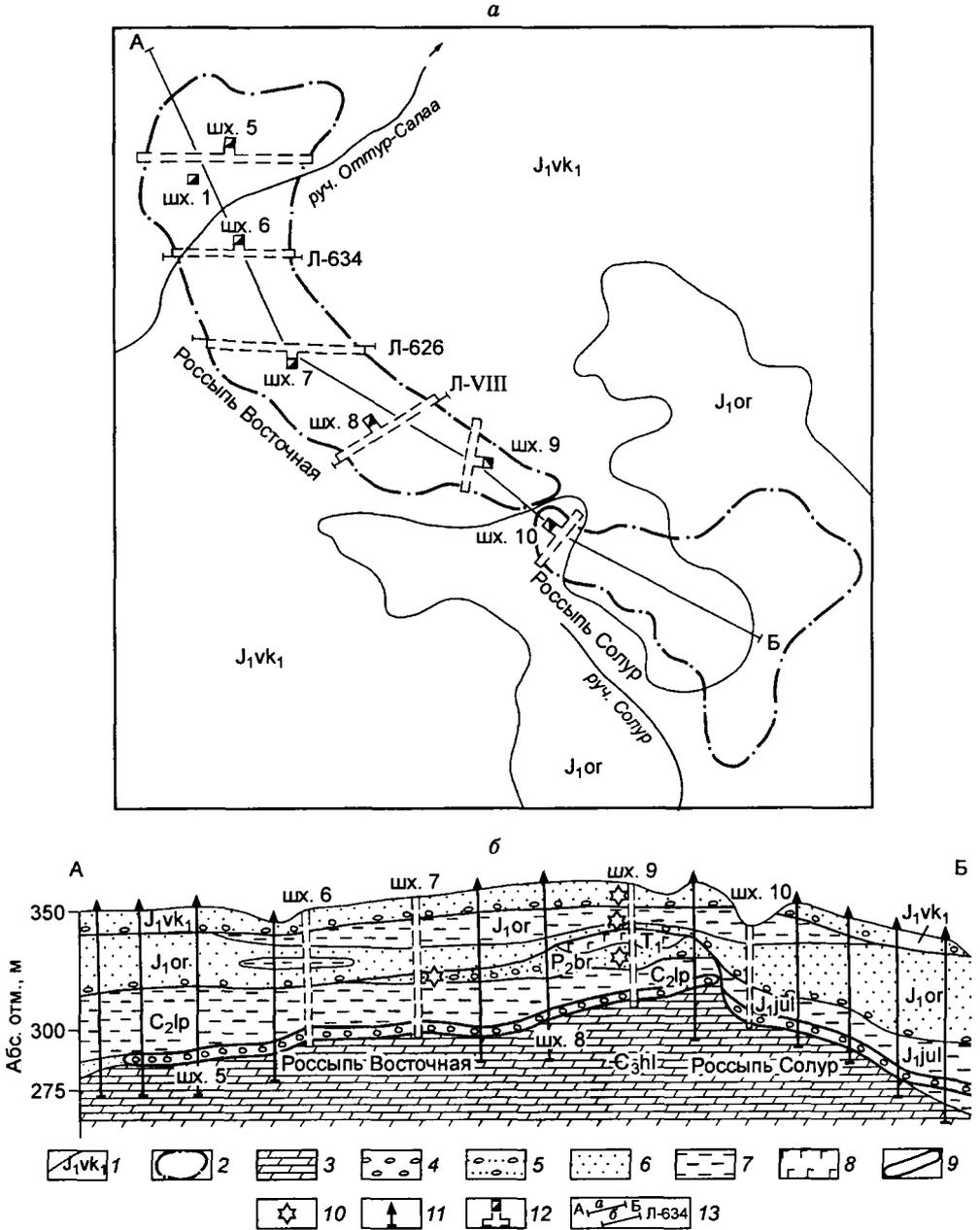


Рис. 2.45. Россыпи Восточная и Солур в плане (а) и продольном разрезе (б):

1 – границы геологических образований, их возраст; 2 – погребенные контуры россыпей; 3 – мергели и доломитовые алевролиты; 4 – конгломераты; 5 – галечно-песчаные отложения; 6 – пески, песчаники; 7 – алевролиты; 8 – долериты; 9 – продуктивные пласты; 10 – алмазопоявления; 11 – совмещенные скважины КБ и УКБ; 12 – шахты со штреками; 13 – линия продольного разреза (а) и линия поперечных разрезов (б)

юго-восточного борта Тунгусской синеклизы с пологим северо-западным склоном Непско-Ботуобинской антеклизы. В палеоморфоструктурном отношении она располагается на южном борту Верхнечуоналырской палеодепрессии каменноугольного возраста, где контролируется Оттурской древней долиной.

Россыпь спрогнозирована в 1980 г. на стадии общих поисков по литолого-минералогическим критериям: в шлиховых пробах из базальных конгломератов в трех скважинах было обнаружено три кристалла алмазов в классах  $-2+1$  мм (2 шт.) и  $-4+2$  мм (1 шт.), сопровождавшихся аномально высокими (до 200 зн./10 л) концентрациями пиропов. Последующие оценочные и разведочные работы осуществлены с применением системы подземных горных выработок (шахты, штореки), скважин ударно-канатного (УКБ) и колонкового (КБ) бурения.

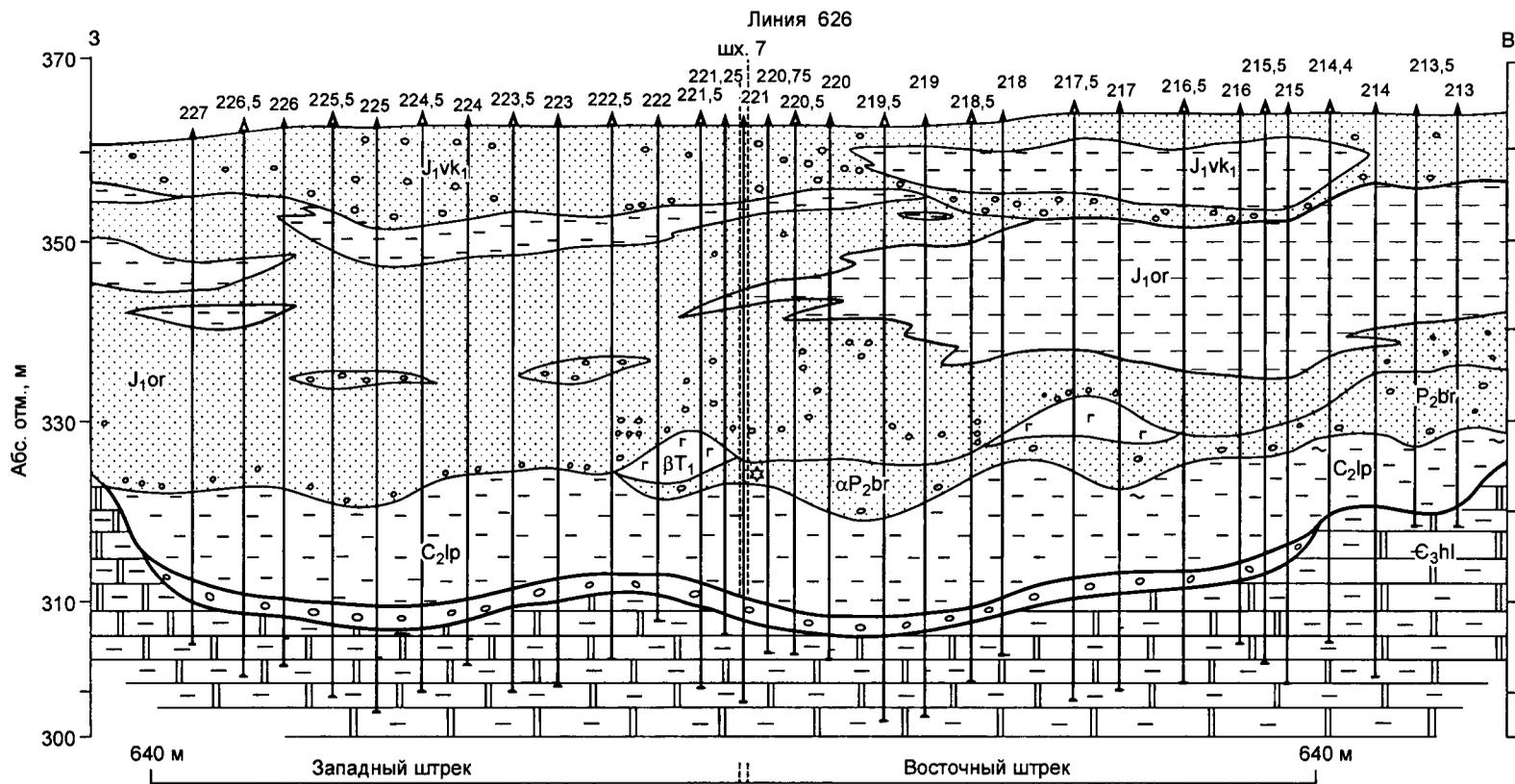
В геологическом строении россыпи Восточная, согласно изученного нами керна многочисленных скважин и разрезов всех подземных горных выработок, участвуют терригенно-карбонатные породы холомолоохской свиты верхнего кембрия (плотик россыпи), алмазоносные отложения верхнего палеозоя (лапчанская, ботуобинская и боруллойская свиты) и мезозоя (оруктахская и вакунайкинская свиты), а также раннетриасовые интрузии долеритов (рис. 2.46).

*Холмомолоохская свита* ( $E_3hl$ ) сложена пестроцветными терригенно-карбонатными и карбонатными породами с преобладанием во вскрытых разрезах зеленоцветных и сероцветных доломитовых алевролитов, алевритистых доломитов и мергелей при подчиненной роли маломощных слоев водорослевых и оолитовых известняков. Породы плотные, преимущественно слаботрециноватые. Повышенная раздробленность в них отмечается в зонах малоамплитудных разрывных нарушений северо-западного простирания. Плотиком россыпи служат доломитовые алевролиты, реже алевритистые доломиты и мергели с обильной вкрапленностью кристаллического и тонкодисперсного пирита. На границе с продуктивным пластом породы нередко избирательно сидеритизированы. Образований коры выветривания на терригенно-карбонатных породах верхнего кембрия не наблюдается. Остаточная мощность холмомолоохской свиты изменяется от 110 м в днище Оттурской депрессии до 125 м на ее бортах при полной мощности свиты 300 м. Эти данные свидетельствуют о том, что величина среднепалеозойского денудационного среза по породам верхнего кембрия составляет 175 м, а эрозионный врез среднекарбоновых водотоков не превышал 15 м.

Валовое опробование терригенно-карбонатных пород холмомолоохской свиты (плотика россыпи) показало их практическую стерильность на алмазы.

*Лапчанская свита* ( $C_2lp$ ) залегает с угловым несогласием и размывом на различных горизонтах терригенно-карбонатных пород холмомолоохской свиты. На участке россыпи Восточная терригенные отложения свиты мощностью до 18 м выполняют Верхнечуоналырскую и Оттурскую палеодепрессии, представляющие собой погребенные древние долины. В их пределах наиболее полные разрезы лапчанской свиты представлены одним завершенным макроритмом двучленного строения: в основании (0,2–6,0 м) горизонт псаммито-псефитовых образований, в кровле – пачка глинисто-алевритовых пород мощностью до 16 м. Грубообломочные базальные горизонты лапчанской свиты представлены двумя литогенетическими типами: хорошо промытыми конгломератами на песчаном цементе и галечно-песчаными отложениями руслового аллювия постоянных водотоков и плохо сортированными конгломератами с песчано-алевритовым, глинисто-алевритовым заполнителем аллювиально-пролювиального генезиса. Распространение их разобцено в пространстве: аллювиальные отложения развиты непосредственно к северу от россыпи Восточная в пределах Верхнечуоналырской депрессии, а второго – в пределах днища Оттурской депрессии, вмещающей названную промышленную залежь.





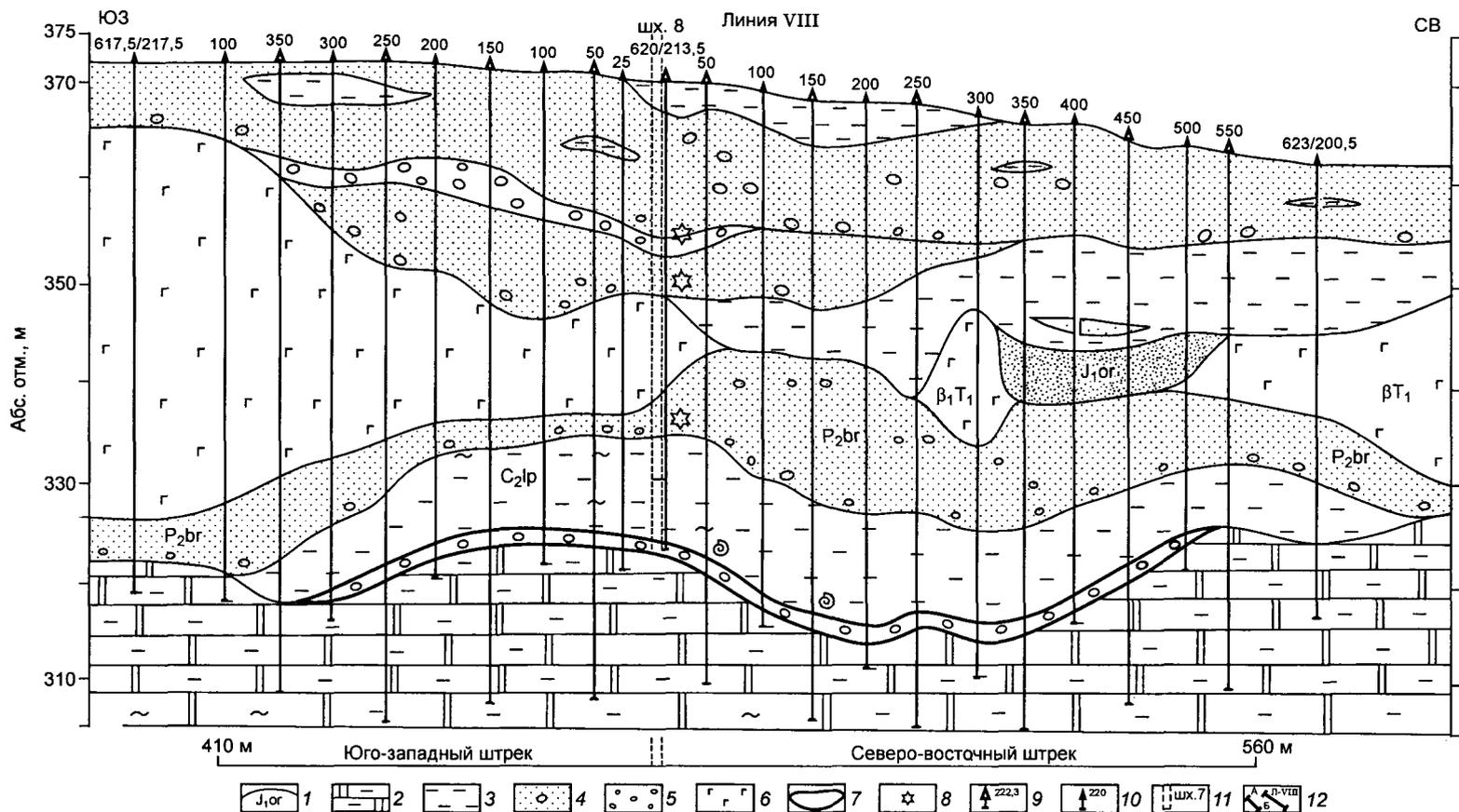


Рис. 2.46 (окончание). Геологические разрезы россыпи Восточная:

1 – границы геологических образований; 2 – доломиты и доломитовые алевролиты плотика; 3 – глинистые алевролиты; 4 – песчаники с галькой; 5 – конгломераты; 6 – долериты; 7 – продуктивный пласт; 8 – алмазопроявления; 9 – скважины КБ; 10 – скважины УКБ; 11 – шахты; 12 – линии геологических разрезов.

Аллювиальный тип разреза изучен и опробован в шахте 4, пройденной северо-западнее контура россыпи Восточная. Здесь на породах верхнего кембрия в основании лапчанской свиты вскрыты косослоистые галечно-песчаные отложения (1,5 м) и гравелиты (4,2 м) с линзами конгломератов, содержащих единичные валуны кварцитов. Гравелиты перекрываются косослоистыми песчанистыми алевролитами пойменной фации (0,7 м). Верхняя часть разреза (8,9 м) сложена алевролитами фации эстуариевых бассейнов с включениями крупных галек кварц-кремнистых и карбонатных пород. Аллювиальные грубообломочные отложения основания лапчанской свиты мощностью до 5,5 м по результатам опробования в штреках шахты 4 характеризуются крайне низкой алмазоносностью – в среднем 0,014 кар/м<sup>3</sup>. Это послужило основанием для прекращения оценочных работ в пределах Верхнечуоналырской палеодепрессии.

Аллювиально-пролювиальный тип разреза основания свиты вскрыт и опробован в шахтах 1, 5, 6, 8, 9 на площади Оттурской палеодепрессии, в пределах промышленного контура россыпи Восточная. Типовой разрез лапчанской свиты, изученный в шахте 1, выглядит следующим образом (снизу вверх):

Мощность, м конгломераты сильно пиритизированные и сидеритизированные с песчано-алевритовым цементом аллювиально-пролювиального генезиса .....	1,0
алевропесчаники косослоистые, с обилием стеблей и обломков обугленной древесины (пойменный аллювий) .....	0,5
пачка алевролитов темно-серых с линзовидно-полосчатой и комковатой текстурами, с конкрециями сидеритов и с включениями галек, редких валунов кварцитов и эффузивов (фации озер и эстуариев) .....	12,5.

В пределах россыпи установлены следующие характерные особенности лапчанской свиты: темно-, зеленовато-серая и серая окраска пород; преобладающий глинисто-алевритовый состав; сравнительно слабая сортировка терригенного материала с характерными слоями “мусорных” пород; заиленность и сильная пиритизация и сидеритизация продуктивного грубообломочного горизонта основания разрезов; постоянное присутствие почвенных горизонтов с корнями растений; наличие в алевролитах и аргиллитах включений гравия, галек и редких валунов кварцитов, кремней и эффузивов; значительное количество выветрелых галек и валунов изверженных пород, галек белесых маршаллитизированных и окремнелых оолитовых осадочных пород; присутствие сидеритовых и известковых стяжений; существенно кварцево-кремнистый и олигомиктово-кварцевый состав легкой фракции и ильменитовый состав тяжелой фракции пород; устойчивая алмаз-пироповая ассоциация кимберлитовых минералов; доминирующая роль среднекарбонатовых растительных остатков птеридоспермовых и членистостебельных при редкой встречаемости кордаитовых; довольно частые включения ихтиофауны в глинистых разностях пород.

По данным валового опробования промышленной алмазоносностью характеризуется грубообломочный базальный горизонт свиты мощностью 0,1–1,9 м. Перекрывающие глинистые породы (2–16 м) обнаруживают низкую алмазоносность (0,01–0,05 кар/м<sup>3</sup>) и относятся к категории торфов.

*Ботубобинская свита* (C<sub>3</sub>bt), залегающая с размывом на алевритах лапчанской свиты, сохранилась от размыва на крайне ограниченной площади и в основном к северу от россыпи Восточная в пределах Верхнечуоналырской палеодепрессии. Опробованный на алмазы разрез ботубобинской свиты здесь вскрыт наклонным стволом шахты 4. На глинистых алевролитах лапчанской свиты с размывом залегают (снизу вверх):

Мощность, м  
 аллювиальные песчано-гравийно-галечные отложения светло-серые с включениями галек карбонатных пород и единичных валунов кварцитов ..... 0,15  
 гравийно-песчаные отложения косослоистые, с линзами плотных гравелитов, включениями галек алевролитов лапчанской свиты и линзочками траппового ильменита ..... 4,2  
 пески светлые, олигомиктово-кварцевые, мелкозернистые, с косой и горизонтальной слоистостью ..... 1,5  
 алевролиты темно-серые, углистые, с полосчатой и линзовидно-полосчатой текстурами озерно-лагунного типа ..... 3,7 (кровля свиты).

В пределах контура россыпи маломощные отложения ботуобинской свиты размыты во время формирования боруллойской свиты верхней перми. О былом их развитии свидетельствуют единичные реликтовые останцы, закартированные нами в одиночных скважинах вблизи восточного штрека шахты 7 (скважины 7В/214,4, 7В/215-3) и южнее шахты 9 (скв. X/21). В разрезах мощностью до 2 м (в основании 1,5 м) залегают гравелитистые кварцевые пески с линзочками гравелитов и траппового ильменита. Кровлю (0,5 м) слагают углистые алевролиты. На коротких расстояниях (10–20 м) эти отложения срезаются верхнепермскими конгломератами. Гравийно-песчаные аллювиальные отложения ботуобинской свиты характеризуются олигомиктово-кварцевым и существенно кварцевым составом. В тяжелой фракции преобладают ильменит и пирит при низких содержаниях пикроильменитов и пиропов. На алмазы они опробованы только в шахте 4 (к северу от россыпи). В пробе объемом 6,0 м<sup>3</sup> из грубозернистого горизонта основания свиты извлечено два кристалла классов –2+1 и –1+0,5 мм. Среднее содержание алмазов на пласт мощностью 1,2 м составило 0,02 кар/м<sup>3</sup>.

*Боруллойская свита* (P<sub>2</sub>br) залегает с размывом на терригенных отложениях ботуобинской и лапчанской свит, а на бортах палеодепрессий – и на породах холомолоохской свиты верхнего кембрия. На площади россыпи отложения верхней перми развиты в центральной и юго-восточной ее частях, и прослеживаются от шахты 7 до шахты 9. Мощность свиты варьирует от 0,2–2,0 до 23,2 м и лимитируется крайне изменчивым положением подошвы раннетриасовых интрузий долеритов, а также величиной раннеюрского среза. Большая часть разреза свиты сложена кварц-полевошпатовыми песчаниками с включениями одиночных галек и с редкими маломощными (0,1–0,3 м) линзами гравийно-галечного материала.

В подошве свиты нередко залегают базальные конгломераты и гравелиты мощностью от 0,2–0,5 до 5,5 м. Грубообломочный материал, составляющий 30–70 % от общей массы, хорошо окатан и представлен кремнями, кварцитами, эффузивами, гранитоидами, сланцами, местными карбонатными породами нижнего палеозоя и углистыми алевролитами ботуобинской и лапчанской свит. Цементирующая песчано-глинистая масса содержит переотложенные продукты кор выветривания. Подошвенные грубообломочные горизонты в плане имеют линзовидную форму, часто расщепляются и фациально замещаются разнозернистыми песчаниками с переменным содержанием галек и гравия.

Базальные горизонты боруллойской свиты с установленной алмазонасностью отличаются определенным своеобразием в частных разрезах подземных горных выработок. В стволе шахты 7 в подошве свиты (1,4 м) вскрыты слаболитифицированные песчаники светло-серые, полевошпатово-кварцевые, разнозернистые, каолинизированные, с включениями гравия и галек кварц-кремнистых пород и подстилающих алевролитов лапчанской свиты. Выше залегает пласт (1,5 м) алмазонасных конгломератов светло-серой окраски из-за обилия в цементе каолинизированных глинистых продуктов выветривания карбонатных пород нижне-

го палеозоя. Содержание гравийно-галечного материала хорошей окатанности полимиктового состава достигает 60 %. Вверх по разрезу аллювиальные конгломераты перекрываются пачкой дельтовых аркозовых песчаников.

В юго-западном штреке шахты 8 в основании боруллойской свиты вскрыт горизонт (0,6 м) галечно-гравийно-песчаных отложений с линзочками пиритизированных гравелитов. В подошве отмечаются единичные мелкие валуны кварцитов и подстилающих сидеритизированных алевролитов. По всему горизонту наблюдаются линзовидные переотложенные оторженцы (плиты) углистых алевролитов ботубинской свиты длиной до 1,3 м и толщиной 0,1 м. В стволе шахты 9 на маломощных (2,5 м) отложениях лапчанской свиты с размывом залегают алмазоносные конгломераты боруллойской свиты мощностью 0,5–0,7 м с содержанием хорошо окатанного грубообломочного материала от 30 до 60 %. Цементом служит глинисто-песчаный материал. Среди галек средних и мелких размеров встречаются редкие валуны кварцитов и подстилающих сидеритизированных аргиллитов. Гальки представлены кремнями (61, %), кварцем (17 %), окремнелыми породами (14 %), эффузивами (3 %), доломитами (3 %), кварцитами (2 %). Среди кремней и окремнелых пород, как и в лапчанской свите, много красноцветных кремней и оолитовых кремнистых пород, что косвенно указывает на существование общего для них источника питания обломочным материалом.

Терригенные отложения боруллойской свиты аллювиального и аллювиально-дельтового генезиса относятся в основном к семейству граувакковых аркоз. Минеральный состав тяжелой фракции характеризуется устойчивой эпидот-ильменитовой ассоциацией при значительных (5–10,6 %) содержаниях дистена, ставролита, альмандина и циркона. Минералы-спутники алмаза, образующие хромшпинель-пироп-пикроильменитовую композицию, встречаются довольно часто, но преимущественно в содержаниях до 10 знаков на пробу в 10 л. Высокие их концентрации образуют отдельные шлиховые аномалии, не создавая площадного высококонтрастного ореола. Аномальные их содержания установлены нами в базальных конгломератах, вскрытых шахтой 9, где в пробе объемом 9 л обнаружено 150 зерен пиропов, 2270 зерен пикроильменитов, 290 зерен хромшпинелидов и один кристалл алмаза класса –4+2 мм.

Основная масса пиропов и пикроильменитов плохой сохранности, зерна I–II классов износа единичны. Среди пиропов отмечаются зерна с кавернозной поверхностью растворения, аналогичной таковой на гранатах из продуктивного горизонта лапчанской свиты. Пиропы алмазной ассоциации составляют 6,8 %. По значениям средней хромистости и кальциевости они ложатся в эволюционный тренд от тр. Интернациональная.

Алмазоносность грубообломочного базального горизонта боруллойской свиты мощностью от 0,4 до 3,1 м установлена валовым опробованием в стволах шахт 7, 8, 9, а также мелкообъемным опробованием в скважинах УКБ. По результатам валового опробования установлены низкие средние содержания алмазов, кар/м<sup>3</sup>: в шахте 7 – 0,04; в шахте 8 – 0,03; в шахте 9 – 0,14. По сквозным пробам из скважины УКБ содержания алмазов варьируют от 0,04–0,08 до 0,77 кар/м<sup>3</sup>. В одной из скважин оно составило 1,41 кар/м<sup>3</sup>, что обусловлено наличием в одной из проб шести кристаллов класса –4+2 мм. Всего на площади россыпи из отложений боруллойской свиты извлечено 78 алмазов в классах –4+2 мм (40 %), –2+1 мм (52 %), –1+0,5 мм (8 %). Средний вес одного кристалла составляет 26,2 мг. По габитусу преобладают камни октаэдрической формы.

*Раннетриасовые интрузии долеритов* (ВТ, kt) катангского комплекса занимают около 40 % площади россыпи. Они прорывают породы верхнего палеозоя и с размывом перекрываются оруктахской свитой нижней юры. Пластообразные ин-

трузивные тела остаточной мощностью от 2–4 до 38–45 м сложены мелко- и среднезернистыми долеритами нормального ряда основных пород. В подошве интрузий нередко отмечаются микродолериты. Породы плотные, массивные, часто трещиноватые. В верхней части интрузий под юрскими отложениями долериты нередко гидратированы с образованием разуплотненной глинисто-обломочной массы. Мощность зоны выветривания обычно составляет первые метры и редко достигает 5–10 м.

*Оруктахская свита* ( $J_{1,ог}$ ) нижнего плинсбаха в пределах россыпи пользуется площадным распространением. Отложения ее мощностью 20–30 м с размывом перекрывают породы верхнего палеозоя и раннетриасовые интрузии долеритов. К востоку от россыпи они залегают непосредственно на породах нижнепалеозойского цоколя. Разрезы свиты характеризуются выдержанным строением и составом пород. Большая их нижняя часть сложена слабосцементированными песчаниками полимиктового состава аллювиально-дельтового происхождения, содержащими рассеянную гальку кремней и линзы алевролитов. В основании иногда отмечаются линзовидные скопления гравийно-галечного материала мощностью 0,1–0,5 м. В кровле большинства разрезов прослеживается пачка (до 15 м) алевролитов озерно-лагунного генезиса. Породы свиты характеризуются эпидот-ильменитовой ассоциацией минералов тяжелой фракции. Минералы-спутники алмаза встречаются крайне редко. Песчаные отложения основания свиты содержат одиночные кристаллы алмазов. В валовых пробах из шахт 8, 9 содержания алмазов составляют 0,01–0,04 кар/м<sup>3</sup>.

*Вакунайкинская свита* ( $J_1vk_1$ ) представлена на площади только прибрежно-морскими отложениями нижней подсвиты позднего плинсбаха видимой мощностью до 22 м, залегающими с внутриформационным размывом на породах оруктахской свиты. Нижневакунайкинская подсвита сложена однообразными мелкозернистыми песчаниками горчичного цвета с линзами и конкрециями известковых разностей. Базальный горизонт нередко представлен галечно-песчаними отложениями, а иногда и довольно мощными (от 1–2 до 7–8 м) линзами конгломератов с песчаным цементом, в которых гальки размером 1–8 см состоят в основном из кварцитов, кремней, кварца при существенном количестве (до 10 %) галек и валунов долеритов. По данным шлихового опробования грубообломочные и существенно песчаные отложения основания разрезов содержат минералы-спутники алмаза в фоновых значениях и только в отдельных пунктах.

Алмазоносность базального грубообломочного горизонта нижневакунайкинской подсвиты изучена в стволах шахты 8 и 9. В первой из них в валовой пробе объемом 19,6 м<sup>3</sup> обнаружен 21 кристалл алмазов, что дало содержание 0,04 кар/м<sup>3</sup>. В шахте 9 из пробы объемом 56,2 м<sup>3</sup> извлечено 20 кристаллов. Содержание алмазов здесь составило 0,02 кар/м<sup>3</sup>. Еще один кристалл извлечен из скважины УКБ. Всего в породах позднего плинсбаха на участке россыпи найдено 42 кристалла в классах –4+2 мм (13 шт.), –2+1 мм (12 шт.), –1+0,5 мм (17 шт.). В их составе преобладают камни октаэдрического габитуса. Примечательно, что в бороздовых шлиховых пробах объемом 10 л из алмазоносных пород минералов-спутников не установлено. Это обстоятельство следует иметь в виду при поисках древних россыпей в том плане, что алмазы не всегда сопровождаются высокими концентрациями их минералов-спутников, и для выявления последних необходимо отбирать шлиховые пробы гораздо большего объема (100–200 л).

Рассмотренные низкоалмазоносные верхнепалеозойские и мезозойские отложения, перекрывающие продуктивный пласт, вместе с породами раннетриасовых интрузий относятся к категории торфов или пород вскрыши. Мощность пород вскрыши варьирует от 18,5 до 55,6 м, в среднем 46,2 м.

Продуктивный пласт россыпи Восточная, локализованный в базальном горизонте лапчанской свиты среднего карбона, тонким слоем выстилает днище Отгурской древней долины, геоморфологически хорошо выраженной в погребенном рельефе, в изопакхитах остаточных мощностей холомолоохской свиты кембрия (плотика россыпи). Протяженность палеодолины с северо-западным направлением стока временных и постоянных водотоков составляет 5,2 км, ширина варьирует от 0,6 км на юге до 1,5 км на севере при довольно постоянной величине 0,9–1,1 км в центральной части россыпи. Борта долины возвышаются над днищем на 10–20 м при ширине бортов от 50 до 200 м и тальвег палеоводотока – 50–200 м. Относительные превышения рельефа в продольном профиле тальвегов составляют 6 м на 1 км. Эрозионный врез его древнего водотока в породы верхнего кембрия по геологическим построениям и данным ГИС составляет 10–15 м и полностью компенсирован осадками лапчанской свиты.

Алмазоносный горизонт россыпи повсеместно залегает на терригенно-карбонатных породах холомолоохской свиты, перекрывается пачкой глинистых трудноразмываемых отложений лапчанской свиты, обеспечивающих сохранность продуктивной залежи. Характер контактов продуктивного пласта с подстилающими и перекрывающими породами изучен по штрекам разведочных шахт. Подошва пласта всегда четко выражена, линия контакта горизонтальная, горизонтально-волнистая или пологонаклонная (от 1–2 до 4°). Гипсометрическое положение ее в абсолютных отметках снижается в северо-западном направлении на расстоянии 5,2 км от 330 до 295 м. Поверхность плотика полого- и крутоволнистая. Отдельные выступы и впадины нижнепалеозойского цоколя в значительной мере затрудняют и осложняют опробование продуктивного горизонта, осуществляемое часто с помощью проходки глубоких гезенков и протяженных восстающих с полотна штреков шахт. В то же время неровности плотика и его избирательная тектоническая раздробленность способствуют улавливанию алмазов. В западных штреках шахт 6, 7 продуктивный пласт нарушен плогим надвигом северо-западного простирания с амплитудой смещения до 8 м.

Верхняя граница залежи в случае, когда она представлена конгломератами и перекрывается глинисто-алевритовыми отложениями, устанавливается однозначно по резкой смене литологии и продуктивности пород. В более редких случаях, при смешанном составе продуктивного пласта, его верхняя граница с перекрывающими песчаниками или песчаными алевролитами менее резкая, носит литологически неоднозначный характер и устанавливается по результатам валового и шлихового опробования.

Продуктивный пласт, облекая неровности рельефа плотика, в плане имеет лентообразную форму. В днище долины он развит повсеместно, изменяясь только по составу и мощности россыпемещающих пород. Западная и восточная его границы определяются по естественному выклиниванию продуктивных конгломератов вдоль бортов Отгурской депрессии. На севере, в зоне фациальной смены пород, граница носит относительно условный характер и определена в основном по степени продуктивности пород. На юго-восточном фланге россыпи, где продуктивные отложения лапчанской свиты частично размыты при формировании мезозойской россыпи Солур, границы залежи определяются распространением грубообломочных отложений среднего карбона. Границы россыпи, установленные на поисковой и оценочной стадиях по распространению пиропоносных грубообломочных пород лапчанской свиты, практически не изменялись в процессе разведочных работ, что свидетельствует о высокой информативности литологических и минералогических критериев поисков древних россыпей алмазов.

Мощность продуктивного пласта не выдержана по площади и варьирует от 0,2 до 1,9 м. Четких закономерностей в распределении мощностей по простиранию залежи не наблюдается. Вкрест ее простирания в поперечном разрезе древней долины отмечается некоторое увеличение мощности в прибортовых ее частях при минимальных мощностях в центре палеодепрессии и на ее бортах. Увеличение мощности пласта чаще всего связано с расщеплением слоя базальных конгломератов с появлением среди них линзовидных прослоев алевролитов или песчаников, реже с повышением мощности горизонта конгломератов, что обусловлено изменением условий накопления осадков.

Алмазоносный горизонт представлен различными литогенетическими типами пород: конгломератами на песчано-глинистом цементе аллювиально-пролювиального генезиса, галечно-песчаными пролювиальными отложениями, гравелитистыми алевролитами пролювиальных шлейфов, делювиальными щебнисто-глинистыми образованиями в прибортовых частях долинообразной депрессии. Выделенные типы пород имеют различное площадное распространение и характеризуются разной степенью алмазоносности. Присклоновые делювиальные образования распространены крайне ограниченно. На северном фланге россыпи, в зоне выклинивания пролювиальных отложений незначительно развиты аллювиальные галечники и пески, образующие мелкие линзовидные тела. Породы смешанного галечно-песчаного (галечно-алевритового) и глинисто-алевритового состава занимают по 10–15 % площади залежи.

Основной литологической разновидностью продуктивного пласта являются конгломераты, распространенные на 70–80 % площади. На юго-восточном фланге россыпи широко представлены разрезы неоднородного состава, в которых конгломераты содержат от одного до трех линзовидных прослоев глинистых или песчаных алевролитов мощностью 0,1–0,3 м (редко до 0,8 м) и протяженностью до 10–15 м.

В северной и центральной частях залежи (шахты 1, 6, 5, 7) в конгломератах продуктивного пласта содержание грубообломочного материала составляет 50–70 %. В его составе преобладают гальки при подчиненной роли гравия (5–7 %) и валунов (1–5 %). Гальки (2–3 см) представлены кремнями (70 %), кварцитами (10–15 %), терригенно-карбонатными породами плотика (5–10 %), кислыми и средними эффузивами, кварцем, роговиками, метаморфическими породами, граносиенитами. Обломки пород плотика обычно плитчатые, угловатые и полуокатанные. Характерно наличие галек красноцветных кремней, белесых маршаллитизированных окремнелых пород, выветрелых галек эффузивов и метаморфических пород, галек окремнелых оолитовых известняков. Валуну размером до 45 см сложены кварцитами, выветрелыми с поверхности эффузивами, доломитами.

В пределах юго-восточного фланга россыпи (шахты 8, 9). В зонах порожистых перекаатов палеоводотоков грубообломочный материал конгломератов, составляющий до 70 % общей массы, на 40–80 % представлен плитчатыми обломками доломитов, доломитовых алевролитов и мергелей, достигающих иногда размеров глыб (70×10×40 см). Нередко в кровле пласта мощностью до 1,9 м их содержание намного больше, чем в нижнем приплотиковом слое. Наряду с глыбами карбонатных пород, отмечаются скопления и одиночные включения валунов кварцитов, метаморфических пород и эффузивов размером 25–30 см. При этом валуны встречаются как в основании, так и в кровле продуктивного пласта. Алмазоносный горизонт, вскрытый шахтой 8, сформирован палеоводотоком, при активной глубинной и боковой эрозии пород нижнепалеозойского цоколя. Размыву подвергались как отдельные выступы и неровности плотика днища, так и коренной правый борт Оттурской палеодолины.

К юго-востоку от шахты 8 стволом шахты 9 в основании маломощного (2,5 м) разреза лапчанской свиты вскрыты продуктивные конгломераты мощностью 0,5 м средне-мелкогалечные с визуально видимыми пиропами. Среди них отмечаются плотные разности на пиритово-сидеритовом цементе и слабосцементированные конгломераты с песчано-алевритовым заполнителем. Грубообломочный материал, составляющий от 40 до 80 % общей массы, в целом имеет полимиктовый состав: кремни (70,5 %), кварциты (10 %), доломиты и мергели (10 %), кварц (3 %), оолитовые окремнелые породы (3 %), эффузивы (2,5 %) метаморфические породы (1 %). Единичны валуны кварцитов размером до 15 см. Указанные разновидности конгломератов вмещают основные запасы россыпи Восточная.

Связующая масса в продуктивных конгломератах представлена несортированным песчано-алевритово-глинистым материалом. Слабосцементированные разности занимают не более 20–30 % площади. Гораздо шире распространены конгломераты на пиритово- и известково-сидеритовом цементе. Они образуют линзовидные слои небольшой мощности и обычно приурочены к приплотиковой части продуктивного пласта. Конгломераты с таким типом цемента очень крепкие и обогащаются по коренной схеме.

По данным литологических анализов в составе песчано-глинистого заполнителя конгломератов песчаная фракция составляет 20–25 %, алевритовая – 15–25 %, глинистая – 50–65 %. Песчаный кремнисто-кварцевый материал по гранулометрическому составу относится к средне-мелкозернистым разностям. Медианный размер зерен в среднем равен 0,3 мм при вариациях от 0,5 до 0,18 мм. В составе крупноалевритовой фракции преобладают устойчивые к выветриванию минералы (82–95 %), что указывает на высокую зрелость осадков базального горизонта лапчанской свиты. В тяжелой фракции доминируют аутигенные минералы – пирит (10–95 %) и сидерит (40–80 %). Среди терригенных минералов явно преобладает ильменит (70–100 %), редко ильменит и алмадин (до 30 %), в небольшом количестве присутствуют циркон (4 %), сфен (3–4 %), турмалин (до 5 %), эпидот (до 3 %). Глинистая фракция имеет смешанный каолинит-монтмориллонитовый либо гидрослюдисто-монтмориллонитовый состав.

Средний объемный вес пород продуктивного пласта составляет 2,74 т/м<sup>3</sup>, а коэффициент разрыхления – 1,51. По данным фракционного анализа продуктивных отложений выход легкой фракции (<2,7 г/см<sup>3</sup>) варьирует от 51 до 81 %, промежуточной фракции (2,7–3,1 г/см<sup>3</sup>) – от 5,5 до 35 % и тяжелой фракции (>3,1 г/см<sup>3</sup>) – от 5,5 до 30 %. Высокий выход последней обусловлен в основном аутигенными минералами (пиритом, сидеритом).

*Кимберлитовые минералы* продуктивного пласта россыпи характеризуются устойчивой алмаз-пироповой ассоциацией. Находки пикроильменитов, хромшпинелидов и хромдиопсида единичны. Повышенные и аномально высокие концентрации пиропов, приуроченные, как правило, к конгломератам с песчано-глинистым заполнителем, практически во всех случаях сопровождаются промышленной алмазоносностью вмещающих отложений. Распределение пиропов в россыпи неравномерное – от единичных зерен до нескольких тысяч знаков на пробу в 10 л. При этом в шлиховых пробах из керна скважин они фиксируются обычно в содержаниях до 10 редко 25–50 зерен. Истинные концентрации гранатов установлены по бороздовым пробам в стволах и штреках разведочных шахт (табл. 2.104).

По результатам детального опробования шахты 7 наибольшая частота встречаемости пироба более 100 зерен на 10 л характерна для восточного штрека в интервале пикетов 300–580 м. Здесь же отмечены и аномальные для россыпи содержания алмазов и три зерна зеленых пиропов. В результате отдельного опробования верхней и нижней частей разреза продуктивного пласта в шахтах 1,

Таблица 2.104

## Содержание пиропов в продуктивном пласте россыпи Восточная

Шахта	Кол-во проб, содержащих МСА	Содержание пиропов, %				Максимальное кол-во пиропов на пробу в 10 л
		до 10 зн.	10–50 зн.	50–100 зн.	>100 зн.	
1	110	41	40	7	12	924
5	139	67	27	5	1	216
6	54	37	20	20	23	3436
7	188	46	29	11	14	3360
8	106	69,8	25,5	1,9	2,8	276
9	3	–	–	–	3	578

6, 7 наблюдается преобладание пиропов в приплотиковой части в 2–3 раза. Они фиксируются визуально в породе в многочисленных пунктах подземных горных выработок. Алевролиты внутри пласта и перекрывающие его “торфа” содержат мелкие пиропы в количестве <10 зерен на 10 л. В гранулометрическом отношении основная масса пиропов <2 мм. Содержание зерен класса –4+2 мм варьирует от 0,4 до 6,9 %. Если учесть, что в классе –0,5 мм пиропы представлены исключительно осколками большей частью техногенного происхождения в количестве от 13,8 до 58 %, то истинный размер зерен в ассоциации соответствует двум основным классам: –2+1 мм (15,6–56 %) и –1+0,5 мм (21–32,7 %). Пиропы характеризуются интенсивным механическим износом и гипергенным растворением мелкокавернозного (оспинного) типа, в результате которого уничтожена механогенная поверхность на большей части зерен. Преобладает кубоидный тип растворения. Зерна с дислокационным типом коррозии составляют 25–30 %, и это количество сохраняется по всей длине россыпи. В мелких гранулометрических классах (–0,5 и –1+0,5 мм) пиропы в основном представлены осколками и обломками более крупных зерен и имеют техногенное происхождение или являются результатом диагенетического растрескивания при интенсивной пиритизации и сидеритизации осадков. Однако часть осколков образовалась в процессе переотложения из древнего коллектора в лапчанские осадки. Такие осколки нередко наблюдаются непосредственно в образцах, а наиболее крупные из них несут следы явного механического износа на плоскостях и ребрах свежих сколов, секущих гипергенные поверхности. Среди цветовых разновидностей преобладает фиолетово-красная гамма с различными оттенками. Содержание оранжевых, лиловых и красных зерен достигает 15 % (шахта 7). Довольно разнообразный цветовой набор пиропов наблюдается в шахте 6 и в скважине УКБ № 628/228: оранжевые – 5–9 %, красные – 7–16,5 %, розовые – 2,3–4,5 %. Для сравнения можно привести цветовую характеристику по россыпи Новинка (проба 302): из 9243 зерен оранжевые составляют 9 %, красные – 2 %, розовые – 1,6 %, фиолетово-красные – 87,4 %.

В пироповой ассоциации крайне редко отмечаются единичные мелкие зерна идеально окатанных зерен пикроильменитов и хромшпинелидов. Достоверно они установлены в основном в шахте 7. Здесь в 188 пробах выявлено 38 зерен пикроильменита IV класса сохранности, из них 70 % в классе –1 мм и 11 зерен в классе –2+1 мм. Такое же незначительное распространение имеет и хромпикотит. По данным изучения концентрата валовых проб шахты 7 выявлены минералы-спутники хорошей сохранности. В Западном штреке в интервале 75–80 м обнаружен хромдиоксид размером –4+2 мм с первичной магматогенной поверхностью. В Восточном штреке на разных интервалах выявлены два зерна пиропы с реликтами келифиновой каймы, два зерна II класса сохранности и одно зерно пикроильменита II класса сохранности размером –1 мм. Однако в многочисленных ревизионных

бороздовых шлиховых пробах не установлено ни одного зерна хорошей или средней сохранности. В Восточном штреке шахты 6 в валовой пробе 6В-238 среди 101 зерна пиропов обнаружено одно зерно в классе  $-2+1$  мм с реликтами келифиновой каймы. В этом же штреке в семи пробах отмечено по 1–3 зерна III класса сохранности. Следует подчеркнуть, что высокосохранные минералы-спутники алмаза обнаружены только в фабричном концентрате валовых проб. В бороздовых пробах из штреков шахт и в шлиховых пробах из керна скважин минералы с первичной магматогенной поверхностью отсутствуют.

Таким образом, для минералов-спутников россыпи Восточная характерны: устойчивая мономинеральная пироповая ассоциация; высокая гранулометрическая и плотностная отсортированность, высокая степень механического износа и гипергенной коррозии мелкокавернозного (оспинного) типа, благодаря чему пиропы легко диагностируются и на других участках; наложение гипергенного растворения на отсортированные и изношенные пиропы; незначительный износ поверхности послегипергенного растворения в условиях кор выветривания; присутствие в ассоциации небольшого количества кимберлитовых минералов высокой степени сохранности (если исключается возможное засорение проб); невысокий процент пиропов алмазной ассоциации (2–4 %).

В целях типизации данного ореола рассеяния минералов-спутников алмаза исследовался химический состав гранатов из различных участков россыпи. От гранатов россыпи Новинка они отличаются стабильно низким (2–4 против 8,6 %) содержанием пиропов алмазной ассоциации, повышенным содержанием низкохромистых ( $\text{Cr}_2\text{O}_3 < 2\%$ ) гранатов. От пиропов россыпи Водораздельные Галечники они отличаются меньше. В целом пиропы россыпи Восточная в координатах  $\text{CaO}-\text{Cr}_2\text{O}_3$  занимают среднее положение между высокохромистыми пиропами трубок Интернациональная, Дачная, им. XXIII съезда КПСС и пиропами трубок Мир и Таежная.

Оценка корреляционной зависимости параметров алмазоносности и содержаний минералов-спутников в продуктивном горизонте произведена статистическим методом. По шахте 1 отдельно оценивалась корреляционная связь в пробах с различным объемом: 43 пробы объемом 2,5 л, 60 проб – 5 л.; 42 пробы – 10 л; 14 проб – 20 л и 14 проб объемом 35 л. По шахте 7 коэффициент корреляции рассчитан в целом по 138 пробам различного объема. Наиболее четкая корреляционная зависимость по шахте 1 выявлена при анализе большего количества (43, 60, 42) проб объемом соответственно 2,5; 5 и 10 л по сравнению с меньшим (14) количеством проб, но с большим объемом (20 и 35 л). Весовые и количественные содержания алмазов находятся в четкой корреляционной положительной связи с количеством пиропов в классе  $-2+1$  мм (0,537; 0,522 при  $r_{01} = 0,333$ ), с общим количеством пиропов в пробе (0,463 при  $r_{01} = 0,393$  и 0,426 при  $r_{01} = 0,3330$ ).

По шахте 7 положительные коэффициенты корреляции установлены между всеми параметрами алмазоносности с общим количеством пиропов и их количеством в каждом гранулометрическом классе (кроме класса  $-0,5$  мм). Выявленные коэффициенты корреляции параметров алмазоносности с минералами-спутниками алмаза остаются примерно одинаковыми по шахтам 1 и 7. Приведенные расчеты свидетельствуют о целесообразности использования минералогических данных при оконтуривании площадей древних россыпей.

Алмазоносность продуктивного пласта [Бочаров и др., 2005], изученная по результатам валового опробования в стволах и штреках разведочных шахт, не поддержана как по простиранию, так и вкрест простирания россыпи. Содержания алмазов в частных алмазосодержащих пробах варьируют от 0,10–0,20 до 5,21 кар/м<sup>3</sup> (шахта 5); 29,92 кар/м<sup>3</sup> (шахта 6); 99,29 кар/м<sup>3</sup> (шахта 7); 8,30 кар/м<sup>3</sup> (шахта 8) и

до 15,17 кар/м<sup>3</sup> (шахта 9). Наиболее высокие концентрации зафиксированы в штреках шахт 6, 7. Показательным критерием промышленной алмазоносности продуктивного пласта является высокая частота встречаемости алмазов в бороздовых шлиховых пробах и визуально в породе пласта при опробовании подземных горных выработок. Алмазы в шлихах и визуально чаще фиксировались в восточном штреке шахты 7, где они обнаруживались иногда в литологических пробах объемом 1–3 л. Здесь же валовым опробованием установлены и рекордно высокие концентрации алмазов в отдельных пробах: 43,66 кар/м<sup>3</sup>; 60,89; 99,29 кар/м<sup>3</sup>.

Уровни алмазоносности продуктивного пласта контролируются литологическим составом пород, анализ которых (шахты 5, 6, 7, 8 и 9) показал, что 70,6 % проб, содержащих алмазы, представлены конгломератами на песчано-глинистом или песчано-алевритовом цементе. При этом 23,7 % проб, отобранных из конгломератов, характеризуются содержаниями более 2,8 кар/м<sup>3</sup>. К ним же приурочены и все находки крупных кристаллов размером –8+4 мм. Галечно-песчаные и песчаные отложения залежи характеризуются слабой алмазоносностью: из 66 проб в 59 содержание алмазов не превышает 0,5 кар/м<sup>3</sup>, в шести пробах – до 1 кар/м<sup>3</sup> и лишь одна проба попадает в предел от 1,0 до 2,8 кар/м<sup>3</sup>. В гравелитистых алевролитах концентрации минерала варьируют от 0,5 до 1,0 кар/м<sup>3</sup>. Наиболее низкая алмазоносность (<0,5 кар/м<sup>3</sup>) свойственна склоновым щебнисто-глинистым образованиям.

В плане россыпь характеризуется линзовидно-струйчатым и гнездовым распределением высоких и низких концентраций алмазов, что установлено по штрекам шахт, пересекающим полностью поперечный профиль Оттурской древней долины. Распределение содержаний отражает общую струйчатость северо-западного направления, совпадающего с направлением стока многоорукавного палеоводотока. Максимальные содержания по шахте 6 приурочены к западному штреку, где в ряде пунктов алмазы и скопления пиропов фиксировались в конгломератах визуально. Здесь выделяются две богатые (свыше 20 кар/м<sup>3</sup>) микроструи, приуроченные к западному тальвегу палеоводотока. К югу в западном штреке шахты 7 также отмечается несколько микроструй повышенных содержаний алмазов шириной 7–30 м, но выражены они менее контрастно. Самая богатая струя россыпи Восточная установлена в восточном штреке шахты 7 в интервале 240–580 м, где концентрации алмазов по частным пробам составляют 20,28 кар/м<sup>3</sup>; 49,57; 60,89; 99,29 кар/м<sup>3</sup>. Колебание уровней алмазоносности достигает здесь 25–50-кратных значений. Ураганное содержание 99,29 кар/м<sup>3</sup> на пикете 410 м соседствует с нулевым значением на пикете 420 м. Эта струя приурочена к восточному тальвегу древнего водотока.

В пределах юго-восточного фланга залежи (шахты 8, 9) продуктивность пласта характеризуется более низкими параметрами. Но и здесь сохраняется многоструйчатое распределение повышенных и низких концентраций минерала. В восточной тальвеговой струе вблизи шахты 8 в скважине УКБ установлено максимальное для юго-восточного фланга содержание алмазов, равное 56,16 кар/м<sup>3</sup>. В целом по штрекам шахты 8 алмазоносность сложнопостроенного пласта увеличенной мощности (до 1,9 м), по-видимому, существенно разубожена наличием линз алевролитов и обилием обломков карбонатных пород плотика, составляющих часто до 70–80 % от объема конгломератов. В стволе шахты 9 в четырех шлиховых пробах из продуктивного пласта обнаружено десять кристаллов алмазов. В валовых пробах по штрекам шахты содержание алмазов варьирует от 0,15–0,20 до 15,17 кар/м<sup>3</sup>.

Характерными особенностями минерального сырья россыпи Восточная являются высокая степень гранулометрической отсортированности алмазов, высокий процент (до 60 %) кристаллов со следами механического износа выкрашива-

ния, высокий выход ювелирных камней (до 50 %). По заключению В.Р. Захаровой (Ботуобинская экспедиция), по степени механического износа выкрашивания алмазы этой залежи занимают второе место после таковых из верхнекарбонтовой россыпи Дьюкунах Моркокинского алмазодобывающего района. По гранулометрии основная масса кристаллов россыпи Восточная представлена двумя классами:  $-2+1$  и  $-4+2$  мм, которые в сумме по количеству составляют около 90 % при преобладании первого из них примерно на 10 %. На долю класса  $-8+4$  мм приходится 0,1–0,32 %. Мелкие кристаллы класса  $-1+0,5$  мм составляют около 12 % (рис. 2.47).

Увеличение количества последних до 31,2 % по шахте 7 связано с измельчением более крупных кристаллов при додроблении концентрата конгломератов на плотном пиритово-сидеритовом цементе. По данным В.Р. Захаровой и Б.П. Антонюка, количество алмазов с техногенными повреждениями достигает 35–60 %. Основную весовую долю (70 %) составляют кристаллы размером  $-4+2$  мм. Средний вес алмазов по горным выработкам варьирует от 12,6 до 17,5 мг, а одного кристалла по россыпи составляет 15,2 мг.

Алмазы россыпи Восточная по своим кристалломорфологическим особенностям существенно не отличаются от алмазов других промышленных россыпей Мало-Ботуобинского района. По габитусу (октаэдры – 70,8 %, переходные формы – 24,3 %, ламинарные ромбододекаэдры – 4,3 %, кубы – 0,6 %) они близки к алмазам из высокопродуктивных кимберлитов трубок Интернациональная, Мир, им. XXIII съезда КПСС. По заключению В.Р. Захаровой (БГРЭ), на сколах одной трети кристаллов россыпи развита ярко выраженная леденцовая скульптура, характерная для алмазов мезозойской россыпи Новинка и элювия кимберлитов тр. Интернациональная.

В морфогенетическом отношении среднекарбонтовая россыпь Восточная представляет собой древнюю долинную залежь пластовой лентообразной формы аллювиально-пролювиального генезиса. По нашему мнению, россыпь переотложенного типа, сформированная за счет размыва и переотложения долапчанского

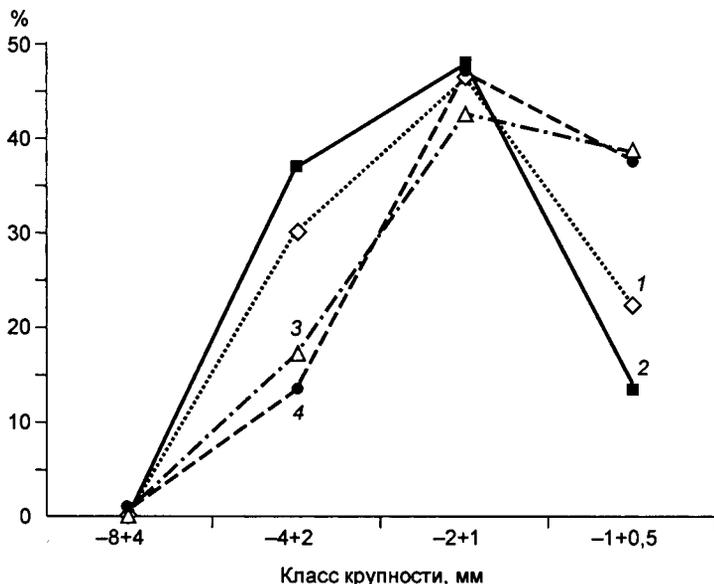


Рис. 2.47. Графики распределения алмазов по гранулометрическим классам в древних россыпях.

Россыпи: 1 – Восточная, 2 – Солур, 3 – Новинка, 4 – Водораздельные Галечники.

(предположительно раннекаменноугольного) прибрежно-морского коллектора алмазов площадного развития. Основными коренными источниками питания при этом являлись высокоалмазоносные трубки Интернациональная и Мир при незначительной роли остальных известных кимберлитовых тел Мирнинского рудного поля. Основными доводами в пользу этого заключения являются высокая гранулометрическая и плотностная отсортированность кимберлитовых минералов россыпи с образованием алмаз-пироповой ассоциации, высокий механический износ пиропов с окатыванием до шариков; механический износ выкрашивания на большом количестве кристаллов алмазов, наложение массового гипергенного растворения на отсортированные и сильно изношенные зерна пиропов, отсутствие неизношенных кимберлитовых минералов ближнего сноса в многочисленных бороздовых и керновых шлиховых пробах, идентичность кристалломорфологического спектра алмазов россыпи с таковым из кимберлитовых трубок Мир и Интернациональная.

В соответствии с принятой геолого-промышленной классификацией древняя россыпь Восточная относится к средним по запасам россыпным месторождениям с высоким (до 3 кар/м<sup>3</sup>) содержанием алмазов средней крупности и средним выходом ювелирных камней. Разведанная россыпь является резервным месторождением Мало-Ботуобинского района.

### Мезозойские россыпи

В центральной части Мало-Ботуобинского района, вмещающей Мирнинское кимберлитовое поле, в раннеюрских отложениях северо-западного борта Ангаро-Вилуйского прогиба, наложенного на сводовую часть Непско-Ботуобинской антеклизы, обнаружены и разведаны промышленные россыпи алмазов: Солур, Водораздельные Галечники, Новинка-Геофизическая, Дачная-1, Глубокая. Вторичная (переотложенная) россыпь Солур вместе с верхнепалеозойскими россыпями Восточная и Западная образуют Верхнечуоналырское россыпное поле. Остальные россыпи ближнего сноса формируют Маччобинское и Иреляхское россыпные поля, приуроченные к одноименным автономным кустам кимберлитовых тел Мирнинского рудно-россыпного узла.

Размещение россыпных полей и россыпных месторождений четко контролируется отрицательными морфоструктурами, представляющими собой долинообразные палеодепрессии, наложенные на нижнепалеозойский кимберлитовмещающий цоколь.

### Россыпь Солур

Погребенная россыпь Солур, локализованная в базальном горизонте юлегирской свиты нижнеюрского возраста, находится на левобережье р. Ирелях, в верховьях руч. Солур, где вплотную примыкает к среднекарбонной россыпи Восточная. От известных кимберлитовых трубок Мир и Интернациональная она отстоит к западу и северо-западу на 20 и 10 км соответственно. Раннеюрская россыпь спрогнозирована в 1988 г. на основании литологических и минералогических критериев, выявленных при документации и опробовании керна поисковых скважин колонкового бурения: в базальном грубообломочном горизонте юлегирской свиты были обнаружены гальки пиритизированных конгломератов и окатанные до шариков пиропы, характерные для среднекарбонной россыпи Восточная. На этом основании сделан вывод о возможном обнаружении здесь раннеюрской россыпи, сформированной на месте среднекарбонной россыпи и размыва алмазоносных отложений верхней перми. Прогнозные рекомендации были реализованы в 1989–1990 гг. в процессе поисково-оценочных работ с установлением мезозойской залежи Солур с промышленно ценными содержаниями алмазов (см. фото 33). В на-

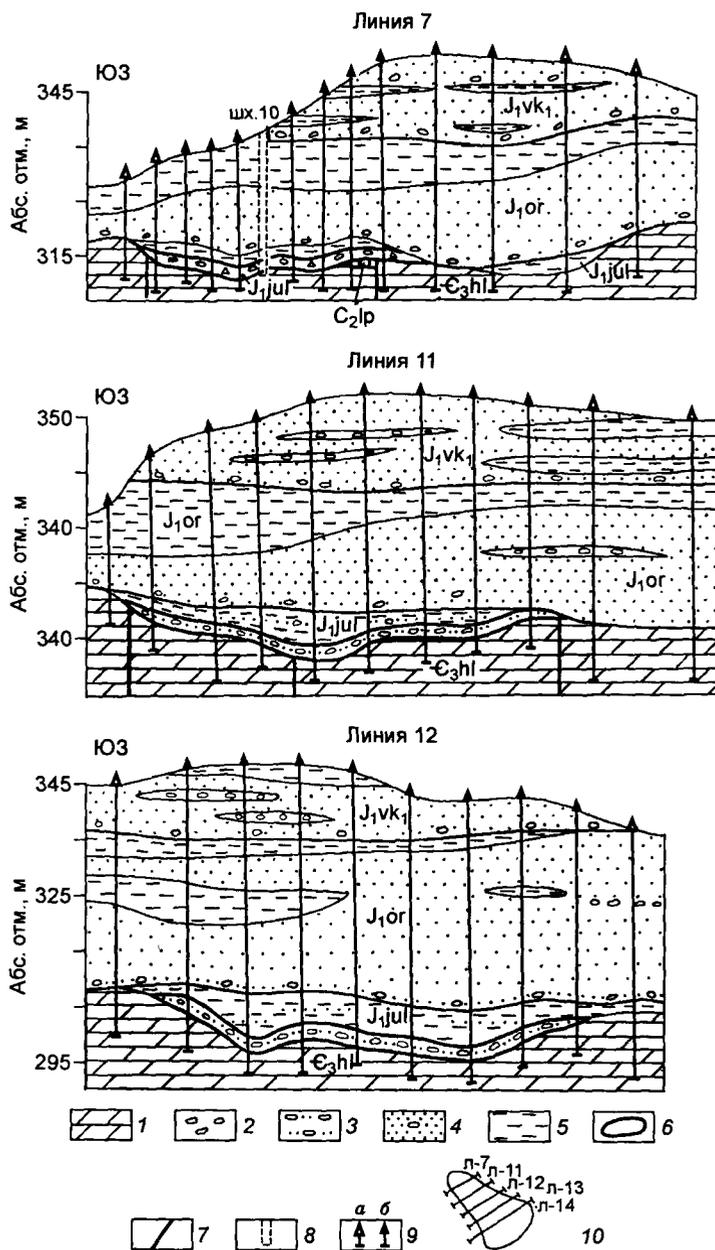


Рис. 2.48. Разрезы россыпи Солдур по линиям 7, 11, 12:

1 – доломитовые алевролиты и мергели; 2 – галечники, конгломераты; 3 – галечно-песчаные отложения; 4 – пески и песчаники с галькой; 5 – алевролиты; 6 – продуктивные пласты; 7 – разрывные нарушения; 8 – шахта; 9 – скважины КБ (а) и совмещенные скважины КБ и УКБ (б); 10 – взаиморасположение линий разрезов в плане.

стоящее время завершены разведочные работы, осуществляемые комплексом горных выработок (шахты, штреки) и проходкой скважин колонкового (КБ) и ударно-канатного бурения (УКБ) диаметром 500 мм.

В структурном плане нижнепалеозойского цоколя россыпь Солур приурочена к северо-западному склону Мирнинского сводового поднятия, осложненному Верхне-Иреляхским грабенем с амплитудами смещения по ограничивающим его разломам до 120 м. В мезозойском морфоструктурном плане россыпь приурочена к западному склону Кюеллях-Маччобинской долинообразной депрессии субмеридиональной ориентировки, где локализована в основном в пределах локальной, геоморфологически неконтрастно выраженной Солурской палеодепрессии конусообразной формы. Она сформирована на террасовидной площадке, которая при переходе к Кюеллях-Маччобинской депрессии ограничивается крутым уступом высотой до 35 м.

В строении россыпи участвуют терригенно-карбонатные породы холомолоохской свиты верхнего кембрия (плотик залежи), промышленно алмазоносные (юлегирская свита) и низкоалмазоносные (оруктахская и вакунайкинская свиты) терригенные отложения нижней юры общей мощностью до 85 м (рис. 2.48).

*Холмомолоохская свита* остаточной мощностью до 150 м на уровне мезозойского среза представлена зеленовато-серыми доломитовыми алевролитами и мергелями с подчиненными прослоями глинистых и алевритистых доломитов, известняков и известковистых песчаников. Породы обычно трещиноваты, с включениями тонкодисперсного и гнездового пирита. Под юрскими отложениями верхние горизонты холмомолоохской свиты нередко маркируются горизонтом элювиальных обломочно-глинистых образований мощностью от 0,5 до 3,5 м. Слабоперетолженные их разности иногда характеризуются повышенной алмазонасностью и включаются в состав продуктивного пласта.

*Юлегирская свита*, вмещающая россыпь Солур, залегает с размывом и угловым несогласием на породах верхнего кембрия. Наиболее полные разрезы свиты мощностью до 48 м, вскрытые на юго-восточном фланге россыпи, в центральной части магистральной Кюеллях-Маччобинской депрессии построены по типу констративного аллювия. По коррелятивным признакам в них выделяются две пачки (рис. 2.49).

Нижняя пачка ( $J_1jul^1$ ), выполняющая изолированную впадину переуглубленного русла размером 0,8×1,0 км, представлена завершенным мезоритмом мощностью до 15 м, в основании (3–13 м) которого залегают пролювиально-аллювиальные олигомиктово-кварцевые пески с включениями гравия и с линзами алевролитов, а в кровле (2–7 м) – углистые алевролиты фации речных паводков. В подошве нижней пачки свиты здесь выделяется базальный алмазоносный горизонт мощностью до 1 м, образованный плохо промытыми галечно-песчаными отложениями с линзочками глинистых гравелитов. К этому слою существенно грубозернистых пролювиально-аллювиальных образований приурочена Нижняя алмазоносная залежь россыпи. По данным опробования скважин УКБ содержания алмазов по линии 14 варьируют от 0,13–0,42 до 0,74 кар/м<sup>3</sup>.

Верхняя пачка свиты ( $J_1jul^2$ ) мощностью до 33–37 м в центральной части Кюеллях-Маччобинской депрессии состоит из двух мезоритмов. В основании нижнего мезоритма прослеживается грубозернистый горизонт мощностью 1,0–1,5 м, сложенный гравелитистыми песками с линзами глинистых гравелитов. В двух кустах скважины УКБ по линии 14 в них установлены алмазы в содержаниях от 0,50 до 0,76 кар/м<sup>3</sup>. К этому горизонту приурочена Средняя алмазоносная залежь россыпи Солур. К западу между буровыми линиями 14–7 к основанию верхнего мезоритма верхней пачки юлегирской свиты общей мощностью до 23 м

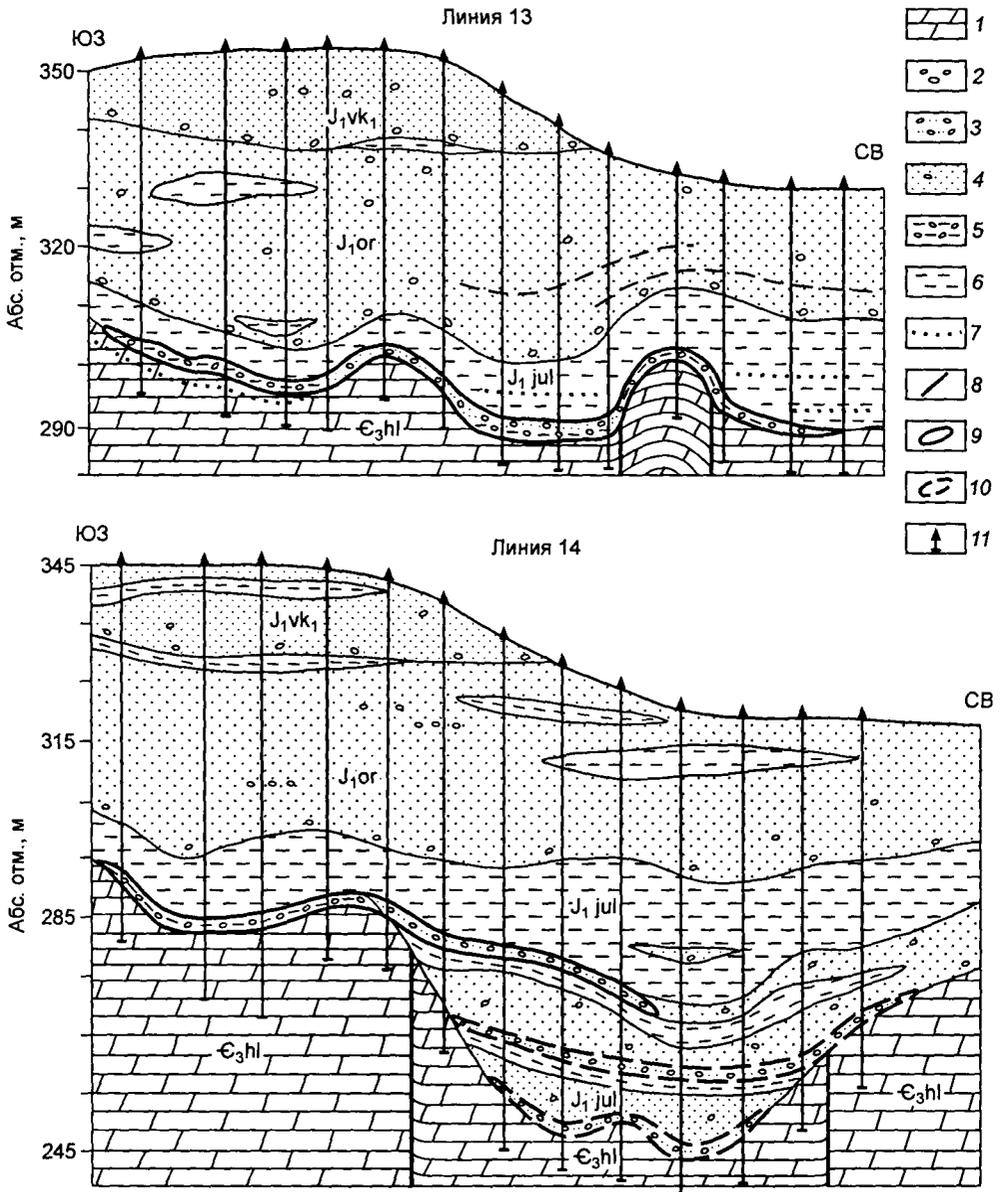


Рис. 2.49. Разрезы россыпи Солур по линиям 13, 14:

1 – доломитовые алевролиты, мергели; 2 – конгломераты; 3 – галечно-песчаные отложения; 4 – песчаники и пески с галькой; 5 – гравелитистые алевролиты; 6 – алевролиты; 7 – кора выветривания и ее возраст; 8 – разрывные нарушения; 9 – продуктивные пласты; 10 – пласты с алмазопоявлениями; 11 – совмещенные скважины КБ и УКБ.

приурочена основная Верхняя залежь россыпи Солур, сохранность которой обеспечивается пластом алмазоносных и неалмазоносных алевролитов озерно-пойменного генезиса мощностью от 2 до 20 м. При неоднозначной литологической границе продуктивного пласта подошва перекрывающих отложений (торфов) устанавливается по данным опробования.

*Оруктахская свита* нижнего плинсбаха, залегающая с размывом на породах верхнего кембрия и с неглубоким размывом на алевролитах юлегирской свиты, сложена довольно однообразными слабосцементированными аркозовыми песчаниками с подчиненными пластами алевролитов различной мощности и маломощными линзами галечников. На северо-западе в кровле разрезов прослеживается пачка (до 15 м) алевролитов маркирующего значения. Аллювиально-дельтовые осадки свиты характеризуются эпидот-ильменитовой ассоциацией минералов тяжелой фракции. Мощность свиты изменяется от 25 до 45 м. В подошве иногда наблюдается горизонт галечно-песчаных отложений мощностью до 0,7 м с повышенными (до 0,5–1,26 кар/м<sup>3</sup>) концентрациями алмазов. При близком расположении к основному продуктивному пласту юлегирской свиты они включаются в состав последнего.

*Вакунайкинская свита*, представленная на площади нижней подсвитой позднего плинсбаха видимой мощностью до 18 м, залегающая с неглубоким размывом на породах оруктахской свиты, в ее состав входят пласты зеленовато-серых песчаников алевролитов граувакко-аркозового состава с амфибол-эпидот-ильменитовой ассоциацией минералов тяжелой фракции. В основании ее и в нижних частях разрезов нередко наблюдаются горизонты конгломератов мощностью до 2,5 м. Базальные конгломераты в пределах близрасположенного юго-восточного фланга россыпи Восточная характеризуются низкой (0,04 кар/м<sup>3</sup>) алмазоносностью. В пределах россыпи Солур находки алмазов в прибрежно-морских отложениях нижней подсвиты вакунайкинской свиты пока не известны.

Мощность перекрывающих продуктивный пласт низко- и неалмазоносных отложений (торфов) изменяется от 6 до 54 м при средней мощности для северо-западного фланга 23,6 м, для юго-восточного фланга – 46,5 м.

*Плотиком* россыпи Солур служат слабыветренные доломитовые алевролиты, мергели и доломиты верхнего кембрия, реже обломочно-глинистые образования поздне триасовой коры выветривания. Строение плотика осложнено разрывными нарушениями северо-восточной ориентировки, принадлежащих зоне Верхне-Иреляхского грабена позднегерцинского заложения. Это обуславливает интенсивную трещиноватость пород плотика. Отмечаются трещины открытого и закрытого типов. Первые из них чаще всего выполнены льдом, реже перекрывающим алмазоносным материалом юлегирской свиты. На таких участках в породах плотика иногда встречаются алмазы в содержаниях до 0,5 кар/м<sup>3</sup>. На некоторых участках породы плотика осложнены сериями мелких грабенов и горстов амплитудой 5–12 м, обуславливающих значительные неровности плотика. При преобладающем субгоризонтальном залегании пород плотика иногда в них наблюдаются складки, крылья которых осложняются малоамплитудными взбросами и сбросами (см. рис. 2.49, разрез по линии 13). Площадное опробование пород, подстилающих продуктивную залежь, показывает их фактическую стерильность в отношении алмазов.

*Основной продуктивный пласт* россыпи Солур, локализованный в базальном горизонте верхней пачки юлегирской свиты нижней юры, приурочен к западному склону Кюеллях-Маччобинской депрессии, где выстилает днище и склоны локальной геоморфологически не контрастно выраженной Солурской палеодолины с юго-восточным направлением стока временных водотоков. При протяженности 2,0–

2,1 км ширина ее на отрезке буровых линий 7–14 изменяется от 0,4 км на северо-западе (в истоках) до 1,5 км на юго-востоке, что обуславливает конусообразную форму продуктивного пласта в плане. Древняя долина не находит отражения на карте остаточных мощностей холомолоохской свиты верхнего кембрия, т. е. мезозойские временные водотоки здесь вскрывали только траппы и породы верхнего палеозоя, без заметного врезания в породы нижнепалеозойского цоколя, на что косвенно указывает и останец лапчанской свиты среднего карбона в юрском поле, вскрытый скважинами и северо-восточным штреком шахты 10.

В продольном профиле абсолютные отметки подошвы продуктивного пласта закономерно снижаются в юго-восточном направлении от 320 до 280 м. В поперечных сечениях подошва пласта полого- и крутоволнистая с относительными превышениями от первых до 10–15 м. Отдельные поднятия и впадины в рельефе подошвы пласта нередко обусловлены послеюлегирскими горстами и грабенами, связанными с подновлением разломов зоны Верхне-Иреляхского грабена среднепалеозойского заложения. Значительные перепады высот подошвы залежи существенно осложняют технологию ее вскрытия и опробования из подземных горных выработок.

Подошва пласта фактически всегда четко выражена, однозначно отбивается на радиограммах ГИС. Линия контакта горизонтально-волнистая, пологонаклонная, реже горизонтальная. Карманообразные углубления небольшого размера встречаются редко. Верхняя граница пласта при сложном неоднородном его строении имеет часто постепенный переход в перекрывающие отложения юлегирской свиты и определение ее производится по результатам валового и мелкообъемного опробования на алмазы. В контуре промышленной залежи протяженностью 1,7 км и шириной от 400 до 900 м мощность продуктивного пласта без четких закономерностей варьирует от 0,2 до 4,9 м.

Продуктивный горизонт россыпи характеризуется крайне изменчивым неоднородным строением и литологическим составом. На северо-западном фланге в верхнем звене конуса выноса в районе шахты 10 он представлен галечно-песчаными отложениями с линзовидными прослоями гравелитов и конгломератов мощностью от 0,2–0,3 до 2,0–2,5 м. Грубообломочные образования руслового пролювия расслаиваются алмазоносными линзами (0,1–0,3 м) гравелитистых алевролитов фации речных паводков. Отложения в целом характеризуются смешанным составом, крайне низкой степенью сортировки терригенного материала, высоким содержанием пелитовой составляющей и алевритового вещества, обилием визуально видимого траппового ильменита, сравнительно слабой общей цементацией пород, наличием линз и прослоев конгломератов и гравелитов на крепком пиритовом и сидеритовом цементе, присутствием галек конгломератов и углистых алевролитов лапчанской свиты среднего карбона, значительной примесью бескарбонатной глины и дресвы траппов.

Содержание грубообломочного материала изменчиво как в вертикальном разрезе, так и по простиранию продуктивного пласта. Чаще оно не превышает 25–35 %, достигая 50–60 % в линзовидных телах конгломератов и гравелитов небольшой протяженности. Гальки и гравий сложены обычно кремнями, кварцитами, роговиками, кварцем, эффузивами, окремнелыми онколитовыми и маршаллитизированными породами, сидеритами, мергелями, доломитами, микродолеритами и зернистыми долеритами, углистыми алевролитами и пиритизированными конгломератами. Гальки размером от 1–2 до 2–4 см, редко до 6–8 см хорошо окатаны, распределены в породе крайне неравномерно. Судя по петрографическому составу псефитового материала, большая часть его переотложена из верхнепалеозойских грубообломочных горизонтов. Исключение составляют редкие линзовид-

ные прослои глинистых гравелитов, состоящих на 60–90 % из окатышей глинистых продуктов выветривания мергелей и траппов. В грубокластических породах заполнителем служит плохо промытый песчано-алевритовый и глинисто-алевритовый материал обычно слабой цементации. В районе северо-восточного штрека шахты 10 в продуктивный пласт включены алмазоносные конгломераты лапчанской свиты среднего карбона, сохранившиеся от раннеюрского размыва в виде останца размером 100×100 м. Его наличие в теле раннеюрской россыпи – прямое свидетельство формирования последней за счет размыва и перетолжения (фактически на месте) среднекарбоновой россыпи алмазов.

В центральной части россыпи в районе буровых линий 11 и 12 в той или иной степени алмазоносен почти весь разрез юлегорской свиты мощностью до 6,8 м. При неотчетливом литологическом контроле алмазоносности верхняя граница продуктивного пласта определяется исключительно по данным опробования. Выделенный таким методом пласт мощностью от 0,5 до 4,0 м, приуроченный к основанию юлегорской свиты, представлен гравелитистыми песками, реже галечно-песчаными отложениями с тонкими прослоями песчаных алевролитов и включениями галек и гравия кремнистых и карбонатных пород. По простиранию в разрезах пласта преобладают гравелитистые пески руслового пролювия при подчиненной роли гравелитистых песчаных алевролитов фации речных паводков.

На юго-восточном фланге россыпи в пределах основания конуса выноса (буровые линии 13, 14) продуктивный горизонт в поперечных разрезах Солурской депрессии имеет разнородный состав. В районе буровой линии 13 основной алмазоносный пласт мощностью от 0,5 до 6,0 м на южном борту депрессии сложен в основном высокоалмазоносными гравелитистыми алевролитами с редкими непотяженными линзами гравелитистых песков. Мощность продуктивного пласта здесь достигает 1,5 м. В центральной части депрессии на переуглубленном участке русла палеоводотока шириной до 240 м мощность алмазоносного горизонта увеличивается до 6 м. В его составе преобладают гравелитистые и мелкогалечные пески с крупными, но непотяженными линзами гравелитистых алевролитов, которые в подошве залежи образуют пласт мощностью от 0,5 до 1,5 м. На крутом северном борту депрессии продуктивный пласт, облекающий антиклинальную складку в породах плотика, сложен галечно-песчаными отложениями с линзами гравелитистых алевролитов. При преобладающей мощности продуктивного пласта около 2 м в отдельных тектонически-карстовых углублениях она увеличивается до 4–6 м.

К югу на участке буровой линии 14 на южном борту Солурской депрессии относительно маломощный (до 1 м) продуктивный горизонт также образован гравелитистыми алевролитами, которые при движении на северо-восток уже в пределах Кюеллях-Маччобинской депрессии фациально замещаются песчаными пролювиально-аллювиальными отложениями субмеридионального палеоводотока I порядка. Песчаный горизонт с включениями галек и гравия мощностью до 2 м занимает здесь высокоподвешенное положение над нижнепалеозойским цоколем и характеризуется пониженной алмазоносностью. В подстилающих его отложениях юлегорской свиты в переуглубленной осевой части Кюеллях-Маччобинской депрессии конседиментационного происхождения по данным опробования выделяются еще два алмазоносных горизонта (нижний и средний) мощностью по 1,5–2,0 м, сложенных гравелитистыми песками пролювиально-аллювиального генезиса. Россыпь в основании конуса выноса приобретает многопластовое строение. Промышленная ценность двух нижних горизонтов пока не определена.

На большей части россыпи в составе пород продуктивного пласта преобладает глинисто-алевритовая (35–80 %) и песчаная (10–60 %) мелко-среднезернистая фракции. Остальные гранулометрические классы, включающие песок крупнозер-

нистый, гравий и гальку, составляют 15–25 %. В приплотиковой части увеличивается содержание дресвы и щебня терригенно-карбонатных пород плотика. Гальки экзотических для района пород обычно окатанной, реже угловато-окатанной формы. Обломки пород плотика плитчатой полуокатанной формы. Породы продуктивного пласта слабо литифицированы, часто рыхлые. Породообразующие компоненты характеризуются олигомиктово-кварцевым и аркозовым составом. В тяжелой фракции доминируют трапповый ильменит и аутигенные минералы пирит-сидеритовой ассоциации. Глинистая составляющая имеет смешанный гидрослюдисто-монтмориллонитовый, редко каолинит-монтмориллонитовый состав.

*Кимберлитовые минералы* продуктивного пласта представлены пиропом, пикроильменитом, хромшпинелидами и алмазом. По результатам шлихового опробования керна скважин частота встречаемости минералов-спутников алмаза (МСА) довольно низкая, иногда ниже, чем частота встречаемости самих алмазов. Содержания МСА обычно не превышают десяти зерен на стандартную пробу в 10 л. Представительные коллекции МСА получены из концентрата скважин УКБ. По 25 пробам из скважин КБ и УКБ в выборке из 3532 зерен пиропы класса +1 мм составляют 94,3 %, зерна класса –1 мм – 5,7 %. Содержание пиропов крупнее 2 мм не превышает первых процентов. Основная масса пиропов с сильным механическим износом и интенсивным гипергенным растворением. По этим признакам они идентичны пиропам россыпи Восточная. Крайне редко и в единичных знаках встречаются гранаты I–II классов износа. По окраске доминирующее положение занимают фиолетово-красные пиропы (82 %).

Пикроильменит в коллекции из 2190 зерен представлен в основном (90,3 %) классом +1 мм. Содержание класса –1 мм составляет 9,7 %, зерна крупнее +2 мм единичны. Для пикроильменита характерна средняя степень износа при значительном количестве сильно изношенных зерен. В содержаниях до пяти знаков иногда отмечаются зерна I–II классов износа. Хромшпинелиды встречаются по площади крайне редко. Лишь в одной пробе их количество составило 25 зерен размером –1 мм.

По результатам бороздowego шлихового опробования штреков шахты 10 получены сходные данные при довольно высокой частоте встречаемости МСА – 69 %. В 89 шлиховых пробах здесь обнаружено 1500 зерен пиропов, 801 зерно пикроильменитов и 15 зерен хромпикотита. В целом по шахте 10 зафиксирована пикроильменит-пироповая ассоциация с вариациями содержаний гранатов от единичных до 180 зерен на 10 л. Максимальные частота встречаемости и содержания пиропов характерны для северо-восточного штрека вблизи останца пиропсодержащих конгломератов лапчанской свиты среднего карбона. В гранулометрическом спектре пиропов и в этой коллекции резко преобладает класс +1 мм (68,3 %) при невысоком количестве зерен класса –1 мм (29,2 %). Содержание крупных гранатов размером +2 мм не превышает 2,5 %. Соотношение классов +1 и –1 мм равно 2,4:1. По степени износа III класс составляет 1,9 %, остальные зерна сильно изношенные, с наложенной гипергенной поверхностью. Содержание пиропов алмазной ассоциации составляет 5,3 %. В составе коллекции пикроильменитов также преобладает класс +1 мм (69,4 %), а классы –1 и +2 мм составляют 26,6 и 3,7 % соответственно. Среди изношенных минералов обнаружено 35 зерен I–II классов износа. При движении на юго-восток от шахты 10 пикроильменит-пироповая ассоциация МСА постепенно сменяется пироп-пикроильменитовой с заметным снижением частоты встречаемости и содержания обоих минералов.

Сравнительный анализ минералов-спутников алмаза из сближенных разновозрастных раннеюрской россыпи Солур и среднекарбоневой россыпи Восточная показывает, что в основной массе пиропы по всем характеристикам идентичны и

поступали в первую за счет размыва пиропоносных конгломератов лапчанской свиты. Определенная часть гранатов, в том числе и пиропы I–II классов износа, переотложены из верхнепермского промежуточного коллектора. Пикроильмениты и хромшпинелиды переотложены из боруллойской свиты верхней перми, в конгломератах которой в разрезе близрасположенной шахты 9 обнаружено 2270 зерен пикроильменита, 290 зерен хромпикотита и 150 зерен пиропов в расчете на пробу в 10 л. Многократно переотложенный характер МСА подтверждается ярко выраженной гранулометрической их отсортированностью с резким преобладанием пиропов и пикроильменитов класса +1 мм, что совершенно не свойственно для россыпей ближнего сноса.

*Алмазоносность* продуктивного пласта [Бочаров и др., 2005], установленная по результатам валового опробования в штреках шахты 10 и малообъемного опробования в кустах скважин УКБ, характеризуется крайней изменчивостью как в продольном, так и в поперечном профилях Солурской палеодепрессии: высокие концентрации россыпеобразующего минерала соседствуют с низкими и даже нулевыми их значениями. В целом по россыпи наблюдается устойчивое снижение содержания алмазов с северо-запада на юго-восток.

Содержание алмазов по частным валовым пробам варьирует от 0,1–0,5 до 10,12 кар/м<sup>3</sup>, по малообъемным пробам из скважин УКБ – от 0,0 до 17,0 кар/м<sup>3</sup>. В сквозных пробах из кустов скважин УКБ концентрации достигают 3,90 кар/м<sup>3</sup>. Наиболее высокие содержания алмазов фиксируются по штрекам шахты 10 в узком днище древней долины. К востоку от нее участки с повышенными (1,05–1,12 кар/м<sup>3</sup>) и высокими (4,12–6,94 кар/м<sup>3</sup>) концентрациями алмазов приурочены к днищу и юго-западному борту Солурской депрессии. В плане россыпь характеризуется определенной струйчатостью в распределении алмазов, которая часто нарушается под влиянием плоскостного перемещения кимберлитовых минералов, а также возможным наличием остаточных среднекарбонных гнездообразных скоплений алмазов в трещинах и неровностях плотика. На большей части площади (60 %) содержания алмазов находятся в пределах 0,5–1,8 кар/м<sup>3</sup>, значительная (30 %) часть характеризуется содержаниями до 0,5–1,0 кар/м<sup>3</sup>. На наиболее обогащенных локальных участках концентрации минерала достигают 3–5 кар/м<sup>3</sup>.

По штрекам шахты 10 высокие содержания алмазов большей частью обнаруживаются в приплотиковом горизонте грубообломочных пород с высокими концентрационными свойствами по улавливанию минералов тяжелой фракции. Определенный литологический контроль алмазоносности сохраняется и на остальной части россыпи Солур, где ведущая роль принадлежит галечно-песчаным горизонтам и пластам гравелитистых песков и гравелитистых алевролитов. Пески и алевролиты без примеси грубообломочного материала, как правило, характеризуются содержаниями алмазов <0,5 кар/м<sup>3</sup>. При неоднородном литологическом составе продуктивного пласта и относительно низкой частоте встречаемости МСА границы промышленной залежи россыпи Солур определяются по данным опробования на алмазы.

В наработанной представительной коллекции алмазов из 12 599 кристаллов резко преобладают камни размером >1 мм. В количественном отношении по классам крупности они распределяются следующим образом: –8+4 – 0,3 %; –4+2 – 53,7 %; –2+1 – 42,9 %; –1+0,5 мм – 3,1 %. По крайне низкому содержанию (3,1 %) мелких алмазов размером –1+0,5 мм россыпь Солур резко дистанцируется от раннеюрских россыпей ближнего сноса Водораздельные Галечники и Новинка, в которых этот класс составляет 36 и 39 % соответственно. Средний вес кристаллов в россыпи Солур (19,5 мг) в 2–2,5 раза выше, чем в россыпях ближнего сноса. По форме кристаллов алмазы распределяются следующим образом: октаэдры –

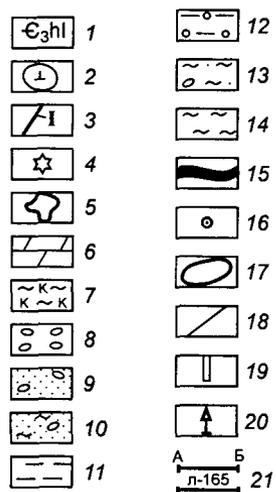
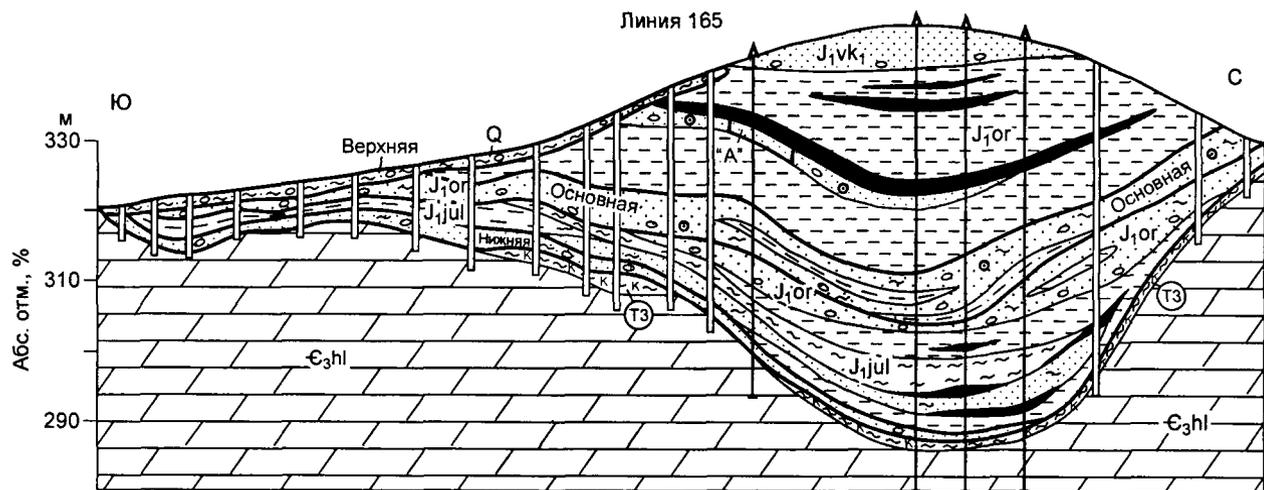
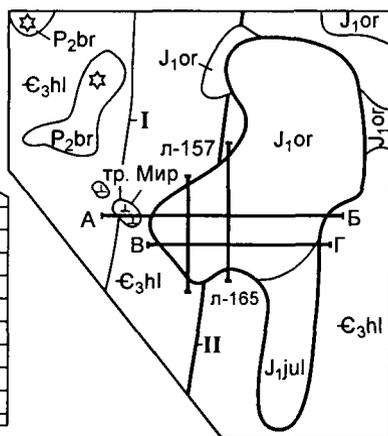
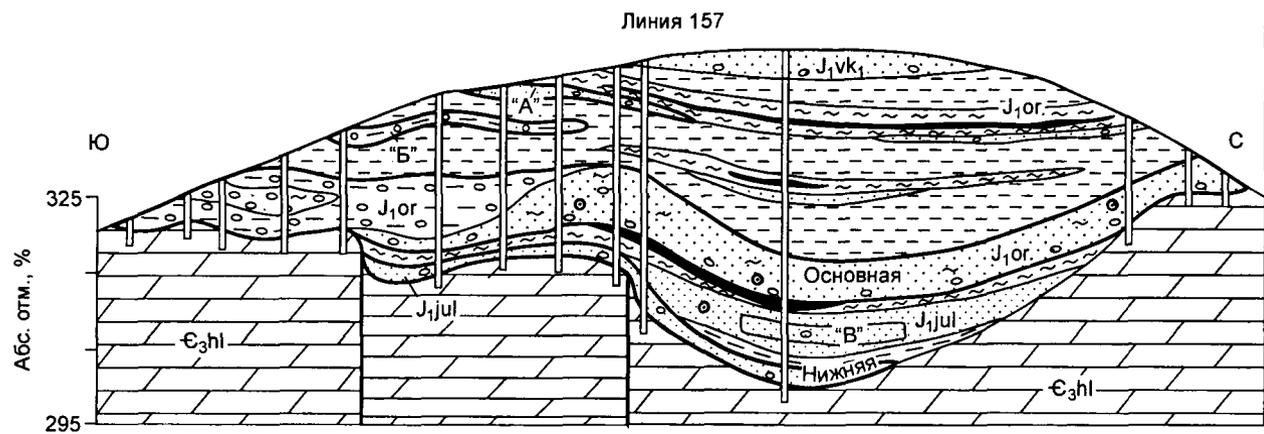


Рис. 2.50. План и разрезы россыпи Водораздельные Галечники по линиям 157, 165:

1 – выходы на поверхность пород холмолоохской (Є<sub>3</sub>hl), борулольской (P<sub>2</sub>br), юлегирской (J<sub>1</sub>ul) и оруктахской (J<sub>1</sub>or) свит; 2 – выходы кимберлитовых трубок; 3 – глубинные разломы: I – Параллельный, II – Центральный; 4 – алмазопоявления в борулольской свите; 5 – контуры россыпи; 6 – доломитовые алевролиты и мергели; 7 – бескарбонатные глины коры выветривания; 8 – галечники; 9 – пески с галькой; 10 – глинистые пески с галькой; 11 – алевролиты; 12 – гравелитистые алевролиты; 13 – суглинки с галькой; 14 – углистые аргиллиты; 15 – бурые угли; 16 – пирит-марка-зитовые конкреции; 17 – продуктивные залежи, их наименования (Основная), буквенные индексы ("А"); 18 – разрывные нарушения на разрезе; 19 – шурфы; 20 – совмещенные скважины КБ и УКБ; 21 – линии разрезов на плане.

72,7 %, переходные формы от октаэдров к ромбододекаэдрам – 23,8 %, ламинарные ромбододекаэдры – 3,2 %, кубы – 0,3 %. По этому типоморфному признаку они идентичны алмазам из высокоалмазных трубок Мир и Интернациональная. Алмазы с признаками механического износа выкрашивания составляют 35,9 %. В изученной коллекции преобладают камни ювелирного и ювелирного пониженно-го качества.

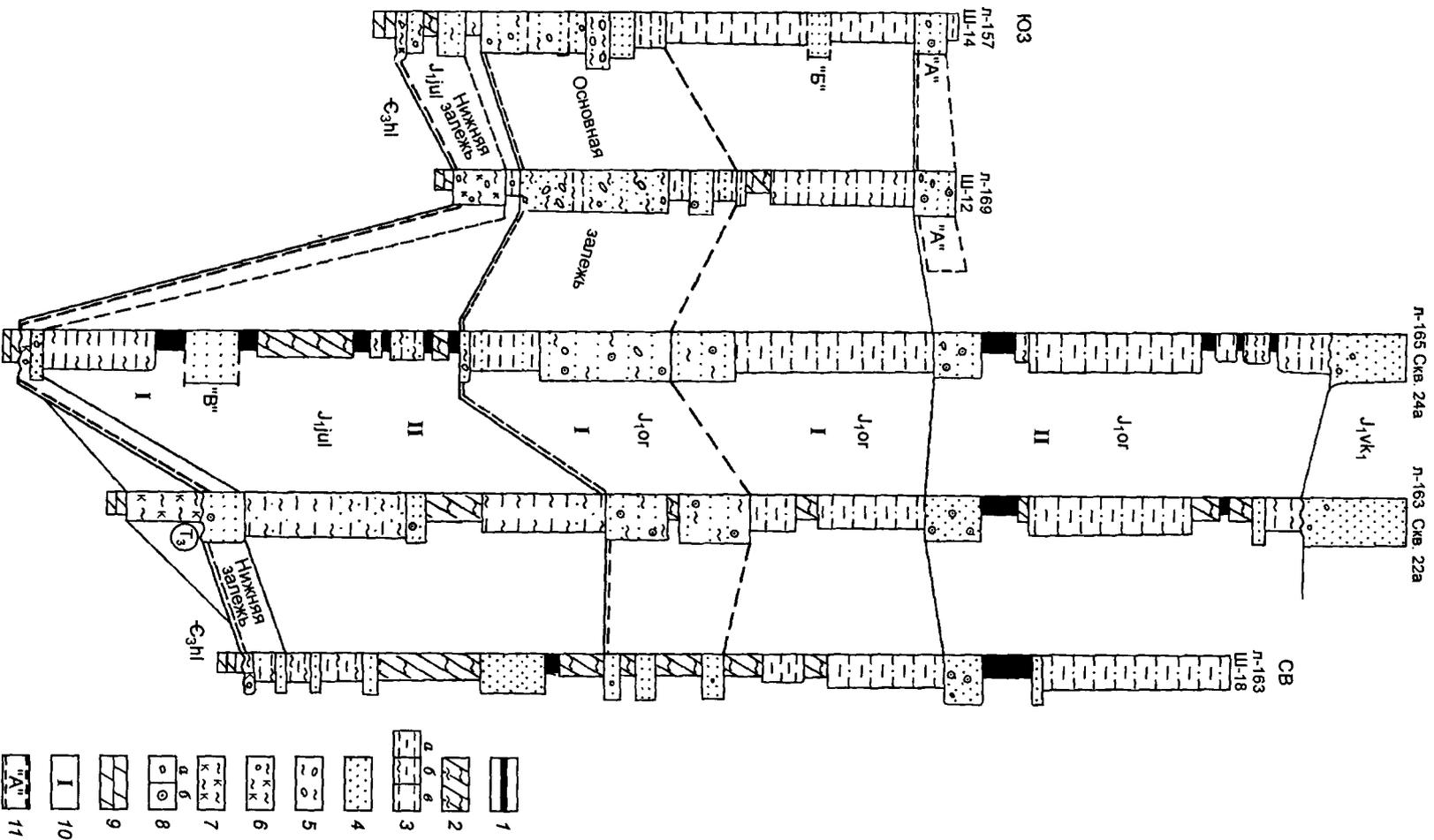
Раннеюрская промышленная россыпь Солур – типичный представитель вторичных россыпей переотложенного типа. Она сформирована за счет размыва и переотложения (практически на месте) юго-восточного фланга среднекарбонной россыпи Восточная и алмазосного базального горизонта борулольской свиты верхней перми. В морфогенетическом отношении россыпь Солур классифицируется как залежь пластовой конусообразной формы делювиально-пролювиального и пролювиального генезиса. Судя по типоморфным признакам алмазов ее коренными источниками опосредованно являлись кимберлитовые трубки Мир и Интернациональная с высоким качеством алмазного сырья.

#### Россыпь Водораздельные Галечники

Мезозойская россыпь Водораздельные Галечники расположена на левобережье р. Ирелях в непосредственной близости от коренного месторождения алмазов – кимберлитовой тр. Мир (рис. 2.50).

Это самое крупное, во многом уникальное россыпное месторождение Мало-Ботуобинского района открыто в 1955 г. в ходе поисково-съемочных работ, где в верховьях лога Сухого на участке размером 120×80 м в так называемых водораздельных глинистых галечниках были установлены алмазы в содержаниях от 0,60 до 22,45 кар/м<sup>3</sup> на пласт мощностью 6 м. Последующие оценочные и разведочные работы (1957–1966 гг.) выполнялись с помощью проходки шурфов сечением 2 м<sup>2</sup> и скважин КБ и УКБ. Эксплуатация россыпи началась в 1961 г. и продолжается в настоящее время. Геология месторождения неоднократно освещалась в печати [Месторождения..., 1984].

В структурном и морфоструктурном планах сложно-построенная многоярусная россыпь Водораздельные Галечники приурочена к зоне наложения северо-западного борта Ангаро-Вилуйского прогиба на сводовую часть Непско-Ботуобинской антеклизы, где локализована в раннеюрских отложениях, выполняющих Иреляхскую долинообразную палеодепрессию карстово-эрозионно-тектонического происхождения. Палеодепрессия, заложенная вдоль зоны Центрального глубинного разлома, имеет субмеридиональное простирание с южным направлением стока временных водотоков. Большая часть россыпи локализована в пределах полузамкнутой водораздельной впадины конусовидной формы с вершиной около тр. Мир. Месторождение Водораз-



раздельные Галечники вместе с другими сближенными в пространстве россыпями мезозойского и кайнозойского возраста образуют Иреляхское россыпное поле, генетически связанное с одноименным кустом среднепалеозойских кимберлитовых тел.

В геологическом строении россыпи (в соответствии с обновленной легендой к геолкартам-50) принимают участие терригенно-карбонатные породы холомолоохской свиты верхнего кембрия ( $C_3hl$ ), образования поздне триасовой коры выветривания, раннеюрские продуктивные отложения юлегирской ( $J_1jul$ ) и оруктахской ( $J_1og$ ) свит, низкоалмазоносные отложения нижней подсвиты вакунайкинской свиты позднего плинсбаха ( $J_1vk_1$ ) и продуктивные элювиально-делювиальные образования четвертичного возраста.

*Холомолоохская свита* вскрытой мощностью 67,7 м (при полной остаточной мощности 150 м) представлена частым чередованием в разрезе зеленовато-серых доломитовых алевролитов, мергелей, алевролитистых доломитов и известковистых песчаников. Породы плотные, сильно трещиноватые, с горизонтальной и волнистой слоистостью. В зонах разломов иногда наблюдается нарушенное залегание пластов (линия 165, скв. 24а и др.) и мелкие приразломные складки пластических деформаций. Кимберлитовмещающие породы верхнего кембрия служат плотником россыпи.

*Образования коры выветривания* мощностью до 6 м широко распространены на палеоперехности терригенно-карбонатных пород холомолоохской свиты. Они представлены обычно уплотненными бескарбонатными глинами, содержащими обломки мергелей и доломитовых алевролитов. В верхней части (0,5–1,0 м) преобладают глины с комковатой текстурой с включениями редких галек и гравия кварц-кремнистых пород. Иногда в уплотненные глины впрессованы мелкие одиночные валуны кварцитов, по-видимому, это реликты былых верхнепермских отложений. Верхний элювиальный или элювиально-делювиальный фрагментарно развитый горизонт в некоторых местах содержит алмазы в промышленных концентрациях и причленяется в этих случаях к Нижней промышленной залежи россыпи.

*Юлегирская свита* залегает с размывом и угловым несогласием на породах верхнего кембрия или с размывом на образованиях коры выветривания. На площади россыпи она представлена своей меньшей верхней частью мощностью 18–20 м при ее полной мощности на правобережье р. Ирелях – 75 м. Наиболее полные разрезы свиты, вскрытые скважинами в центральной части россыпи (линии 165, 163), состоят из двух ритмов, основания которых сложены продуктивными песками пролювиального генезиса, а кровля – угленосными алевролитами и глинами фации озер и болот (рис. 2.51).

К основанию первого мезоритма (в подошве свиты) приурочена промышленная залежь Нижняя, к подошве второго – залежь "В". Пески олигомиктово-кварцевого состава обычно глинистые, разнозернистые с включениями и обособлениями галечно-гравийного материала. Текстура массивная и косослоистая. В песках отмечаются тонкие прослои алевролитов и углистых глин. По простиранию пески

**Рис. 2.51.** Многоярусное строение россыпи Водораздельные Галечники:

1 – угли бурые; 2 – углистые аргиллиты; 3 – алевролиты (а), глинистые алевролиты (б), песчаные алевролиты (в); 4 – пески; 5 – галечники; 6 – бескарбонатные глины с галькой; 7 – бескарбонатные глины коры выветривания; 8 – включения гальки (а) и пирит марказитовых конкреций; 9 – мергели, доломитовые алевролиты; 10 – номера мезоритмов; 11 – продуктивные залежи, их буквенные индексы и наименования.

руслового пролювия часто замещаются алевролитами пролювиальных шлейфов с потерей корреляционного значения. На бортах водораздельной впадины песчаные горизонты более глинистые и содержат значительную примесь грубообломочного материала. Более выдержаны глинисто-алевритовые пласты кровли ритмов, содержащие от одного до пяти линзообразных пластов бурых углей мощностью от 0,3 до 1,2 м (линия 165, скв. 24а). В южной части россыпи в суженном участке долинообразной депрессии разрезы свиты видимой мощностью до 5–7 м полностью представлены аркозовыми песками с песчано-галечным горизонтом (1,0–1,5 м) руслового пролювия в основании.

Отличительными особенностями отложений юлегорской свиты, слагающей основание мезозойского разреза, являются: очень низкая (по сравнению с осадками оруктахской свиты) степень гранулометрической сортировки терригенного материала, смешанный глинисто-песчаный и песчано-глинистый состав, отсутствие отчетливой слоистости, наличие почвенных горизонтов, многочисленных мелких линзочек глинистых кварцевых песков, присутствие в глинистых разностях включений и скоплений гравия, галек и даже валунов кварц-кремнистого состава, наличие конкреций сидеритов и прослоев, состоящих из зеленоватых продуктов переотложения кор выветривания карбонатных пород и траппов. Подобный состав приобретает оруктахская свита в крайней западной части депрессии, но уже за пределами поля развития осадков юлегорской свиты, которые на бортах депрессии выклиниваются, занимая только наиболее прогнутую часть депрессии. Кровля юлегорской свиты неоднородна по литологическому составу. Большинство разрезов венчают углистые глины, алевролиты, реже бурые угли. Нередко она представлена линзообразным пластом (0,8 м) зеленых комковатых глин с включениями гравия и галек и обилием лепешковидных конкреций сидеритов. Нижнеюрский возраст свиты обосновывается определениями флоры и миоспор.

*Оруктахская свита* мощностью 35 м залегает с неглубоким внутриформационным размывом на глинистой пачке юлегорской свиты и трансгрессивно с размывом и угловым несогласием на породах верхнего кембрия. В ее полных разрезах также выделяются два мезоритма, осложненных серией мелких циклитов. В основании нижнего мезоритма залегает пласт (2–12 м) песков олигомиктово-кварцевого состава с примесью гравийно-галечного материала и линзовидными прослоями алевролитов со слоистой и комковатой текстурой. К этому пласту пролювиальных отложений приурочена Основная залежь россыпи. Выше залегает пачка (5–6 м) алевролитов, песчаные разности которых вмещают линзовидную продуктивную залежь "Б". В подошве верхнего мезоритма также прослеживается алмазонасный горизонт (0,2–2,0 м) пролювиальных существенно кварцевых песков с пирит-марказитовыми конкрециями и включениями грубообломочного материала (залежь "А"). Большую часть разреза верхнего мезоритма (кровли свиты) слагает угленосная пачка (до 15 м) алевролитов озерно-болотного генезиса с пластами углей рабочей мощности (2–3 м). Верхняя угленосная пачка имеет маркирующее значение в районе. Она закартирована по обрамлению Амакинского выступа в Хататском угольном карьере и в карьере россыпи Новинка. Раннеплинсбахский возраст оруктахской свиты установлен по данным палинологического анализа и определений флоры.

*Вакунайкинская свита*, представленная на площади россыпи только нижней подсвитой позднего плинсбаха, распространена крайне ограничено. Она залегает с неглубоким внутриформационным размывом на алевролитах оруктахской свиты. Ее разрезы видимой мощностью до 8,5 м представлены однообразными песками граувакко-аркозового состава предположительно авандельтового генезиса. В основании и в разрезе нередко отмечаются включения гальки и гравия кремней и

кварцитов хорошей окатанности. Валовым опробованием в основании свиты в некоторых выработках установлены алмазы в низких концентрациях.

*Четвертичные элювиально-делювиальные отложения* мощностью 0,5–3,0 м в пределах контура мезозойской россыпи покрывают сплошным чехлом разновозрастные алмазоносные отложения нижней юры. Они представлены суглинками, супесями, реже существенно песчаными осадками с редкими включениями гальки и гравия кварц-кремнистых пород. На определенных участках они характеризуются повышенной алмазоносностью и формируют поверхностный горизонт продуктивной залежи Верхняя.

По результатам валового опробования в составе алмазоносных терригенных отложений россыпи общей мощностью 53 м выделено шесть залежей с промышленными содержаниями алмазов (снизу вверх): Нижняя, залежь "В", Основная, залежь "Б", залежь "А" и Верхняя. Основные запасы минерального сырья сосредоточены в Основной и Нижней залежах.

*Залежь "В"*, установленная в основном в южной части месторождения, по запасам имеет явно подчиненное значение. Она линзовидно залегает в кровлевой части юлегирской свиты на 4–8 м ниже залежи Основная и локализована в песчано-глинистых и песчаных осадках пролювиального генезиса. Литологический контроль алмазоносности отсутствует. Границы ее определены по результатам опробования. При мощности до 2 м содержания алмазов в ней варьируют от 0,08 до 1,81 кар/м<sup>3</sup>.

*Залежь "Б"* установлена в кровлевой части нижнего алевритового ритма оруктахской свиты выше залежи Основная в западной и восточной частях россыпи. Она образует линзовидные тела, установленные опробованием, протяженностью от 100 до 900 м при мощности 1,16–1,62 м и содержаниях алмазов 0,30–0,56 кар/м<sup>3</sup>.

*Залежь "А"*, приуроченная к основанию верхнего (второго) мезоритма оруктахской свиты, сложена песками светло-серыми, существенно кварцевого состава, разнозернистой структуры и массивной текстуры русловой фации временного водотока. Характерны включения пирит-марказитовых шаровидных конкреций диаметром 5–8 см. Изредка встречаются мелкие гальки и гравий кварц-кремнистых пород. Песчаный горизонт мощностью от 0,5 до 2,8 м залегает в виде протяженных линз на алевритах и перекрывается основным угольным пластом оруктахской свиты. Крайне невыдержана и его алмазоносность. Продуктивный пласт с промышленными содержаниями алмазов от 0,5 до 1,62 кар/м<sup>3</sup> выделяется в виде коротких линзовидных тел мощностью от 0,5 до 1,5 м.

*Залежь Верхняя* выделяется на разрозненных участках, тяготеющих к выходам на поверхность продуктивных залежей юлегирской и оруктахской свит, преимущественно к выходам залежи Основная. Продуктивный пласт представлен главным образом четвертичными суглинками и супесями элювиально-делювиального генезиса с редкими гальками и гравием кварц-кремнистых пород. В подошвенной части он нередко включает приповерхностные слои алмазоносных алевролитов и песков юрского возраста. Мощность разновозрастных литологически неоднородных отложений залежи изменяется от 0,5 до 4,4 м при средних значениях по участкам 1,5 и 1,9 м. Среднее содержание алмазов составляет 0,36 кар/м<sup>3</sup>, варьируя от 0,3 до 5,29 кар/м<sup>3</sup>.

*Залежь Нижняя*, содержащая 16–18 % балансовых запасов месторождения, занимает центральную и южную части россыпи. Контуры ее западного и восточного флангов на широте тр. Мир отстоят от последней соответственно на 0,7 и 3,0 км. Повсеместно она приурочена к основанию юлегирской свиты. Плотиком залежи служат остаточные коры выветривания в виде уплотненных карбонатных глин либо

плотные терригенно-карбонатные породы верхнего кембрия (в южной части площади). Нередко остаточные (доюрские) коры выветривания или продукты их слабого переотложения содержат промышленные концентрации алмазов и в этом случае включаются в состав залежи Нижняя. Плотик неровный (абс. отм. – 286–325 м) эрозионно-тектонического конседиментационного и постседиментационного происхождения. Нижняя граница продуктивных отложений в приплотиковой части довольно определенная, иногда по результатам опробования оказывается подвешенной над нижнепалеозойским цоколем. Кровля же их устанавливается в основном по уровню алмазности и не приурочена к определенным литотипам пород.

Продуктивный пласт характеризуется крайне неоднородным строением разреза песчаных, глинисто-песчаных и глинистых отложений пролювиального, делювиально-пролювиального, реже делювиального генезиса. Широким площадным распространением в составе залежи пользуются песчаные осадки русел временных водотоков. Пески олигомиктово-кварцевого состава, разномерные с горизонтальной, реже косою слоистостью, с плохой сортировкой материала и большой примесью глинистого вещества. Они содержат включения гальки и гравия кварц-кремнистых пород, а также пирит-марказитовых конкреций. Среди песков отмечаются прослойки алмазносных песчаных алевролитов фации делювиально-пролювиальных шлейфов. В южной части залежи пески характеризуются лучшей сортировкой материала, аркозовым составом, присутствием линз галечно-гравийного материала.

Делювиально-пролювиальные образования залежи представлены плохо сортированными песчаными алевролитами с многочисленными линзовидными прослойками кварцевых песков с включениями редких зерен гравия кремнистых пород. Непосредственно на плотике иногда отмечаются маломощные (0,2–0,4 м) линзы глинистых гравелитов, аналогичных таковым россыпи Новинка-Геофизическая. Продуктивные слои отложений делювиального генезиса образуют непротяженные лентообразные тела и представляют собой слабо переотложенные продукты коры выветривания. Обычно они сложены бескарбонатными глинами с обломками карбонатных пород, с незначительной (до 10 %) примесью песка, гравия и галек кремней и единичных валунов кварцитов. Алмазносный грубозернистый и грубокластический материал продуцирован в образованиях коры выветривания из былых верхнепермских отложений. Отдельные уплощенные валуны кварцитов как бы впрессованы в бескарбонатные глины. Последние и в непереотложенном виде иногда имеют промышленную алмазность.

Мощность продуктивных отложений залежи Нижняя изменяется в широком диапазоне – от 0,5 до 6,5 м, что отвечает высокому коэффициенту вариации – 70,9 %. Многолетними исследованиями установлено, что отложения залежи большей частью представляют собой переотложенные продукты достаточно зрелой коры выветривания, развитой на породах нижнего и верхнего палеозоя, на интрузиях траппов и на кимберлитах. Легкая фракция их имеет олигомиктово-кварцевый либо существенно кварцевый состав (примесь полевых шпатов составляет 5–10 %). Преобладающим минералом в тяжелой фракции является ильменит при значительных содержаниях ставролита и дистена, аутигенные – пирит, сидерит, марказит. В глинистой составляющей выделяются монтмориллонит-гидрослюдистая и монтмориллонит-каолининовая ассоциации. При этом каолинит имеет явные признаки переотложения.

Ассоциация МСА изменяется от чисто пикроильменитовой до пироп-пикроильменитовой в соотношении 1:6 и 1:8. Они четко разделяются на две ассоциации: первичная, не затронутая процессами механического износа, т. е. поступив-

шая в россыпь непосредственно из коренного источника, и вторичная – переотложенная, с явными признаками механического износа. В осадках эти две ассоциации смешаны в различных пропорциях. Концентрации кимберлитовых минералов также непостоянны и изменяются от нескольких до 790 зерен на стандартную пробу 10 л. В юго-западной части залежи содержание пиропита достигает 170 г/т, а пикроильменита – 980 г/т.

В первичной ассоциации пиропит в большинстве своем представлен осколками без износа и растворения. Нередко осколки имеют плоскую форму, т. е. раскалывание происходило по плоскостям эндогенных трещин. Зерна с нераскрытыми эндогенными трещинами и с реликтами келифитовой каймы редки. Содержание пиропитов первичной ассоциации не превышает первых десятков знаков даже в самых представительных пробах. Пикроильменит в первичной ассоциации наблюдается преимущественно в классе – 1 мм. Для таких зерен характерна мелкобугорчатая первичная магматогенная поверхность. На более крупных зернах она зачастую отсутствует. Вместо нее наблюдается первичная поверхность, довольно гладкая, с эндогенными матовыми сколами. И если на такой гладкой поверхности не осталось примазок основной массы кимберлита, ее очень трудно отличить от изношенной. Нередко на зернах с первичной эндогенной поверхностью химическое растворение проявляется на сколах, которые приобретают сажистый облик. Хромшпинелиды без износа и растворения также в количестве до 50 знаков присутствуют в пробах.

При изучении разрезов залежи Нижняя в карьере Водораздельные Галечники авторами в 2 км восточнее тр. Мир из отложений, вмещающих продуктивный пласт, отобрано 12 проб объемом 2–5 л. Минералы-спутники (в том числе одно зерно хромдиопсида) отмечены во всех пробах от единичных до нескольких тысяч зерен на пробу. При изучении легкой фракции в двух пробах, отобранных из линзы кварцевых алевропесчаников, залегающих среди глинистых алевролитов в 3 м выше залежи, обнаружены продукты разрушения основной массы кимберлитов. В первой пробе выявлено два обломка кимберлитов и шесть зерен серпентина в классе – 1 мм, в другой – два пакетика флогопита. Это прямое свидетельство поступления кимберлитового материала в отложения юегирской свиты непосредственно из тр. Мир, т. е. в это время часть ее была вскрыта эрозией. В то же время эти находки однозначно указывают на высокую информативность легкой фракции шлихов из россыпей ближнего сноса. При этом сохранность неустойчивых к переносу минералов основной массы кимберлитов обеспечивается при накоплении мелкозернистых разностей отложений, формирование которых происходит в спокойной гидродинамической среде.

Значительная часть кимберлитовых минералов представлена переотложенной вторичной пиропит-пикроильменитовой ассоциацией. Соотношение в ней пиропит / пикроильменит довольно изменчиво, в объединенной пробе оно соответствует 1:16. Пиропиты в большинстве своем размером меньше 1 мм. Соотношение классов +1 мм / –1 мм равно 1:9. Чаще всего это угловатые, реже угловато-округлые зерна с гипергенной поверхностью, в отдельных пробах угловато-причудливой формы. По-видимому, это та часть пиропитов, которая переотложена непосредственно из коры выветривания на кимберлитах и не подвергалась механическому износу ни до, ни после коррозии. Первичная поверхность на переотложенных пиропитах сохранилась на единичных зернах и соответствует III классу сохранности. Пикроильменит в переотложенной ассоциации также преобладает в мелком (–1 мм) гранулометрическом классе. Сохранность зерен не поднимается выше III класса, а количество сильно изношенных (IV класс сохранности) достигает 20 %. Причем на части из них не видно даже затертых сколов. Зерна с гипергенным растворением

встречаются нередко, и, как правило, процессы растворения идут по изношенным и по первичным поверхностям. Хромшпинель также несет следы износа и гипергенного растворения.

*Алмазоносность* залежи Нижняя крайне неравномерная как в плане, так и в разрезе. Содержания алмазов по отдельным пробам изменяются от 0,01 до 17,31 кар/м<sup>3</sup>, а по выработкам – от 0,12 до 7,14 кар/м<sup>3</sup>. На западном фланге россыпи, в 0,7–1,0 км от тр. Мир, содержания алмазов более 1 кар/м<sup>3</sup> встречаются редко. Это свойственно и для центральной части месторождения, где преобладают концентрации 0,2–0,6 кар/м<sup>3</sup>. Выработки с содержанием выше 1 кар/м<sup>3</sup> располагаются на площади без видимой закономерности. На южном фланге в суженной части россыпи содержания по выработкам варьируют от 0,14 до 1,29 кар/м<sup>3</sup> при среднем значении 0,52 кар/м<sup>3</sup>. Содержания алмазов положительно коррелируются с содержанием пикроильменита. Гранулометрический спектр алмазов выглядит следующим образом: –8+4 мм – 1,2 %; –4+2 мм – 12,5 %; –2+1 мм – 45 %; –1+0,5 мм – 41,3 %. По весу класс –4+2 мм составляет 48 %, класс –2+1 мм – 30,2 %. По форме кристаллов и их соотношению алмазы залежи Нижняя не имеют существенных отличий от таковых тр. Мир.

В генетическом отношении залежь Нижняя лентообразная, смешанного делювиально-пролювиального и пролювиального типов, сформирована временными водотоками с восточным и южным направлением стока при большом влиянии плоскостного смыва с образованием алмазоносных алевритовых осадков делювиально-пролювиальных шлейфов. Алмазоносный материал поступал из восточного делювиального шлейфа от тр. Мир, промежуточных верхнепермских коллекторов и, в меньшей мере, из коры выветривания на кимберлитах тр. Мир. Наличие в залежи большого количества изношенных минералов-спутников алмаза, умеренная до низкой, ее продуктивность и небольшой объем алмазного сырья позволяют предположить, что в юлегорское время часть тр. Мир была перекрыта позднепермскими продуктивными отложениями.

Залежь Основная многоярусной россыпи Водораздельные Галечники, вмещающая 74 % общих запасов алмазов месторождения, приурочена к основанию оруктахской свиты раннего плинсбаха. Западная и южная границы ее совпадают с выходом продуктивного пласта на поверхность, северная и восточная – определены по данным опробования. На большей, центральной, части площади россыпи плотик залежи ложный, представлен пачкой углистых, реже зеленоватых глинистых алевролитов кровли юлегорской свиты нижнего лейаса. За пределами развития последней на бортах депрессии плотиком служат остаточные карбонатные глины и плотные терригенно-карбонатные породы холомолоохской свиты верхнего кембрия. Абсолютные отметки его кровли изменяются от 306 м в наиболее прогнутой части депрессии (линия 165, скв. 246) до 330 м на ее склонах и закономерно повышаются в северном направлении до 344 м. Значительный перепад высот подошвы продуктивного горизонта меридиональной направленности объясняется конседиментационным развитием структур, заложенных в дооруктахское время с образованием двух изолированных опущенных блоков в районе линий 157 и 165 (абс. отм. 306 и 310 м). В широтном направлении положение подошвы залежи более выдержанно и осложнено только блоковыми подвижками по меридиональным разломам. В крайней северной части россыпи в рельефе нижнепалеозойского цоколя закартировано долинообразное понижение с юго-восточным направлением снижения абсолютных отметок от 340 до 320 м.

Подошва алмазоносного горизонта, устанавливаемая, как правило, по результатам опробования, часто не совпадает с поверхностью плотика и занимает низко- и высокоподвешенное положение по отношению к основанию оруктахской свиты.

Кровля его устанавливается более однозначно и проходит чаще по границе раздела песчаной и вышележащей алевритовой пачек нижнего ритма свиты. Однако в отдельных частных разрезах в центральной и восточной частях депрессии и в большинстве случаев на ее западном, южном и северо-западном склонах алмазоносны отложения перекрывающей глинисто-алевритовой пачки, т. е. литологический контроль кровли залежи утрачивает здесь свое значение и верхняя граница продуктивного пласта устанавливается по данным валового опробования.

Внутреннее строение продуктивного пласта довольно сложное из-за неоднородности его литологического состава. В центральной и восточной частях россыпи, восточнее горной линии 162 он представлен в основном белесыми глинистыми песками существенно кварцевого состава и разнотекстурной структуры. Песчаный горизонт определенного маркирующего значения часто содержит линзовидные пласты и прослой песчаных или глинистых алевритов протяженностью от 100 до 900 м и мощностью от 0,5 до 2,5 м, содержащих алмазы в резко переменных концентрациях. Плохо промытые пески обычно с массивной текстурой. В редких случаях отмечается слабо выраженная косая штриховатая слоистость. В большинстве разрезов пески содержат рассеянные включения, реже линзовидные обособления гравийно-галечного материала кварцито-кремнистого состава, а также включения пирит-марказитовых конкреций шаровидной и уплощенной формы размером до 3–5 см (рис. 2.52).

В карьерном поле в 2 км восточнее тр. Мир песчаный продуктивный горизонт занимал на большой площади почти горизонтальное положение со слабым наклоном в северном направлении. В его подошве отмечались линзы синевато-зеленых песчаных глин с включениями гравия и галек размером до 7 см кварцитов, кремней и окремнелых маршаллитизированных пород. В вязких, совершенно непромытых глинах грубообломочный материал отмечался и в виде гнездообразных и линзовидных скоплений. В этих предположительно селевых осадках визуально обнаруживались пиропы размером до 4 мм. В пробе объемом 3 л обнаружено два кристалла алмаза. По простиранию (в 20 м) они содержали линзочки (до 0,3 м) хорошо промытых кварцевых гравелитистых песков. В полотно слабо обводненного карьера в них зафиксированы многочисленные минералы-спутники, а в шликере из пробы объемом 3 л установлено пять кристаллов алмаза. В 400 м к юго-западу в слое зеленоватых песчано-глинистых отложений обнаружен линзовидный (0,2 м) прослой глинистых гравелитов, аналогичных гравелитам россыпи Новинка, содержащих включения гравия кварца и кремня. В литологической пробе (2 л) в них найден один кристалл алмаза. Перекрываются они здесь коричневатыми кварцевыми песками с линзами (0,2–0,3 м) галечников и конгломератов с обилием видимых пиропов. Конгломераты бурые мелкогалечные на очень крепком пиритизированном песчаном цементе, пропитанном гидроксидами железа. Грубообломочный материал (до 60–70 %) представлен кремнями, кварцитами, белым кварцем, белесыми маршаллитизированными породами из кор выветривания. Размеры галек 2–4, редко 5–7 см. Внешне эти породы напоминают продуктивные конгломераты россыпи Восточная, отличаясь более промытым цементом и развитием гидроксидов железа по пириту. В галечниках обнаружен один хорошо окатанный обломок розоватых крепких гравелитов, похожих на пиропсодержащие девонские гравелиты с р. Ыгыатта. Существенно грубообломочные образования в составе продуктивного пласта вскрыты и отдельными эксплуатационно-разведочными выработками. В плане они, по-видимому, образуют мелкие разрозненные линзовидные тела.

На западном фланге россыпи (к западу от горной линии 162) вблизи тр. Мир основная залежь характеризуется крайне неоднородным составом при резко по-

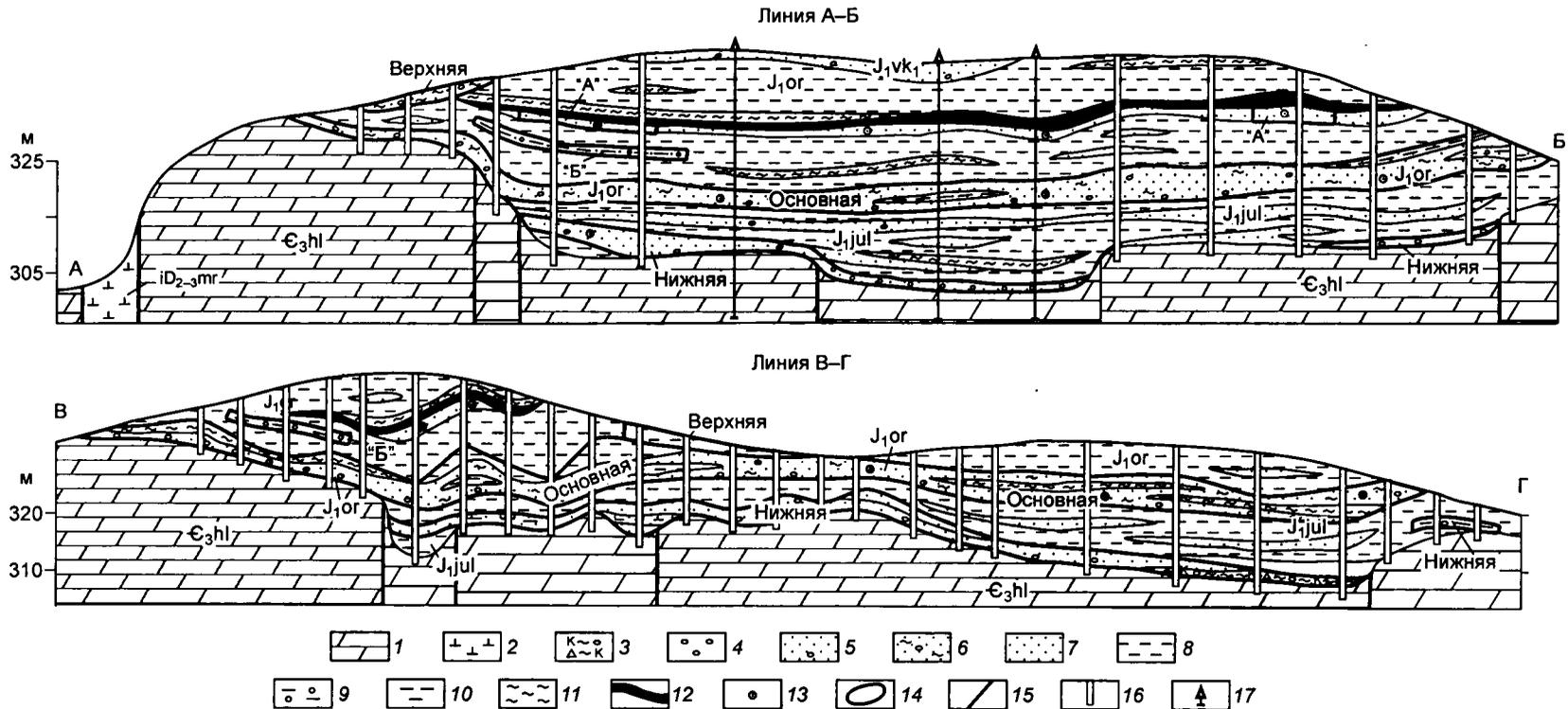


Рис. 2.52. Разрезы россыпи Водораздельные Галечники по линиям А-Б, В-Г:

1 – доломитовые алевролиты и мергели; 2 – кимберлиты; 3 – щебнистые бескарбонатные глины с галькой; 4 – галечно-песчаные отложения; 5 – пески с галькой; 6 – глинистые пески с галькой; 7 – пески, песчаники; 8 – алевролиты; 9 – гравелитистые алевролиты; 10 – песчанистые алевролиты; 11 – углистые аргиллиты; 12 – бурые угли; 13 – пирит-марказитовые конкреции; 14 – продуктивные залежи, их наименования и буквенные индексы ("Б"); 15 – разрывные нарушения; 16 – шурфы; 17 – буровые скважины.

вышенной алмазоносности всех разновидностей пород. Частный разрез ее, вскрытый над залежью Нижняя шурфом 12 по линии 159, выглядит следующим образом (снизу вверх): 1 – сильно глинистые кварцевые пески (или песчаные глины) серой, голубовато-серой, прослоями темно-серой окраски, с линзами, гнездами и прослоями галечно-гравийно-песчаного материала (гальки и гравия до 20–25 %), нередко хорошо отсортированного, содержащего стяжения пирита, желваки параалюминита и многочисленные зерна пиропов и пикроильменитов мощностью 5, 6 м; 2 – алевролиты зеленовато-серые, с линзочками песков – 0,8 м; 3 – пески белесые, кварцевые, мелкозернистые, глинистые (до пылеватых), с большим количеством шаровидных конкреций пирита (реперный горизонт) – 1,1 м; 4 – алевролиты темно-серые, глинистые и песчаные, неслоистые – 1 м. Выше залегает пачка неалмазоносных алевролитов. Высокоалмазоносные слои 1–3 слагают основание нижнего ритма оруктахской свиты, а низкопродуктивный четвертый слой темно-серых алевролитов принадлежит уже пачке алевролитов кровли ритма.

По простираню отдельные литотипы отложений здесь выклиниваются либо расщепляются, создавая довольно отчетливое мелкоритмическое строение залежи Основная. В ее основании (в основании оруктахской свиты) в таких разрезах выделяется самостоятельный базальный слой (0,9 м) галечно-гравийно-песчано-глинистых отложений с содержанием кварцевого песка от 30 до 50 % и грубообломочного материала до 7–10 %. Гальки кварцево-кремнистого состава, размером 4–5, редко 7–8 см, хорошей окатанности. В слое часто отмечаются визуальные находки алмазов и их минералов-спутников. От бортов депрессии к ее центру этот слой часто выклинивается. Он перекрывается горизонтом (до 5 м) зеленоватых и темно-серых глинистых песков и песчаных глин с включениями гравия и галек кремнистого состава, пиритовых конкреций и стяжений сидеритов. Отложения характеризуются гнездообразным распределением грубообломочного материала, к которым приурочены иногда ураганные (до 107,56 кар/м<sup>3</sup>) концентрации алмазов, соседствующие с умеренными и низкими их содержаниями.

Выше во многих разрезах залегает “основной” существенно грубообломочный высокопродуктивный (до 56,10 кар/м<sup>3</sup> в частных пробах) горизонт (0,0–2,4 м), представленный галечно-песчаными сильно глинистыми вязкими отложениями с визуально видимыми алмазами, пиропами и пикроильменитами (ш-14, линия 157 и др.). Содержание гравия и галек варьирует от 10–15 до 20–30 % в отдельных гнездообразных бесформенных обособлениях. Единичны валуны кварцитов размером 15 см. Отмечаются линзы (8×30 см) конгломератов на очень крепком пиритовом цементе с обилием кимберлитовых минералов (в одном штуфе встречен алмаз). Этот горизонт аналогичен описанному выше по нашим наблюдениям в карьере Водораздельные Галечники в двух километрах восточнее тр. Мир. Непосредственно над ним или также через прослой алевролитов (ш-72, линия 159) залегает реперный алмазоносный слой (до 2,1 м) белесых кварцевых песков пылеватого облика с большим количеством пирит-марказитовых конкреций. В кровле пирит иногда образует линзы мощностью 10–15 см при размерах в плане 120×80 м. Песчаный горизонт перекрывается, как и всюду, пачкой глинистых и песчаных алевролитов озерного генезиса, промышленная алмазоносность которых (в нижней части пачки) установлена на довольно ограниченных разрозненных в пространстве участках. Иногда в основании пачки алмазоносные глинистые алевролиты содержат включения гравия и одиночной гальки, что характерно и для рассмотренных выше озерно-лагунных глинистых отложений среднего карбона россыпи Восточная. Поступление гравийно-галечного материала в оруктахский бассейн аккумуляции с близрасположенных промежуточных коллекторов в данном случае не вызывает сомнения.

На отдельных участках с терригенно-карбонатным цоколем в основании продуктивного пласта залегают делювиально-пролювиальные образования, представленные слабо переотложенными карбонатными глинами с примесью кварцевого песка и включениями одиночных галек кремней и валунов кварцитов, сохранившихся на плотике от верхнепалеозойской эпохи россыпеобразования. В юго-западной и западной частях россыпи нередко залежь Основная залегают непосредственно на Нижней, образуя единый алмазонасный горизонт. Установление здесь границы оруктахской и юлегирской свит по литологическому признаку носит тонкий характер, и поэтому при подсчете запасов по данным разведки он целиком отнесен к залежи Основная.

Гранулометрический состав отложений этой залежи, изученный на стадии разведки не по отдельным литологическим разностям, а в целом по существенно песчаному горизонту основания оруктахской свиты характеризуется значительной замельченностью материала: выход класса  $-16+0,5$  мм в среднем составляет 2,4 % при колебаниях от 0,45 до 7,2 %, содержание фракции  $-0,5$  мм достигает 97 %. Песчаный материал составляет от 44,2 до 55 %, алевритовый – от 30 до 45 % и глинистый – от 10,3 до 17,4 %. Содержание в песках гравийного материала класса  $-10+1$  мм изменяется от 0,2 до 5,3 %, галечного – от 0,5 до 2,5 %. Количество крупной гальки и валунов не превышает 0,9 %. В линзовидных прослоях конгломератов, галечников и гравелитов содержание грубообломочного материала колеблется от 30 до 70 %. В петрографическом составе галек преобладают кварц-кремнистые породы (до 80 %): кремни, кварциты, кварц, яшмы, халцедон, маршаллитизированные кремнистые образования, роговики, редко гранитоиды. Местные породы представлены обломками алевролитов, доломитов, мергелей и выветрелых траппов. В горизонтах глинистых гравелитов хорошо окатанные обломки на 95 % представлены окатышами из бескарбонатной глины, сильно выветрелых мергелей и долеритов. Тяжелая фракция продуктивных отложений характеризуется ставролит-дистен-ильменитовой ассоциацией при обилии аутигенных минералов: пирита, марказита, сидерита и лимонита. В легкой фракции доминирует кварц (85–95 %), полевые шпаты составляют 2–10 %, обломки микрокварцитов и микрофельзитов – до 5 %. Алевролиты имеют монтмориллонит-гидрослюдистый, а пески – каолинитовый состав пелитовой составляющей. Каолинит находится в осадках в переотложенном состоянии.

*Кимберлитовый материал* в залежи Основная представлен алмазом, пикроильменитом, пиропом, хромшпинелью, редко хромдиопсидом, оливином, цирконом и мелкими обломочками самих кимберлитов. Единичные зерна оливина, хромдиопсида, кимберлитового циркона и обломочков кимберлитов встречаются в основном на западном фланге россыпи, вблизи тр. Мир. Редкие находки зерен серпентина, флогопита и обломочков кимберлита известны и на расстоянии 1,5–2,0 км от этой трубки. Площадным распространением пользуются пикроильмениты, пиропы и хромшпинелиды в содержаниях 40–4000, 10–400 и 5–100 г/т соответственно. Они образуют устойчивую пироп-пикроильменитовую ассоциацию, в которой в разных пропорциях смешаны минералы прямого размыва кимберлитов и минералы, переотложенные из верхнепермского коллектора алмазов.

На западном фланге россыпи на удалении 0,3–1,3 км от коренных источников в составе смешанной ассоциации ведущая роль (в 10–20 больше пиропы) принадлежит пикроильмениту. Зерна последнего, по заключению И.Н. Иванова, нередко несут следы механической обработки, а другие покрыты первичной и вторичной лейкоксеновой оболочкой. Последняя фиксируется на корродированной поверхности минералов, прошедших стадию химического растворения в ко-рах выветривания. Пиропы отмечаются преимущественно в виде *осколков*, зна-

чительно реже – в виде целых зерен размером от 0,25 до 10 мм, чаще – 0,5–2,0 мм. Отдельные зерна пиропов имеют очевидные признаки механического износа. Однако окатанных пиропов здесь не встречено. Многие зерна растворены до кубоидов. Хромшпинелиды встречаются реже в виде зерен размером от 0,2 до 1,0 мм. В плане сохранность кимберлитовых минералов незакономерно, но ухудшается с запада на восток. В шлихах западных разведочных линий часто отмечаются пикроильменит в первичной лейкоксеновой оболочке, пироп с реликтами келифитовой каймы и эндогенной трещиноватостью, обрывки келифитовых кайм, реже флагопит, серпентинизированный оливин и мелкие (1–3 мм) обломочки кимберлитов. К востоку по линиям 153–157 минералы высоких классов сохранности встречаются реже, но еще восточнее, по линиям 158–160, их количество снова возрастает.

На остальной, большей, части россыпи типоморфные признаки минералов-спутников алмаза залежи Основная изучены слабо. Некоторое представление о них дают пробы, отобранные нами в эксплуатационном карьере в 2 км юго-восточнее тр. Мир. В наиболее представительной пробе объемом 3 л, отобранной из белесых гравелитистых песков, обнаружено 137 456 зерен пикроильменитов, 22 772 зерна пиропов, 2644 зерна хромпикотита и пять кристаллов алмаза в классе –2+0,5 мм. В данной коллекции по степени сохранности МСА выделяются первичная (минералы без износа) и вторичная (минералы с износом) ассоциации. Большая часть пиропов доминирующего класса –1 мм характеризуется сильным гипергенным растворением поверхности зерен. Осколки и зерна с интенсивным растворением составляют 95 % от общего количества гранатов. Число пиропов с магмогенной поверхностью I–II классов износа составляет около 5 %, а зерна с сильным механическим износом – 1,3 %. Единичные зерна с реликтами келифитовой каймы. Большинство пиропов имеет красно-фиолетовый цвет (84,4 %), оранжевые составляют 7,7 %, красные – 5,4 %, лиловые – 1 %, розовые – 1,5 % и зеленые – единичные знаки. Пикроильменит представлен мелкими (–1 мм) зернами III–IV классов износа. Неизношенные зерна I–II классов составляют 50–60 %. Поверхность зерен обычно осложнена гипергенным растворением. Хромпикотит присутствует только в классе –1 мм и преимущественно в виде осколков (72 %). Зерна хромдиопсида единичны.

Сходные характеристики МСА установлены и на других участках залежи Основная, главной особенностью которых является постоянное наличие в первичной их ассоциации минералов с сильным или слабым механическим износом, перерожденных из близрасположенных верхнепалеозойских коллекторов алмазов. Содержание пиропов алмазной ассоциации в продуктивном пласте составляет 4,26 % при их количестве в тр. Мир – 3,2–4,0 %.

*Алмазонасность* залежи Основная весьма неравномерная, по отдельным пробам – 0,01–107,56 кар/м<sup>3</sup>, а по горным выработкам – 0,12–20,54 кар/м<sup>3</sup>. Наиболее высокие концентрации алмазов наблюдаются на западном фланге россыпи, прилегающем к коренным источникам. Здесь установлено рекордное для Основной залежи количество алмазов в 1 м<sup>3</sup> песков, равное 140 кристаллам. Выявленные ураганные концентрации минерала в частных пробах, достигающие 43,74 кар/м<sup>3</sup>, 51,66; 56,10; 107,56 кар/м<sup>3</sup>, локализованы часто в линзах глинистых галечников, занимающих подвешенное положение над подошвой продуктивного пласта. По выработкам здесь широко распространены содержания в 2–3 кар/м<sup>3</sup> при пониженном среднем весе кристаллов 6,3 мг. По количеству доминируют алмазы классов –2+1 мм (45,7 %) и –1+0,5 мм (43,4 %). Повышенные, высокие и ураганные концентрации алмазов обусловлены не только близостью к тр. Мир, но и приуроченностью к зоне субмеридиональных уступов, развитых вдоль западного склона впадины Водораздельная Иреляхской палеодепрессии. Опущенные блоки служили морфоструктурными ловушками для алмазов.

На остальной большей части россыпи, восточнее Центрального разлома, алмазонасность залежи носит пониженный выравненный характер со снижением концентраций в восточном, северном и южном направлениях. Содержания алмазов по горным выработкам изменяются от 0,11 до 1,83 кар/м<sup>3</sup>. Повышенные концентрации отмечаются в виде линз протяженностью 200–800 м и шириной 100–400 м. Средний вес кристаллов повышается до 8,54 мг против 6,3 мг на западе, что отражает заметную гранулометрическую сортировку алмазного сырья в пролювиальном шлейфе выноса от коренных источников. В гранулометрическом спектре алмазов повышается роль кристаллов размером  $-4+2$  мм (13,6 %) и  $-2+1$  мм (47,7 %) и уменьшается содержание класса  $-1+0,5$  мм (38 %). В целом по залежи установлена прямая зависимость между продуктивностью слоев и содержанием в них гравийно-галечного и песчаного материала и обратная связь между концентрациями алмазов и содержанием в составе слоев угленосных глин и алевролитов. Наиболее концентрированные линзы чаще тяготеют к основанию и кровле продуктивного пласта.

По типоморфным признакам устанавливается идентичность алмазов залежи Основная и трубок Мир и Спутник. Усредненный количественный гранулометрический состав их выглядит следующим образом:  $-8+4$  мм – 0,7 %;  $-4+2$  мм – 13,6 %;  $-2+1$  мм – 47,7 %;  $-1+0,5$  мм – 38,0 %. И те и другие характеризуются резким преобладанием октаэдров, составляющих 70,5 %. На долю кристаллов переходной формы и ромбододекаэдров приходится 25,9 и 3,6 % соответственно. Средний вес алмазов составляет 8,33 мг.

В плане залежь Основная имеет плащеобразную конусовидную форму. Значительная часть ее размыта в кайнозойское время. В генетическом отношении она относится к пролювиально-озерному типу россыпей ближнего сноса.

Таким образом, многоярусная полихронная и гетерогенная россыпь Водораздельные Галечники синемюр-раннеплинсбахского возраста относится к крупным уникальным сложнопостроенным древним россыпям ближнего сноса комбинированного питания от двух кимберлитовых тел и более древнего промежуточного коллектора алмазов. Главным поставщиком алмазов служила крупная высокоалмазонасная кимберлитовая тр. Мир.

### Россыпь Новинка-Геофизическая

Россыпное месторождение Новинка-Геофизическая находится на правом склоне руч. Маччоба-Салаа, в 0,4 км от своего богатого коренного источника питания – тр. Интернациональная. Погребенная россыпь, локализованная в базальном горизонте оруктахской свиты нижнего плинсбаха, состоит из одновозрастных слитных залежей Новинка, открытой в 1969 г., и Геофизическая, выявленной в 1981 г. В плане они представляют собой небольшой по размерам пролювиальный конус выноса кимберлитового материала от тр. Интернациональная. Залежь Новинка разведана шахтами сечением 4 м<sup>2</sup>, а Геофизическая – скважинами колонкового бурения диаметром 132 мм и шурфами сечением 2 м<sup>2</sup>, пройденными в доступных местах. Исчисленные запасы по данным преимущественно скважинной разведки залежи Геофизическая полностью подтвердились эксплуатационными работами.

В мезозойском морфоструктурном плане промышленная россыпь Новинка-Геофизическая приурочена к субмеридиональной зоне наложения Кюеллях-Маччобинской палеодепрессии на западный склон Амакинского выступа пород нижнепалеозойского кимберлитовмещающего цоколя. Залежь Новинка приурочена в основном к нижней ступени поверхности выравнивания, а Геофизическая – к крутому склону верхней, наиболее древней поздне триасовой поверхности выравнивания. В геологическом строении россыпи участвуют терригенно-карбонатные породы хо-

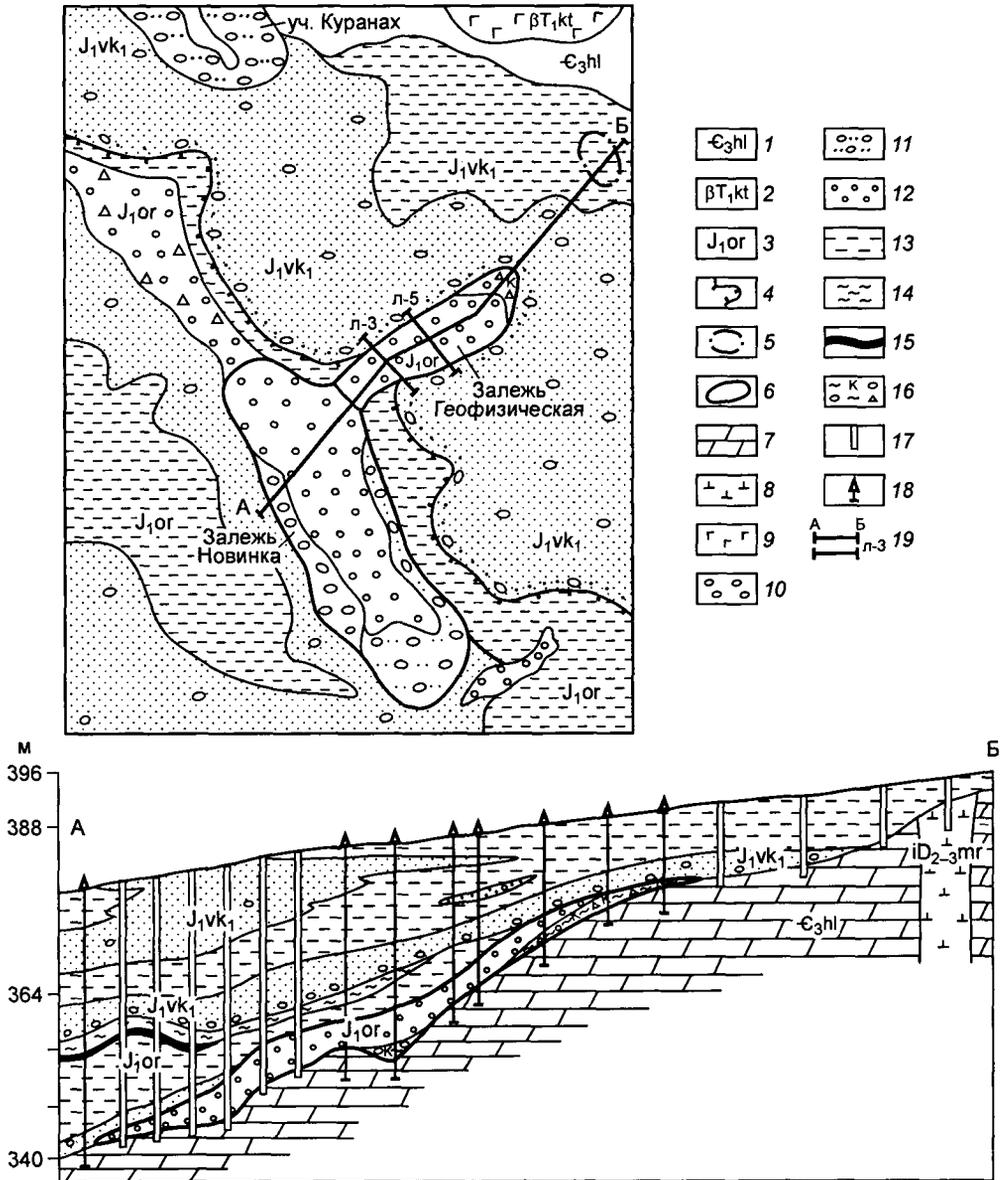


Рис. 2.53. План и разрез россыпи Новинка-Геофизическая:

1 – выходы на поверхность пород холомолоохской свиты; 2, 3 – геологические образования на нижнепалеозойском цоколе: 2 – раннетриасовые интрузии долеритов катангского комплекса; 3 – отложения оруктахской ( $J_{1or}$ ) и вакунайкинской ( $J_{1vk_1}$ ) свит; 4 – северо-западная граница оруктахской свиты; 5 – погребенная тр. Интернациональная; 6 – продуктивные залежи; 7 – доломитовые алевролиты и мергели; 8 – кимберлиты; 9 – долериты; 10 – конгломераты; 11 – галечно-песчаные отложения; 12 – глинистые гравелиты; 13 – алевролиты; 14 – углистые аргиллиты; 15 – угли бурые; 16 – бескарбонатные глины со щебнем и галькой; 17 – горные выработки (шурфы, шахты); 18 – скважины колонково-го бурения; 19 – линии геологических разрезов.

ломолоохской свиты верхнего кембрия ( $C_{3hl}$ ), продуктивные терригенные отложения оруктахской свиты нижнего плинсбаха ( $J_{1or}$ ) и низкоалмазоносные терригенные породы нижневакунайкинской подсвиты ( $J_{1vk_1}$ ) верхнего плинсбаха (рис. 2.53).

*Холомолоохская свита* с остаточной мощностью 220 м на уровне мезозойского среза сложена преимущественно зеленовато-серыми доломитовыми алевролитами, мергелями, известковистыми доломитами и доломитовыми песчаниками. На поверхности плотных разностей пород на отдельных локальных участках сохранились реликты элювиальной коры выветривания мощностью до 6,5 м, представленной уплотненными бескарбонатными глинами со щебнем и глыбами плотных карбонатных пород. Породы холомолоохской свиты и элювиальные образования поздне триасовой коры выветривания служат плотиком россыпи.

*Оруктахская свита* мощностью до 19,6 м залегает с угловым несогласием и размывом на породах верхнего кембрия. На всей площади россыпи в ее основании проходит грубообломочный горизонт, вмещающий продуктивные залежи Новинка и Геофизическая. В пределах первой из них вышележащие отложения свиты представлены внизу пачкой аркозовых песчаников мощностью до 8 м, а сверху – угленосной пачкой алевролитов мощностью до 11 м. Песчаники аллювиально-дельтового генезиса в основании содержат иногда грубообломочный материал, редкие зерна МСА и единичные мелкие кристаллы алмазов. Песчаная пачка в целом не продуктивна, вблизи склона Кюеллях-Маччобинской депрессии нередко выклинивается, и тогда базальный продуктивный слой перекрывается непосредственно угленосной пачкой, содержащей, как и на россыпи Водораздельные Галечники, пласт угля рабочей мощности (до 3 м). На площади залежи Геофизическая песчаная пачка отсутствует, и продуктивный горизонт перекрывается угленосной пачкой алевролитов мощностью до 6 м. Тяжелая фракция отложений характеризуется эпидот-ильменитовой ассоциацией, являющейся в районе коррелятивным признаком оруктахской свиты.

*Нижневакунайкинская подсвита* верхнего плинсбаха залегает с размывом на разных горизонтах оруктахской свиты. За пределами россыпи она с размывом перекрывает породы верхнего кембрия и кимберлиты тр. Интернациональная. Отложения верхнего плинсбаха видимой мощностью до 26 м предстали пачками песчаников и алевролитов морского генезиса. В основании подсвиты отмечается маломощный (<0,5 м) линзовидный горизонт конгломератов с низкой алмазонасностью в пределах россыпи. К северу от нее он вмещает перспективное алмазопоявление Куранах. Породы нижневакунайкинской подсвиты характеризуются эпидот-амфибол-ильменитовой ассоциацией тяжелой фракции, в составе которой нередко отмечаются минералы-спутники алмаза в концентрациях до 10 зерен на 10 л.

Перекрывающие продуктивный пласт низкоалмазонасные отложения оруктахской свиты и нижневакунайкинской подсвиты относятся к категории пород вскрыши. Средняя мощность их на залежи Новинка составила 34 м, а на залежи Геофизическая – 17 м. Продуктивные залежи Геофизическая и Новинка, занимающие разную палеогеоморфологическую позицию, характеризуются рядом отличительных особенностей в строении, составе и алмазонасности продуктивных горизонтов.

Залежь Геофизическая, отстоящая от тр. Интернациональная на 400 м, представляет собой верхнюю часть конуса выноса кимберлитового материала с названной трубки. Залежь выполняет эрозионную ложбину, ориентированную на юго-запад и врезанную в нижнепалеозойский цоколь на глубину 15–17 м (рис. 2.54).

Протяженность ее составляет 600 м, ширина – 140–160 м, крутизна бортов – 5–25°, уклон тальвега временного водотока – 3–5°. Вблизи трубки тальвег наиболее пологий и состоит из двух ветвей. Абсолютные отметки подошвы продуктивного пласта в продольном профиле ложбины снижаются от 376 м на северо-востоке до 350 м на юго-западе, где он сливается с алмазонасным горизонтом залежи

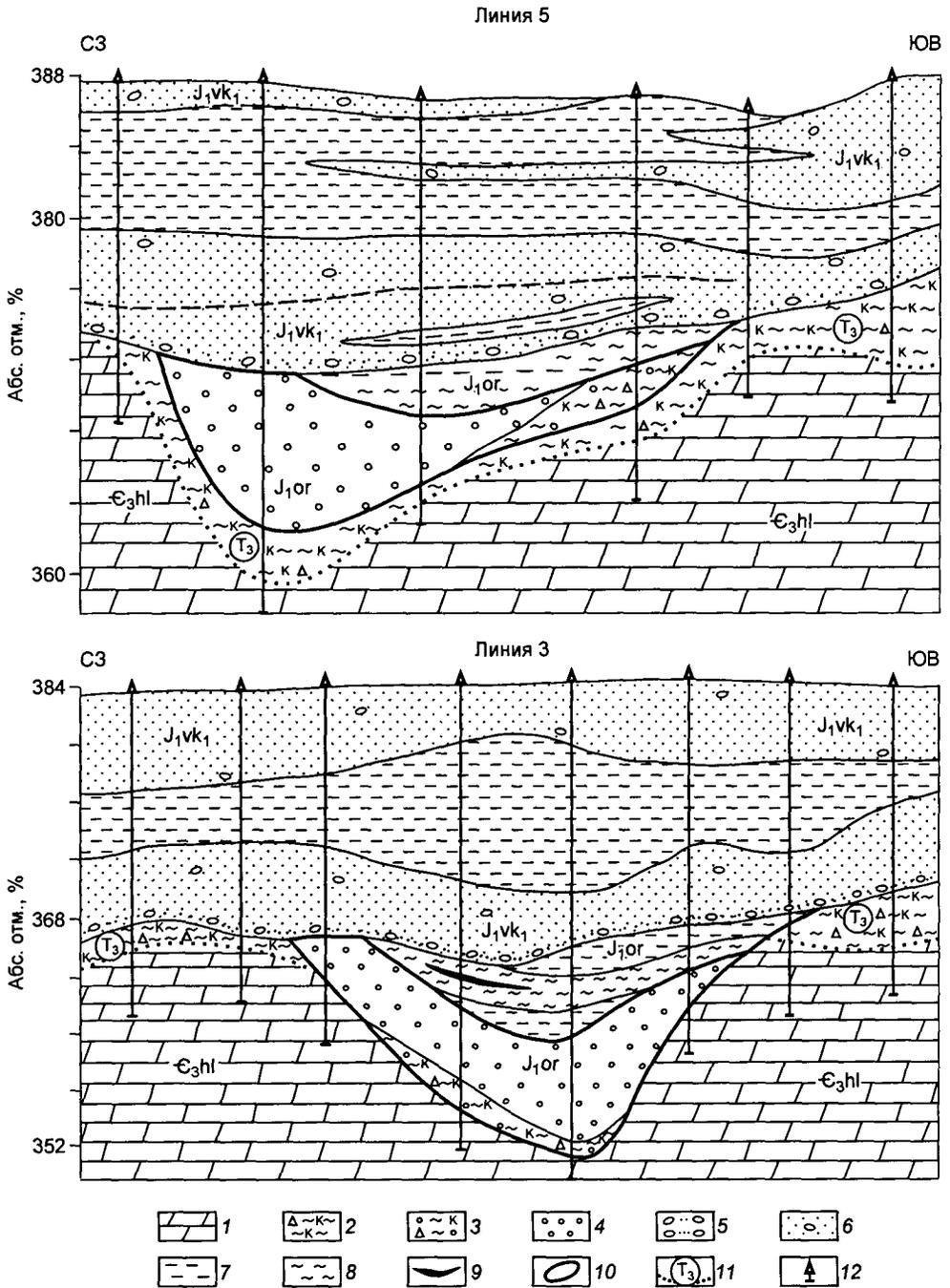


Рис. 2.54. Поперечные разрезы залежи Геофизическая по линиям 5 и 3:

1 – доломитовые алевролиты и мергели; 2 – щебнистые бескарбонатные глины коры выветривания; 3 – бескарбонатные глины с галькой и щебнем; 4 – глинистые гравелиты; 5 – галечно-песчаные отложения; 6 – песчаники и пески с галькой; 7 – алевролиты; 8 – углистые аргиллиты; 9 – линзы бурого угля; 10 – продуктивные пласты; 11 – кора выветривания и ее возраст; 12 – скважины колонкового бурения.

Новинка. В поперечных профилях депрессии относительные превышения подошвы залежи изменяются от 5 до 17 м. Нижняя и верхняя ее границы литологически очень резкие и уверенно картируются по керну скважины. Границы залежи в плане определены исключительно по литологическому критерию.

Продуктивные отложения залежи, развитые в днище и на бортах линейной депрессии балочно-овражного типа, представлены делювиально-пролювиальными и пролювиальными образованиями максимальной мощностью 8,6 м. Делювиально-пролювиальные образования мощностью до 3 м без четких границ, отмечаются в основном в верхнем звене ложбины. В их составе преобладают бескарбонатные глины, содержащие включения щебня и полуокатанных обломков доломитов, мергелей и траппов размером до 5 см. Незначительная примесь песка, гравия и мелкой гальки кремнистых пород присутствует в виде бесформенных обособлений или разрозненных включений. Плотные сидеритизированные разности пород, образующие мелкие линзовидные тела, представляют собой редкообломочные брекчии с глинистым заполнителем.

Основной пролювиальный литогенетический тип продуктивных отложений залежи мощностью от 0,6 до 8,6 м представлен, как и в залежи Новинка, так называемыми глинистыми гравелитами с примесью галечного материала от 5 до 20 %. Они развиты в центральной части ложбины в виде полосы протяженностью 500 м и шириной 70–150 м. В глинистых гравелитах преобладающая часть обломков и заполнитель сложены глинистым веществом. Содержание грубокластического материала галечно-гравийной размерности варьирует от 25 до 60 %. В составе обломочного материала доминируют местные породы, представленные глинистыми окатышами (30 %), окремнелыми карбонатными породами (19 %), выветрелыми долеритами (18,5 %), сидеритизированными породами (14,5 %), выветрелыми доломитами и мергелями (9,5 %), песчаниками и алевролитами (2,5 %), пиритизированными и лимонитизированными породами – 1,5 %. Содержание гальки и гравия кварца, кварцитов, кремней, эффузивов и кристаллических сланцев составляет всего 5,5 %.

В керне скважин при перезаверке аномалии 193 в 0,7 км от тр. Интернациональная в брекчиевидных глинистых гравелитах продуктивного пласта обнаружены единичные обломки выветренных кимберлитов оваллизованной формы размером 3×5 см. В грубокластических породах залежи широко проявлены процессы сидеритизации с образованием плотных разностей, обогащение которых осуществляется с постадийным додрабливанием пород. Продуктивные отложения характеризуются магнетит-ильменитовой ассоциацией терригенных минералов тяжелой фракции с алмандином, пироксеном, турмалином, гроссуляром и дистеном. Постоянная доминирующая роль принадлежит аутигенным минералам – пириту, сидериту, лимониту, содержание которых обычно составляет 80–90 % от веса тяжелой фракции.

*Минералы-спутники алмаза* залежи Геофизическая представлены первичной ассоциацией пикроильменит-хромшпинель-пироповой композиции. Суммарные содержания их изменяются от десятков до тысяч зерен на 10 л. В классе  $-2+0,5$  мм довольно часты находки обломочков кимберлита и окремнелого серпентина. Хромдиопсид отмечается в единичных знаках. Пикроильменит в повышенных концентрациях встречается редко. Зерна класса  $-1$  мм в 4 раза преобладают над классом  $+1$  мм. По степени сохранности превалируют зерна I–II классов износа и их осколки. Хромшпинелиды в зернах размером  $-2+0,5$  мм преобладают над пикроильменитом в 3,7 раза. Как и в коренном источнике, ведущим минералом является пироп, содержания которого варьируют от 64 г/т в классе  $-4+2$  мм до 395 г/т в классе  $-1+0,5$  мм при суммарной концентрации до 925 г/т. Содержание пиропов

в зернах класса  $-1$  мм в три раза преобладает над классом  $+1$  мм. Цветовые разновидности гранатов в выборке из 1074 зерен распределены следующим образом: красно-фиолетовые – 84,5 %, красные – 5,1 %, оранжевые – 8,4 %, розовые – 2,0 %, зеленые – единичные знаки. Подавляющее большинство зерен представлено осколками со следами химического растворения. Первичная магматогенная поверхность также подвержена растворению. Несмотря на это, встречаются зерна с реликтами келифитовой каймы и зерна с первичной эндогенной трещиноватостью. Изношенные пиропы полностью отсутствуют.

Информация по алмазности залежи Геофизическая ограничена, так как разведка ее проведена в основном скважинами колонкового бурения с небольшим объемом керновых проб. Содержание алмазов в частных валовых пробах изменяется от 0,10 до 15,01 кар/т, а в керновых пробах – от 0,11 до 22,46 кар/т. Среднее содержание алмазов по валовым пробам составило 1,61 кар/т или (при объемном весе руды  $2,07 \text{ т/м}^3$ )  $3,33 \text{ кар/м}^3$ . Расчетами коэффициентов парной корреляции установлена четкая положительная корреляционная связь между содержаниями алмазов и пиропов.

При разведке добыто 1313 кристаллов алмазов, в том числе из валовых проб – 1231 шт., из керновых проб – 82 шт. В количественном отношении по классам крупности они имеют следующее распределение:  $-16+8$  мм – 0,1 %;  $-8+4$  мм – 2,6 %;  $-4+2$  мм – 21,6 %;  $-2+1$  мм – 41,8 %;  $-1+0,5$  мм – 33,9 %. Средний вес одного кристалла даже без учета крупного камня класса  $-16+8$  мм достаточно высок – 21,1 мг, в то время как в залежи Новинка он составляет 9,85 мг, а в тр. Интернациональная – 7,7 мг. Такое закругление сырья связано, по-видимому, как с выносом мелких кристаллов по ложбине, так и с естественной повышенной крупностью камней в резко суженной части днища ложбины при переходе в шлейфовую зону конуса выноса, откуда и добыта основная масса алмазов из горных выработок на границе с залежью Новинка. Необходимо отметить, что даже в этой сильно закругленной коллекции содержание мелких кристаллов класса  $-1+0,5$  мм остается достаточно высоким – 33,9 %, что является одной из главных отличительных особенностей россыпей ближнего сноса. По форме кристаллов (октаэдры – 55 %, переходные формы – 40 % (?), ламинарные ромбододекаэдры – 2,4 %, округлые ромбододекаэдры – 2,6 %) алмазы залежи Геофизическая близки к алмазам коренного источника. Содержание камней ювелирного качества достигает 45 %.

Залежь Новинка является естественным юго-западным продолжением залежи Геофизическая в основании пролювиального конуса выноса и расположена у подножия восточного склона Кюеллях-Маччобинской депрессии на выравненной террасовидной площадке с вариациями абсолютных отметок от 340 до 350 м. Плотиком ее также служат карбонатные породы верхнего кембрия с реликтами остаточных кор выветривания. Границы подошвы и кровли продуктивного пласта отчетливые, резкие и контролируются литологическим фактором. Мощность его изменяется от 0,1–0,3 до 5,65 м.

Продуктивный пласт сложного строения и более неоднородного состава по сравнению с залежью Геофизическая. В его разрезах выделяются следующие алмазонасные литотипы пород: бескарбонатные глины с примесью грубокластического материала; галечники и гравелиты с песчано-глинистым заполнителем; галечно-песчаные отложения; конгломераты на известковом цементе; пески с включениями галек и гравия. Они расслаиваются линзами глинистых и песчаных алевролитов, которые в отдельных разрезах залегают непосредственно в основании оруктахской свиты. Выделенные литологические разности пород продуктивного пласта в плане образуют линзовидные тела, вытянутые вдоль северо-восточного борта депрессии. И только глинистые гравелиты образуют площадную лентообразную залежь на большей части площади россыпи.

Продукты переотложения кор выветривания занимают подошвенную часть залежи на небольших участках. Они представлены бескарбонатными глинами с обломками доломитов и мергелей с незначительной примесью песка и включений гравия и галек кварц-кремнистых пород. Ограниченно развиты и конгломераты на известковом цементе, образуя узкую лентообразную залежь вдоль юго-западного фланга россыпи. Грубообломочный материал составляет 40–60 % общей массы и представлен карбонатными породами – 30–60 %, траппами – 20–30 % и кварц-кремнистыми породами – 5–10 %. Плитчатые обломки доломитов и мергелей размером 3–15 см полуокатанной формы, гальки выветрелых траппов нередко хорошо окатаны. Гальки кремней и кварцитов размером 2–5 см, редко до 8 см распределены хаотично. Цементом служат известковые песчаники с включениями пиропов гравийной размерности. В тяжелой фракции доминирует ильменит. Промышленная алмазонасность конгломератов установлена только в отдельных выработках. Продуктивные олигомиктово-кварцевые пески с гравием образуют узкие линзы в южной и северной частях залежи и характеризуются сравнительно низкими средними содержаниями полезного компонента: на юге – 0,16–0,66, на севере – 2,77 кар/м<sup>3</sup>. Галечно-песчаные отложения с концентрациями алмазов 0,65–1,02 кар/м<sup>3</sup> закартированы в основании пласта на южном фланге россыпи с забалансовыми запасами. Содержание галек и гравия кварц-кремнистых пород в них составляет 10–20 %. К северо-западу они фациально замещаются глинистыми гравелитами.

Галечники с песчано-глинистым и глинистым заполнителем также образуют линзовидные тела мощностью 0,2–0,7 м и характеризуются иногда высокими (25,97 кар/м<sup>3</sup>) и ураганными (111,43 кар/м<sup>3</sup>) содержаниями алмазов. Отложения имеют зелено-серую окраску. Среди грубообломочного материала, составляющего до 70–80 % общей массы, гальки составляют 30–40 %, а остальные обломки представлены гравием кварц-кремнистых и карбонатных пород в равном соотношении. Галечный материал по составу распределен в одних разрезах аналогично гравию, в других – преобладают гальки кварцитов, кремней, роговиков метаморфических пород. Размеры галек от мелких до 7–9 см. Форма обломков карбонатных пород плитчатая, кварц-кремнистых – шаровидная и эллипсовидная. Встречаются редкие валуны кварцитов размером 10×15 см. Заполнителем служит зелено-серая глина (20–30 %), нередко песчанистая, представляющая собой продукты переотложения бескарбонатной глины и дресвы траппов. В цементе много визуально видимых пиропов гравийной размерности и обособления парालюминита. Характерно, что эти высокопродуктивные отложения занимают подвешенное положение над плотиком. По основным характеристикам они близки горизонту галечно-глинистых отложений залежи Основная россыпи Водораздельные Галечники с содержаниями алмазов в частных пробах до 56–117 кар/м<sup>3</sup>.

В ограниченном количестве присутствуют гравелиты с существенно песчаным заполнителем мощностью 0,4–1,3 м с постоянной, но весьма переменной примесью галечного материала. Галька и гравий кварц-кремнистого состава составляют 40–60 % от общего количества обломков, остальной объем приходится на полуокатанные обломки и гравий карбонатных пород и траппов (до 5 %). Заполнителем служит кварцевый песок, иногда со значительной примесью бескарбонатной глины. Уплотненные гальки и гравий имеют субгоризонтальную ориентировку. Встречаются единичные плитчатые обломки доломитов размером 15×30×3 см. В базальной части отдельных разрезов отмечаются линзы гравелитов на пирит-марказитовом цементе. В составе тяжелой фракции этого литотипа пород преобладают ильменит (97–99 %) и пироп.

Наиболее распространенной и высокоалмазоносной литологической разновидностью продуктивного пласта являются *глинистые гравелиты* площадного развития на расстоянии 890 м. Эти своеобразные породы встречаются и в других мезозойских россыпях, но в явно подчиненном значении. Главная их особенность состоит в том, что гравийные обломки и цементирующая масса преимущественно глинистого состава. Глинистые гравелиты имеют характерную голубовато-зеленую и зеленовато-серую окраску и состоят из продуктов переотложения бескарбонатных глин и дресвы траппов с незначительной примесью песчаного материала и включений гравия и галек кварц-кремнистых пород в различных количествах. Породы слабоцементированы, в воде легко распадаются на отдельные обломки, но полного разложения последних не происходит. Среди обломков наиболее распространены гравий и мелкие гальки в виде окатышей глинистого состава, количество которых колеблется от 30–40 до 70–80 %. Уплотненные окатыши имеют изометричную и эллипсоидальную форму. Они отличаются жирным блеском, невысокой прочностью, компактным ориентированным расположением по удлинению согласно с горизонтальным наслоением осадков. Примечателен выдержанный размер гравийных обломков, составляющий обычно 1–3, реже 5–6 мм. В небольшом количестве встречаются гальки размером от 1,0–1,5 до 5,0 см. Связующая масса представлена тонкодисперсным глинистым материалом с редкими агрегатами каолинита. Гравий и гальки кремней часто интенсивно корродированы и имеют причудливую форму.

Петрографическое изучение пород в шлифах показало, что глинистые гравелиты состоят в основном из округлых, овальных и эллипсоидальных обломков глинистого состава с плотной их упаковкой. Иногда отмечается порфирировая структура выветрелых долеритов. Зерна кварца размером 0,3–0,5 мм имеют округлую и угловатую форму, содержание их в местах скоплений достигает 20 %. Постоянно отмечается пластинчатый трапповый ильменит размером до 0,6 мм, иногда он образует маломощные прожилки. В глинистой фракции гравия и цементирующей массы преобладающая роль принадлежит каолиниту, реже монтмориллону. Тип цемента пленочно-поровый, количество его не превышает 20 %. В разностях, обогащенных кварцем, цемент имеет чистый каолиновый состав. По результатам химического анализа для глинистой фракции характерны высокие содержания глинозема (27–31 %) при умеренных концентрациях кремнезема (41–43 %). Сверху вниз возрастает количество монтмориллонта. Иногда и в низах разреза его содержание достигает 50 %.

Одной из отличительных особенностей глинистых гравелитов россыпи является широкое развитие в них процессов вторичной сидеритизации. Они проявлены как в гравелитах, так и в остаточных корах выветривания. Сидерит часто образует бобовидные сферические, розеткоподобные и сноповидные конкреции размером от 0,3–0,5 до 1,0 мм. Сидеритовые образования рассеяны в цементирующей массе. Мощность прослоев со сферолитами сидерита достигает 2 см, а в кровле пласта – 30 см. Сидерит обладает высокой магнитной восприимчивостью, и, по-видимому, его скопления могут создавать магнитные аномалии. В центральной части россыпи в глинистых гравелитах отмечаются линзы и прослои глинистых алевролитов темно-серой окраски мощностью до 2 м. В свою очередь они содержат линзочки гравелитов мощностью до 0,1–0,15 м, обуславливая в целом неоднородное строение продуктивного пласта. В минеральном составе глинистых гравелитов доминирует трапповый ильменит, составляющий до 99 % тяжелой фракции. Он отличается высокой магнитностью. Наряду с ним встречаются циркон, хромит, дистен, значительное место среди тяжелых минералов занимают пироп, хромшпи-

нелиды и пикроильмениты. По составу легкой фракции породы относятся к аркозово-кварцевым разностям. Алмазонасность глинистых гравелитов по частным пробам изменяется от 0,02 до 51,92 кар/м<sup>3</sup>.

Продуктивные отложения залежи Новинка характеризуются высокими и аномально высокими концентрациями минералов-спутников алмаза, которые по данным сопряженного валового и шлихового опробования положительно коррелируются с содержаниями алмазов. Как и в залежи Геофизическая, МСА образуют устойчивую пикроильменит-хромшпинель-пироповую ассоциацию (1:2,4:12,6), свойственную коренному источнику. В отдельных шлиховых пробах обнаруживались мелкие (1–3 мм) обломочки кимберлита, серпентин и обрывки келифитовых кайм. Пикроильменит присутствует в виде зерен I–II классов износа размером от 0,25 до 4,0 мм. Соотношение классов +1 и –1 мм равно 1:2. Зерна с агрегатной структурой составляют 5–10 %. Хромшпинель резко преобладает в классе –1 мм. В единичных знаках отмечается хромдиопсид.

Пироп в основной своей массе относится к классу –1 мм в пропорции 15:1 и 38:1 с классом +1 мм. Тем не менее при разведке россыпи пиропы в виде зерен гравийной размерности фиксировались визуально в большинстве разведочных шахт. Единичные зерна достигают 7–8 мм. В мелком классе преобладают осколки с коррозионной поверхностью. Зерна с келифитовой каймой и эндогенными трещинами встречаются редко. В целом частота встречаемости высокосохранных пиропов выше на северном фланге залежи. Содержание пиропов алмазной ассоциации, как и в коренном источнике, высокое и составляет 9,8 %.

*Алмазонасность* залежи Новинка изучена по результатам представительного валового опробования горных выработок. Продуктивный пласт характеризуется крайне неравномерным распределением алмазов по концентрации, среднему весу и классам крупности. Содержание алмазов по отдельным пробам изменяется от 0,02 до 111,43 кар/м<sup>3</sup>, по выработкам – 0,16–49,01 кар/м<sup>3</sup>. Высокие концентрации минерала (6,38–21,33 кар/м<sup>3</sup>) зафиксированы в выработках по разведочным линиям 103, II, а также по линии III (10,17–49,01 кар/м<sup>3</sup>). Выработки с очень высокими содержаниями алмазов часто разобщены выработками с относительно низкими их концентрациями (от 0,16 до 1,55–2,23 кар/м<sup>3</sup>).

В плане повышенные и высокие содержания алмазов наблюдаются в центральной и северо-западной частях залежи. К северо-западу происходит резкое падение концентрации алмазов при сохранении мощности продуктивных отложений. Закономерное понижение алмазонасности и мощности продуктивного пласта отмечается в юго-восточном направлении. На общем фоне снижения продуктивности к юго-восточному флангу залежи в отдельных выработках выявлены ураганные содержания алмазов, равные 49,01 кар/м<sup>3</sup>. Изменения концентраций алмазов вкрест простирания залежи выражаются в их повышении к борту Кюеллях-Маччобинской депрессии и снижении в юго-западном направлении в сторону внутренней части депрессии вместе с выклиниванием продуктивного пласта. В контуре залежи установлены три богатые алмазами линзы, вытянутые с северо-востока на юго-запад поперек береговой зоны Кюеллях-Маччобинской долинообразной депрессии. В разрезе продуктивного пласта повышенные и высокие концентрации алмазов (при средних – 4,62 кар/м<sup>3</sup>) локализованы преимущественно в приплотиковой его части.

По основным типоморфным особенностям алмазы залежи Новинка и ее коренного источника – тр. Интернациональная – близки. В изученной коллекции из 3825 кристаллов, по данным В.Р. Захаровой (Ботубинская экспедиция), в залежи, как и в трубке, преобладают камни октаэдрической формы, составляющие 50,1 % при содержаниях кристаллов переходной формы и ромбододекаэдров 37,6

и 12,3 % соответственно. По классам крупности в количественном отношении алмазы распределены следующим образом:  $-8+4$  мм – 0,51 %;  $-4+2$  мм – 17,55 %;  $-2+1$  мм – 42,87 %;  $-1+0,5$  мм – 39,07 %. При высоком содержании последних, что характерно для россыпей ближнего сноса, по весу резко преобладают (60,6 %) кристаллы размером  $-4+2$  мм. Одним из типоморфных признаков алмазов залежи Новинка является значительное количество кристаллов со следами растворения (4,4 %). Выход ювелирных камней – 30–40 %. Средний вес алмазов равен 9,85 мг.

Рассмотренные богатые залежи формируют россыпь Новинка-Геофизическая, являющуюся типичным представителем древних россыпей ближнего сноса, производных от одного высокоалмазоносного коренного источника небольших размеров. В морфогенетическом аспекте это однопластовая залежь лентообразной формы пролювиального конуса выноса алмазоносного материала из коры выветривания кимберлитов тр. Интернациональная.

К настоящему времени балансовые и забалансовые запасы алмазов россыпи Новинка-Геофизическая полностью отработаны открытым способом.

### Россыпь Дачная-I

Промышленная россыпь Дачная-I расположена на правом берегу р. Ирелях в 2 км к юго-юго-западу от тр. Мир. Северный фланг ее примыкает к г. Мирный. Месторождение выявлено и разведано шурфами в 1959–1960 гг. Россыпь локализована в отложениях оруктахской свиты нижнего плинсбаха, участвующих в строении западного борта Иреляхской палеодепрессии, приуроченного здесь к седловине между Амакинским и Ирелях-Чуональерским выступами пород верхнего кембрия. К востоку в непосредственной близости от нее проходит зона Параллельного рудоконтролирующего разлома.

В геологическом строении россыпи участвуют терригенно-карбонатные породы холомолоохской свиты верхнего кембрия, обломочно-глинистые образования поздне триасовой коры выветривания, продуктивные и низкоалмазоносные терригенные отложения оруктахской и вакунайкинской свит нижней юры, а также алмазоносные четвертичные образования. Холмомолоохская свита представлена однообразными мергелями и доломитовыми алевролитами с подчиненными прослоями доломитов и известковистых песчаников. Породы сильно трещиноватые и избирательно пропитаны гидроксидами железа. На их поверхности местами сохранились реликты элювиальных образований коры выветривания мощностью до 2,7 м, представленных бескарбонатными глинами со щебнем и более крупными обломками материнских декарбонатизированных алевролитов и мергелей верхнего кембрия. Довольно часто они содержат инфлювиальный кимберлитовый материал. По данным валового опробования доюрские образования коры выветривания характеризуются низкой (до  $0,09$  кар/м<sup>3</sup>) алмазоносностью.

Продуктивные отложения оруктахской свиты залегают с размывом на породах кембрия и образованиях коры выветривания (рис. 2.55). В современном срезе они сохранились от размыва в виде двух сближенных, но разобценных полос субмеридионального простирания, к которым приурочены залежи Западная и Восточная россыпи Дачная-I. Разрез свиты представлен одним завершенным ритмом максимальной мощностью 8,8 м. Основание его слагают продуктивные, плохо сортированные глинистые пески пролювиального генезиса мощностью до 3,5 м, содержащие включения гальки и гравия кварц-кремнистых пород и единичных мелких валунов кварцитов. В подошвенной части отмечаются короткие редкие линзы галечников и галечно-щебнистых глинистых образований. Верхняя большая часть разреза свиты представлена пачкой алевролитов с прослоями углистых глин и с редкими маломощными линзами песков с включениями гравия и гальки. По ос-

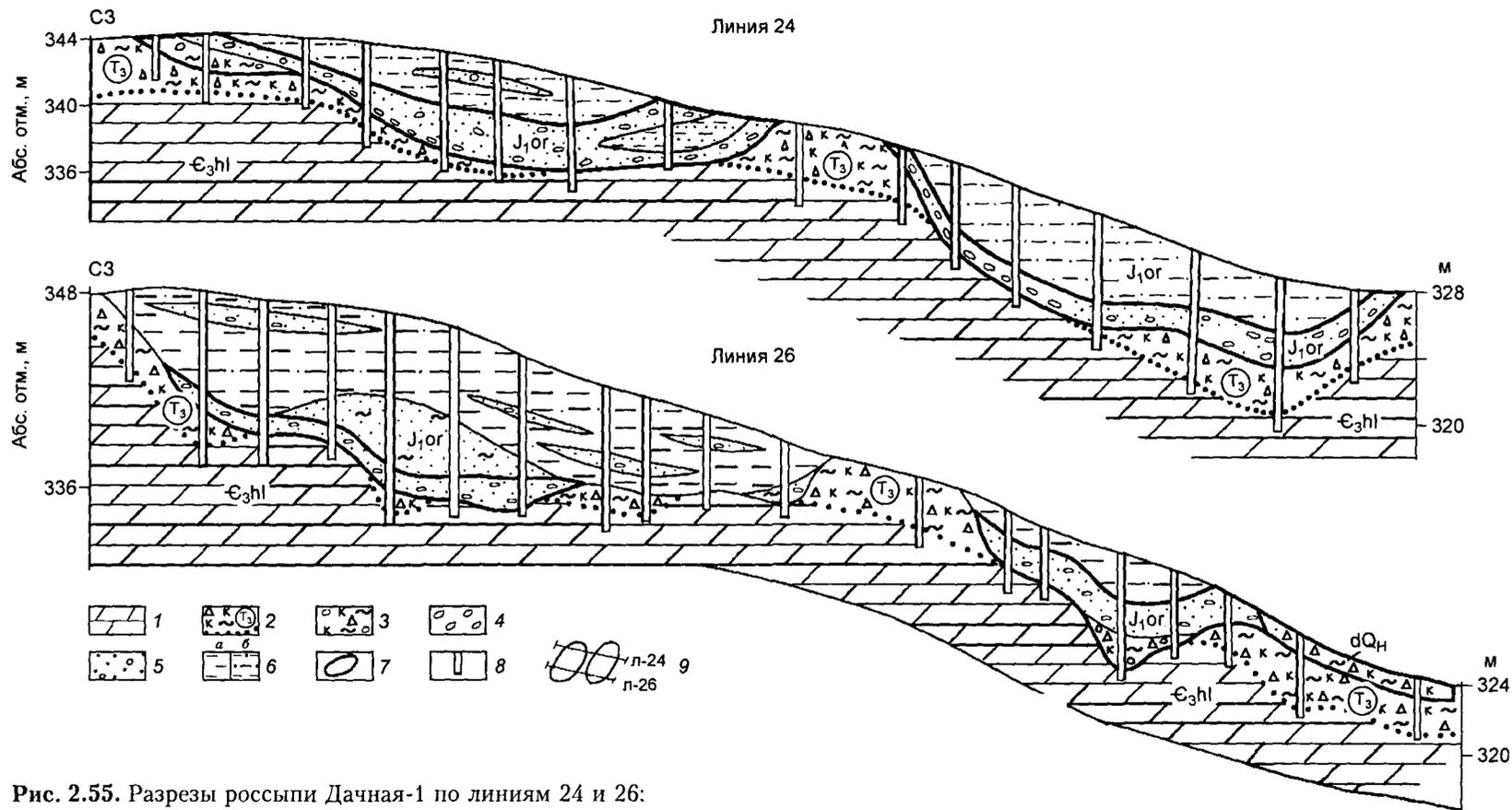


Рис. 2.55. Разрезы россыпи Дачная-1 по линиям 24 и 26:

1 – мергели и доломитовые алевролиты; 2 – кора выветривания, ее возраст и состав: щебнистые бескарбонатные глины; 3 – бескарбонатные глины с галькой и щебнем; 4 – галечники; 5 – пески с галькой; 6 – глинистые (а) и песчанистые (б) алевролиты; 7 – продуктивный пласт; 8 – шурфы; 9 – плановое расположение геологических разрезов.

новным коррелятивным признакам отложения оруктахской свиты россыпи Дачная-I сопоставляются с таковыми второго (верхнего) ритма оруктахской свиты россыпи Водораздельные Галечники. Вакунайкинская свита, представленная на площади нижевакунайкинской подсвитой позднего плинсбах видимой мощностью до 3 м, сложена дельговыми песками с примесью грубообломочного материала в основании. По данным валового опробования они относятся к категории торфов. Алмазонасные покровные четвертичные образования мощностью до 4 м развиты повсеместно. На породах нижнего палеозоя они имеют глинисто-щебнистый состав. На поверхности юрских отложений распространены суглинки и супеси с редкой галькой кремнистых пород.

Небольшая по размерам и запасам россыпь Дачная-I характеризуется сложным многоярусным строением с раннеюрским и четвертичным возрастом продуктивных пластов. В плане поле развития продуктивных отложений в современном срезе разобщено выходом на поверхность пород нижнепалеозойского доколя шириной 75–100 м на западную и восточную части, к которым приурочены одноименные промышленные залежи. Плотиком россыпи служат слабыветренные терригенно-карбонатные породы верхнего кембрия, реже обломочно-глинистые образования доюрской коры выветривания. Поверхность плотика при плавном и закономерном снижении абсолютных отметок в юго-восточном направлении (от 345 до 322,5 м) в сторону Иреляхской палеодепрессии осложнена узкими впадинами субмеридиональной ориентировки. По данным опробования промышленные содержания алмазов фиксируются в отдельных пробах по всему разрезу оруктахской свиты и четвертичных образований. Выделение и геометритизация продуктивных горизонтов проведены по результатам валового опробования с учетом литологического состава пород.

В разрезах россыпи помимо основного плотикового продуктивного пласта на локальных участках выделяются подвешенные над плотиком линзовидные залежи с промышленно ценными содержаниями алмазов. В южной и северной частях месторождения они установлены в горизонтах юрских песков, содержащих примесь гравийно-галечного материала. На юге в районе разведочных линий 29 и 30 на участке размером 150×50 м в продуктивном горизонте мощностью 1 м среднее содержание алмазов составило 0,22 кар/м<sup>3</sup>. На севере в линзовидной залежи размером 80×50 м концентрация алмазов достигает 0,39 кар/м<sup>3</sup> в пласте мощностью 1,5 м. Здесь же в районе горных линий 21 и 22 в четвертичных суглинках и супесях, развитых на поверхности алмазонасных отложений оруктахской свиты, на площади 200×20 м выделяется продуктивный пласт мощностью 1,2 м со средним содержанием алмазов 0,63 кар/м<sup>3</sup>, являющийся аналогом залежи Верхняя россыпи Водораздельные Галечники.

Основной плотиковый продуктивный пласт включает пролювиальные отложения основания оруктахской свиты и склоновые делювиальные (элювиально-делювиальные) четвертичные образования, окаймляющие выходы продуктивных нижеюрских отложений. В подошве оруктахской свиты продуктивный пласт мощностью до 4,4 м приурочен к днищам и склонам локальных эрозионно-тектонических депрессий субмеридиональной ориентировки, в пределах которых относительные превышения подошвы пласта достигают 8 м. Его продуктивные отложения представлены в основном плохо сортированными глинистыми песками аркозового и аркозово-кварцевого состава. Слабо уплотненные пески характеризуются разнозернистой структурой, массивной, редко штриховатой косослоистой текстурой. Постоянно в них встречаются включения гравия и галек размером до 3 см окатанной и угловато-окатанной формы, преимущественно кремнистого состава. В подошве пласта иногда отмечаются маломощные (0,1–0,3 м) линзы галеч-

ников с низким содержанием грубообломочного материала (25–30 %) и единичными валунами кварцитов. Гальки размером 1–5 см сложены кремнями, кварцитами, роговиками, реже мергелями и доломитовыми алевролитами. Связующей массой служат глинистые пески. На некоторых участках в понижениях плотика наблюдаются линзовидные тела галечно-щебнистых глинистых образований делювиального генезиса, состоящих из бескарбонатной глины со щебнем и гальками в содержаниях от 5–10 до 20 %.

Элювиально-делювиальные и делювиальные четвертичные отложения основного пласта, образующие полосу протяженностью 1100 м и шириной 70–200 м вдоль границы алмазоносных отложений оруктахской свиты, состоят из обломков пород плотика, погруженных в бескарбонатную глину, содержащую примесь песка и перлювиальные включения гравия, галек и единичных валунов кварцитов. Содержание грубообломочного материала в склоновых отложениях мощностью до 2 м нередко достигает 40–60 %. Среди них преобладают неокатанные обломки доломитовых алевролитов размером от щебня до 10–20 см.

Кимберлитовые минералы продуктивного пласта алмаз-пироп-пикроильменитовой композиции по сравнению с другими россыпями Иреляхского поля характеризуются сильной замельченностью всех минералов, крайне неравномерными их концентрациями и сильным механическим износом минералов-спутников алмаза. Места с повышенной продуктивностью сопровождаются обычно высокими и аномально высокими концентрациями пироба (до 176 г/м<sup>3</sup>) и микроильменита (до 110 г/м<sup>3</sup>). При этом подобные шлиховые аномалии отмечаются также в надплотиковых залежах, реже в образованиях коры выветривания. В количественном отношении содержания пироба достигают 7–12 тыс. зн., микроильменитов – 19 тыс. зерен и хромпикотитов – до 235 зн. на пробу в 10 л. Соотношение пироба и микроильменита изменяется в пределах от 1:0,2 до 1:4. Подавляющее большинство пиробов (85–95 %) представлено в классе –1 мм и характеризуется сильным механическим износом и гипергенной коррозией поверхности минерала. Содержание зерен с неизношенной магматогенной поверхностью не превышает 1–3 %. Содержание пиробов алмазной ассоциации составляет 3,9 %. Пикроильменит также преобладает в мелком классе (–1 мм) в соотношении с классом +1 мм, равным 28:1. В основном он сосредоточен в классе –0,5 мм. Для него также свойствен сильный механический износ. Содержание зерен с первичной поверхностью и агрегатным строением не превышает 1 %.

*Алмазоносность* основного плотикового продуктивного пласта мощностью до 4,4 м (в среднем 1,5 м), локализованного в подошве оруктахской свиты, характеризуется неравномерными концентрациями алмазов как в разрезе, так и в плане россыпи. Повышенная продуктивность отмечается в залежи Восточная, где содержание алмазов в частных пробах изменяется от 0,14 до 6,78 кар/м<sup>3</sup> при высоком среднем значении, равном 0,95 кар/м<sup>3</sup>. В 1988 г. здесь в траншее в плотном теле была отобрана проба объемом 329,9 м<sup>3</sup>, из нее извлечено 22 699 кристаллов весом 61 970 мг. Среднее содержание, составившее 0,94 кар/м<sup>3</sup>, согласуется с разведочными данными. В полосе делювиальных четвертичных отложений залежи содержание алмазов колеблется от 0,11 до 3,21 кар/м<sup>3</sup> при среднем уровне продуктивности, равном 0,51 кар/м<sup>3</sup>. В западной залежи концентрации алмазов по выработкам изменяются от 0,12 до 1,49 кар/м<sup>3</sup> при пониженном среднем уровне алмазоносности (0,34 кар/м<sup>3</sup>). Отмечается уменьшение мощности продуктивного пласта и содержания алмазов на южном фланге залежи. Среднее содержание алмазов в россыпи составило 0,63 кар/м<sup>3</sup>.

Средний вес кристаллов в россыпи Дачная-I равен 3,4 мг, что в 2,5 раза меньше, чем в тр. Мир и в россыпи Водораздельные Галечники. Вес самого крупного

камня составил 100,8 мг. В количественном отношении доминируют кристаллы класса  $-1+0,5$  мм, составляющие 66,4 %. На долю камней размером  $-2+1$  и  $-4+2$  мм приходится 30 и 3,6 % соответственно. По габитусу преобладают октаэдры (64,9 %), переходные формы составляют 28,2 %, ромбододекаэдры – 6,9 %. По этому главному типоморфному признаку они идентичны алмазам тр. Мир. В составе алмазов преобладают бесцветные камни в количестве 74,6 % при высоком (22 %) содержании кристаллов с зелеными пятнами пигментации. По заключению В.Р. Захаровой, 42 % алмазов несут на себе механические сколы, возникшие в результате транспортировки и неоднократного переотложения. Весовые содержания алмазов положительно коррелируются только с количеством пиропов класса  $+1$  мм.

В морфогенетическом отношении раннеюрская россыпь Дачная-I представляет собой многопластовую россыпь вторичного (переотложенного) типа пролювиального (пролювиально-озерного) генезиса. Основной плотиковый продуктивный пласт лентообразной формы сформирован, по-видимому, на месте верхнепермской россыпи без участия близрасположенных коренных источников алмазов. На это указывают сильный механический износ и гранулометрическая отсортированность МСА, частые механические повреждения и замельченность алмазов, почти полное отсутствие минералов-спутников прямого размыва кимберлитов. Основным коренным источником питания россыпи опосредованно являлась тр. Мир.

#### Россыпь Глубокая

Погребенная россыпь Глубокая находится на правом берегу р. Ирелях, на правом склоне руч. Глубокий в 8 км к юго-востоку от тр. Мир и в 6,5 км к востоку от тр. Дачная. От южного фланга россыпи Водораздельные Галечники она отстоит на 4 км к юго-востоку. Россыпное месторождение открыто и разведано горными выработками и скважинами УКБ в 1960–1969 гг. В мезозойском морфоструктурном плане россыпь Глубокая, локализованная в отложениях юлегирской свиты геттанг-синемюрского возраста, расположена в центральной части Иреляхской палеодепрессии в зоне влияния Восточного разлома. Южный фланг лентообразной залежи субмеридионального простираения пересекает тальвег палеоводотока с истоками около тр. Дачная. Через северный фланг проходит тальвег другого палеоводотока с юго-восточным направлением стока от тр. Мир, где к нему приурочена залежь Нижняя россыпи Водораздельные Галечники.

В геологическом строении россыпи принимают участие терригенно-карбонатные породы холмолоохской свиты верхнего кембрия, обломочно-глинистые образования поздне триасовой коры выветривания, продуктивные и низкоалмазные отложения юлегирской свиты, низкоалмазные отложения оруктахской свиты и покровные четвертичные образования. Породы верхнего кембрия, служащие плотиком россыпи, представлены доломитовыми алевролитами и мергелями с подчиненными прослоями доломитов и доломитовых песчаников. На поверхности этих пород под юрскими отложениями на локальных участках сохранились фрагменты элювиальных образований коры выветривания мощностью до 2 м, состоящих из щелнистых бескарбонатных глин. В кровле они иногда содержат примесь песка и мелких галек ильфлювиального происхождения.

*Юлегирская свита* залегает с размывом и угловым несогласием на породах верхнего кембрия. Вскрытые разрезы представлены одним крупным мезоритмом мощностью до 27,5 м с выдержанным двучленным строением. Основание свиты (2–14 м) слагают алмазоносные песчаные и галечно-песчаные отложения с линзовидными прослоями конгломератов, галечников и песчаных алевролитов, отражающих чередование русловых и пойменных фаций временных водотоков в на-

чальный этап осадконакопления. Песчаные и грубообломочные разновидности пород вмещают продуктивный пласт россыпи. Верхняя часть свиты представлена пачкой глинистых пород мощностью до 20 м, обеспечивающих сохранность нижележащей продуктивной залежи. Ее слагают глинистые и песчанистые алевролиты с редким гравием кремней, с прослоями углистых разностей и мелкими линзочками песчаников. По генезису глинистые осадки кровли мезоритма относятся к фациям проточных озер и болот. По всему разрезу в разрозненных пробах они содержат алмазы в концентрациях менее 0,1 кар/м<sup>3</sup>. И только в единичных случаях в кровлевой части свиты содержание поднимается до 0,39 и 0,86 кар/м<sup>3</sup>, что указывает на привнос алмазов в область аккумуляции на протяжении всего юлегирского времени. Это согласуется с данными, полученными по разрезам залежи Нижняя россыпи Водораздельные Галечники.

Отложения оруктахской свиты нижнего плинсбаху распространены ограниченно. Они залегают согласно или с неглубоким внутриформационным размывом на породах юлегирской свиты и представлены разнозернистыми слабосцементированными песчаниками и песками видимой мощностью 13 м, содержащими иногда прослой алевролитов и включения мелкой гальки. В единичных пробах в них установлены алмазы в низких концентрациях (0,02 кар/м<sup>3</sup>). Покровные четвертичные образования мощностью до 2 м, развитые на алмазоносных отложениях юры, представлены делювиальными непродуктивными суглинками и супесями с включениями редкой гальки кремней. На площади россыпи они характеризуются убогой алмазоносностью (0,01 кар/м<sup>3</sup>). В совокупности низкоалмазоносные глинистые породы юлегирской, песчаные отложения оруктахской свиты и четвертичные образования относятся к категории торфов или пород вскрыши, мощность которых при колебаниях от 8,4 до 13,2 м в среднем составляет 10,8 м.

*Продуктивный пласт* россыпи, приуроченный к подошвенным горизонтам юлегирской свиты, характеризуется неоднородным составом и непостоянным положением относительно плотика из терригенно-карбонатных пород верхнего кембрия. Его верхняя и нижняя границы при разведке определены исключительно по результатам валового опробования. В южной и северной частях россыпи подошва пласта контролируется нижнепалеозойским плотиком, а кровля – верхней границей грубообломочного или песчаного слоя мощностью до 5 м. В центральной ее части выделенные по результатам опробования залежи приподняты над плотиком от 1–2 до 12 м и занимают положение либо в средней части грубозернистого разреза свиты, либо в его кровле под маркирующей пачкой глинистых алевролитов. В отдельных разрезах подошва пласта далеко не однозначна и ее следовало бы определять с учетом литологического фактора. Поверхность плотика неровная, с ложбинообразными понижениями, осложненными разрывными нарушениями (линия 148). Абсолютные отметки ее изменяются от 290 до 275 м, закономерно снижаясь в юго-восточном направлении.

Сложное внутреннее строение плотикового продуктивного пласта мощностью 6,7 м по одной из горных выработок выглядит следующим образом (снизу вверх):

	Мощность, м
гравийно-галечные отложения зеленоватой окраски с содержанием грубокlastического материала 30–40 %; гальки размером 1–7 см сложены кварцитами, роговиками, реже доломитовыми песчаниками; заполнитель представлен смесью песка, бескарбонатной глины и дресвы траппов; нижняя граница с карбонатными породами плотика резкая, горизонтальная .....	1,1
пески светло-серые, глинистые, разнозернистые, олигомиктово-кварцевого состава с массивной и волнисто-слоистой текстурой .....	1,5

алевролиты темно-серые, глинистые и песчанистые, слабо углистые .....	0,9
гравийно-галечные отложения, аналогичные слою 1, с мелкими линзами конгломератов на крепком пиритовом цементе .....	1,7
пески олигомиктово-кварцевые, разнозернистые, косослоистые, с линзой галечников мощностью 0,6 м в средней части разреза .....	1,5
пески продуктивного пласта перекрываются выше пачкой низкоалмазоносных алевролитов мощностью .....	16,8.

В целом по россыпи по результатам опробования основными литогенетическими типами пород продуктивного пласта являются слаболитифицированные конгломераты (галечники), галечно-песчаные и существенно песчаные отложения пролювиального генезиса. Грубообломочные породы образуют линзовидные пласты мощностью от 0,2 до 2–3 м с содержанием гравийно-галечного материала от 25 до 50 %. В его составе часто преобладают местные породы: мергели, доломитовые алевролиты, доломиты и выветренные траппы. Хорошо окатанные экзотические гальки состоят из кремней, кварцитов, роговиков, метаморфических пород, эффузивов и гранитоидов. Размеры их 2–4 см, крупные гальки (6–8 см) и валуны кварцитов (до 20 см) встречаются редко. Заполнителем служит песчано-глинистый материал с большим содержанием зеленоцветных продуктов выветривания терригенно-карбонатных пород и траппов. Отличительной особенностью этих отложений является крайне низкая степень промытости и сортировки материала. Линзы промытых галечников с песчаным заполнителем встречаются редко.

Площадным распространением в составе продуктивного пласта пользуются галечно-песчаные и существенно песчаные отложения мощностью до 5 м. В составе песков и слабосцементированных песчаников олигомиктово-кварцевого состава выделяются мелко-, средне- и крупнозернистые разности при преобладании разнозернистых песков с различной примесью глинистого, алевритового и гравийно-галечного материала. Для них характерна потоковая косая слоистость. Пески содержат линзы алмазоносных алевролитов с включениями галек, реже линзы бескарбонатных глин, пиритизированных конгломератов, хорошо промытых галечников и галечно-песчаных образований, в которых в составе грубокластического материала преобладают не местные, а чуждые району породы: кремни, кварциты, кварц, эффузивы, гранитоиды. Такой состав продуктивных отложений свидетельствует о формировании их за счет размыва и перетолжения верхнепермских коллекторов алмаза и продуктов кор выветривания, развитых на породах верхнего и нижнего палеозоя. На последнее обстоятельство указывают существенно кварцевый состав легкой и ильменитовый состав тяжелой фракции россыпепвещающих отложений.

Минералы-спутники алмаза образуют устойчивую пироп-пикроильменитовую ассоциацию с подчиненной ролью хромшпинелидов. Содержания их варьируют от десятков до сотен и первых тысяч зерен на пробу в 10 л. Основная масса спутников содержится в классе –1 мм. Окатанные зерна присутствуют в количестве 1–2 %. Пиропы часто растворены до кубоидов. В южной части россыпи отмечаются редкие зерна гранатов лепешковидной формы, характерной для пиропов тр. Дачная. Находки пиропов I–II классов износа известны как из мелкого, так и из крупного (+1 мм) классов. Пикроильмениты I–II классов износа встречены только в классе –1 мм. Содержание пиропов алмазной ассоциации составляет 5,3 %. По показателям средних хромистости (4,5 вес.%) и кальциевости (50 вес. %) они укладываются в эволюционный тренд от тр. Мир.

*Алмазоносность* продуктивного пласта в определенной степени контролируется литологическим составом отложений и в меньшей мере положением относительно естественного плотика россыпи из пород верхнего кембрия. Промышлен-

ные концентрации алмазов приурочены главным образом к грубокластическим и грубозернистым разностям отложений руслового пролювия: конгломератам и галечникам с глинистым заполнителем, галечно-песчаным глинистым образованиям и разнозернистым гравелитистым пескам. Мощность промышленно алмазоносных отложений продуктивного пласта изменяется от 0,5 до 7,6 м при среднем значении – 2,17 м. В плане они образуют лентообразную залежь шириной до 350 м, вытянутую в субмеридиональном направлении, в сторону впадины Восточная Иреляхской палеодепрессии. Максимальное содержание алмазов в частных валовых пробах достигает 3,08 кар/м<sup>3</sup>, а в малообъемных по скважинам УКБ – 0,91 кар/м<sup>3</sup>. Содержания минерала по выработкам изменяется от 0,12 до 1,26 кар/м<sup>3</sup>, при среднем значении по россыпи – 0,47 кар/м<sup>3</sup>.

Вес наиболее крупного кристалла равен 2,33 кар. Средний вес кристаллов в россыпи составляет 10,8 мг. По классам крупности в количественном отношении алмазы распределяются следующим образом: –8+4 мм – 1%; –4+2 мм – 17,2%; –2+1 мм – 58,8%; –1+0,5 мм – 23,0%. В габитусном спектре алмазов октаэдры составляют 62,7%, переходные формы – 28,6%, ромбододекаэдры – 8,7%. По этому признаку они идентичны алмазам тр. Мир.

По времени формирования россыпь Глубокая сингенетична залежи Нижняя россыпи Водораздельные Галечники и также локализована в пролювиальных отложениях верхней пачки юлегирской свиты. По морфологии это преимущественно однопластовая залежь лентообразной формы с переменным положением неоднородного продуктивного пласта по отношению к естественному плотнику. По отношению к источникам питания она классифицируется как россыпь ближнего сноса комбинированного питания: от тр. Мир (частично от тр. Дачная) и от верхнепермского алмазоносного промежуточного коллектора. В соответствии с принятой геолого-промышленной классификацией россыпь Глубокая относится к мелким месторождениям, запасы которого можно существенно прирастить за счет доразведки юго-восточного фланга, где ее естественным продолжением является недостаточно оцененная россыпь Мезозойская.

### Кайнозойские россыпи

В кайнозойскую эпоху в Мало-Ботуобинском районе активно проявились ниже-, средне-, верхнеплейстоценовая и голоценовая продуктивные стадии россыпной алмазоносности с образованием россыпей различных морфологических и генетических типов. В 1954–1958 гг. здесь открыты и разведаны элювиально-делювиальные, делювиальные, делювиально-пролювиальные и аллювиальные промышленные россыпи, сформированные в долинах нижних течений рек Ирелях и Мал. Ботуобия за счет размыва кимберлитов тр. Мир, мезозойских россыпей и площадных мезозойских алмазопроявлений. Геология и алмазоносность россыпей приводится по данным разведочных работ с привлечением нового фактического материала.

#### Элювиально-делювиальная россыпь тр. Мир

В контуре кимберлитовой тр. Мир, рассеченной посередине логом Хабардина, в строении россыпи участвуют (снизу вверх) элювиальные, делювиальные и ложковые (пролювиальные) образования, образующие три литологически и генетически разнородные залежи слитного расположения в вертикальных разрезах общей мощностью от 1,5–2,0 до 6–7 м.

Элювиальные образования россыпи, представленные продуктами коры выветривания на кимберлитах, подстилаются слабовыветренными кимберлитами, а

перекрываются делювиальными и частично пролювиальными алмазонасными отложениями. Нижняя граница продуктивного пласта относительно условная и определяется по подошве зоны разуплотненных кимберлитов. Общая мощность в той или иной степени выветрелых пород трубки составляет 30–50 м. Нижняя, большая, часть мезокайнозойской коры выветривания представлена слабогидратированными кимберлитами зеленой и голубовато-зеленой окраски с сохранением всех текстурных и структурных признаков материнской породы. Вдоль эндоконтактов трубки прослеживается полоса шириной от 10 до 50 м выветрелых кимберлитовых брекчий желтой и желто-бурой окраски мощностью от 5–10 до 30 м. Продуктивная залежь, повторяющая контур трубки, включает верхнюю приповерхностную зону коры выветривания, сложенную выщелоченными разуплотненными кимберлитами, утратившими частично или полностью свои первичные признаки и представляющие собой глинисто-дресвяные образования голубовато-зеленой, реже желтой окраски мощностью от 1–2 до 3–4 м. Они содержат включения обломков декарбонатизированных пород верхнего кембрия, псевдоморфоз серпентина по оливину, вкрапленность пиропов и пикроильменитов. В гранулометрическом составе дезинтегрированного материала коры выветривания преобладает фракция +1 мм, составляющая 65–80 % общей массы при подчиненной роли фракции –0,1+0,01 мм (8–28,5 %) и –0,01 мм (2–11 %). В тяжелой фракции элювиальной залежи доминируют пикроильменит, пироп и магнетит, при невысоких содержаниях хромшпинелидов, хромдиоксида и лимонита.

Делювиальные отложения продуктивного пласта мощностью 0,5–3,0 м развиты на склонах лога Хабардина. Граница их с постилающими элювиальными образованиями носит характер постепенного перехода. В составе склоновых образований выделяются две разновидности – глинисто-обломочный делювий карбонатных пород и щебнисто-дресвяный делювий кимберлитов. На правом пологом склоне россыпи преобладает первая разновидность, на левом крутом – вторая разновидность делювия. Склоновые отложения первого типа представлены бескарбонатной глиной с обломками терригенно-карбонатных пород плитчатой формы размером от 1–2 до 30–40 см. Содержание их варьирует от 2–5 до 40 %. Обломки представлены мергелями, известняками, известковыми песчаниками, реже траппами и окремнелыми породами. Единичны гальки кремней. Крупные обломки класса –50+8 мм состоят из карбонатных пород и траппов при подчиненной роли (11 %) обломков кимберлита. В более мелком классе (–8+4 мм) содержание дресвы кимберлитов увеличивается до 37,5 %. В мелком классе вместо обломков кимберлита изобилуют серпентин, пикроильменит и пироп. Кимберлитовый делювий представлен обломочно-глинистыми образованиями с редкими мелкими обломками карбонатных пород, траппов и галькой кремней. В составе основной массы преобладает дресва кимберлитов, а в классе –4+2 мм – серпентин, пикроильменит, пироп и хлорит.

Потоковые пролювиальные отложения в контуре трубки прослеживаются в виде полосы шириной 30–75 м и протяженностью 300 м по логу Хабардина и на расстоянии 250 м по второстепенному ложку. Мощность их изменяется от 1,5 до 5 м, в среднем – 3 м. Гравийно-щебнисто-галечные образования основания разрезов мощностью до 1,6 м представлены щебнем карбонатных пород, галькой кремней, кварцитов, халцедона и роговиков в содержании до 30 % от общей массы. Крупные обломки отсутствуют. Заполнителем служит песчано-глинистый материал с серпентином, хлоритом, пикроильменитом и пиропом. Верхняя часть разреза пролювиальной залежи мощностью 1,0–2,3 м сложена илесто-глинистыми осадками со щебнем карбонатных пород, галькой кремней в содержании до 5–10 % и с линзочками песчано-гравийного материала и зеленой кимберлитовой глины.

Алмазоносность отложений надтрубочной россыпи неравномерная. Содержания алмазов изменяются от 1 до 6 кар/м<sup>3</sup>. Концентрации их в элювиальных образованиях почти не отличаются от частых значений в плотных разностях кимберлитов. При открытии трубки кристаллы алмазов и аномально высокие концентрации пиропов обнаруживались в элювии в шлиховых пробах объемом 5 л. Пониженной продуктивностью характеризуются делювиальные отложения правого склона лога, в составе которых преобладают обломки карбонатных пород. Стабильно высокое содержание алмазов свойственно грубокластическому горизонту руслового пролювия и умеренное – гравелитистым глинам фации паводковых периодов. В составе алмазов резко преобладают мелкие камни, составляющие 88,6 % от общего их количества.

Гетерогенная богатая надтрубочная россыпь отработана открытым способом при заложении карьера тр. Мир.

#### Делювиальная россыпь тр. Мир

Экзоконтактовая делювиальная россыпь трубки расположена на левом склоне лога Хабардина между контуром коренного источника и мезозойской россыпью Водораздельные Галечники. Она имеет неправильную плащевидную форму и небольшие размеры (800×500 м). Плотиком залежи служат зеленоцветные мергели и доломитовые алевролиты холомолоохской свиты верхнего кембрия. Продуктивный пласт мощностью от 1,5 до 3,5 м представлен бескарбонатной глиной с обломками терригенно-карбонатных пород размером до 40 см и примесью (до 1 %) песчаного и гравийно-галечного материала. Содержание последнего возрастает до 10–15 % на восточном фланге, где четвертичная залежь сформирована на месте мезозойской россыпи. Гранулометрический состав песков выглядит следующим образом: +100 мм – 20,8 %; –100+8 мм – 19,4 %; –8+0,5 мм – 13,5 %; –0,5 мм – 46,3 %. В составе тяжелой фракции преобладают ильменит (32,6 %), пирит (30,1 %), лимонит (16,4 %), магнетит (10,6 %), пироп (5,4 %), пироксен (1,4 %), хромит (1,4 %). Минералы-спутники алмаза хорошей и средней сохранности. Источниками питания служили кимберлиты тр. Мир и продуктивные отложения россыпи Водораздельные Галечники.

Алмазоносность делювиальной залежи крайне неравномерная как в плане, так и в вертикальных разрезах. Содержание алмазов по выработкам изменяется от 0,11 до 5,31 кар/м<sup>3</sup>. В приплотиковом слое концентрации минералов на 44 % выше, чем сверху. На восточном фланге около россыпи Водораздельные Галечники средняя продуктивность составляет 1,27 кар/м<sup>3</sup> при содержаниях алмазов в нижнем слое 1,74 кар/м<sup>3</sup>, в верхнем – 0,60 кар/м<sup>3</sup>. Средний вес кристаллов равен 11,8 мг. По ситовым характеристикам, сортности и кристалломорфологическим особенностям алмазы идентичны питающим источникам. Россыпь отработана перед заложением карьера тр. Мир.

#### Делювиальная россыпь Левобережная

Делювиальная россыпь располагается на левом склоне долины р. Ирелях. На севере она причленяется к делювиальной россыпи, окаймляющей тр. Мир, на северо-востоке и востоке – к месторождению Водораздельные Галечники. На юго-западе и западе ее контур совпадает с контурами россыпей р. Ирелях и лога Хабардина. Протяженность россыпи вдоль пологого (2–4,5°) левого склона долины р. Ирелях составляет 3 км при ширине 0,5–1,2 км.

В геологическом строении россыпного месторождения участвуют породы холомолоохской свиты верхнего кембрия, мезокайнозойские образования коры

выветривания и продуктивные делювиальные отложения голоценового возраста. Верхнекембрийские породы плотика представлены мергелями, доломитовыми алевролитами, известковистыми песчаниками с редкими прослоями строматолитовых доломитов. На фоне горизонтального залегания в зонах разломов Параллельный и Центральный отмечаются пластические деформации с образованием мелких складок, вытянутых в северо-западном и северо-восточном направлениях. Размеры складок в плане составляют 100×50 м. Углы падения на крыльях изменяются от 5–10 до 50–60°. Плотные породы обычно трещиноватые. Полости трещин выполнены льдом.

Вверх по разрезу плотные разности терригенно-карбонатных пород постепенно сменяются элювиальными образованиями остаточной коры выветривания мезокайнозойского возраста. Они состоят из бескарбонатной глины с обломками мергелей, доломитовых алевролитов и песчаников, количество и размер которых уменьшается снизу вверх. Инфлювиальных включений галек и гравия в них не встречено. На большей части площади обломочно-глинистые элювиальные образования мощностью до 3 м служат плотиком россыпи. Поверхность последнего пологоволнистая, с редкими западинами, к которым приурочены обогащенные алмазами делювиальные струи. Среднее содержание алмазов в породах плотика очень низкое – 0,01 кар/м<sup>3</sup>.

Продуктивный пласт россыпи представлен обломочно-глинистыми отложениями делювиального шлейфа, сформированного на склоне долины р. Ирелях за счет размыва и переотложения элювиальных образований коры выветривания на породах верхнего кембрия и алмазоносных мезозойских отложений россыпи Водораздельные Галечники. В его составе преобладают бескарбонатные глины с обломками мергелей, доломитовых алевролитов, известковистых песчаников с небольшой примесью песчано-гравийно-галечного материала. Бескарбонатная комковатая глина имеет зеленую, желто-зеленую, голубоватую и ржаво-бурую окраску. Содержание обломков в глине колеблется от 5–20 до 60–70 %. Размеры их обычно 1–10 см, реже 30–40 см. Форма обломков плитчатая, со сглаженными углами. Ориентировка длинных осей не наблюдается. Повышенное содержание обломков отмечается в верхнем горизонте делювия, ниже которого глины содержат меньшее количество обломков и преимущественно щебневой размерности. Граница их с элювиальными образованиями плотика носит нерезкий характер и устанавливается по результатам опробования.

В составе грубообломочного материала доминируют (до 90 %) терригенно-карбонатные породы. Содержание хорошо окатанной гальки и гравия кремней, кварца и кварцитов изменяется от 1,9 до 9,0 %. Распределение гравийно-галечного материала в плане и разрезе неравномерное. Повышенные их содержания наблюдаются вдоль контура распространения нижнеюрских отложений и в верхнем горизонте делювиального слоя. В узкой полосе вдоль контура мезозойской россыпи Водораздельные Галечники продуктивный пласт представлен песчано-глинистыми отложениями с гальками кварц-кремнистых пород и щебнем мергелей и доломитовых алевролитов. При удалении от границ юрских отложений в составе делювия особенно с глубиной количество галек и гравия уменьшается, повышенная их концентрация отмечается только в поверхностном горизонте суглинков мощностью 10–30 см.

Мощность продуктивного пласта россыпи варьирует от 0,5 до 8,2 м и в среднем равна 2 м. Содержание алмазов по частным пробам изменяется от 0,02 до 6,98 кар/м<sup>3</sup> при среднем значении 0,30 кар/м<sup>3</sup>. Наибольшие концентрации минерала отмечаются на северном фланге россыпи вдоль контура мезозойской россыпи. Здесь среднее содержание алмазов достигает 0,58–0,69 кар/м<sup>3</sup>. В наработанной

представительной коллекции алмазов октаэдри составляют 71,4 %, переходные формы – 24,6 %, ромбододекаэдри – 4,0 %. По данным В.Р. Захаровой, в составе алмазов I разновидности присутствуют кристаллы округлой формы в количестве 2 %. Средний вес кристаллов равен 9,75 мг. Источниками питания делювиальной россыпи служили расположенные выше по склону нижнеюрские алмазоносные отложения и в меньшей мере – кимберлиты тр. Мир. Россыпь разрабатывается открытым способом.

### Делювиально-пролювиальная россыпь Лог Горелый

Ложковая голоценовая россыпь локализована в долине лога Горелый – левого притока р. Ирелях, впадающего в нее в 3,7 км ниже по течению от лога Хабардина. На значительном протяжении она ограничивает восточный фланг мезозойской россыпи Водораздельные Галечники. Долина руч. Горелый субмеридиональной ориентировки протяженностью 4,8 км и шириной 0,5–1,0 км имеет корытообразную форму и пологие (2–6°) склоны. Относительно водоразделов она врезана на 30–40 м. Русло временного водотока прорезает породы верхнего кембрия, глубина современного его вреза изменяется от 0,5–1,0 м в верхнем течении до 1–3 м в нижнем. Уклон русла составляет 1–2°. На бортах долины развиты раннеюрские алмазоносные отложения.

В строении россыпи участвуют породы холомолоохской свиты верхнего кембрия, элювиальные образования мезокайнозойской коры выветривания, нижнеюрские отложения юлегирской свиты, продуктивные образования голоценового возраста. Холомолоохская свита представлена горизонтально залегающими терригенно-карбонатными породами: мергелями, доломитовыми алевролитами и известковистыми песчаниками, на которых развита кора выветривания обломочно-глинистого состава мощностью до 4,7 м, в среднем – 1,5 м. Она состоит из бескарбонатной глины с обломками терригенно-карбонатных пород размером от 1–2 до 30 см. В составе глины нередко отмечаются гнезда парालюминита. Образования коры выветривания, характеризующиеся убогой алмазоносностью (0,02 кар/м<sup>3</sup>), служат плотиком россыпи. На незначительной площади в средней части лога плотиком служат кварцевые пески юлегирской свиты нижней юры. Поверхность плотика неровная, с мелкими выступами и впадинами. Относительное превышение его поверхности от нижнего течения ручья к верхнему составляет 65 м.

Делювиальные образования продуктивного пласта с промышленно ценными содержаниями алмазов распространены ограниченно в контуре россыпи. Они прослеживаются в нижних частях склонов в виде узких прерывистых полос. Склоновые отложения представлены щебнистыми глинами, супесями и суглинками с включениями щебня карбонатных пород и галек кремнистого состава. Мощность продуктивной делювиальной залежи изменяется от 0,7 до 2,7 м, при среднем значении 1,5 м. Содержание алмазов по выработкам колеблется от 0,01 до 1,0 кар/м<sup>3</sup>, в среднем – 0,33 кар/м<sup>3</sup>.

Основные запасы россыпи локализованы в пролювиальных отложениях днища лога Горелый. Ширина пролювиальной залежи в нижней части ручья изменяется от 40 до 70 м при среднем значении 55 м, в средней и верхней частях лога она варьирует в пределах от 120 до 180 м, в среднем – 140 м. Мощность продуктивного пласта в тальвеговой части россыпи колеблется от 0,6 до 6,2 м при среднем значении 2,2 м. Продуктивный пласт неоднороден по составу. В наиболее полных разрезах в его подошве прослеживается выдержанный песчано-гравийно-галечный горизонт мощностью от 0,3 до 2 м, чаще 0,8 м, в котором отмечаются редкие валуны кварцитов и обломки карбонатных пород. В составе галек и гравия преобладают карбонатные породы (до 64 %), кремни (до 39 %), кварциты, кварц и роговики.

Единичны гальки кристаллических сланцев, эффузивов и обломки паралумини-та. Грубообломочный горизонт перекрывается невыдержанным по простиранию слоем 1,5–2,0 м глинистых песков с примесью гравия и галек. Венчают разрез продуктивные песчанистые глины с включениями щебня, галек и единичных валунов кварцитов. Мощность горизонта площадного распространения изменяется от 0,5 до 3,3 м.

Содержание алмазов в пролювиальной залежи варьирует по выработкам от 0,02 до 3,3 кар/м<sup>3</sup>, а в среднем – 0,42 кар/м<sup>3</sup>. В наработанной коллекции алмазов октаэдры составляют 69,2 %, переходные формы – 24,8 %, ромбододекаэдры – 6 %. В морфологическом спектре присутствуют алмазы округлой формы (1,4 %). Средний вес кристаллов равен 13,5 мг.

Ложковая россыпь Лог Горелый, сформирована за счет размыва восточного фланга мезозойской россыпи Водораздельные Галечники, является резервным россыпным месторождением района.

### Россыпь Лог Хабардина

Голоценовая россыпь Лог Хабардина, открытая в 1955 г., локализована в долине временного водотока протяженностью 4,7 км, впадающего слева в р. Ирелях. В среднем течении он пересекает кимберлитовую тр. Мир. Долина ручья выработана в карбонатных породах верхнего кембрия с глубиной вреза 30–40 м. Склоны пологие с наклоном 3–8°. Днище долины корытообразной формы, шириной от 60 до 110 м, в среднем – 80 м. Продольный уклон составляет 1°. Глубина вреза русла изменяется от 0,5–0,8 м около тр. Мир до 1,0–2,5 м в приустьевой части ручья. В период весеннего паводка вода скатывается по логу, вскрывая крупнообломочный материал и образуя перекаты протяженностью 7 м и высотой до 0,3–0,4 м. Местами в русле наблюдаются косы высотой до 0,3 м, шириной 1 м и длиной до 3 м, сложенные несортированным и непромытым глинисто-песчано-щебнистым материалом. Отмечаются редкие плесы размером 7×2 м и глубиной до 0,5 м.

Протяженность ложковой россыпи от тр. Мир на севере до устья лога Хабардина на юге составляет 1460 м, средняя ширина – 260 м при колебаниях от 180 до 380 м. Плотиком россыпи служат элювиальные обломочно-глинистые образования на карбонатных породах верхнего кембрия, которые иногда заражены инфлювиальным материалом из гравия кремней на глубину 15–20 см. В строении продуктивного пласта участвуют склоновые образования и потоковые отложения тальвеговой части лога с образованием полосовидных делювиальных и пролювиальных залежей (рис. 2.56). Ширина полос делювиальных продуктивных отложений на бортах лога колеблется от 26 до 204 м и в среднем составляет 100 м на левом борту и 80 м – на правом. Мощность алмазоносных склоновых образований изменяется от 0,9 до 3,9 м при среднем значении 1,4 м. Представлены они бескарбонатной вязкой глиной с обломками плотных карбонатных пород размером 5–15 см, редко до 60–80 см. Содержание неокатанных обломков преимущественно плитчатой формы варьирует от 5 до 90 %. Постоянно встречаются редкие включения гальки и гравия кремней и кварцитов, поступивших из перлювия юрских отложений. Усредненный гранулометрический состав продуктивного пласта представлен следующими классами: +200 мм – 4,0 %; –200+100 мм – 3,8 %; –100+25 мм – 7,6 %; –25+8 мм – 10,6 %; –8+2 мм – 11,7 %; –2+0,5 мм – 6,5 %; –0,5 мм – 55,7 %. Ситовые характеристики показывают резкое преобладание в составе делювиальных залежей бескарбонатной глины и крупнообломочного материала.

Пролувиальная залежь россыпи прослеживается в днище лога на всем протяжении. Ширина ее изменяется от 55 до 110 м и в среднем составляет 75 м. Мощ-

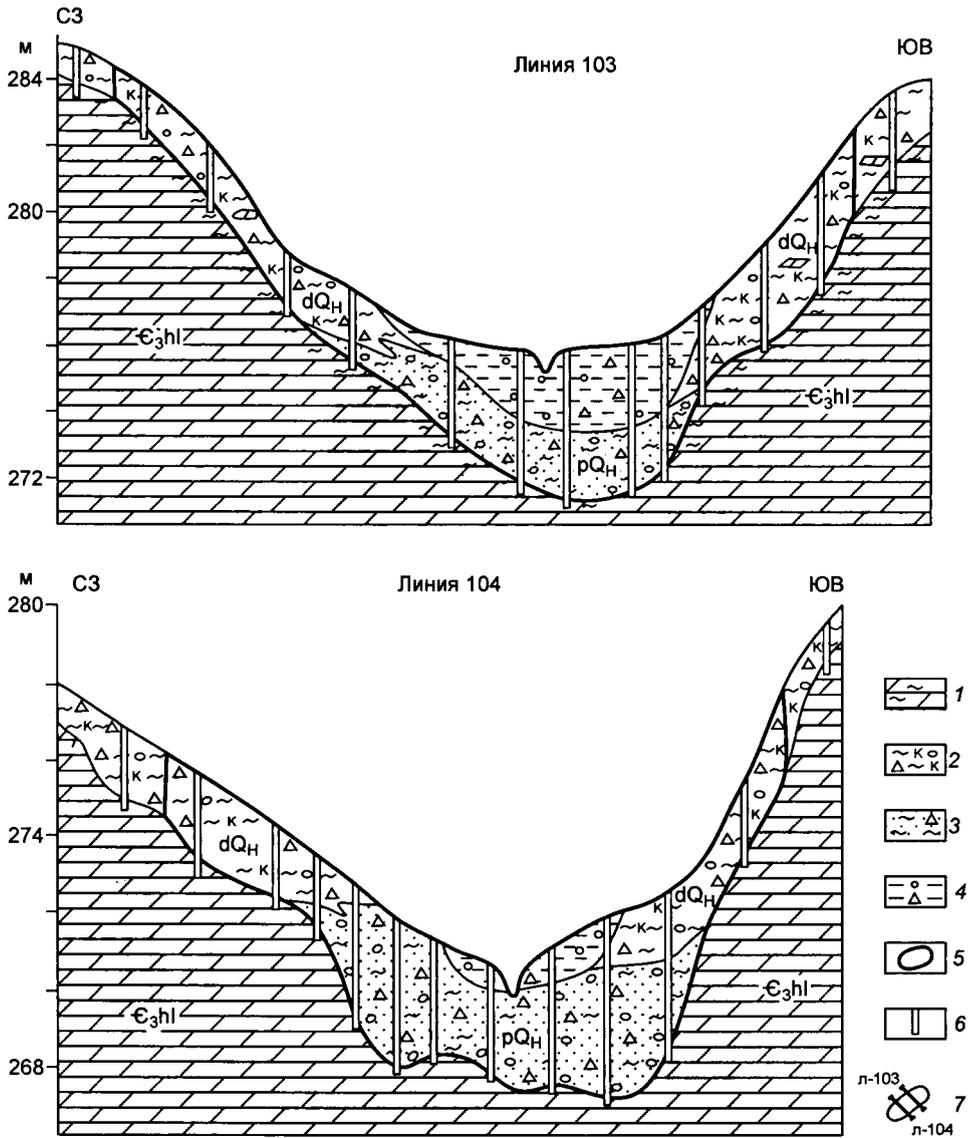


Рис. 2.56. Поперечные разрезы россыпи Лог Хабардина по линиям 103, 104:

1 – доломитовые алевролиты и мергели, глинизированные под четвертичными отложениями; 2 – бескарбонатные глины со щебнем и галькой; 3 – глинистые галечно-щебнистые отложения с примесью песка; 4 – илистые алевролиты со щебнем и галькой; 5 – продуктивный пласт; 6 – шурфы; 7 – расположение разрезов в плане россыпи.

ность пролювия варьирует в диапазоне от 2,5 до 6,1 м по выработкам и от 3,5 до 4,4 м по линиям, составляя в среднем 3,9 м. В составе продуктивного пласта преобладают русловые грубокластические отложения временного водотока. Пойменный пролювий мощностью от 0,5 до 2,5 м, развитый только в узкой гальвеговой полосе, представлен гравелитистыми и щебнистыми алевролитами с содержанием обломочного материала до 15%. В гранулометрическом составе галечно-щебнистых русловых отложений фракция +100 мм составляет 3,1%; -100+16 мм – 19,3%; -16+0,5 мм – 23,3%; -0,5 мм – 54,3%. В составе грубообломочного материала доминируют полуокатанные обломки карбонатных пород. Содержание хорошо ока-

таных галек кремней, кварцитов, роговиков, кварца, халцедона не превышает 2 %, а галек траппов – 1,5 %. Изредка фиксируются обломки выветрелых кимберлитов. В составе гравия местные и экзотические породы присутствуют в равных количествах. Песчаная примесь имеет существенно кварцевый состав.

Среднее содержание тяжелой фракции в делювиальных залежах составляет 0,02 кг/м<sup>3</sup>, в пролювиальной залежи она на порядок выше – 0,21 кг/м<sup>3</sup>. При этом установлено, что увеличение тяжелой фракции в любых фациях прямо коррелируется с содержанием примеси песка и галек экзотических пород. Минеральный состав шлихов в делювиальных отложениях представлен в основном лимонитом (48 %), ильменитом (25 %), магнетитом (17 %), пиропом (5 %). В пролювиальных образованиях соотношение этих минералов иное: ильменит – 41 %, магнетит – 22 %, лимонит – 21 %, пироп – 13 %. В большинстве шлихов отмечается хромдиопсид в количестве до пяти знаков при высоких и аномально высоких концентрациях пикроильменитов (тысячи зерен) и пиропов (до 570 зерен). По высоким содержаниям пиропов в ложковом аллювии в 1955 г. была открыта кимберлитовая тр. Мир.

Распределение алмазов в россыпи неравномерное. Наиболее обогащенной является пролювиальная залежь, в которой средние содержания алмазов по горным выработкам составляют 2–4 кар/м<sup>3</sup> при вариациях в частных пробах от 0,17 до 7,51 кар/м<sup>3</sup>. В делювиальных залежах обоих склонов лога средние параметры продуктивности снижаются до 0,2–1 кар/м<sup>3</sup> с переходом в непромышленные значения при движении вверх по склонам. Максимальные концентрации алмазов обычно локализованы в приплотиковой части продуктивного пласта руслового пролювия. В продольном профиле россыпи в тальвеговой части лога прослеживается обогащенная узкая струя, в которой содержание алмазов составляет 4 кар/м<sup>3</sup>. В составе алмазного сырья по весу преобладают кристаллы классов –8+4 мм (17,0 %), –4+2 мм (47,2 %) и –2+1 мм (27,75 %). Средний вес алмазов россыпи Лог Хабардина, равный 16,2 мг, значительно выше среднего веса кристаллов тр. Мир (9,6 мг) и россыпи Водораздельные Галечники (8,33 мг), что связано с выносом мелких камней при формировании короткой ложковой залежи. Запасы алмазов россыпи соизмеримы с запасами мезозойской пролювиальной залежи Новинка, производной от тр. Интернациональная.

Типично ложковая россыпь Лог Хабардина ближайшего сноса, сформированная за счет прямого размыва высокоалмазных кимберлитов тр. Мир и алмазоносных промежуточных коллекторов мезозойского возраста, полностью отработана при расширении карьера тр. Мир.

Главным геолого-промышленным типом в районе являются аллювиальные россыпи, к которым относится долинная залежь р. Ирелях, террасовая россыпь Горная и потенциально-промышленная россыпь р. Мал. Ботуобия.

### Россыпь р. Ирелях

Аллювиальная долинная россыпь, открытая в 1955 г., приурочена к нижнему течению р. Ирелях на отрезке от лога Хабардина до ее устья. Река Ирелях (левый приток р. Мал. Ботуобия) общей протяженностью 100 км протекает с запада на восток, пересекая сводовую часть Непско-Ботуобинской антеклизы. Долина реки шириной до 2,0–4,5 км имеет в основном корытообразную форму и выработана в осадочных и изверженных породах нижневерхнепалеозойского и мезозойского возраста. Врез долины относительно водоразделов изменяется от 30–50 м в верхнем течении до 80–100 м в нижнем (см. фото 34, 35).

На участке россыпи долина прорезает покровные мезозойские алмазоносные отложения и верхнюю часть нижнепалеозойского кимберлитовмещающего цоколя. Извилистое русло пересекает здесь субмеридиальные зоны разломов Парал-

лельный, Центральный, Восточный и Мало-Ботуобинский. На бортах долины сохранились нижнеюрские алмазоносные отложения юлегорской укугутской и оруктахской свит, участвующие в строении северного борта Иреляхской палеодепрессии. Вблизи (1,5 км) западного фланга россыпи на левом склоне долины располагаются тр. Мир и мезозойская россыпь Водораздельные Галечники – основные источники питания четвертичной долинной залежи.

В поперечном профиле долины выделяются русло, две пойменные и четыре надпойменные террасы, характеризующиеся промышленной алмазоносностью. Высокие террасы (II–IV) имеют прерывистое распространение, геоморфологически плохо выражены и установлены в основном по разведочным данным. Помимо террас в промышленный контур долинной россыпи на некоторых участках включены склоновые делювиальные образования, сформированные за счет разлива алмазоносного аллювия высоких террас и частично за счет размыва близрасположенных мезозойских промежуточных коллекторов алмазов.

В геологическом строении долинной россыпи р. Ирелях участвуют карбонатные породы холмолоохской свиты верхнего кембрия, продуктивные четвертичные аллювиальные отложения пойменных и четырех надпойменных террас, высокоалмазные отложения русла р. Ирелях при незначительном участии делювиальных образований пониженной продуктивности. Основные запасы россыпи сосредоточены в отложениях русла и I надпойменной террасы (рис. 2.57).

Породы верхнего кембрия, служащие плотиком россыпи, представлены пестроцветными доломитовыми алевролитами и мергелями с редкими маломощными прослоями доломитов, известняков и известковистых песчаников. Залегание их субгоризонтальное. В зонах субмеридиональных разломов Вилуйско-Мархинской системы нередко наблюдается нарушенное (наклонное) залегание и бречирование пород нижнепалеозойского цоколя. Зоны Восточного и Мало-Ботуобинского разломов сопровождаются пликативными дислокациями с образованием малоамплитудных антиклинальных и синклинальных складок с размахом крыльев до 50–100 м. Поверхность плотика неровная, особенно в поперечных профилях долины, изобилующих частыми выступами и впадинами, разобщенными выровненными площадками. Нередко в терригенно-карбонатных породах встречаются воронки глубиной до 4 м эрозионного и эрозионно-карстового происхождения без повышенных концентраций алмазов. В продольном профиле строение плотика ступенчатое со снижением абсолютных отметок с запада на восток (вниз по реке) от 260 до 240 м. Верхний горизонт терригенно-карбонатных пород плотика обычно сильно выщелочен, до образования пласта бескарбонатных глин мощностью до 2–3 м, в котором проникновение инфлювиального терригенного, в том числе и кимберлитового материала, прослеживается на глубину до 0,5 м.

Продуктивные среднеплейстоценовые отложения IV надпойменной террасы высотой 20–34 м и шириной до 250–350 м распространены на обоих склонах р. Ирелях крайне ограничено. На отдельных участках они полностью уничтожены склоновыми процессами. Аллювиальные отложения мощностью 0,4–3,6 м представлены щебнистыми галечниками с невысоким (25 %) содержанием грубообломочного материала, состоящего из полуокатанных обломков карбонатных пород и галек кварцитов, кремней, кварца и роговиков. Заполнителем служит песчано-глинистый материал. Содержание алмазов в частых пробах варьирует в пределах 0,01–0,94 кар/м<sup>3</sup> при среднем значении 0,42 кар/м<sup>3</sup>.

Средне-верхнеплейстоценовые отложения III надпойменной террасы высотой 15–20 м также имеют ограниченное прерывистое распространение преимущественно на среднем участке россыпи. Ширина террасы изменяется от 60 до 380 м. Мощность аллювия варьирует от 1,5 до 8 м. Продуктивная залежь локализована в



грубообломочном горизонте руслового аллювия мощностью от 0,5 до 4,5 м, перекрытого сверху низкоалмазоносными суглинками и илами мощностью до 5 м. В гранулометрическом составе продуктивного пласта, состоящего из щебнистых галечников, преобладают обломки гравийно-галечной размерности:  $-100+8$  мм – 20,4 %;  $-8+2$  мм – 13,6 % при подчиненном количестве валунов (4,1 %), песка (16,5 %) и высоком содержании алевритисто-глинистой фракции (45,4 %). Грубокластический материал на 63 % представлен карбонатными породами. Гальки и гравий кремней, кварцитов и кварца составляют 37 %, что почти в два раза превышает их содержание в четвертой террасе. Содержание алмазов в пробах изменяется от 0,08 до 3,62 кар/м<sup>3</sup>, в среднем – 0,45 кар/м<sup>3</sup>.

Верхнеплейстоценовая залежь II надпойменной террасы высотой 8–10 м прослеживается в виде узких полос протяженностью от 0,5 до 3,5 км при средней ширине 110 м. Поверхность террасы сильно размыта. Мощность аллювия колеблется от 0,5 до 6 м. В карбонатном плотике иногда вскрываются карстовые воронки диаметром 40 м и глубиной 2,5–3,5 м, выполненные неалмазоносными глинами со щебнем карбонатных пород. Торфы залежи средней мощностью 1,7 м представлены глинами, илистыми алевролитами и суглинками с убогой алмазоносностью. Продуктивный пласт средней мощностью 2,5 м сложен щебнистыми галечниками и галечно-песчаными глинистыми образованиями русловой фации аллювия. Гранулометрический состав щебнистых галечников выглядит следующим образом:  $+100$  мм – 9,8 %;  $-100+8$  мм – 37,4 %;  $-8+2$  мм – 16,3 %;  $-2+0,5$  мм – 16,1 %;  $-0,5$  мм – 20,4 %. В приплотиковом горизонте гальки, щебень и валуны карбонатных пород составляют 80–87 % от всего обломочного материала. Гальки экзотических пород представлены кремнями, кварцитами, кварцем, роговиками. Выход тяжелой фракции достигает 0,67 кг/м<sup>3</sup>. В ее составе преобладают ильменит, магнетит, пироксен. В содержаниях до 3–5 % присутствуют альмандин, лимонит и гроссуляр при постоянном наличии МСА в переменных концентрациях. Содержание алмазов в залежи по пробам колеблется от 0,05 до 4,29 кар/м<sup>3</sup> при среднем значении 0,43 кар/м<sup>3</sup>.

Продуктивная залежь верхнеплейстоценово-голоценового возраста, локализованная в русловых фациях I надпойменной террасы и фрагментарно развитых пойменных террас, приурочена к днищу долины р. Ирелях. Протяженность разведанной залежи составляет 25,6 км. Ширина ее изменяется от 60 до 1000 м. Господствующим развитием пользуются отложения I надпойменной террасы высотой 4–6 м, цоколь которой находится ниже уреза воды. Мощность аллювия террасы варьирует в диапазоне 1,0–7,6 м. Покровные низкоалмазоносные (0,017 кар/м<sup>3</sup>) отложения пойменной и старичной фаций средней мощностью 2,9–3,3 м представлены глинистыми песками, суглинками и илами с редкими включениями щебня, гравия и гальки. Продуктивный пласт средней мощностью 1,9–3,1 м сложен щебнистыми галечниками русловой фации с содержанием грубообломочного материала 60–70 %. В пределах верхнего и среднего участков залежи гранулометрический состав галечников характеризуется следующим соотношением классов крупности:  $+100$  мм – 4 %;  $-100+8$  мм – 35,8 %;  $-8+2$  мм – 20,6 %;  $-2+0,5$  мм – 1,8 %;  $-0,5$  мм – 21,6 %. Пески залежи характеризуются гравийно-галечным составом при низком (4 %) содержании валунов. Заполнителем служит песчано-алевритисто-глинистый материал. В составе обломочного материала гальки и редкий щебень карбонатных пород составляют 60 % при содержании галек экзотических пород (кварц, кварциты, кремни, роговики) до 40 %.

На нижнем участке залежи при сходном гранулометрическом составе ( $+100$  мм – 1 %;  $-100+8$  мм – 46 %;  $-8+2$  мм – 13 %;  $-2+0,5$  мм – 17 %;  $-0,5$  мм – 23 %) в галечниках продуктивного пласта преобладают гальки и гравий экзоти-

ческих пород, составляющие 60–70 % от общего количества обломков. Они имеют здесь и более пестрый состав: кремни, кварц, яшмы, кварцевые порфиры (до 17 %), граниты. Их наличие связано с размывом конгломератов укугутской свиты нижней юры. Среднее содержание минералов тяжелой фракции в продуктивных отложениях I надпойменной террасы составляет 1,08 кг/м<sup>3</sup>. В их составе доминируют трапповый ильменит (до 57 %), магнетит (до 10 %) и пироксен (до 18 %) при значительном участии пикроильменитов и пиропов. Содержание алмазов по выработкам варьирует от 0,01 до 4,78 кар/м<sup>3</sup> при более ровных концентрациях по разведочным линиям – 0,26–0,89 кар/м<sup>3</sup>.

*Русловая залежь* долинной россыпи р. Ирелях имеет протяженность 25,6 км и ширину от 4 до 92 м, в среднем – 18 м. По геоморфологическим особенностям и условиям формирования русловая залежь подразделяется на нижнюю и верхнюю части. Верхний отрезок русла характеризуется развитием врезанных меандр, чередованием участков сухого русла, крутых скальных берегов из карбонатных пород верхнего кембрия, наличием эрозионно-карстовых воронок в породах плотика. Общей чертой руслового и косового аллювия на этом отрезке долины является однообразие петрографического состава продуктивных отложений, в которых преобладают плохо окатанные плитчатые обломки и глыбы местных карбонатных пород. Нижний отрезок русла р. Ирелях отличается более пологим продольным профилем, наличием участков блуждающих меандр с многочисленными мелкими косами, отмелями, чередованием небольших по длине плесов с мелкими перекатами. При этом за счет размыва галечников террас и укугутской свиты в русловом аллювии резко возрастает содержание галек и гравия экзотических пород.

Мощность продуктивных отложений русловой залежи колеблется от 0,1 до 5,5 м при средних значениях по участкам от 1,2 до 2,4 м. На верхнем отрезке долины они представлены глыбово-щебнистыми галечниками с глинисто-песчанистым заполнителем со следующим соотношением гранулометрических классов: +100 мм – 11,8 %; –100+8 мм – 41,1 %; –8+2 мм – 17,6 %; –2+0,5 мм – 16,1 %; –0,5 мм – 13,4 %. В составе грубокластического материала обломки карбонатных пород составляют 60–70 %, гальки и гравий экзотических пород – 30–40 %. Среднее содержание тяжелой фракции составляет 1,0 кг/м<sup>3</sup>. В ее составе преобладают ильменит (30–60 %), магнетит (24,4 %), пироксен (9 %), гроссуляр (6,5 %), алмадин (4,2 %), лимонит (3,5 %). Минералы спутники в ней представлены пикроильменитом (13,2 %), пиропом (1,4 %) и хромдиопсидом, встречающимся почти во всех пробах в знаковых содержаниях.

В пределах нижнего отрезка долины р. Ирелях русловая залежь представлена песчано-гравийно-галечным горизонтом следующего гранулометрического состава: +100 мм – 2 %; –100+50 мм – 3,5 %; –50+25 мм – 10,7 %; –25+16 мм – 33 %; –16+8 мм – 19,5 %; –8+4 мм – 4 %; –4+2 мм – 2 %; –2+1 мм – 5 %; –1+0,5 мм – 7 %; –0,5 мм – 10 %. Ситовые классы показывают, что в продуктивном горизонте валуны составляют 2 %, галька – 66,7 %, гравий – 9 %, песок – 12 %, алеврит и глина – 10 %. В составе хорошо окатанного галечного материала гальки кварцитов составляют 20 %, кислых эффузивов – 20 %, кварцита – 16 %, кремней – 7,5 %, роговиков – 2,5 %, яшмы – 2 %, карбонатных пород – 32 %. Содержание тяжелой фракции варьирует от 0,6 до 4,6 кг/м<sup>3</sup> при среднем значении 1,51 кг/м<sup>3</sup>. В ее составе преобладают трапповый ильменит (47 %), пироксен (10 %), магнетит (9 %), лимонит (8 %), алмадин (5–10 %). Содержание пироба изменяется от знаков до 2,25 %, пикроильменита – от 1 до 5 % от веса тяжелой фракции.

Распределение алмазов в русловой залежи неравномерное и часто носит гнездовой характер. Содержание алмазов по пробам изменяется от 0,05 до 8,02 кар/м<sup>3</sup>. Максимальные концентрации фиксируются в геоморфологических и гидродина-

мических ловушках и преимущественно за счет наличия крупных камней. В одной из ловушек, в 70 м ниже лога Хабардина в крупнообъемной валовой пробе содержание алмазов составило 5,5 кар/м<sup>3</sup>. Среднее содержание минерала по участкам россыпи изменяется от 0,5 до 1,0 кар/м<sup>3</sup>. Средний вес кристаллов на верхнем участке составляет 17,4 мг, на нижнем – 26,2 мг. В габитусном спектре преобладают (60–70 %) алмазы октаэдрической формы. По весу доминирует класс –8+1 мм.

В пространственно-генетическом отношении долинная россыпь р. Ирелях относится к аллювиальным россыпям ближнего сноса комбинированного питания за счет размыва тр. Мир, южного фланга россыпи Водораздельные Галечники и мезозойских алмазоносных промежуточных коллекторов алмазов, развитых на склонах долины р. Ирелях на отрезке от лога Хабардина до ее устья. По геолого-промышленной классификации это крупное россыпное месторождение со средним и высоким содержанием алмазов.

Долинная аллювиальная россыпь р. Ирелях отработана. В настоящее время драгами 201 и 202 перерабатываются техногенные отвалы.

### Террасовая россыпь Горная

Россыпное месторождение расположено в долине р. Мал. Ботуобия на левобережье приустьевой части р. Ирелях. Россыпь Горная открыта в 1956 г. в процессе специализированных поисково-разведочных работ на алмазы. Разведка россыпи горными выработками проведена в 1959–1966 гг., эксплуатационная разведка – в 1977–1987 гг. Месторождение площадью около 10 км<sup>2</sup> непосредственно примыкает к долинной россыпи р. Ирелях и занимает благоприятную геоморфологическую позицию в зоне сопряжения долин рек Ирелях и Мал. Ботуобия.

В геологическом строении участка террасовой россыпи Горная, существенно уточненном в процессе эксплуатационной разведки, участвуют карбонатные породы холомолоохской свиты верхнего кембрия (С<sub>3</sub>hl), обломочно-глинистые образования коры выветривания, нижнеюрские терригенные отложения укугутской свиты (J<sub>1</sub>uk), ниже-верхнеплейстоценовые продуктивные отложения пяти надпойменных террас и крайне ограничено – продуктивные делювиальные образования по обрамлению последних.

Породы верхнего кембрия представлены доломитовыми алевролитами и мергелями с прослоями известковых песчаников, известняков и доломитов. На их поверхности на значительной площади сохранились остаточные коры выветривания поздне триасового возраста под юрскими отложениями и мезокайнозойского возраста под четвертичным аллювием. И те и другие состоят из бескарбонатной глины с обломками плотных разностей терригенно-карбонатных пород, количество и размеры которых уменьшаются снизу вверх. Верхний существенно глинистый горизонт (0,5 м) иногда содержит включения гальки, обособления песка и характеризуется промышленной алмазоносностью. Мощность элювиальных образований изменяется от 0,6 до 3,6 м.

Отложения укугутской свиты геттанг-синемюрского возраста видимой мощностью до 17 м с размывом перекрывают породы верхнего кембрия и элювиальные образования поздне триасовой коры выветривания. На западном фланге россыпи они развиты как на прилегающем склоне долины р. Мал. Ботуобия, так и на погребенных площадках ее высоких террас, выполняя роль плотика четвертичных алмазоносных залежей. В центральной части месторождения раннеюрские отложения сохранились от размыва в субмеридиальной эрозионной палеодепрессии протяженностью 1800 м и шириной от 200 до 600 м, которая к северу за пределами контура россыпи увеличивается до 2 км. Гораздо реже породы свиты выполняют изолированные впадины эрозионно-карстового происхождения размером 100×100 и

200×150 м. В разрезах свиты преобладают слаболитифицированные аркозовые песчаники с прослоями и пластами (до 4 м) алевролитов, реже галечников и конгломератов. Грубообломочный материал полимиктового состава: кварциты, кремни, кварц, кварцевые порфиры, роговики, гранитогнейсы, порфириты, яшмы, халцедоны. Наряду с гальками средних и мелких размеров встречаются валуны кварцитов диаметром 25 см.

Для отложений укугутской свиты в пределах месторождения и на прилегающем с запада участке Юрский характерна эпидот-амфибол-ильменитовая ассоциация аллотипенных минералов тяжелой фракции в отличие от юлегирской и оруктахской свит района, для которых свойственны соответственно ильменитовая и эпидот-ильменитовая ассоциации. Содержание амфиболов достигает 38–57 %, а эпидота – 18–29 %. Концентрации минералов-спутников алмаза, представленных главным образом пиропом и пикроильменитом, не превышают 25 зерен на 10 л. Основная их масса находится в классе –1 мм. Содержание пироба класса +1 мм составляет 18–20 %. Наблюдается общее замельчение спутников в северном направлении от р. Ирелях. По степени сохранности преобладают зерна III класса (60–80 %). Пиропы I и II классов износа составляют 7,5–10 и 9,5–25,5 % соответственно.

Алмазоносность отложений укугутской свиты низкая и проявлена спорадически: из 657 проб только в 199 пробах обнаружены алмазы в содержаниях от 0,002 до 0,34 кар/м<sup>3</sup>. В 35 пробах из 104, отобранных из базального грубообломочного горизонта свиты, содержание алмазов составило 0,004–0,28 кар/м<sup>3</sup>, в единичных пробах – 0,75–0,83 кар/м<sup>3</sup>. Находки алмазов разобщены как в плане, так и в вертикальных разрезах и самостоятельной промышленной ценности не представляют. Принципиально алмазоносные отложения укугутской свиты имеют более важное значение как площадной промежуточный коллектор алмазов при формировании четвертичных залежей.

Развитые на площади породы верхнего кембрия, образования коры выветривания и отложения укугутской свиты служат плотиком россыпи Горная. Поверхность плотика имеет значительный уклон в сторону русел водотоков. Общий угол наклона для террасовых площадок р. Мал. Ботуобия и р. Ирелях составляет 0,006 и 0,03 соответственно. Выровненные пологоволнистые участки плотика разделяются уступами высотой от 1–2 до 3–5 м, отвечающими цоколям террас. Нередко поверхности выравнивания осложнены увалами и понижениями преимущественно субмеридиональной ориентировки, совпадающей с направлением современного русла р. Мал. Ботуобия. Относительные превышения увалов над ложбинами изменяются от 2–4 до 6–8 м. Линейные понижения рельефа плотика не контролируют распределения алмазов в четвертичных отложениях. По данным валового опробования алмазы в породах плотика встречаются спорадически и в низких концентрациях, не превышающих в среднем 0,03 кар/м<sup>3</sup>.

На размытой поверхности плотика залегают продуктивные четвертичные отложения пяти надпойменных террас. В пределах месторождения I–IV террасы р. Ирелях плавно сливаются с одноуровненными I–IV террасами р. Мал. Ботуобия с образованием единой лестницы эрозионно-аккумулятивных цокольных террас, надстроенной кверху V террасой р. Мал. Ботуобия (рис. 2.58, 2.59).

Однотипные разрезы ниже-верхнеплейстоценового перстративного аллювия террас вмещают разновозрастные изолированные продуктивные залежи, характеризующиеся разными уровнями алмазоносности.

*Нижнеплейстоценовые отложения V террасы* (a<sup>5</sup>Q<sub>1</sub>) развиты в крайней западной части месторождения в виде лентообразной полосы протяженностью (в контуре россыпи) 1,6 км при ширине 0,2–0,8 км. Терраса высотой 40–45 м на

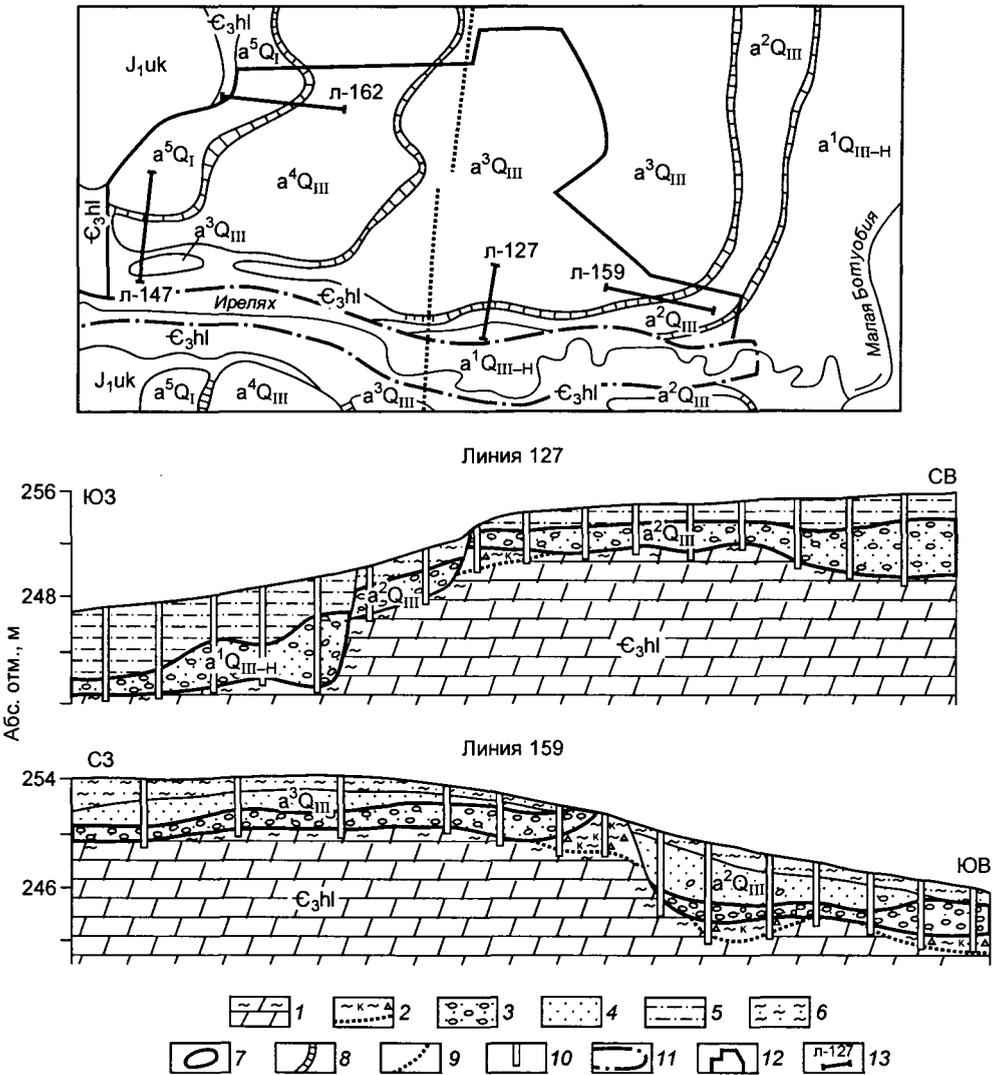


Рис. 2.58. План и разрезы россыпи Горная по линиям 127, 159:

1 – доломитовые алевролиты и мергели, глинизированные под четвертичными отложениями; 2 – обломочно-глинистые образования коры выветривания; 3 – галечники; 4 – пески; 5 – алевролиты; 6 – суглинки; 7 – продуктивные террасовые залежи; 8 – цоколи террас; 9 – Мало-Ботубобинский разлом; 10 – шурфы; 11 – контур долинной россыпи р. Иртыях; 12 – контур россыпи Горная; 13 – линии разрезов на плане.

всем протяжении цокольная, с пологонаклонной поверхностью. Высота цоколя достигает 8–9 м. Разрезы перстративного аллювия характеризуются стабильно высокой мощностью непродуктивных алевролитовых отложений пойменной фации (“торфа”) в средней и особенно в тыловой части террасы. Вблизи цоколя “торфа”, как правило, имеют минимальную (1–2 м) мощность или размыты полностью и нижележащий продуктивный пласт выходит на уровень современного среза (линии 162, 147). Песчаные осадки русловых отмелей образуют маломощные (0,5–1,5 м) линзовидные тела ограниченного распространения. Мощность торфов достигает 11,2 м при среднем значении – 3,9 м.

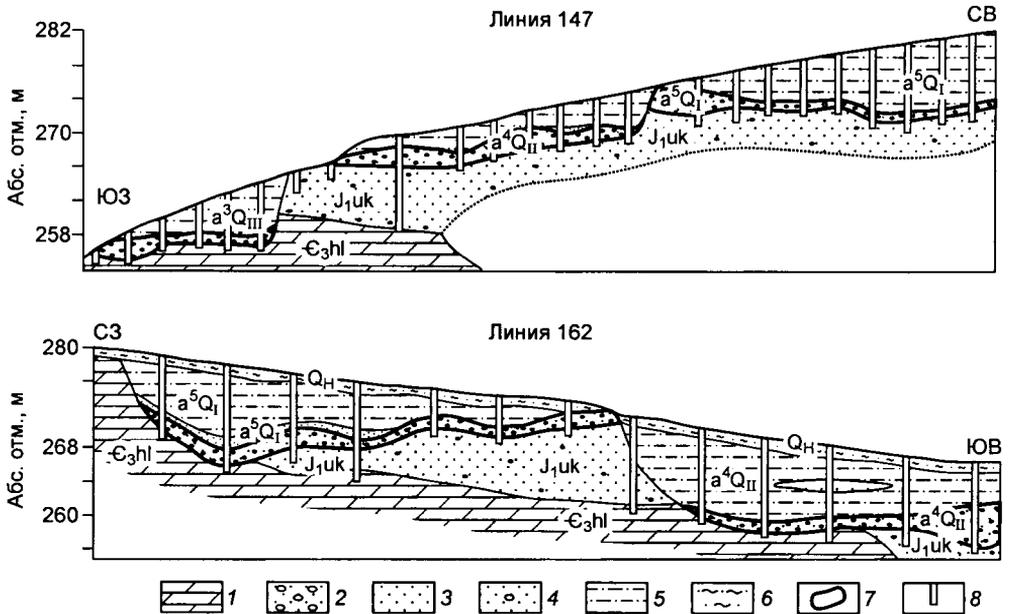


Рис. 2.59. Разрезы россыпи Горная по линиям 147, 162:

1 – доломитовые алевролиты и мергели; 2 – галечники; 3 – пески; 4 – пески с галькой; 5 – алевролиты; 6 – суглинки; 7 – продуктивные залежи; 8 – шурфы.

Продуктивная залежь, локализованная в основании разрезов террасы, представлена пластом русловых песчано-гравийных галечников с четкими пологоволнистыми литологическими границами. Содержание грубообломочного материала в них составляет 30–40 % общей массы. Заполнителем служит алевритово-песчаный материал со значительной примесью глинистой фракции. Гранулометрический состав отложений продуктивного пласта представлен следующими классами: –100+50 мм – 2,1 %; –50+25 мм – 5 %; –25+16 мм – 9,8 %; –16+8 мм – 7,4 %; –8+4 мм – 8,1 %; –4+2 мм – 7,0 %; –2+1 мм – 6,1 %; –0,5 мм – 46,8 %. Грубообломочный материал состоит из кварцитов, кремней, кварца, эффузивных и метаморфических пород при подчиненной роли местных карбонатных пород (7 %). Средний выход тяжелой фракции составляет 14,37 кг/м<sup>3</sup>. В классе +1 мм 90 % ее веса приходится на аутигенные минералы: сидерит и лимонит при низких содержаниях пирропа (0,02 %), гроссуляра (0,06 %) и пироксена (0,2 %). В классе –1 мм аллотигенные минералы образуют гранат-пироксен-ильменитовую ассоциацию. В тяжелой фракции шлиховых проб содержания пирропов и пикроильменитов обычно не превышает 10–15 зн. на 10 л. В единичных шлиховых аномалиях концентрация пикроильменитов и пирропов достигает 350 зерен и 68 зерен на 10 л соответственно.

Алмазонасность залежи V террасы пониженная. Содержания алмазов по выработкам изменяются от 0,05 до 0,93 кар/м<sup>3</sup>. Повышенные концентрации образуют струи протяженностью 150–600 м. Примечательно, что в южной части россыпи они имеют субширотную ориентировку, согласную с направлением долины р. Ирелях. В представительной коллекции алмазов более 4000 кристаллов, наработанной в траншее на бровке террасы, установлено относительно высокое (30 %) содержание алмазов класса –1+0,5 мм. Средний вес кристаллов составил 13 мг.

Среднеплейстоценовые отложения IV террасы (a<sup>4</sup>Q<sub>II</sub>) высотой 30–35 м над урезом воды р. Мал. Ботубоя прослеживаются в западной части месторождения

в виде полосы шириной 0,8–1,5 км и протяженностью (контуре россыпи) 3 км. При разведочных работах они рассматривались в составе аллювия III надпойменной террасы. Субширотный отрезок IV террасы принадлежит долине р. Ирелях, где ее бровка и цоколь выражены контрастно (линия 147). На субмеридиональном отрезке бровка и тыловой шов террасы геоморфологически слабо выражены. Цоколь ее высотой 1–3 м погребен под осадками III террасы и картируется только по данным горных выработок. Верхняя часть разреза среднеплейстоценовых отложений сложена пойменными глинистыми и песчанистыми алевритами, которые иногда подстилаются маломощными (0,5–1,0 м) песками фации русловых отмелей и кос. Глинистые и песчаные разности осадков содержат редкие включения гальки кремней размером 1–3 см. Мощность низкоалмазоносных песчано-алевритовых отложений (торфов) изменяется от 0,5–3,0 м на бровке до 5–10 м у тылового шва террасы.

Продуктивный горизонт основания разрезов сложен галечниками с содержанием грубообломочного материала 40–55 % от общей массы. По данным ситовых анализов содержание гальки и гравия составляет 32 и 23 % соответственно. Крупнозернистый песок содержится в количестве 5 %. Алевритово-песчаный глинистый заполнитель составляет 40 % от общей массы. Размеры гальки варьируют от 1–4 до 8 см, чаще – 2–3 см. В их составе преобладают кремни, кварц и кварциты при невысоком (5–10 %) количестве окатанных обломков карбонатных пород. Выход тяжелой фракции составляет 11,5 кг/м<sup>3</sup>. Во фракции –1+0,5 мм доминирует трапповый ильменит, в содержании до 5 % присутствуют моноклинный пироксен, гроссуляр и альмандин. Содержание пиропов не превышает 50 г/м<sup>3</sup>, а пикроильменита – 100 г/м<sup>3</sup>. Мощность грубообломочного продуктивного пласта колеблется в широком диапазоне: от 1–2 до 7,4 м, чаще – 2–3 м. В долине р. Ирелях среднее значение мощности не превышает 1,6 м.

Содержание алмазов в продуктивной залежи IV террасы по выработкам изменяется от 0,01 до 2,5 кар/м<sup>3</sup>. Повышенные концентрации отмечаются в южной части россыпи где они располагаются в виде полос субширотной ориентировки.

*Верхнеплейстоценовые отложения III террасы (a<sup>3</sup>Q<sub>III</sub>)* р. Мал. Ботуобия широко распространены в центральной и восточной частях россыпи на площади около 5 км<sup>2</sup>. Высота террасы составляет 20–25 м при высоте цоколя 2–5 м. Геоморфологическое выражение имеет только ее бровка. На западном фланге россыпи ее продолжением является частично размытая III терраса р. Ирелях, которая прослеживается на левом склоне долины в виде узкой (100–300 м) полосы на расстояние 2 км. Размеры перстративного аллювия представлены одним завершенным ритмом двучленного строения: внизу продуктивные русловые галечники, вверху – пески прирусловых отмелей и алевриты пойменной и старичной фаций с убогими содержаниями алмазов (0,006–0,03 кар/м<sup>3</sup>). Мощность торфов в среднем составляет 4 м при вариациях от 0,7 до 8,3 м. Максимальные значения отмечаются у тылового шва. В южной и восточной частях площади террасы верхние горизонты торфов размыты, их остаточная мощность часто не превышает 0,7–1,5 м.

Продуктивный пласт галечников, в отличие от IV террасы, характеризуется повышенной мощностью – от 0,5 до 10 м при значительном распространении мощности 6–8 м. Границы пласта пологоволнистые, литологически очень четкие. В некоторых разрезах в грубообломочном горизонте отмечаются маломощные линзы ила и илистого песка. В подошве пласта иногда прослеживается маломощный (0,3–0,5 м) слой плотикового аллювия галечно-щебнистого состава с глинистым заполнителем. Гранулометрический состав галечников довольно постоянный и характеризуется следующим соотношением классов крупности: +100 мм – 0,34 %; –100+50 мм – 3,73 %; –50+25 мм – 7,14 %; –25+16 мм – 10,12 %; –16+8 мм –

11,54 %;  $-8+4$  мм – 9,54 %;  $-4+2$  мм – 7,11 %;  $-2+1$  мм – 4,77 %;  $-1+0,5$  мм – 5,60 %;  $-0,5$  мм – 40,11 %. Гравийно-галечный материал составляет 54 %: валуны – 0,3 %, алевритово-песчаный заполнитель – 45,7 %. В петрографическом составе грубокластического материала преобладают экзотические породы: кремни – 49,7 %, кварц – 22,4 %, кварцевые порфиры, порфириты, гранитогнейсы. Содержание местных пород и долеритов составляет 22,9 %.

В минеральном составе тяжелой фракции преобладают: трапповый ильменит – 47,1 %, пирит – 18 %, лимонит – 9,7 %, пироксен – 4,3 %, гроссуляр – 4,1 %, барит – 4,0 %, альмандин – 3,3 %, эпидот – 2,6 %, пикроильменит – 2,5 %, ставролит – 1,7 %, сфен – 0,8 %. В знаковом количестве присутствуют пироп, хромпикотит, циркон, магнетит. По данным бороздового шлихового опробования содержание пикроильменита составляет  $107 \text{ г/м}^3$ , пироба –  $57 \text{ г/м}^3$ , соотношение  $\text{Pil:Po}$  равно 2,2. В составе пикроильменитов класс  $-1+0,5$  мм составляет 90 %;  $-2+1$  мм – 5,5 %;  $-4+2$  мм – 4,5 %. Пиробы значительно крупнее:  $-1+0,5$  мм – 55,7 %;  $-2+1$  мм – 36,6 %;  $-4+2$  мм – 7,7 %. Наряду с изношенными минералами встречаются зерна I–II классов износа. Хромшпинелиды отмечаются в единичных знаках и только в пробах с высокими концентрациями пикроильменита и пироба.

Алмазоносность продуктивной залежи III террасы крайне неравномерная. Содержания алмазов в частных пробах изменяется от 0,05 до  $6,06 \text{ кар/м}^3$ , а в выработках – от 0,01 до  $3,15 \text{ кар/м}^3$ . В горизонте плиткового аллювия концентрация минерала иногда достигает  $2,98 \text{ кар/м}^3$ . Повышенные содержания алмазов приурочены к южному флангу россыпи, где распределение их носит струйчатый характер.

*Продуктивные отложения II террасы ( $a^2Q_{II}$ )* высотой 12–15 м крайне ограниченно распространены в пределах юго-восточного фланга россыпи. Вторая терраса р. Ирелях прослеживается на левом склоне долины в виде узкой (100–200 м) полосы на расстоянии 2,5 км и в районе горной линии 159 сливается со второй террасой р. Мал. Ботубобия, которая в виде полосы шириной до 350 м уходит на север далеко за пределы месторождения при протяженности на площади россыпи около 750 м. Разрез террасы в верхней части представлен супесями и глинистыми алевритами пойменной фации (1–2 м), которые подстилаются линзовидным пластом песков прирусловых отмелей мощностью от 0,5 до 3,2 м. Суммарная мощность непродуктивных осадков (торфов) достигает 4,9 м при среднем значении 3,4 м. Продуктивная залежь локализована в горизонте (0,5–2,5 м) русловых галечников, слагающих основание разрезов террасы. Содержание грубообломочного материала в них составляет 40–45 %. Преобладающий размер гальки – 2–5 см, реже он достигает 7–8 см. Единичны валуны кварцитов и карбонатных пород размером до 15 см. Состав гальки полимиктовый с преобладанием кремней, кварцитов, кварца, терригенно-карбонатных пород верхнего кембрия при небольшом количестве галек эффузивных и метаморфических пород. Обломки окатанной и угловато-окатанной формы. Гальки кремней часто колотые. Заполнителем служит песчано-алевритовый материал. В тяжелой фракции альмандин-ильменитовой ассоциации содержание пикроильменита составляет  $146 \text{ г/м}^3$ , а пироба – до  $80 \text{ г/м}^3$  с соотношением этих минералов 2,07. Основная масса пикроильменита содержится в классе  $-1+0,5$  мм (95 %). Пироба в данном классе значительно меньше (67 %) при относительно высоком выходе класса  $-2+1$  мм (29 %).

Алмазоносность залежи повышенная. Содержание алмазов в отдельных выработках составляет иногда  $0,89\text{--}2,2 \text{ кар/м}^3$ . К северу от контура россыпи в отложениях II террасы р. Мал. Ботубобия концентрации алмазов резко снижаются до непромышленных значений.

*Верхнеплейстоценовые–голоценовые отложения I террасы ( $a^1Q_{I-II}$ )* имеют минимальное распространение. В контур месторождения входит мелкий по раз-

мером фрагмент I террасы р. Ирелях (линия 127) и небольшой участок I террасы р. Мал. Ботуобия (линия 122). Высота слитной террасы на р. Ирелях составляет 4–6 м, на р. Мал. Ботуобия – 6–8 м. Однотипные разрезы перстративного аллювия мощностью до 7,5 м в верхней части сложена непродуктивными пойменными и старичными фациями, представленными илистыми и песчанистыми алевритами с линзами и прослоями илов, супесей и тонкозернистых песков. В подошве иногда присутствует линзовидный прослой мелкозернистых песков русловых отмелей, содержащих редкие включения гравия и гальки кремней. Мощность отложений торфов изменяется от 0,5 до 4,7 м при среднем значении 2,1 м.

Нижние части разрезов, сложенные русловыми галечниками, вмещают продуктивную залежь с четкими литологическими границами. В составе грубообломочного материала, составляющего 35–45 % от общей массы, преобладают гравий и мелкие гальки. Содержание крупной гальки не превышает 10 %, валунов – 0,3 %. В петрографическом составе окатанных обломков доминируют (80 %) экзотические породы: кремни, кварциты, кварц, кварцевые песчаники, кварцевые порфиры, порфириты. Гальки местных терригенно-карбонатных пород составляют 20 %. Мощность продуктивного грубообломочного горизонта колеблется от 0,5 до 5,2 м.

Минералогический состав тяжелой фракции продуктивного пласта характеризуется эпидот-гранат-ильменитовой ассоциацией. Минералы-спутники алмаза пироп-пикроильменитовой композиции встречаются во всех бороздовых шлиховых пробах. Содержание пикроильменита составляет 178 г/м<sup>3</sup>, пироба – 110 г/м<sup>3</sup>. Основная масса пикроильменита (91 %) сосредоточена в классе –1+0,5 мм. Зерна пиробов размером менее 1 мм составляют 75 %. В классе –2+1 мм их количество достигает 24 %, а в классе –4+2 мм – 1 %. На поверхности пиробов часто отмечаются следы коррозии кубоидного типа.

Распределение алмазов в залежи I террасы неравномерное как в плане, так и в разрезе. Содержание минерала в выработках изменяется от 0,05 до 2,15 кар/м<sup>3</sup>. В I террасе р. Мал. Ботуобия концентрации алмазов заметно снижаются к востоку и северу от контура россыпи.

В плане россыпи Горная наблюдается снижение концентраций от центральной части вверх и вниз по р. Ирелях, а также в северном направлении. Центральный участок повышенной продуктивности пространственно приурочен к зоне Мало-Ботуобинского разлома, сопровождающейся повышенной раздробленностью и деформацией карбонатных пород плотика. Распределение алмазов в террасовых галечниках линзовидно-струйчатое. В полосе шириной 500–1200 м струи с содержаниями алмазов 0,5–1 и 1–2,5 кар/м<sup>3</sup> имеют субширотную ориентировку, согласную с направлением долины и русла р. Ирелях, что указывает на главенствующую роль древнего и современного русла реки в формировании россыпи Горная с переносом алмазов с запада на восток. К северу от этой полосы направление струй отклоняется к северо-востоку с образованием конусовидной формы повышенных концентраций алмазов на выходе из долин р. Ирелях.

Габитусный спектр алмазов россыпи Горная представлен октаэдрами – 66 %, переходными формами – 26 % и ромбододекаэдрами – 8 %. В количестве 0,3 % присутствуют кристаллы округлой формы. Алмазное сырье характеризуется значительной отсортированностью и высоким средним весом кристаллов. Количественное распределение их по классам крупности выглядит следующим образом: –8+4 мм – 3,4 %; –4+2 мм – 37,5 %; –2+1 мм – 47 %; –1+0,5 мм – 13,1 %. Как по количеству, так и по весу преобладают алмазы класса –4+1 мм. В контуре балансовых запасов средний вес кристаллов составляет 29,6 мг, в среднем по россыпи – 28 мг.

В пространственно-генетическом отношении россыпь Горная относится к аллювиальным россыпям умеренной дальности сноса и переотложения, сформированной преимущественно за счет размыва мезозойских россыпей и площадных мезозойских коллекторов алмазов, при незначительной роли продуктов прямого размыва кимберлитов тр. Мир.

Террасовая россыпь Горная является крупным россыпным месторождением. При некотором снижении кондиций промышленные запасы сырья можно удвоить за счет забалансовых запасов и доразведки восточного и северного флангов. В настоящее время россыпь разрабатывается раздельным способом.

## Верхнепалеозойские потенциально промышленные россыпи

### Россыпь Западная

Глубоко погребенная россыпь Западная, локализованная в отложениях ботубинской свиты верхнего карбона, расположена в верховьях р. Чуоналыр, в 30 км западнее г. Мирный, в 10 км к западу от среднекарбонной россыпи Восточная. Принципиальная алмазонасность верхнепалеозойских отложений здесь установлена в 1979 г., когда в шлиховой пробе из керна скважины было обнаружено два кристалла весом 18,8 мг. К настоящему времени на ограниченной площади россыпи проведены поисково-оценочные работы, включающие проходку скважин колонкового и ударно-канатного бурения и двух наклонных стволов шахт со штреками суммарной протяженностью 130 м.

Россыпь Западная, как и Восточная, расположена на периферии восточного борта Тунгусской синеклизы, наложенного на пологий западный склон Непско-Ботубинской антеклизы. Ее морфоструктурная позиция определяется приуроченностью к доверхнепалеозойской поверхности выравнивания на западном борту Маралахской долинообразной палеодепрессии, выполненной терригенными отложениями лапчанской свиты среднего карбона.

В геологическом строении россыпи участвуют терригенно-карбонатные породы холомолоохской свиты верхнего кембрия, алмазонасные отложения лапчанской, ботубинской и боруллойской свит верхнего палеозоя, раннетриасовые интрузии долеритов и неалмазонасные терригенные отложения оруктахской и вакунайкинской свит раннеюрского возраста (рис. 2.60).

*Холмомолоохская свита* с остаточной мощностью 60–100 м сложена пестроцветными мергелями и доломитовыми алевролитами с маломощными прослоями сероцветных доломитов, известняков и известковистых песчаников. На уровне верхнепалеозойского среза в основном распространены слабыветренные доломитовые алевролиты и мергели зеленовато-серой окраски с линзовидными прослоями алевритистых доломитов и водорослевых известняков.

*Лапчанская свита* среднего карбона, залегающая с размывом и угловым несогласием на породах верхнего кембрия, на большей части площади представлена пачкой аргиллитов и алевролитов мощностью от 2–5 до 28 м, часто без грубообломочного горизонта в основании. Породы имеют темно- или зеленовато-серую окраску. Слоистость в них горизонтальная и пологоволнистая. Довольно часто содержат включения обугленной растительности, конкреций сидеритов, галек и гравия кремней хорошей окатанности. В подошвенном слое появляются полуокатанные обломки подстилающих терригенно-карбонатных пород.

Грубообломочные и грубозернистые базальные горизонты лапчанской свиты вскрыты одиночными скважинами только в днище Маралахской депрессии. В одних разрезах они сложены гравелитистыми песчаниками олигомиктово-кварцевого состава мощностью до 0,8 м, в других – мелкогалечными конгломератами ал-

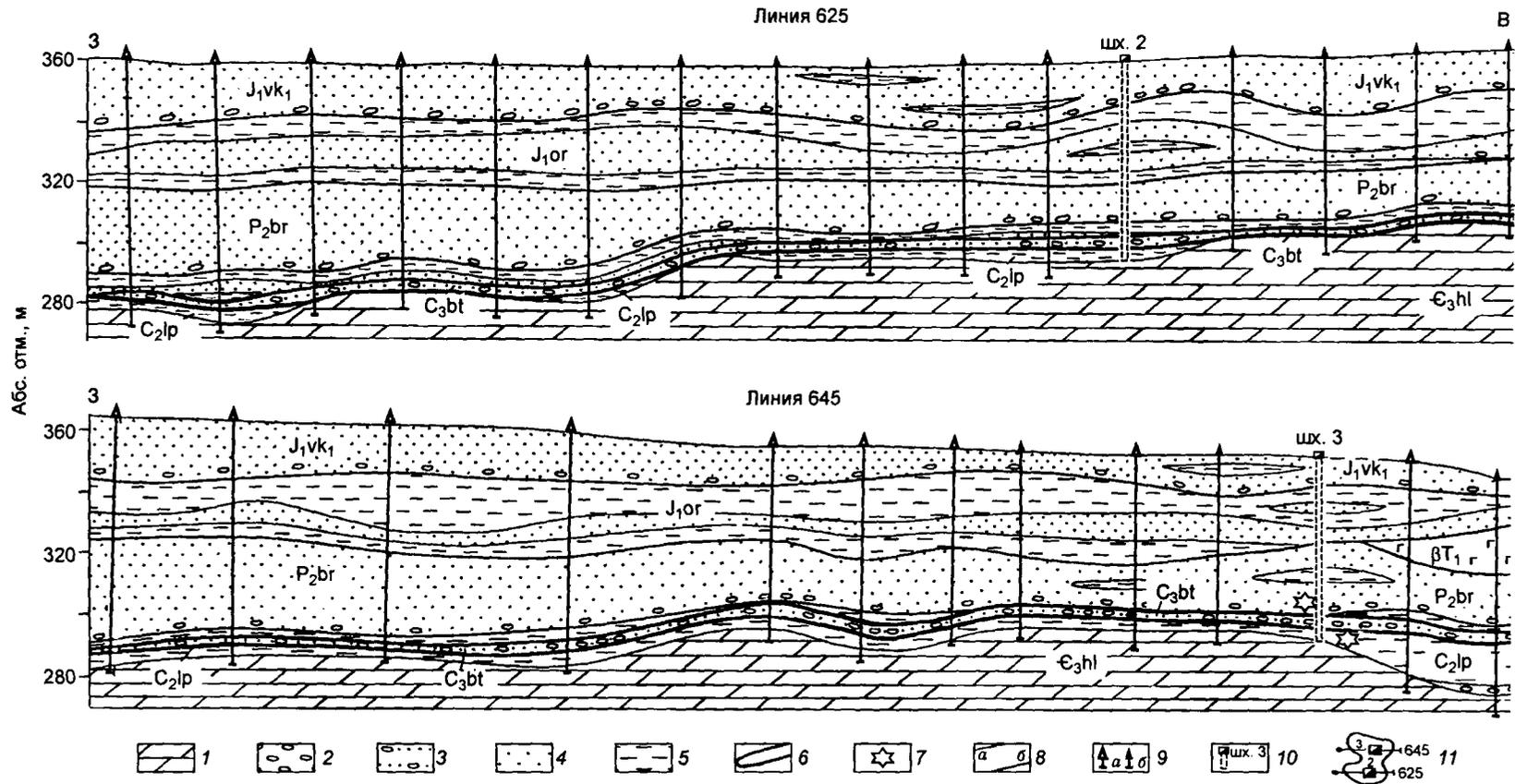


Рис. 2.60. Разрезы россыпи Западная по линиям 625, 645:

1 – мергели, доломитовые алевролиты; 2 – конгломераты; 3 – галечно-песчаные отложения; 4 – пески, песчаники; 5 – алевролиты; 6 – продуктивный пласт; 7 – алмазопоявления; 8 – стратиграфические (а) и литологические (б) границы; 9 – скважины КБ (а) и УКБ (б); 10 – шахты; 11 – плановое расположение линий разрезов в контуре россыпи.

лювиально-пролювиального генезиса, во многом сходными с продуктивными конгломератами лапчанской свиты россыпи Восточная. Породы здесь также на плотном пиритовом и пирит-сидеритовом цементе. Среди галечного материала кремнистого состава много угловато-окатанных обломков белесых окремнелых и маршаллитизированных карбонатных пород из местных кор выветривания. Мощность грубообломочного базального горизонта с высокими коллекторскими свойствами по улавливанию кимберлитовых минералов составляет иногда 1,5 м.

По данным литологических анализов породы лапчанской свиты характеризуются аркозовым и аркозово-кварцевым составом пороодообразующих компонентов. Тяжелой фракции свойственны ильменитовая и альмандин-ильменитовая ассоциации минералов. Минералогическими анализами шлиховых проб в основании свиты в отдельных скважинах установлены сильно изношенные пиропы в содержаниях до 10 зерен на пробу в 10 л. По данным валового опробования в шахте 3 гравелитистые алевролиты подошвенных горизонтов содержат алмазы от 0,09 до 0,44 кар/м<sup>3</sup>. Оценка алмазности перспективных базальных конгломератов в днище Маралахской депрессии мощностью перекрывающих отложений до 95 м пока не проводилась.

*Ботуобинская свита* верхнего карбона, вмещающая продуктивную залежь, залегает с размывом на алевролитах лапчанской свиты, реже на терригенно-карбонатных породах холомолоохской свиты верхнего кембрия. Большинство ее разрезов с максимальной мощностью 15 м имеет простое двучленное строение, отвечающее одному завершеному ритму аллювиального типа. Нижние части разрезов сложены косослоистыми песками и гравелитистыми песками светло-серой и серой окраски с линзовидными прослоями гравелитов и конгломератов русловой фации равнинных рек, а верхние (1–4 м) – темно-серыми алевролитами со слоистой и комковатой текстурой фации речных паводков. Иногда алевритовые породы кровли размыты, и верхняя граница с боруллойской свитой (при отсутствии горизонта размыва) носит неотчетливый характер. На некоторых участках россыпи Западная маломощные продуктивные отложения ботуобинской свиты были полностью размыты в предборуллойское и боруллойское время поздней перми.

По вещественному составу отложения ботуобинской свиты практически не отличаются от пород лапчанской свиты. Они также имеют довольно зрелый аркозово-кварцевый состав легкой и ильменитовой – тяжелой фракций пород. Резкие отличия заключаются в ассоциациях и концентрациях кимберлитовых минералов. В отличие от лапчанской свиты отложения ботуобинской свиты характеризуются алмаз-пироп-пикроильменитовой ассоциацией с высокими и аномально высокими содержаниями пикроильменитов при средних и высоких концентрациях пиропов. Валовым опробованием в подошвенном горизонте ботуобинской свиты установлены промышленные содержания алмазов.

*Боруллойская свита* верхней перми мощностью до 60 м залегает с размывом на различных горизонтах холомолоохской, лапчанской и ботуобинской свит. Представлена она преимущественно песчаными и алевритовыми породами аллювиально-дельтового комплекса. Большая часть разрезов свиты сложена песчаниками серой и желтовато-серой окраски кварц-полевошпатового состава со штриховатой и массивной текстурой, содержащими редкие линзовидные прослои конгломератов и пласты алевролитов различной мощности. Песчаники разнозернистые, косослоистые, с постоянными включениями растительного детрита, обломков обугленной древесины, реже одиночных галек кремней. В кровле наиболее полных разрезов прослеживается пачка углистых алевролитов мощностью до 20–30 м маркирующего значения. Алевролиты темно-серые разнозернистые с горизонтальной и волнистой слоистостью, содержат прослои аргиллитов и маломощные линзочки

бурого угля. Песчаники и алевролиты боруллойской свиты характеризуются эпидот-ильменитовой ассоциацией минералов тяжелой фракции.

В основании свиты на отдельных участках залегают базальные конгломераты или галечно-песчаные образования мощностью от 0,3 до 2,4 м. Конгломераты средне-мелкогалечные с содержанием грубообломочного материала от 25 до 50 %. Гальки размером 3–5 см состоят из кремней, кварцитов, эффузивных и метаморфических пород, реже из подстилающих пород верхнего и нижнего палеозоя. Грубокластический горизонт содержит алмазы и повышенные концентрации пикроильменитов и пиропов. В валовой пробе из ствола шахты 3 содержание алмазов составило 0,06 кар/м<sup>3</sup>. По результатам мелкообъемного опробования скважин УКБ алмазонасность подошвенного горизонта свиты носит площадной характер. Содержание алмазов в них по частным пробам колеблется от 0,1 до 1,18 кар/м<sup>3</sup>. Полученные результаты опробования свидетельствуют о том, что в пределах россыпи базальный горизонт боруллойской свиты может представлять определенный поисковый интерес особенно на участках его залегания непосредственно на нижнепалеозойском цоколе с полным размывом и переотложением продуктивной залежи ботубобинской свиты.

*Раннетриасовые интрузии* трапповой формации прорывают породы нижнего и верхнего палеозоя и с размывом перекрываются раннеюрскими отложениями. В разрезах россыпи они образуют пластообразные тела мощностью от 10 до 40 м, представленные мелко-среднезернистыми долеритами нормального ряда основных пород. В кровле под юрскими отложениями они нередко маркируются элювиальными древесно-глинистыми образованиями коры выветривания мощностью от 2–5 до 10 м.

*Оруктахская свита* нижнего плинсбаха с размывом перекрывает отложения боруллойской свиты и интрузии траппов. Ее разрезы представлены пачками песчаников и алевролитов суммарной мощностью до 25 м. Среди песчаников нередко отмечаются линзовидные скопления гравийно-галечного материала. На значительной площади в основании свиты залегают алевролиты. Вблизи трапповых массивов в ее подошве иногда отмечается маломощный (до 0,5 м) горизонт глинистых гравелитов, в которых обломки гравийной размерности представлены глинистыми окатышами и кремнями. В кровле свиты обычен пласт песчаных алевролитов определенного маркирующего значения. По составу породообразующих компонентов песчаники и алевролиты относятся к семейству аркоз. Минералы тяжелой фракции образуют устойчивую эпидот-ильменитовую ассоциацию. Минералы-спутники алмазов встречаются крайне редко.

*Вакунайкинская свита* представлена на площади россыпи только нижней подсвитой верхнего плинсбаха видимой мощностью до 30 м. Прибрежно-морские отложения подсвиты залегают с размывом на породах оруктахской свиты. В их составе преобладают песчаники при подчиненной роли алевролитов и конгломератов. Песчаники зеленовато-серые, бурые, граувакко-аркозового состава с разнозернистой, преимущественно мелкозернистой структурой. Содержат включения известковых конкреций, обугленной древесины и галек кремней. Алевролиты образуют обычно маломощные прослои, но иногда и крупные пласты мощностью до 15 м. Линзовидные прослои конгломератов мощностью от 0,2 до 2 м чаще приурочены к основанию разрезов. В конгломератах базального слоя наряду с гальками кварцито-кремнистого состава встречаются хорошо окатанные обломки траппов и подстилающих алевролитов оруктахской свиты. Для пород нижневакунайкинской подсвиты характерна эпидот-ильменит-амфиболовая ассоциация минералов тяжелой фракции. По всему разрезу в них встречаются редкие зерна пиропов и пикроильменитов с сильным механическим износом.

По результатам валового и шлихового опробования перекрывающие продуктивный пласт отложения борулуйской, оруктахской и вакунайкинской свит вместе с интрузивными образованиями относятся к категории торфов или пород вскрыши, средняя мощность которых на площади россыпи составляет 70 м.

Продуктивный пласт россыпи Западная с промышленно ценными содержаниями алмазов локализован в аллювиальных грубообломочных и существенно песчаных отложениях подошвенного горизонта ботуобинской свиты верхнего карбона. На большей части площади плотиком залежи служат углистые алевролиты лапчанской свиты среднего карбона, на ограниченных участках – терригенно-карбонатные породы холомолоохской свиты верхнего кембрия. Эрозионная поверхность плотика неровная, пологоволнистая. Абсолютные отметки ее изменяются от 280 до 305 м. Выровненная поверхность плотика осложнена понижениями и выступами различной конфигурации и протяженности с относительными превышениями в 5–10 м. Граница подошвы продуктивного пласта с подстилающими отложениями литологически очень резкая и устанавливается в разрезах однозначно. Кровля пласта не имеет четкого литологического выражения и намечается по смене грубозернистых разностей песчаников мелкозернистыми. Поэтому в отличие от россыпи Восточная верхняя граница залежи определяется в основном по данным опробования.

Строение и литолого-фациальный состав продуктивного пласта изучены по непротяженным штрекам шахт 3 и 2 и по керну колонковых скважин. При этом устанавливается значительная неоднородность строения и литологического состава пласта как в плане, так в разрезе. В северной части россыпи в районе шахты 3 в основании продуктивного пласта залегают средне-мелкогалечные конгломераты мощностью от 0,1 до 0,7 м с содержанием грубообломочного материала 25–40 %. Гальки размером 2–4 см хорошо окатаны. В их составе преобладают кремни (65 %) и кварциты (15 %). Гальки гнейсов, сланцев и пород гранитоидного ряда составляют 10 %. Количество окатанных обломков углистых алевролитов, мергелей и доломитов обычно не превышает 10 %. И только на участках интенсивного размыва и обрушения пород плотика резко возрастает (до 40–60 %) количество уплощенных галек, валунов и даже глыб глинистых алевролитов лапчанской свиты. Заметное количество составляют гальки окремнелых водорослевых и оолитовых известняков. Обломки белесых маршаллитизированных пород здесь редки. Отмечаются одиночные уплощенные валуны кварцитов размером до 25 см. Заполнителем служит хорошо промытый грубо-мелкозернистый песчаный материал.

По простиранию (в штреках шахты 3) пласт конгломератов часто расщепляется даже на близком расстоянии и фациально замещается песчано-галечными отложениями и крупно-среднезернистыми песками, что обуславливает мозаичное строение продуктивного пласта. Более выдержан приплотиковый слой (0,1–0,2 м) конгломератов на очень крепком пиритовом цементе. Подобные плотные породы отмечаются в виде мелких линз и выше по разрезу среди слабосцементированных разностей пород. Грубообломочный базальный горизонт перекрывается косослоистыми разнозернистыми песчаниками с линзочками гравийного материала, слагающими верхнюю часть продуктивного горизонта мощностью до 1,2–1,5 м.

В южной части россыпи в районе шахты 2 в подошве продуктивного пласта залегают слаболитифицированные песчано-гравийно-галечные отложения мощностью от 0,1 до 0,5 м. Содержание грубокластического материала в них колеблется от 10 до 30 %. Среди галек кварцито-кремнистого состава размером 2–5 см встречаются редкие мелкие (12–15 см) валуны кварцитов. Заполнителем служат белесые грубозернистые пески с видимыми пиропами и пикроильменитами размером 2–3 мм. Верхняя, большая часть продуктивного пласта мощностью до 1,8 м пред-

ставлена здесь переслаиванием разнозернистых и грубозернистых песчаников с тонкими линзовидными прослоями гравелитов и конгломератов. Для пород характерны крупная разнонаправленная косая слоистость со срезанием слоев и многочисленные линзовидные скопления базальтоидного ильменита.

По результатам изучения керна скважин сходное строение продуктивный пласт имеет и на других участках россыпи. Наиболее часто он представлен галечно-песчаными и существенно песчаными отложениями с линзовидными скоплениями грубообломочного материала, занимающими различное положение по отношению к плотнику. Грубозернистые горизонты не выдержаны по простиранию, часто расслаиваются линзами песков с редким гравием кремней. При этом устанавливается крайне изменчивая мощность существенно грубозернистого горизонта продуктивного пласта, которая без видимой закономерности изменяется от 0,5–1,0 до 3 м. В оконтуренном виде грубокластические и грубозернистые образования в плане представляют собой полосовидные залежи, вытянутые в субмеридиональном направлении. Протяженность их изменяется от 1,8 до 5 км, а ширина – от 200 до 400–600 м.

По данным литологических анализов породы продуктивной залежи характеризуются олигомиктово-кварцевым составом породообразующих минералов. Тяжелая фракция представлена обычно ильменитом (79–82 %) либо пиритом (до 85 %). Содержание других минералов составляет первые проценты. В несколько повышенных концентрациях присутствуют циркон (до 10 %) и альмандин (до 5 %). Глинистые минералы образуют каолинит-монтмориллонитовую, реже монтмориллонит-каолинитовую ассоциации с постоянной примесью гидрослюд. Вещественный состав продуктивного пласта свидетельствует о значительной зрелости осадков. Судя по текстурно-структурным признакам, литологическому составу пород и строению разрезов, формирование алмазонасных отложений происходило в аллювиальных обстановках равнинных рек.

Продуктивные отложения россыпи Западная характеризуются хромшпинель-пироп-пикроильменитовой ассоциацией МСА, для которой характерны неравномерные (от низких до аномально высоких) концентрации минералов, сильный механический износ большинства зерен, масштабная гипергенная коррозия, наложенная на изношенные поверхности, наличие редких зерен без признаков механического износа. Минералы-спутники алмаза встречаются в продуктивном пласте повсеместно, но в резко переменных концентрациях. Максимальные их содержания составляют: пикроильменита до – 28 300 зн./10 л, пироба – до 430 зн./10 л, хромшпинели – до 400 зн./10 л. В базальных конгломератах при общем высоком содержании МСА наблюдаются участки с крайне неравномерным струйчатым их распределением: в смежных бороздовых пробах концентрации изменяются от знаковых до аномально высоких. Опробование существенно песчаных горизонтов выявило в них также высокие содержания кимберлитовых минералов, вполне сопоставимые с таковыми в нижележащих базальных конгломератах.

Пиропы обнаруживаются в продуктивном пласте в содержаниях от десятков до сотен зерен на пробу в 10 л. В гранулометрическом спектре и цветовой гамме доминируют мелкие зерна класса –1 мм фиолетово-красного цвета. Оранжевых зерен насчитывается до 3,8 %, красных – до 7,8 %. Первичная магматогенная поверхность устанавливается на незначительной части гранатов. В объединенной пробе из шахты 3 в выборке из 1669 зерен пиропы I и II классов износа составляют 2,7 %, III класса – 8 %. Большинство пиропов имеет угловато-округлую форму с механогенной поверхностью в сочетании с поверхностями гипергенного растворения. Не вызывает сомнения, что гипергенное растворение – процесс более поздний, чем механический износ. В единичных случаях отмечаются мелкие (<0,5 мм) некор-

родированные идеально окатанные зерна пиропов, аналогичные пиропам из эмяк-синской и онкучахской свит верхнего девона Ыггяттинской впадины. Содержание пиропов алмазной ассоциации в россыпи составляет 5,3 %.

Пикроильменит присутствует во всех пробах в количестве от нескольких десятков до нескольких тысяч знаков на 10 л. Соотношение классов  $-1$  и  $+1$  мм колеблется от 5,6:1 до 13:1. Пикроильмениты I класса износа единичны. Зерна II класса износа в выборке из 125 819 знаков составили 0,1 %, а зерна III класса износа – 8,3 %. Основная масса пикроильменитов имеет угловато-округлую форму без реликтов магматогенной поверхности. На этом фоне резко выделяются идеально окатанные до шариков зерна с блестящей полированной поверхностью. Количество таких зерен составляет 1–3 %.

Хромшпинелиды присутствуют практически в каждой пробе в содержаниях от редких до десятков зерен. Преобладают зерна класса  $-1$  мм при единичных зернах класса  $-4+2$  мм. По форме это октаэдры, октаэдры с вициналями, вицинальные кристаллы блокового строения и осколки. Все зерна несут следы механического износа и гипергенной коррозии. Встречаются единичные зерна, окатанные до шариков. Среди заведомо кимберлитовых хромшпинелидов постоянно отмечают октаэдры “курунгского” типа предположительно некимберлитовой природы.

По результатам совмещенного шлихового опробования на минералы-спутники и валового опробования на алмазы по штрекам шахты 3 в продуктивном пласте установлена прямая значимая корреляционная связь между концентрациями этих минералов. Это обстоятельство позволило осуществить предварительное оконтуривание продуктивного пласта по литолого-минералогическим критериям: в контур россыпи включены существенно грубозернистые отложения, содержащие повышенные, высокие и аномально высокие концентрации минералов-спутников алмаза.

Алмазоносность продуктивного пласта, установленная по результатам валового опробования в стволах и штреках шахт 2 и 3 и малообъемного опробования в скважинах ударно-канатного бурения диаметром 500 мм, характеризуется весьма неравномерным распределением алмазов как в плане, так и в разрезе, что связано с литологической неоднородностью пласта. Содержание алмазов в базальном слое конгломератов мощностью 0,4–0,7 м по частным валовым пробам изменяется от 0,86 до 7,39 кар/м<sup>3</sup> при средних значениях по шахте 2 – 1,95 кар/м<sup>3</sup>, по шахте 3 – 2,62 кар/м<sup>3</sup>. По результатам валового селективного опробования среднее содержание алмазов в конгломератах составило 1,63 кар/м<sup>3</sup>.

Выполненное раздельное (селективное) опробование грубобластических пород и перекрывающих их гравелитистых песков в шахтах 2 и 3 показывает довольно высокую степень алмазоносности последних в пределах от 0,47 до 2,40 кар/м<sup>3</sup> при среднем значении 0,58 кар/м<sup>3</sup>. В горных выработках в пересчете на вскрытую и опробованную мощность (1,1–1,5 м) среднее содержание алмазов составило 0,71 кар/м<sup>3</sup>. В частных малообъемных пробах из скважины УКБ содержание алмазов в конгломератах изменяется от 0,16 до 5,62 кар/м<sup>3</sup>, в галечно-песчаных отложениях – от 0,03 до 5,41 кар/м<sup>3</sup>, в гравелитистых песках – от 0,02 до 8,15 кар/м<sup>3</sup>. Полученные результаты опробования свидетельствуют о промышленно ценных содержаниях алмазов продуктивного пласта россыпи Западная.

Алмазы россыпи Западная характеризуются высокой степенью гранулометрической сортировки: классы  $-4+2$  мм (51,1 %) и  $-2+1$  мм (39,1 %) составляют вместе 90,2 % по количеству кристаллов. Содержание мелких кристаллов класса  $-1+0,5$  мм равно 9,1 %, что многократно ниже их содержаний в кимберлитовых телах и мезозойских россыпях ближнего сноса Мирнинского рудно-россыпного поля. Средний вес кристаллов, извлеченных из шахт 2 и 3, составляет 29,3 и 25,5 мг со-

ответственно. Он почти в 2 раза превышает средний вес алмазов россыпи Восточная и соизмерим только с весом кристаллов из кайнозойской аллювиальной россыпи Горная, удаленной от тр. Мир примерно на такое же расстояние (25 км). По габитусу (октаэдры – 71,3 %, переходные формы – 22,3 %, ламинарные ромбододекаэдры – 6,4 %) кристаллы россыпи Западная идентичны алмазам высокопродуктивных кимберлитов Мирнинского поля. Как и для россыпи Восточная, для многих кристаллов россыпи Западная характерен механический износ выкрашивания, служащий показателем не только (и не столько) дальности переноса, но и длительности механического воздействия среды в процессе многократных переотложений минерала.

В морфогенетическом отношении верхнекарбоновая россыпь Западная представляет собой залежь пластовой плащеобразной формы с неоднородным составом и строением продуктивного пласта, сформированного в обстановках аллювиальной равнины руслами многорукавной гидросети с западным и северо-западным направлением стока. В пространственно-генетическом отношении это россыпь умеренной дальности сноса и переотложения комбинированного питания. Доминирующие в россыпи сильно изношенные кимберлитовые минералы, в том числе и алмазы с износом выкрашивания, поступали из площадных более древних коллекторов алмазов. Неизношенные минералы привносились реками с востока за счет размыва известных весьма высокоалмазоносных коренных месторождений Мирнинского кимберлитового поля, которые изначально служили единственными поставщиками кимберлитового материала в пределы участка россыпи Западная.

Установленные промышленно ценные содержания алмазов на локальном участке оценочных работ свидетельствуют о реальной возможности выявления в россыпи Западная промышленного россыпного месторождения алмазов.

## Кайнозойские потенциально промышленные россыпи

### Россыпь р. Малая-Ботуобия

Аллювиальная россыпь р. Мал. Ботуобия, открытая и разведанная в 1954–1958 гг., приурочена к ее нижнему течению на отрезке от р. Ирелях до устья. Река Мал. Ботуобия (правый приток р. Вилюй) протяженностью 300 км протекает с юга на север, пересекая на своем пути Мало-Ботуобинскую депрессию Ангаро-Вилюйского мезозойского прогиба и сводовую часть Непско-Ботуобинской антеклизы, осложненную зонами Параллельного, Центрального, Восточного и Мало-Ботуобинского кимберлитоконтролирующих и потенциально рудоконтролирующих разломов. В пределах алмазоносного участка долина реки шириной от 1–2 до 5–6 км прорезает терригенные алмазоносные отложения верхнепермского и раннеюрского возраста, раннетриасовые пластообразные интрузии долеритов и терригенно-карбонатные породы верхнего кембрия. Врез долины относительно водоразделов достигает 150–250 м. Форма ее корытообразная, реже V-образная, продольный профиль ступенчатого строения. Русло реки глубиной 0,2–3 м и шириной 7–80 м образует крупные меандры и изобилует перекатами. Скорость течения в паводковые периоды достигает 1,5–3 м/с. В поперечном профиле долины помимо русла выделяются низкая и высокая поймы и пять надпойменных террас. По данным валового опробования алмазоносны все уровни – от русла до V террасы. Промышленные и промышленно ценные содержания алмазов установлены только в русле и русловом аллювии I надпойменной террасы, которые и формируют долинную россыпь р. Мал. Ботуобия.

*Продуктивные отложения I террасы (a<sup>1</sup>Q<sub>III-II</sub>)* прослеживаются по обоим берегам реки на протяжении 143 км, прерываясь на отдельных участках, где корен-

ные склоны долины подступают непосредственно к руслу. Высота террасы 6–8 м, цоколь обычно расположен ниже уреза воды. Ширина ее достигает 3 км, в основном – 0,5–1,0 км. Строение, состав и алмазонасность продуктивных отложений I террасы изучены главным образом на стадии поисково-оценочных работ на участках Туус, Сосновка, Победа, Заря и Озерный, в меньшей мере по данным разведочных работ, выполненных только на участке Победа (1964–1966 гг.). Однотипные разрезы перстративного аллювия мощностью до 12 м в верхней части сложены непродуктивными супесями, песчанистыми глинами, алевритами и илами пойменной и старичной фаций, которые нередко подстилаются также непродуктивными косослоистыми песками русловых отмелей и кос мощностью от 0,5 до 8 м (уч. Победа) (рис. 2.61). Суммарная мощность этих образований, именуемых торфами, колеблется от 2–4 до 8–10 м.

Нижняя часть разреза, представленная галечниками русловой фации, вмещает продуктивную залежь террасы, плотиком которой являются обломочно-глинистые элювиальные образования на карбонатных породах верхнего кембрия мощностью 0,5–2,0 м. Алмазонасный горизонт мощностью от 0,5 до 6,8 м характеризуется изменчивым гранулометрическим составом как по вертикали, так и по простиранию террасы. Это выражается в неравномерном распределении обломков валунной, галечной и гравийной размерности и в наличии или отсутствии мало-

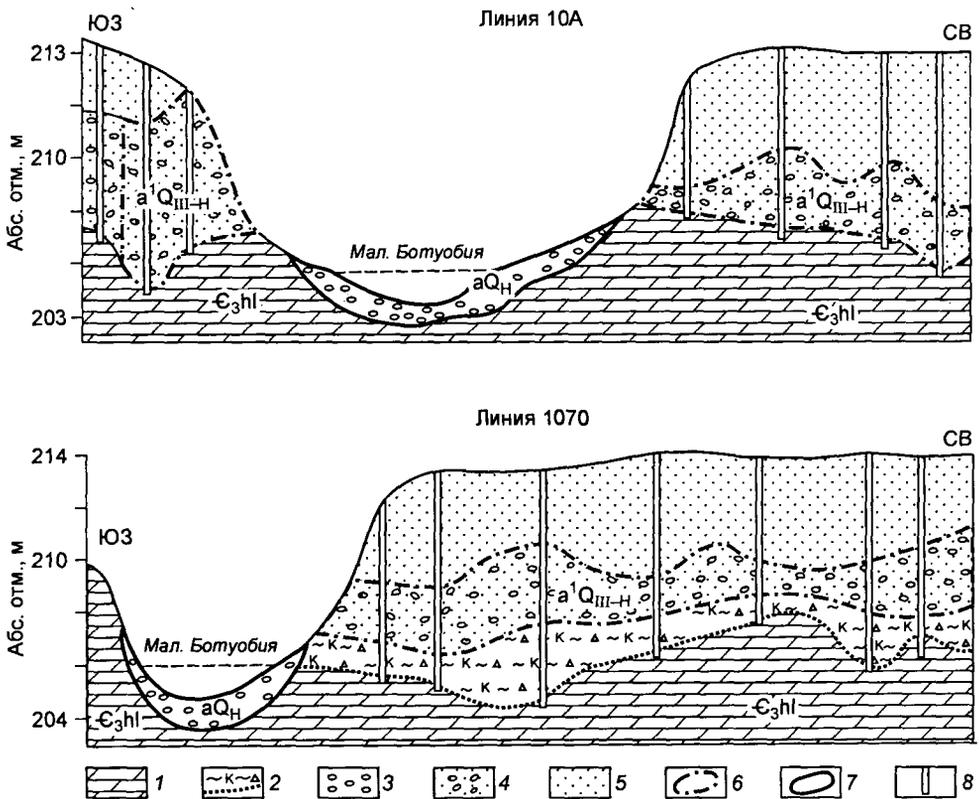


Рис. 2.61. Разрезы долинной россыпи р. Мал. Ботуобия по линиям 10А, 1070 (уч. Победа):

- 1 – доломитовые алевролиты и мергели; 2 – обломочно-глинистая кора выветривания;
- 3 – галечники; 4 – песчано-галечные отложения; 5 – пески; 6 – террасовая продуктивная залежь; 7 – русловая продуктивная залежь; 8 – шурфы.

мощных линз косослоистых песков. В усредненном составе содержание валунов составляет 1,5 %, гальки – 34,6 %, гравия – 27,7 %, глинисто-песчаного материала заполнителя – 36,2 %. На нижнем отрезке долины заметно преобладает крупногалечный и валунный материал, состоящий из долеритов, кварцитов и карбонатных пород.

На участке Победа в составе грубообломочного материала преобладают гальки мелкого и среднего размера (30 %) и гравий (17 %) при подчиненной роли валунов (1,5 %). Заполнителем служит разнотельный песок с примесью глины до 6,5 %. В петрографическом составе галек здесь преобладают экзотические породы: кварциты, кварц, кремни, порфириды, кварцевые порфиры, гранитогнейсы при содержании местных карбонатных пород 35,6 %. Тяжелая фракция галечников характеризуется алмадин(22–27 %)-ильменитовой(30–43 %) ассоциацией с гросуляром (8–17 %), пироксеном (5–11 %), сфеном (3,5 %). В количестве до 10–15 зерен присутствуют пироп размером до 2 мм и пикроильменит – до 3 мм. Единичны зерна хромдиопсида.

Алмазонасность продуктивной залежи крайне неравномерная. В плане повышенные концентрации алмазов отмечаются на верхнем отрезке долины, на участке Озерный, прилегающем к руслу р. Ирелях. По выработкам содержание алмазов здесь изменяется от 0,01 до 3,88 кар/м<sup>3</sup>, по линиям – от 0,01 до 0,60 кар/м<sup>3</sup>. В двух обособленных залежах установлены промышленные концентрации алмазов. В коллекции из 1378 камней средний вес кристаллов на участке Озерный составил 27,6 мг. Ниже устья р. Оруктах на изолированных участках продуктивность также достигает 0,2–0,3 кар/м<sup>3</sup>. В частых пробах содержание иногда поднимается до 0,5–1,0 кар/м<sup>3</sup> (ниже руч. Веселый). На нижнем отрезке долины концентрация в целом снижается, но и здесь в отдельных выработках она достигает 0,1–0,2 кар/м<sup>3</sup>.

На среднем отрезке долины, на участке Победа по данным разведочных работ (1964–1966 гг.) на площади I террасы в районе устья р. Кюеллях выделена залежь протяженностью 10 км и шириной до 800 м с промышленными содержаниями алмазов при их вариациях по пробам от 0,01 до 2,10 кар/м<sup>3</sup> и мощности продуктивного пласта от 0,4 до 6,8 м. В коллекции алмазов из 1587 кристаллов по количеству класс –8+4 мм составляет – 1,7 %; –4+2 мм – 28,7 %; –2+1 мм – 49,6 %; –1+0,5 мм – 20,0 %, средний вес равен 16 мг. По габитусу и морфологии алмазы террасовой залежи идентичны таковым тр. Мир и распределяются следующим образом: октаэдры – 66,7 %, переходные формы – 27,1 %, ромбододекаэдры – 6,7 %. Отличительная их особенность – наличие округлых алмазов в количестве 1 %. В направлении к устью р. Мал. Ботубобия средний вес кристаллов в аллювиальной залежи I надпойменной террасы закономерно снижается и составляет на участке Озерной (ниже р. Ирелях) 27,6 мг, на участке Победа – 16 мг и на участке Искра (в приустьевой части реки) – 8,7 мг.

При некотором снижении кондиций и доразведки продуктивной залежи I террасы ее забалансовые запасы и прогнозные ресурсы могут быть переведены в промышленные категории.

*Русловая залежь* долинной россыпи р. Мал. Ботубобия протяженностью 164 км на всем отрезке характеризуется промышленными содержаниями алмазов. Подсчет запасов алмазов произведен для трех дражных полигонов: Заря, Победа и Искра с промышленно ценными запасами алмазонасных песков.

*Полигон Заря* протяженностью 49 км ограничивается с юга р. Ирелях, а с севера – безгалечниковой полосой русла в районе руч. Веселый. Ширина русловой части залежи составляет 60–80 м. Русловые формы рельефа представлены галечными образованиями низкой поймы, кос, отмелей и собственно русла. Пойменные галечники мощностью от 0,6 до 3,0 м развиты ограниченно. В составе грубокласти-

ческого материала при преобладании обломков карбонатных пород существенную роль (30 %) играют хорошо окатанные гальки экзотических пород, поступившие из галечников укугутской свиты нижней юры. Они представлены кварцитами, кварцем, кремнями, фельзитами, порфиритами, порфирами, яшмой, халцедоном. Косы и береговые отмели прослеживаются на всем отрезке полигона с разрывом одна от другой на 500–1000 м. В них заключены основные запасы залежи. Выделяются косы с гравийно-галечным, галечным, валунно-галечным и валунным материалом. Валунные косы встречаются редко. Сложены они полуокатанными обломками карбонатных пород, коренные выходы которых отмечаются в непосредственной близости. Валунно-галечные косы тяготеют к перекатам. Характеризуются хорошей окатанностью обломочного материала и наличием галек экзотических пород. Мощность названных образований 1,0–1,5 м.

Косы, сложенные галечным и гравийно-галечным материалом широко распространены и концентрируют в себе основные запасы песков и алмазов. Мощность их изменяется от 0,5 до 1,0 м в южной части полигона и до 3–4 м – в северной. На отдельных косах мощность достигает 6 м. Материал гравийно-галечных отложений и галечников плохой сортировки при почти полном отсутствии глинистой фракции. Окатанные обломки сложены как местными, так и экзотическими породами. Содержание их достигает 60–70 % от общей массы. Для галечников собственно русла характерна непостоянная мощность. В южной части на отрезке от р. Ирелях до руч. Тымтайдах в эрозионной зоне мощность инстративного аллювия не превышает 0,5–0,6 м, в северной аккумулятивной зоне она достигает 3 м. Русловый продуктивный горизонт сложен крупногалечным, щебенчатым и мелковалунным материалом с доминирующей ролью местных карбонатных пород.

Усредненный гранулометрический состав руслового аллювия характеризуется следующим соотношением классов крупности: валуны – 4,5 %, галька – 46,2 %, гравий – 26,3 %, песчано-глинистый материал заполнителя – 23 %. Минералогический состав тяжелой фракции представлен гранатом (35,4 %) -ильменитовой (57,2 %) ассоциацией с цирконом (2,3 %), магнетитом (1,6 %) и лимонитом (1,4 %). В тяжелой фракции шлихов в умеренных и высоких концентрациях (100 зерен и более) присутствуют пироп, пикроильменит и хромпикотит класса – 2 мм. На фоне сильно изношенных минералов отмечаются единичные зерна пиропов II класса износа. Плотиком русловой залежи служат терригенно-карбонатные породы верхнего кембрия и их элювий в виде вязкой пестроокрашенной глины или щебнисто-глинистого материала. Поверхность плотика неровная, с западинами и выступами амплитудой до 1–3 м.

Распределение алмазов в плане залежи неравномерное, струйчато-гнездовое и гнездовое. Повышенные концентрации отмечаются в районе устья руч. Тымтайдах и ниже (3 км) по течению, где в отдельных выработках они составляют 0,4–1,5 кар/м<sup>2</sup>. Непосредственно ниже названного ручья обнаружено повышенное количество камней класса –8+4 мм. Наименее обогащен головной участок полигона, где почти нет промышленных полей. Это относится к проносному эрозионному участку русла непосредственно ниже р. Ирелях протяженностью около 8 км. В поперечном профиле наиболее обогащена алмазами стрежневая часть русла. Косы отмечаются примерно постоянной степенью продуктивности с некоторым повышением ее (до 0,35 кар/м<sup>3</sup>) на отрезке ручьев Тымтайдах и Веселый. Средний вес кристаллов на полигоне Заря составляет 22,8 мг.

*Полигон Победа* протяженностью 67 км ограничен на юге руч. Веселый, а на севере (в районе руч. Бестях) – безгалечным отрезком русла. Долина р. Мал. Ботубобия проходит в поле развития терригенно-карбонатных пород верхнего кембрия. Верхние части склонов часто маркируются уступами трапповых интрузий.

Русло реки характеризуется крупными врезанными меандрами и значительными мощностями аллювия. Фрагментарно развитые отложения низкой поймы сложены галечниками мощностью от 1 до 2 м. На бечевнике развиты крупнообломочные галечники мощностью 0,2–0,4 м с включениями редких валунов. Косы обычно примыкают к выпуклым берегам. У крутых поворотов реки иногда от кос отшнурованы небольшие галечниковые острова высотой 1,0–1,5 м. Длина кос 400–600 м при ширине 50–70 м. В разрезе косового аллювия мощностью от 1 до 5 м выделяется нижний горизонт неподвижного плохо сортированного галечного материала с несколько повышенным содержанием валунов, щебня и бескарбонатной глины и верхний горизонт динамически подвижного аллювиального материала во время паводковых периодов. Он представлен галечниками с песком и гравием с незначительным количеством валунов и глинистого материала. За крупными валунами иногда скапливаются небольшие линзы хорошо промытого песка и гравия.

Собственно аллювий русла сложен галечниками с редкими валунами кварцитов и полуокатанными плитами доломитовых алевролитов, реже доломитов и известняков холомолоохской свиты верхнего кембрия. Мощность продуктивного инстративного аллювия русла составляет 0,4–1,2 м. Усредненный гранулометрический состав галечников выражается следующим соотношением основных фракций: валуны – 1,7 %, галька – 45,7 %, гравий – 29,1 %, глинисто-песчаный материал – 23,5 %. В продольном профиле залежи ситовые характеристики крайне изменчивы по содержанию валунов, крупной гальки и глинисто-песчаного заполнителя. В составе обломочного материала преобладают карбонатные породы и долериты при подчиненном количестве гальки экзотических пород, содержание которой несколько повышается в пределах нижнего отрезка полигона, где на бортах долины размываются галечные отложения верхней перми. Средний состав грубокластического аллювия здесь выглядит следующим образом: карбонатные породы – 35 %, долериты – 37 %, кварциты – 15 %, роговики – 4 %, кварцевые песчаники – 3 %; кварц, яшма, кремни – 6 %.

Тяжелая фракция продуктивных отложений представлена ильменитом – 43,2 %, гранатом (альмандин, реже гроссуляр и андрадит) – 18,1 %, пироксеном – 14 %, магнетитом – 10,5 %, эпидотом – 1,9 %, цирконом – 1,8 %. Содержания пиропов, пикроильменитов и хромшпинелидов в частных шлиховых пробах изменяются от умеренных до аномально высоких (более 100 зн. на 10 л). В классе –4+1 мм пироп преобладает над пикроильменитом, основная масса которого находится в классах –1 и –0,5 мм. Пиропы и пикроильмениты I и II классов износа встречаются в виде редких зерен.

Алмазоносность русловой залежи полигона Победа неравномерная. Наиболее обогащен алмазами верхний отрезок русла протяженностью 8 км ниже руч. Веселый, где содержание алмазов по отдельным линиям достигает 0,45–0,85 кар/м<sup>3</sup>. На среднем участке полигона в отдельных струях концентрация минерала составляет 0,25 кар/м<sup>3</sup>. На нижнем отрезке содержание алмазов заметно снижается, но и здесь в отдельных выработках оно достигает 0,20 кар/м<sup>3</sup>. В поперечном профиле залежи наиболее высокие концентрации алмазов приурочены к русловому и косовому аллювию. Средний вес одного кристалла на полигоне Победа равен 18,7 мг.

*Полигон Искра* занимает устьевую и приустьевую части русла р. Мал. Ботуобия протяженностью 26 км. На склонах долины здесь развиты терригенно-карбонатные породы верхнего кембрия, служащие плотиком продуктивной залежи, маломощные отложения верхней перми и раннетриасовые пластообразные интрузии долеритов. В нижнем течении долериты вскрываются непосредственно в русле, образуя систему порогов и перекатов, практически лишенных аллювиальных от-

ложений. Продуктивный пласт представлен галечниками русла, кос и отмелей, в меньшей мере – бечевника и низкой поймы. Грубообломочный аллювий поймы мощностью 1–2 м развит крайне ограниченно. Косы и отмели, приуроченные к излучинам реки, максимально развиты на нижнем отрезке полигона. В среднюю воду длина кос составляет 200–300 м при ширине 50–80 м. Как и на полигоне Заря, в составе кос выделяются галечные, гравийно-галечные, валунно-галечные и валунные отложения. Два последних литотипа встречаются редко и приурочены к порожистым участкам и зонам перекаатов.

В разрезах галечников и гравийно-галечных отложений повышенной мощности по окраске и составу выделяются три горизонта. Верхний из них представлен галечниками серой окраски с линзами песчано-гравийного материала, средний – галечниками ржаво-бурой окраски, нижний – темно-серыми галечниками. Последние характеризуются повышенным содержанием гальки долеритов. Суммарная мощность продуктивного косового аллювия – 2–5 м. В вертикальном разрезе сверху вниз увеличивается крупность обломков и ухудшается степень окатанности и сортировка грубообломочного материала. В подошве появляются щебень, валуны кварцитов, долеритов и карбонатных пород. Отложения бечевников и отмелей имеют сходный состав, но отличаются пониженной мощностью – 2–3 м. Алмазоносные отложения русла сложены серыми, реже темно-серыми галечниками с редкими валунами кварцитов, долеритов и неокатанными плитчатыми обломками карбонатных пород. Мощность аллювия варьирует от 0,2 до 2,0 м.

По данным ситовых анализов в составе продуктивного пласта русловой залежи среднее содержание гальки составляет 46,4 %, гравия – 25,3 %, валунов – 4,0 %, песчано-глинистого материала заполнителя – 24,3 %. В петрографическом составе грубообломочного материала карбонатные породы составляют 44 %, кварц и кварциты – 25 %, долериты – 21 %, кремни, яшма, халцедон – 9 %, прочие породы – 1 %. Минералы-спутники алмаза переменных пироп-пикроильменитовой и пикроильменит-пироповой композиции обнаруживаются в шлиховых пробах в содержаниях от 10–50 до 100 зерен и более при низких, реже высоких концентрациях хромшпинелидов. Минералы I и II классов износа единичны.

Алмазоносность русловой залежи полигона Искра неравномерная с линзовидно-струйчатым и струйчато-гнездовым распределением алмазов. Относительно повышенные их концентрации (до 0,2 кар/м<sup>3</sup>) наблюдаются на верхнем и среднем отрезках русла. В нижнем течении содержание минерала резко снижается до уровня 0,05 кар/м<sup>3</sup>. Алмазы полигона Искра характеризуются наиболее низким средним весом, который в коллекции из 5424 кристаллов составил 11,9 мг.

В целом русловая промышленная россыпь р. Мал. Ботуобия по сравнению с россыпью р. Ирелях характеризуется более низкими содержаниями алмазов и пониженным средним весом кристаллов с закономерной тенденцией его снижения вниз по реке от 22,8 мг на участке Заря до 11,9 мг на участке Искра. По преобладанию кристаллов октаэдрической и переходной формы, которые в сумме составляют 87,3 %, алмазы россыпи р. Мал. Ботуобия идентичны алмазам тр. Мир. Судя по наличию округлых алмазов в россыпях Водораздельные Галечники, Левобережная и лог Горелый, расположенных вблизи тр. Мир, их источником и для россыпи р. Мал. Ботуобия могли быть эродированные кимберлиты трубок Спутник и Мир либо кимберлиты жил, сопряженных с тр. Мир. Формирование русловой россыпи происходило в основном за счет размыва террасовых россыпей, мезозойских и верхнепалеозойских промежуточных коллекторов алмаза и прямого размыва кимберлитов тр. Мир с выносом алмазов по р. Ирелях. Россыпь пока не разрабатывается.

**Габитус кристаллов коренных и россыпных месторождений  
и проявлений алмазов Мало-Ботуобинского района, %**

Месторождения и проявления алмазов	Габитус				В том числе округлые алмазы
	октаэдры	переходные формы	ромбо-додекаэдры	кубы	
<b>Коренные проявления</b>					
Дайка Ан. 21	8,6	8,8	82,6	—	80,5
Тр. Амакинская	30,7	30,4	38,9	—	20,0
Тр. Тасжная	30,6	35,8	33,6	—	8,9
<b>Коренные месторождения</b>					
Тр. Дачная	46,7	39,5	13,8	—	—
Тр. Спутник	61,4	22,6	16,0	—	—
Тр. им. XXIII съезда КПСС	75,4	19,8	4,8	—	—
Тр. Интернациональная					
а) верхние горизонты	52,5	34,6	12,6	—	—
б) глубокие горизонты	63,2	26,0	10,8	—	—
Жила № 3 тр. Интернациональная	45,8	20,6	33,6	—	18,8
Тр. Мир					
а) верхние горизонты (1957 г.)	74,0	19,0	7,0	1,0	—
б) глубокие горизонты	62,3	26,6	11,1	0,4	—
<b>Верхнепалеозойские россыпи</b>					
Россыпь Восточная	71,6	23,2	4,2	1,0	0,2
Россыпь Западная	71,3	22,3	6,4	—	—
<b>Мезозойские россыпи</b>					
Россыпь Солур	72,7	23,8	3,2	0,3	—
Россыпь Новинка-Геофизическая					
а) залежь Новинка	50,1	37,6	12,3	—	—
б) залежь Геофизическая	55,0	40,0	5,0	—	2,6
Россыпь Водораздельные Галечники	70,5	25,9	3,6	—	0,1
Россыпь Дачная-I	64,9	27,8	6,9	0,4	—
Россыпь Глубокая	62,7	28,6	8,7	0,4	0,8
Россыпь Левобережная	71,4	24,6	4,0	—	1,0
Россыпь Лог Горелый	69,2	24,8	6,0	—	1,0
<b>Кайнозойские россыпи</b>					
Долинная россыпь р. Ирелях					
а) русловая залежь (1957 г.)	76,0	14,7	8,3	—	—
б) залежь террасовая I	63,1	27,5	9,4	—	0,3
Россыпь Горная	66,0	26,0	8,0	—	0,3
Долинная россыпь р. Мал. Ботуобия					
а) русловая залежь	67,0	26,0	7,0	—	2,8
б) залежь I террасы:					
уч. Заря	60,5	27,6	11,4	0,5	1,9
уч. Победа	66,2	27,1	6,7	0,5	1,6
уч. Искра	65,2	26,4	7,0	1,4	—

Рассмотренные древние и кайнозойские россыпи Мало-Ботуобинского района по кристалломорфологическим особенностям алмазов существенно не различаются, что может свидетельствовать об общности их первоисточников (табл. 2.105). Для типизации наиболее информативна форма (габитус) кристаллов, по которой видно большое сходство алмазов всех россыпей с алмазами высокоалмазоносных кимберлитовых трубок Мир, Интернациональная, им. XXIII съезда КПСС, Дачная, которые с учетом палеогеографических обстановок и являлись главными источниками питания россыпей района.

### Средне-Мархинский рудно-россыпной район

Средне-Мархинский россыпной район открыт одним из первых на Сибирской платформе. Первые алмазы в русловом аллювии р. Марха в районе Энердекской излучины подняты геологами-первопроходцами Амакинской экспедиции еще в 1950 г. (В.Б. Белов, В.Д. Скульский). К рудно-россыпным объектам он стал относиться с 1994–1996 гг., когда в его пределах в бассейне р. Накын были обнаружены высокоалмазоносные погребенные кимберлитовые трубки Ботуобинская и Нюрбинская (Ботуобинская экспедиция АК “АЛРОСА” – А.В. Акинин, И.И. Божевольный, В.С. Боланев, В.Л. Вотчинников, Г.Г. Гоглов, С.И. Решетилов) Накынского рудного поля, сопровождаемые промышленными россыпями раннеюрского возраста. Промышленное освоение района начато в 2003 г. с эксплуатацией кимберлитовой тр. Нюрбинская и одноименной раннеюрской россыпи, локализованной в надтрубочном и околотрубочном пространстве (АК “АЛРОСА”, Нюрбинский ГОК С.Г. Алябьев, Д.П. Кириллин, В.И. Банзерук).

Весьма условные границы россыпной алмазоносности района определены путем оконтуривания высококонтрастных дальнепривносных ореолов кимберлитовых минералов алмаз-пироп-пикроильменитовой ассоциации, локализованных в плиоцен-четвертичных и четвертичных отложениях. По кристалломорфологическим особенностям алмазов эти ореолы близки к ассоциации далдыно-алакитского (преимущественно далдынского) типа. Границы Накынского рудно-россыпного поля в раннеюрских коллекторах на междуречье Ханья–Накын пока также носят предполагаемый (прогнозируемый) характер. Более надежно определены границы Верхнедяхтарского рудно-россыпного куста, вмещающего среднепалеозойские коренные и мезозойские россыпные месторождения с уникальной алмаз-хромшпинель-пироповой ассоциацией кимберлитовых минералов (рис. 2.62).

Геолого-структурные и морфоструктурные особенности Средне-Мархинского района предопределены его расположением в зоне сочленения Анабарской антеклизы с Патомско-Вилюйским авлакогеном среднепалеозойского заложения, на базе которого в верхнем палеозое–мезозое сформировалась Вилюйская синеклиза. По геолого-геофизическим данным фундамент платформы в бассейне среднего течения р. Марха представлен Тунгским блоком кристаллических пород раннеархейской кратонизации. На междуречье Ханья–Накын в пределах Накынского кимберлитового поля глубина залегания фундамента составляет 3,5–4,0 км. В составе осадочного чехла выделяются венд-нижнепалеозойский (V–S<sub>1</sub>), среднепалеозойский (D<sub>2-3</sub>) и мезозойский (J<sub>1</sub>–J<sub>3</sub>) структурные ярусы, разделенные угловыми и стратиграфическими несогласиями.

Венд-нижнепалеозойский структурный ярус включает терригенно-карбонатные и карбонатные породы венда, кембрия, ордовика и нижнего силура мощностью до 4–5 км. Карбонатно-терригенные и карбонатные отложения венда мощностью до 300 м залегают с угловым несогласием на размытой неровной поверхности фундамента и часто формируют грабенообразные структуры в основании оса-

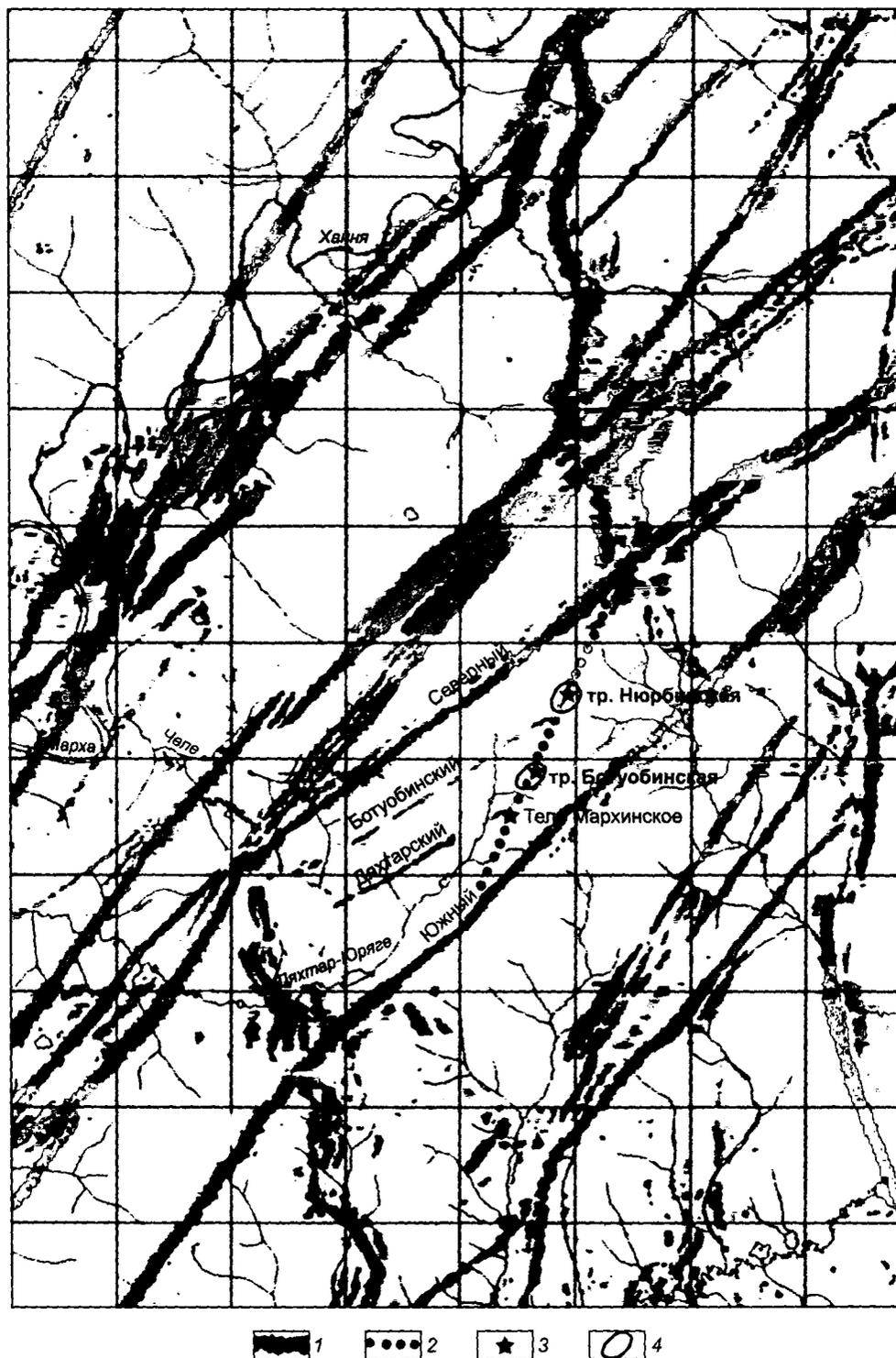


Рис. 2.62. Тектоническая позиция Верхне-Дзхтарского рудно-россыпного куста Накынского поля (по данным аэромагнитной съемки м-ба 1:10 000 Ботубинской ГРЭ).  
 1 – раздвиги, залеченные среднепалеозойскими дайками долеритов; 2 – рудовмещающий разлом Диагональный; 3 – среднепалеозойские кимберлитные тела; 4 – мезозойские россыпи алмазов.

дочного чехла. По фаціальным особенностям ниже-среднекембрийские отложения юго-западной части района относятся к Непско-Ботуобинской солеродной, а северо-восточной – к Юдомо-Оленекской структурно-фаціальным областям, разделенным на левобережье р. Марха Анабаро-Синской рифогенной областью. Последняя контрастно выражена в виде ленско-амгинского барьерного рифа шириной 6–10 км, проходящего от устья р. Ханья на юго-восток в долину р. Конончан. Известные кимберлитовые трубки Накынского поля отстоят от нее на 5–7 км к северо-востоку. Породы венд-нижнепалеозойского яруса формируют погребенный юго-восточный склон Анабарской антеклизы и являются рудовмещающими по отношению к среднепалеозойским кимберлитам.

Среднепалеозойский структурный ярус представлен в районе вулканогенно-осадочными, вулканогенными, субвулканическими и интрузивными образованиями. В современном срезе стратифицированные образования яруса установлены только в районе Энердекской излучины р. Марха, где закартированы вулканогенно-осадочные породы харьяюрхской свиты с фауной живетского яруса среднего девона мощностью 45 м и покров базальтов аппаинской свиты верхнего девона мощностью около 100 м. Породы среднего–верхнего девона участвуют здесь в строении северо-западного борта Ыгыатгинской впадины – составной структуры Патомско-Виллюйского авлакогена. По сейсморазведочным данным граница авлакогена с Анабарской антеклизой на междуречье Марха–Тюнг сопровождается разломами с амплитудами смещений до 400–600 м. Эта граница является юго-восточной границей Средне-Мархинского кимберлитового района. Интрузивные и субвулканические образования среднепалеозойского тектономагматического цикла представлены породами трапповой и кимберлитовой формаций Виллюйско-Мархинской магмоподводящей зоны межрегиональной проявленности шириной в районе до 75 км. В пределах Накынского кимберлитового поля в пространстве и времени оказались совмещенными тела долеритов, щелочных базитов, кимберлитов и эксплозивных карбонатно-трапповых брекчий. На основании геологических наблюдений предполагается следующая последовательность становления среднепалеозойских магматитов: долериты (дайки, силлы)–кимберлиты (трубки взрыва, дайки)–щелочные базиты (дайки, штоки)–эксплозивные (эруптивные) трапповые брекчии (тела неясной морфологии, производные от невыходящих на поверхность секущих интрузий основного и субщелочного состава).

Мезозойский структурный ярус включает алмазоносные ниже-верхнеюрские отложения, залегающие с угловым несогласием на глубокоэродированной поверхности пород среднепалеозойского и венд-нижнепалеозойского структурных ярусов. Почти повсеместно они залегают непосредственно на нижнепалеозойском кимберлитовмещающем цоколе, что определяет их высокую информативность при поисках погребенных кимберлитов. Мезозойская алмазоносная формация в районе представлена дельвиальными и карстово-дельвиальными образованиями джатарской толщи ( $T_3-J_1dh$ ), континентальными отложениями укугутской свиты ( $J_1uk$ ), морскими и дельтовыми осадками тюнгской ( $J_1tn$ ), сунтарской ( $J_1sn$ ), якутской ( $J_2jak$ ) свит и нерасчлененными отложениями верхней юры. Они участвуют в строении окраинного северо-западного борта Виллюйской синеклизы. Мощность формации возрастает в юго-восточном направлении от 60–150 м на междуречье Ханья–Накын до 240 м в верховьях р. Конончан и до 500 м в среднем течении последней. Строение мезозойского яруса отличается простотой. В региональном плане наблюдается погружение поверхностей разделов всех разновозрастных толщ в юго-восточном и восточном направлениях при горизонтальном залегании пород. Перекос границ связан с конседиментационным развитием Виллюйской синеклизы, интенсивное прогибание которой началось только со среднеюрского времени.

Северо-западный борт синеклизы осложнен серией эрозионных, эрозионно-карстовых и эрозионно-тектонических депрессий, разделенных положительными морфоструктурами. В районе Накынского кимберлитового поля на междуречье Ханья–Накын в погребенном рельефе и в изомощностях укугутской свиты контрастно выражена Уолбинская палеодепрессия юго-восточной ориентировки общей протяженностью около 60 км при ширине 10–15 км. Абсолютные отметки нижнепалеозойского цоколя депрессии снижаются с северо-запада на юго-восток от 220 м в приустьевой части р. Ханья до 80 м в долине р. Накын. Известные кимберлитовые трубки находятся на северо-восточном склоне депрессии, осложненном эрозионно-карстовыми формами палеорельефа.

Коренные месторождения алмазов (источники питания мезозойских россыпей) Средне-Мархинского района локализованы в среднепалеозойских кимберлитах Накынского комплекса ( $iD_{2-3}nk$ ), проявленных в виде высокопродуктивных трубок Нюрбинская и Ботуобинская. Алмазоносны также кимберлитовая дайка Мархинская и дайки, сопряженные с трубками. Участок выявленных на сегодня кимберлитовых тел в структуре фундамента расположен в юго-западной части Тюнгского кратона. В структурном плане венд-нижнепалеозойского яруса он приурочен к юго-восточному склону Анабарской антеклизы. В тектономагматической структуре среднепалеозойского яруса участок кимберлитовых трубок расположен на северо-западном плече Патомско-Вилуйского авлакогена, в 60–70 км от современных выходов среднепалеозойских пород Ыгыаттинской впадины. Подобную равноудаленную (60–75 км) позицию от границ авлакогена занимают трубки Мирнинского кимберлитового поля Мало-Ботуобинского района.

Известные кимберлитовые тела Накынского поля локализованы в пределах тектономагматического блока, ограниченного базитовой рамой из разноориентированных разломов (раздвигов) Вилуйско-Мархинской и Средне-Мархинской тектонических зон, залеченных дайками долеритов среднепалеозойского возраста.

Блок вытянут в северо-восточном направлении. Его протяженность составляет 34 км при ширине 9 км. С севера и юга он ограничен соответственно Северным и Южным разломами. Внутри базитовой рамы выделяются Дяхтарский и Ботуобинский разломы, залеченные маломощными кулисообразно расположенными дайками долеритов, не выходящих на поверхность нижнепалеозойского цоколя. В разрезе коренных пород им отвечают зоны повышенной трещиноватости, раздробленности и закарстованности карбонатных пород. По данным ГИС Дяхтарский и Ботуобинский разломы в породах нижнего ордовика сопровождаются прерывистыми узкими грабенами с амплитудами смещений от 10–20 до 30 м. Наиболее контрастно они выражены вдоль Ботуобинского разлома.

Рудовмещающей структурой на участке месторождений служит зона Диагонального разлома, который осложняет более мощный Южный разлом. Ось разлома, совпадающая с вытянутыми осями всех кимберлитовых тел, имеет азимут простирания 25–30°. В породах нижнего ордовика разлом сопровождается зоной повышенной проявленности тектонических брекчий, микросбросов, рассланцевания, сдвиговых деформаций, пиритизации, флюидизации и тектонических швов, возникших в условиях сжатия без значимых вертикальных смещений. Пространственно с ней совпадают интенсивные проявления древнего карста.

В плане выявленные кимберлитовые тела образуют Верхнедяхтарский куст с классическим линейно-цепочечным их расположением. Расстояние между трубками Нюрбинская и Ботуобинская и дайкой Мархинская составляет соответственно 2,7 и 1,7 км. Между этими телами Диагональный разлом залечен жилами и дайками порфировых кимберлитов. Все коренные источники алмазов перекрыты юрскими отложениями мощностью 60–80 м.

Трубка Нюрбинская – крупных размеров, имеет овально-вытянутую форму с простиранием длинной оси по азимуту 12–15°. В палеорельефе ей отвечает локальная возвышенность, в пределах которой мощность перекрывающей укугутской свиты сокращается с 12–15 до 1,5 м. Трубка почти полностью сложена автолитовыми кимберлитовыми брекчиями второй фазы внедрения. Порфиновые кимберлиты первой фазы вскрыты только одной скважиной на глубине 718–946 м. Кроме того, они слагают сопряженные с трубкой маломощные (0,5–2,0 м) дайки на южном и северном флангах диатремы, а также многочисленные обломки в составе автолитовой брекчии. На глубине 280–320 м трубка прорвана дайкой(?) щелочных базитов мощностью 40–80 м с образованием маломощных зон скарированных кимберлитов. По содержанию минералов тяжелой фракции кимберлиты трубки характеризуются аномально низкими весовыми значениями как всей тяжелой фракции (2,66 кг/т), так и минералов-спутников: пиропы – 0,16 кг/т, хромшпинелиды – 0,05 кг/т. Резко повышенные их концентрации наблюдаются только в коре выветривания кимберлитов. Содержание пиропов алмазной ассоциации колеблется от 1,2 до 6,3 %, хромшпинелидов – от 15 до 23 %. Низкие значения (1,2 %) пиропов алмазной ассоциации не коррелируются с высокой алмазонасностью пород.

Трубка Ботуобинская также крупных размеров, имеет своеобразную дайкоподобную булавообразную форму с раздувом на северо-восточном фланге. Длинная ось трубки ориентирована по азимуту 25–30°. На северо-восточном фланге с ней сопряжена дайка кимберлитов того же простирания. Трубка выполнена порфировыми кимберлитами, автолитовыми брекчиями и кимберлитовыми туфобрекчиями. Последние слагают мультулообразное тело северо-восточного раздува трубки до глубины 230–250 м. Как и для тр. Нюрбинская, все разновидности кимберлитов характеризуются низким выходом тяжелой фракции (1,17–4,09 кг/т) и низкими концентрациями пиропов (0,07–0,39 кг/т) и хромшпинелидов (0,03–0,13 кг/т) при полном отсутствии пикроильменита. Содержание пиропов и хромшпинелидов алмазной ассоциации составляет 1,8–8,9 и 32–44 % соответственно и коррелируется с высокой продуктивностью кимберлитов.

Дайка Мархинская имеет северо-восточное простирание, локализована в зоне Диагонального рудовмещающего разлома. При установленной протяженности около 600 м ее мощность изменяется от 1–2 до 15 м. Кимберлиты дайки алмазонасны и характеризуются хромшпинель-пироповой минералогической ассоциацией.

Для кимберлитовой формации Накынского комплекса характерны следующие отличительные признаки: наличие большого количества ксенолитов альмандинсодержащих пород фундамента, отсутствие неизмененного оливина, высокое содержание флогопита, уникальная хромшпинель-пироповая ассоциация минералов-спутников, аномально высокие содержания хромшпинелидов алмазной ассоциации, интенсивная коррозия обоих минералов в коре выветривания кимберлитов, типоморфизм алмазов по форме кристаллов (октаэдры – 21,8–22,1 %, переходные формы – 12,5–20,4 %, ламинарные ромбододекаэдры – 24,9–25,9 %, округлые алмазы – 0,5–1,0 %), повышенное количество кристаллов IV разновидности, низкий средний вес кристаллов – 1,2–2,6 мг, высокая алмазонасность пород.

Средне-верхнедевонский возраст кимберлитов Накынского поля устанавливается на основании определений их абсолютного возраста и по прямым геологическим данным. Методом рубидий-стронциевой изотопии разными исследователями для кимберлитов тр. Ботуобинская получен позднеордовикский (443 млн лет) и верхнедевонский (364 ± 9 млн лет), а для тр. Нюрбинская – визейский возраст (332 млн лет). Полученные нижний и верхний возрастныe пределы

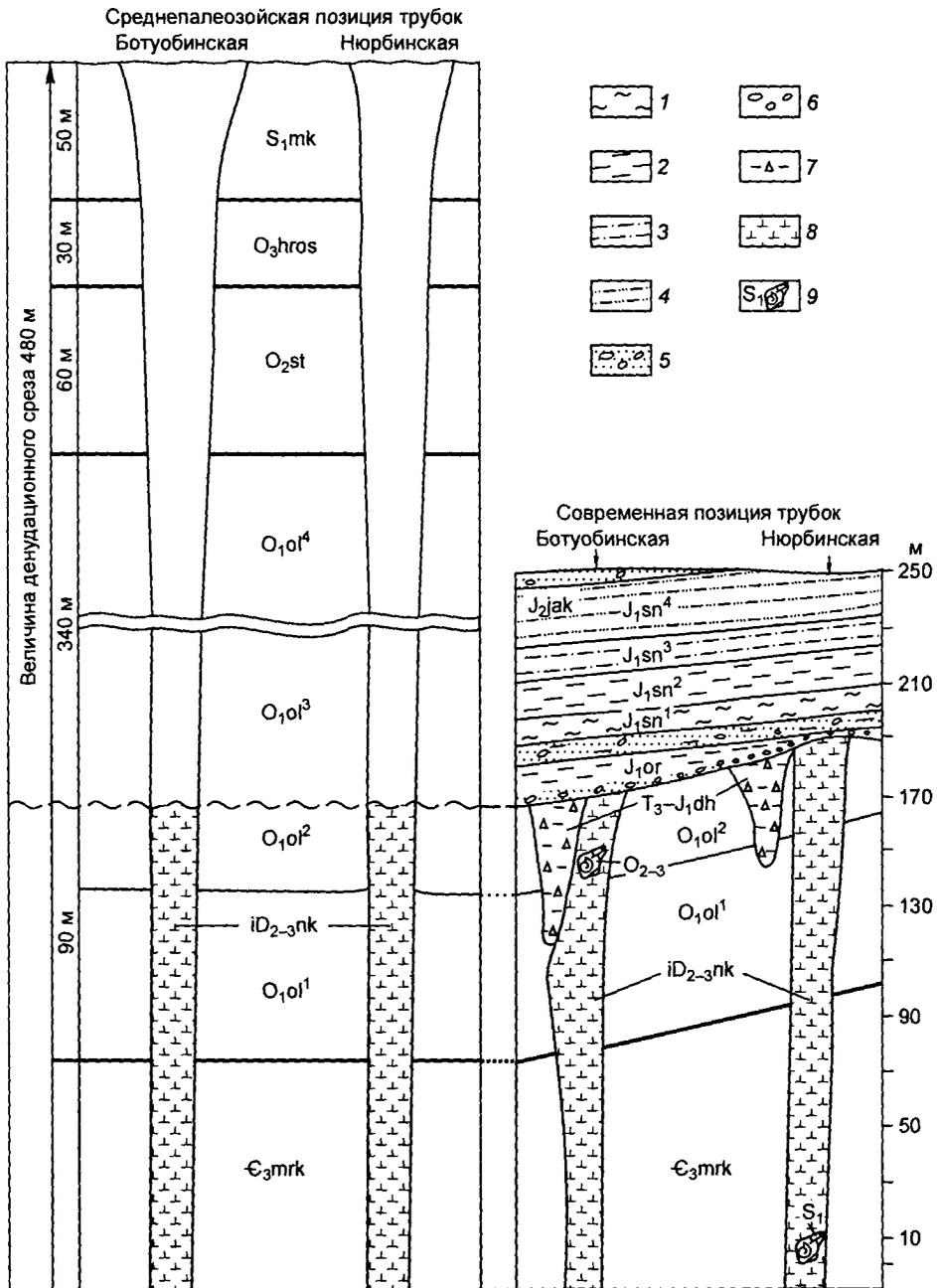


Рис. 2.63. Схема денудационного среза кимберлитовых трубок Нюрбинская и Ботубинская Накынского рудно-россыпного поля:

1 – аргиллиты; 2 – алевролиты; 3 – песчаные алевролиты; 4 – алевропесчаники; 5 – песчаники с галькой; 6 – конгломераты; 7 – щебнистые алевролиты; 8 – датированные ксенолиты, их возраст; 9 – свиты, пачки, их возраст.

не согласуются с геологическими данными. В современном положении трубки прорывают породы нижнего ордовика и с размывом перекрываются юрскими отложениями. В тр. Ботуобинская обнаружены ксенолиты с фауной среднего–верхнего ордовика, в тр. Нюрбинская – ксенолиты с фауной лландоверийского яруса нижнего силура и ксенолитов среднепалеозойских долеритов. Сведения о находках в последней ксенолитов с конодонтами живецкого–франского ярусов [Шаталов и др., 1999] нельзя считать достоверными, так как в этом образце позднее были обнаружены брахиоподы нижнего силура. В свою очередь, кимберлиты тр. Нюрбинская прорваны дайкой долеритов, которые по петрофизическим особенностям и фактору  $Q$ , равному 0,2, резко отличаются от долеритов пермотриаса и рассматриваются как субщелочные и щелочные дериваты среднепалеозойских интрузий вилюйско-мархинского комплекса ( $v\beta D_{2-3}vm$ ).

Общий денудационный срез кимберлитов Верхнедяхтарского куста трубок реконструируется нами в следующих объемах: олдондинская свита нижнего ордовика – 340 м, станская свита среднего ордовика – 60 м, верхнего ордовика – 30 м, меикская свита нижнего силура – 50 м, что в сумме составляет 480 м (рис. 2.63). Продуктивность перекрывающих раннеюрских отложений прямо связана только с величиной мезозойского среза трубок Нюрбинская и Ботуобинская, которая по палеогеологическим реконструкциям определяется в 30–40 м.

К россыпемещающим формациям в районе относятся мезозойские и кайнозойские отложения. При широком вертикальном распространении МСА в разрезах нижней, средней и верхней юры по результатам опробования к продуктивным формациям относятся только континентальные отложения дяхтарской толщи и укугутской свиты. К потенциально продуктивной категории принадлежат прибрежно-морские отложения тюнговской свиты (рис. 2.64).

В дяхтарское время (*рэт–начало раннего плинсбахы*) в районе Накынского кимберлитового поля сформировалась карстовая алмазонасная формация мощностью до 65 м, вмещающая новый для Сибирской алмазонасной провинции промышленный тип россыпей. Ее образованию, как и на всей Сибирской платформе, предшествовала позднетриасовая эпоха корообразования, которая являлась и эпохой интенсивного развития карста, сыгравшего большую роль в становлении и сохранении мезозойских россыпей алмазов.

В позднем триасе на междуречье Дяхтар–Дюлюнг в пределах разломов, залеченных дайками долеритов Вилюйско-Мархинской и Средне-Мархинской зон, в области развития сильно раздробленных карбонатных пород нижнего ордовика в полосе шириной 5–6 км и протяженностью 20–25 км образовалась масса карстовых и эрозионно-карстовых депрессий. Наибольшее количество карстовых и эрозионно-карстовых форм рельефа отмечается в верховьях рек Дяхтар и Дюлюнг в районе известных кимберлитовых трубок Ботуобинская и Нюрбинская, где они, как и трубки, контролируются Южным, Северным, Ботуобинским, Дяхтарским и Диагональным разломами (цветная вкладка). Примыкающие к кимберлитовым трубкам эрозионно-карстовые депрессии вмещают россыпи алмазов. Карстовые и эрозионно-карстовые депрессии имеют изометричную, чаще вытянутую форму северо-восточной и северо-западной ориентировки, согласующейся с направлениями разломов Вилюйско-Мархинской и Средне-Мархинской зон. Глубина депрессий варьирует от 30–40 до 50–65 м. Борты депрессий, как правило, имеют крутые склоны. Выявленные карстовые палеодепрессии принадлежат в основном к открытому типу. На северо-восточном фланге тр. Ботуобинская отдельными скважинами вскрывается подземный карст. Отложения дяхтарской толщи, заполняющие эрозионно-карстовые депрессии, представлены исключительно продуктами перемыва и переотложения средне-позднетриасовой коры выветривания, развитой на

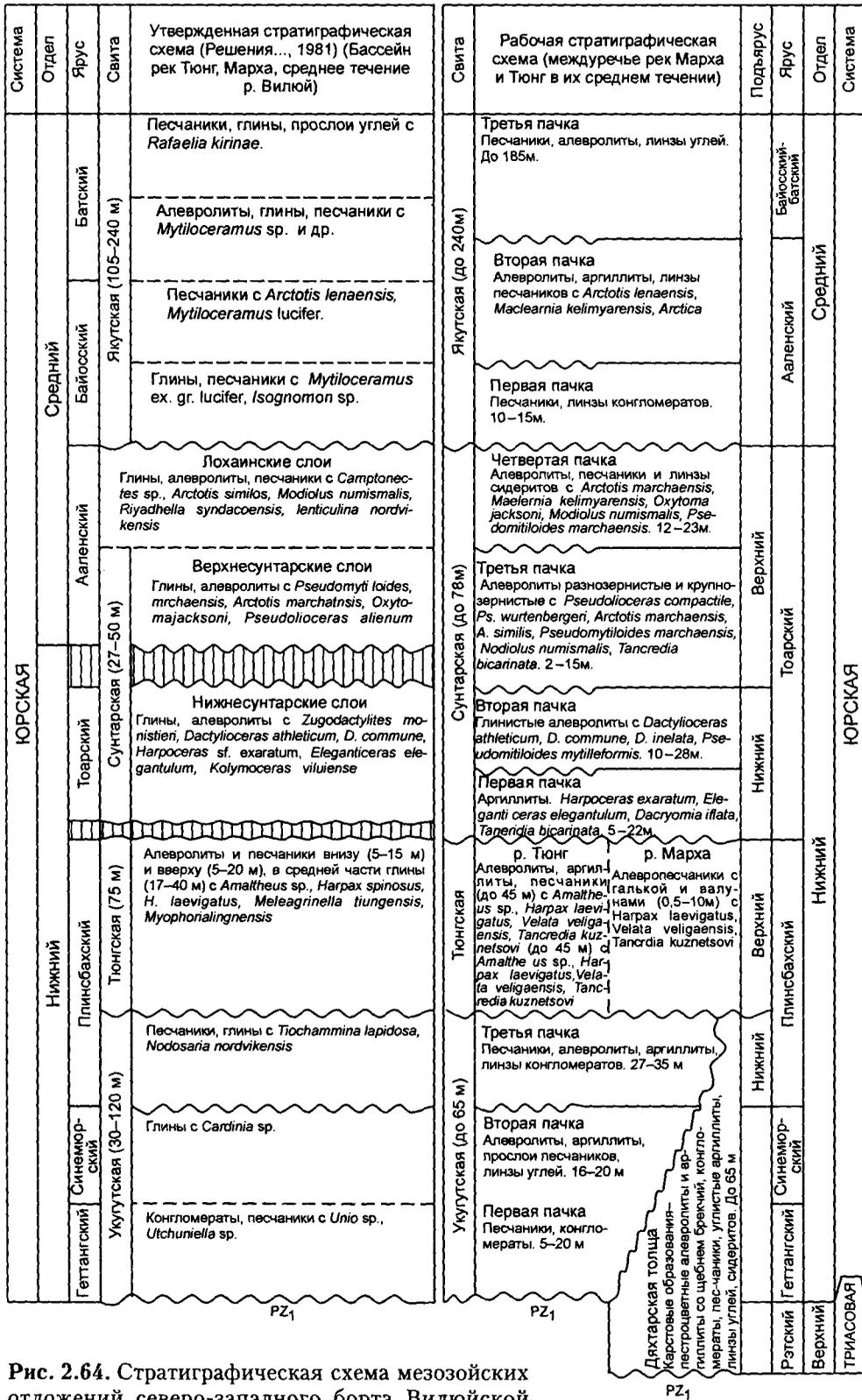


Рис. 2.64. Стратиграфическая схема мезозойских отложений северо-западного борта Вилюйской синеклизы.

породах нижнего ордовика, интрузиях траппов и на кимберлитах. Состав отложенный довольно пестрый и носит “мусорный” облик. Среди них выделяются следующие литогенетические типы [Шаталов и др., 2002а, б]:

- 1) провальные и обвально-оползневые глыбовые брекчии;
- 2) коллювиальные щебеночные и среднеобломочные брекчии;
- 3) делювиальные разнообломочные вторичные кимберлитовые брекчии;
- 4) обломочно-глинистые отложения делювиальных и делювиально-пролювиальных шлейфов – щебенчатые алевролиты и аргиллиты пестрой окраски;
- 5) отложения грязекаменных селевых потоков – пестроцветные глинистые алевролиты со щебнем и галькой, разнообломочные брекчии с обособлениями песчано-галечного материала;
- 6) аллювиальные отложения карстовых рек – железистые конгломераты, гравелиты, косослоистые песчаники;
- 7) пролювиально-озерные отложения – пестроцветные редкощелочистые алевролиты и аргиллиты с линзами глинистых гравелитов, с включениями обугленной растительности, бобовин и оолитов гетита, магнетита, лимонита;
- 8) озерные и озерно-болотные отложения – углистые аргиллиты, отбеленные аргиллиты, линзы угля.

В пределах разведанных россыпей Ботуобинская и Нюрбинская алмазоносен весь объем дяхтарской толщи, вмещающей здесь нижнюю залежь россыпей. В строении залежи при общем сходстве наблюдаются и существенные черты своеобразия.

В пределах россыпи Ботуобинская продуктивные отложения дяхтарской толщи выполняют здесь, на юго-западном фланге тр. Ботуобинская, приконтактную карстовую воронку размером 150×70–100 м и глубиной 57 м.

В составе алмазоносных пород толщи выделяются три литогенетические группы (снизу вверх).

1. Карстовые провальные-оползневые брекчии с гнездами гравийно-песчано-го материала. В разрезах преобладают крупноглыбовые образования, в которых содержание псаммитового материала не превышает 20–30 %. Обломки и глыбы имеют размеры от 2–5 до 1,5 м. В обрушенных и сползших глыбах терригенно-карбонатных пород тонкая горизонтальная слоистость ориентирована под углом 50–80° к горизонту. В непрочном алеврито-глинистом цементе присутствуют примесь песчаных зерен и включения редкого гравия кремней. Гравийно-песчаный материал выполняет пустоты выщелачивания и трещины в обломках, реже образует межобломочные гнезда мощностью до 0,5 м. Состав разнозернистого песка кремнисто-кварцевый. Гравий и мелкие гальки хорошей окатанности представлены кремнями и окремнелыми карбонатными породами.

В отдельных гнездах гравийно-песчаного материала обильно представлены визуально видимые продукты размыва кимберлитов: многочисленные зерна пиропов, пакеты флогопита и мелкие (2–6 мм) обломки глубинных ксенолитов кимберлитов типа пироксенитов и гранатовых гнейсов. В скв. 36/16 на дне карстовой воронки кимберлитовый материал локализован под глыбой (0,6 м) доломитов в горизонте гравелитов мощностью 0,5 м. Гравелиты из глинистых окатышей и обломков ксенолитов кимберлита расслаиваются косослоистыми песками и аргиллитами с ленточной слоистостью пролювиально-озерного генезиса. В кровле рассматриваемого горизонта в скв. 32/20 вскрыта линза средне-мелкообломочных брекчий мощностью 4,5 м с содержанием угловатых обломков белесых доломитов и доломитовых алевролитов до 40–60 %. В составе алеврито-глинистого материала с примесью песчаной фракции появляются редкие бобовины гидроксидов железа. Мощность провальное-оползневого обломочно-глыбового горизонта варьирует от 7 до 28 м и, как правило, возрастает к бортам карстовой воронки.

2. Просадочно-оползневой горизонт – пестроцветные щебенчатые глинисто-алевритовые и алеврито-глинистые неслоистые “мусорные” породы со следами сплывов, гравитационного скольжения и пластических деформаций, с многочисленными бобовинами и оолитами гидроксидов железа, с подчиненной ролью линзовидных тел глинистых гравелитов и мелкообломочных брекчий.

Преобладающие в разрезах щебенчатые алевролиты представляют собой сильноглинистые плотные неслоистые породы с кусковатой отдельностью серой, кирпично- и вишнево-красной, желтой, розовой и ярко-зеленой окраски. Основная масса представлена переотложенными глинисто-алевритовыми продуктами выщелачивания терригенно-карбонатных пород с постоянной примесью глинистого вещества с редкими включениями чешуек флогопита. Содержание щебнистых обломков белесых окремнелых и маршаллитизированных пород размером 2–5 см составляет 10–30 %. В количестве до 5–15 % отмечаются оолиты и бобовины гидроксидов железа размером от 1–2 до 15 мм. В верхней части продуктивной залежи в 5 и 14 м ниже кровли в центральной части воронки залегают два линзовидных пласта так называемых вторичных кимберлитовых брекчий мощностью по 3,5–4,0 м.

Это разнообломочные брекчии вишнево-красной и лиловой окраски, содержащие до 10–12 % щебнистых обломков мучнисто-белых маршаллитизированных пород размером 1–4 см. Иногда встречаются крупные (до 30 см) обломки доломитовых алевролитов. Основная масса породы имеет мелкообломочную текстуру. В шлифах она выглядит как “мусорная” гравелитоподобная порода, в которой содержание мелких (0,3–4 мм) овализованных обломков глинистого вещества нонtronитового состава, хлоритизированного серпентина и флогопита достигает 70 %. Обломочки глинизированного кимберлита имеют вид окатышей. Много вишнево-красных бобовин гидроксидов железа и белесых оолитов, высвобожденных при выщелачивании оолитовых известняков и доломитов. Горизонт щебенчатых глинисто-алевритовых пород в отдельных пересечениях составляет основную массу залежи. Мощность его колеблется в диапазоне 15–47 м.

3. Озерные и пролювиально-озерные осадки в просадочно-оползневом залежании. В центральной части воронки в средней части продуктивной залежи залегают крупная прогнутая линза пестроцветных аргиллитов и алевролитов с обилием обугленных растительных остатков. Мощность линз до 13–17 м при протяженности 40–60 м и ширине 40 м. Озерные фации представлены просевшими глинистыми алевролитами и алевритистыми аргиллитами темно-серой, розовой, лиловой, бурой, коричневой и зеленой окраски с признаками горизонтальной слойчатости и постоянной примесью песчаного материала, глинистых окатышей и осыпного мелкого щебня выветрелых карбонатных пород (“мусорные породы”). Характерно наличие большого количества лигнитизированных древесных остатков, мелкой крошки обугленной растительности и двух тонких (3–5 см) линзочек бурых углей. Отчетливая тонкая слоистость в углистых аргиллитах ориентирована под углом 40–60° к горизонту (просадочно-оползневое залегание). Границы слоев расплывчатые, с обилием поверхностей скольжения. Постоянны включения бобовин гидроксидов железа. В алевролитах примесь песчаного материала не превышает 10 %. Последний образует также небольшие гнездовые обособления с включениями глинистых окатышей и чешуек флогопита. В верхней половине разреза отмечаются две линзы глинистых гравелитов мощностью по 1,0–1,5 м (фации проточных озер), в которых окатанные обломки глинистого состава в количестве до 20 % заключены в песчано-глинистую массу с чешуйками флогопита.

В районе россыпи Нюрбинская продуктивные отложения дяхтарской толщи околотрубочного пространства тр. Нюрбинская выполняют эрозионно-карстовые

полости глубиной до 20–46,6 м и образуют делювиально-пролювиальные шлейфы. В ее составе выделяются делювиальные щебенчатые алевролиты и аргиллиты, вторичные кимберлитовые брекчии, обвально-оползневые брекчии и глинисто-алевролитовые породы с галькой и гравием селевых потоков. Все названные литогенетические типы пород представляют собой переотложенные и повторно литифицированные продукты выветривания пород ордовика, кимберлитов, реже траппов.

Преобладающие в разрезах щебенчатые пестроцветные алевролиты и аргиллиты (переотложенные карбонатные глины) характеризуются кусковатой отдельностью, наличием многочисленных следов сплывов и гравитационного скольжения, включений бобовин лимонита и гидрогетита. Содержание мелкого щебня выщелоченных белесых карбонатных пород варьирует от 1–2 до 20 %. Вблизи трубки они содержат пакеты и чешуйки флогопита.

Вторичные кимберлитовые брекчии зеленой, зелено-серой и буровато-серой окраски установлены в приконтактово-карстовых полостях вблизи трубки и около южной дайки кимберлитов в виде линз и пластов мощностью от 2,6 до 21 м (скв. 8/8, 12/20 и др.). Содержание обломков карбонатных пород размером от 0,5–0,7 м и кимберлитов размером до 0,2–0,5 м изменяются от 20 до 60 %. Заполнителем служит глинисто-алевритовый материал с дресвой кимберлитов. Иногда отмечаются включения галек и гравия карбонатных пород и обилие высвобожденных из руды зерен пиропов.

Брекчии из карбонатных пород обвально-оползневого происхождения светло- и зеленовато-серой окраски залегают в нижней части впадин эрозионно-карстового генезиса и образуют линзы в телах щебенчатых алевролитов. Обломки и глыбы карбонатных и терригенно-карбонатных пород размером от 2–3 см до 2,5 м составляют 40–80 % общей массы. Цементом служит глинисто-алевритовый материал, в составе которого часто отмечается примесь сидерита. В южной части россыпи вблизи дайки траппов распространены крупноглыбовые брекчии из обломков и глыб интенсивно выветрелых (до глин) миндалекаменных микродолеритов (скв. 562/438, 0/28). Мощность горизонтов брекчий варьирует от 0,8 до 8,5 м.

Щебенчатые глинистые алевролиты с включениями галек и гравия селевых потоков распространены ограниченно и приурочены к кровле дяхтарской толщи. Содержание грубообломочного материала в них колеблется от 5–10 до 20–30 % при явном преобладании щебня карбонатных пород. Слоистость в породах отсутствует, отдельность кусковатая. Мощность пород достигает 5–10 м (линия 0).

Легкая фракция пород дяхтарской толщи характеризуется полевошпатово-кварцевым составом. В составе тяжелой фракции шлихов доминируют аутигенные пирит, сидерит, гидроксиды железа и аллотигенный ильменит, количество каждого из которых может достигать 100 %. Суммарное содержание минералов-индикаторов кимберлитов не превышает 20–30 %. В легкой фракции шлихов встречаются зерна хлоритизированного флогопита.

Минералы-индикаторы кимберлитов не несут признаков износа. Пиропы с келифитовой каймой, как и в коре выветривания кимберлитов, отсутствуют. Высок процент зерен пиропов с растворенной поверхностью, большая часть которых представлена осколками. Кимберлитовые минералы приконтактово-карстовых депрессий формируют эталонный образ ореолов ближайшего сноса. Высокие их концентрации свойственны делювиальным, пролювиальным и пролювиально-озерным фациям. Обогащенные струи в одних случаях отмечаются в центральных, в других – в прибортовых частях депрессий.

В железистых конгломератах и гравелитах аллювия карстовых рек гальки и гравий обычно сложены окремнелыми известняками, доломитами и доломитовыми алевролитами. В отдельных разрезах конгломераты содержат до 40 % оолитов и бобовин гидрогетита, другие разрезы – линзы сидерита.

По данным полных минералогических анализов тяжелая фракция галечно-песчаного горизонта недалеко от тр. Ботуобинская характеризуется хромшпинель (1,9 %)–пироп (28,1 %)–ильменитовой (64,1 %) ассоциацией. Остальные минералы: альмандин, гроссуляр, ставролит, дистен, пироксен, циркон и рутил – присутствуют в виде редких знаков. Тяжелая фракция железистых высокомагнитных конгломератов представлена сидеритом (35,5 %), магнетитом (33,2 %), лимонитом (2,4 %), гематитом (0,7 %), лейкоксомом (0,2 %), рутилом (0,1 %), дистеном (0,1 %). Обнаружено одно зерно пироба.

По данным микронзондового анализа в коре выветривания обеих трубок наблюдается относительное увеличение содержания пиропов алмазной ассоциации и уменьшение содержания хромшпинелидов алмазной ассоциации (табл. 2.106) по сравнению с кимберлитами этих трубок. В базальных горизонтах перекрывающих трубки мезозойских отложений на трубках и в непосредственной близости от них содержания пиропов в отдельных пробах достигает 34,4 % веса тяжелой фракции класса –0,5 мм и 72,5 % веса тяжелой фракции класса –1,0+0,5 мм при значительном содержании зерен размером более 1 мм. Содержание хромшпинелидов – до 10,6 % в классе –0,5 мм и до 28,4 % в классе –1,0+0,5 мм. Существенным отличием шлиховых проб из базальных горизонтов мезозоя по сравнению с корой выветривания кимберлитов является значительное уменьшение содержания пироп–альмандинов из ксенолитов пород фундамента.

В депрессиях около трубок Ботуобинская и Нюрбинская многие горизонты характеризуются турмалин–ильменитовой, ильменит–турмалиновой и ильменит–турмалин–пироп–альмандиновой ассоциациями с апатитом (0–32 %), цирконом (до 12 %), эпидотом (0–12,5 %), лейкоксомом (0–12,8 %), рутилом (0–6,1 %) и пиропом (0–7,7 %). В единичных пробах циркон выступает в роли ведущего минерала. Подобные ассоциации не встречаются в перекрывающей толще юрских отложений.

Таблица 2.106

Содержание хромшпинелидов алмажной ассоциации в базальных горизонтах мезозойских отложений

№ линии	№ скв.	Интервал опробования	Возраст отложений	Хромшпинелиды		
				Наличие коррозии	Кол-во знаков	Алмаз. ассоц., %
558	441	78,0–78,1	J <sub>1</sub> uk	Не коррод.	46	32,6
				Коррод.	50	8,0
				Сумма, %	96	19,8
558	437	76,5–78,5	J <sub>1</sub> uk	Не коррод.	20	50,0
				Коррод.	79	21,5
				Сумма, %	99	27,3
558	439	82,8–84,8	T <sub>3</sub> –J <sub>1</sub> dh	Не коррод.	35	57,1
				Коррод.	44	25,0
				Сумма, %	79	39,7
558	439	77,4–78,4	J <sub>1</sub> uk	Не коррод.	29	24,1
				Коррод.	48	18,7
				Сумма, %	77	20,8

Примечание. Данные Ботуобинской экспедиции АК "АЛРОСА".

Максимальные содержания апатита (до 32,0 %) установлены в отложениях с большим количеством обломков кимберлитов. В составе глинистой составляющей пород установлено присутствие каолинита и гидрослюдь. Фиксируются минералы группы монтмориллонита, представленные в основном нонтронитом.

Таким образом, вещественный состав и литологические особенности пород дяхтарской толщи свидетельствуют о том, что они сложены зрелыми продуктами кор выветривания, переотложенными в карстовые депрессии. Литолого-фациальные обстановки осадконакопления в карстовых и эрозионно-карстовых депрессиях неоднократно менялись.

*Продуктивные отложения укугутской свиты* ( $J_1uk$ ) площадного плащеобразного распространения с размывом перекрывают алмазоносные отложения дяхтарской толщи и образования кор выветривания на кимберлитах и породах нижнего ордовика. Свита представлена в основном континентальными осадками прибрежной (приморской) равнины: алевролитами, аргиллитами, песчаниками, гравелитами и конгломератами. Мощность их изменяется от 1,5 до 18 м. Резко сокращенные мощности (1,5–3,5 м) над кимберлитами тр. Нюрбинская – свидетельство возвышенной диспозиции трубки во время формирования отложений свиты. Грубообломочные ее базальные горизонты вмещают верхнюю залежь россыпей, в которой в пределах россыпи Нюрбинская сосредоточены основные запасы алмазов.

*Продуктивный горизонт укугутской свиты россыпи Нюрбинская* неоднороден по своему составу и строению. В теле залежи выделяются следующие литогенетические разновидности пород: брекчиевидные конгломераты и гравелиты делювиально-пролювиального и пролювиального генезиса, гравелитистые алевролиты и алевролиты с редким гравием пролювиального и пролювиально-озерного генезиса. В разрезах они связаны постепенными или резкими литофациальными переходами.

Брекчиевидные конгломераты, развитые в западной и южной частях россыпи, представляют собой плотные породы светло-серой, серой, зеленовато-серой, реже бурой и розоватой окраски с брекчиевидной обломочной текстурой, обусловленной угловатой и угловато-окатанной формой грубообломочного материала, составляющего 40–80 % общей массы породы. Конгломераты мелкогалечные: размеры галек изменяются от 1–2 до 3 см, гальки размером до 5 см встречаются редко. Основная их масса представлена местными породами – окремнелыми, выветрелыми и маршаллитизированными карбонатными породами. Гальки кремней и кварца единичны. Форма галек угловатая, хорошо окатанные обломки встречаются редко. Постоянно присутствуют включения мелкого щебня карбонатных пород. Связующая масса представлена глинисто-алевритовыми продуктами выветривания терригенно-карбонатных пород ордовика с незначительной примесью кварцевого песка и обильной вкрапленностью траппового ильменита. Нередко цементирующая масса заметно сидеритизирована. Сидерит (мелкие оолиты и пылеватые частицы) рассеян в породе и даже при концентрациях до 10–15 % не оказывает существенного влияния на прочностные свойства породы. В конгломератах обычны маломощные линзы алевролитов со щебнем и гравием. Мощность слоев и прослоев конгломератов варьирует от 0,2 до 3,6 м, редко достигает 4,6–4,8 м.

Гравелиты – плотные породы серой, грязно- и зеленовато-серой окраски с включениями мелкой гальки. Содержание грубообломочного материала составляет 30–50 %. Представлен он в основном окремнелыми и выветрелыми карбонатными породами. Количество гравия кремней, кварца, роговиков и кварцитов не превышает 5 %. В экзоконтактах трубки в гравелитах иногда отмечается до 10–20 % глинистых окатышей основной массы кимберлитов. Преобладают обломки угловато-окатанной формы. Цемент представлен в одних разновидностях песчано-

алевритовым, в других – глинисто-алевритовым материалом с обилием траппового ильменита. Вблизи трубки в связующей массе иногда визуальнo обнаруживаются кристаллы алмазов, пиропы и дресва кимберлитов (скв. 24/32, 32/12 и др.). Мощность прослоев и слоев продуктивных гравелитов колеблется от 0,2 до 1,5 см.

Гравелитистые алевролиты – плотные породы серой, темно- и зеленовато-серой окраски с содержанием гравия и мелкой гальки 5–30 %. Породы широко распространены, нередко слагают приплотиковый слой продуктивного пласта. От рассмотренных гравелитов отличаются в основном меньшим процентом грубообломочного материала. Связующая масса представлена несколькими разновидностями пород: глинистыми алевролитами из продуктов выветривания терригенно-карбонатных пород ордовика, глинистыми алевролитами обычного юрского облика с мелким растительным детритом и редко уплотненной дресвой кимберлитов. Во всех разновидностях отмечается рассеянная пиритизация. В дресве кимберлитов обычно много визуальнo видимых пиропов и обломков друзового (трубчатого) кварца. Мощность слоев и линз гравелитистых алевролитов изменяется от 0,2–0,5 до 2,8 м.

Алевролиты с редким гравием – плотные глинистые породы темно-серой окраски с содержанием галечно-гравийного материала 1–5 %. Обычно слагают кровлю продуктивного пласта, иногда образуют линзы и прослои в нижележащих горизонтах. Это типично юрские тонкослоистые породы пролювиально-озерного генезиса. Глинистые алевролиты с гравием часто содержат линзочки песчаного кварцевого материала с включениями гравия окремнелых пород и обильной вкрапленностью траппового ильменита. Наряду со слоистыми разностями отмечаются слои алевритистых аргиллитов с комковатой текстурой фаций застойных водоемов, также содержащих включения гравия. Мощность горизонтов алевролитов с редким гравием варьирует от 0,1–0,3 м в составе других разновидностей пород до 1,9 м в кровле продуктивного пласта.

*В пределах россыпи Ботуобинская* продуктивные породы укугутской свиты представлены гравелитами пролювиального генезиса и галечно-песчаными отложениями конусов выноса рек. Гравелиты, характеризующиеся на диаграммах ГИС аномально низкой радиоактивностью, распространены ограниченно и слагают линзовидные веерные тела. Относительно крупная линза их установлена вдоль южного фланга трубки. Гравелиты обычно имеют светло-серую окраску из-за обилия обломков отбеленных доломитов и маршаллитизированных окремнелых пород, составляющих 90–98 % объема грубообломочного материала, содержание которого варьирует от 50–60 до 80 % общей массы породы. Примесь мелкой (1–3 см) гальки не превышает 10–15 %. Окатанные гальки и гравий привнесенных пород представлены черными и коричневыми кремнями, окремнелыми оолитовыми породами, реже кварцем. Среди них отмечаются единичные гальки окремнелых пород с полированной поверхностью.

Хорошо окатанные обломки редки. Обычно они характеризуются угловатой формой при постоянном присутствии мелкого щебня терригенно-карбонатных пород. Непрочный цемент пород представлен чаще зеленовато-серыми глинисто-алевритовыми продуктами выветривания терригенно-карбонатных пород плотика с примесью (до 10–15 %) привнесенного песчаного материала с трапповым ильменитом. Реже он сложен собственно юрской алеврито-глинистой массой коричневатой окраски с включениями обугленной растительности и гнездовыми скоплениями песчаного материала. На южном обрамлении трубки в цементе пород содержится дресва кимберлитов. Мощность продуктивных гравелитов изменяется от 0,1–0,2 до 1,0–1,4 м. Иногда в составе грубообломочного горизонта вы-

деляются мелкие приплотиковые линзы делювиальных глинисто-щебнистых образований мощностью 0,1–0,4 м, содержащих продукты размыва кимберлитов.

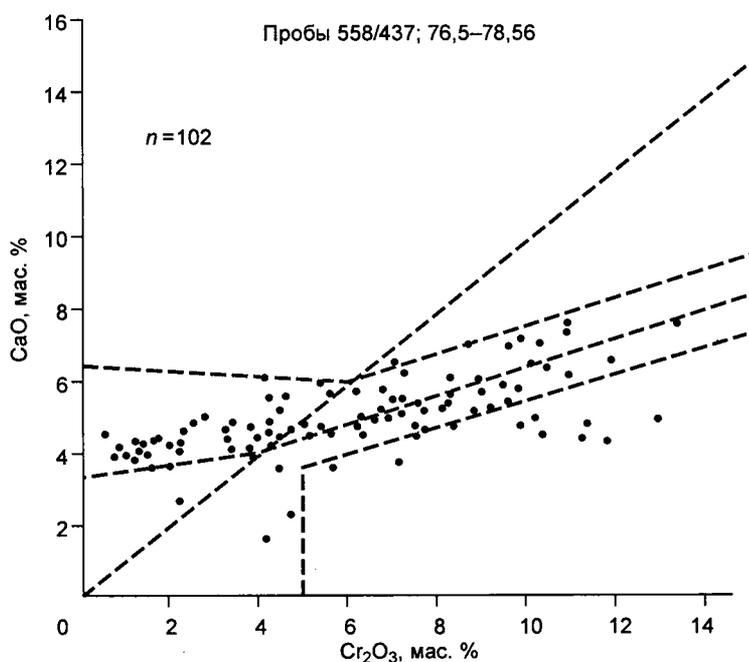
На большей части участка россыпи продуктивный горизонт укугутской свиты сложен слабцементированными песчаниками с примесью галечно-гравийного материала в количестве от 5 до 20 %. Песчаники серые и светло-серые олигомиктово-кварцевого состава с обилием траппового ильменита. Породы разнотекстурные с преобладанием мелкозернистой фракции. Содержание песчаной фракции составляет 40–60 %. Цемент представлен глинисто-алевритовым материалом. Гравий и мелкие гальки, сложенные окремнелыми породами и кремнями, образуют линзовидные скопления либо находятся в рассеянном состоянии. Продуктивные галечно-песчаные отложения вверх по разрезу сменяются неалмазоносными песчаниками. Мощность пласта галечно-песчаного состава изменяется от 0,5 до 2,4 м.

По результатам литологических анализов породы продуктивной залежи укугутской свиты характеризуются олигомиктово-кварцевым составом крупноалевритовой легкой фракции. В составе минералов тяжелой фракции, как и в дяхтарской толще, доминируют аутигенные сидерит и пирит и ильменит из пород трапповой формации. Количество каждого из указанных минералов варьирует от 0 до 110 %. При этом относительное количество ильменита в составе тяжелой фракции заметно увеличивается. Из прочих минералов в составе тяжелой фракции отмечаются эпидот, алмадин, турмалин, дистен, ставролит, пироп, хромшпинель и другие минералы.

Минералы кимберлитового генезиса образуют алмаз-хромшпинель-пироповую ассоциацию с полным отсутствием пикроильменита. Частота встречаемости МСА в пробах высокая. Содержания их весьма неравномерные – от единичных до тысяч зерен на пробу объемом 10 л. Соотношение пиропов и хромшпинелей ~3:1. Размеры зерен пиропов достигают 4 мм при резком преобладании (~95 %) гранулометрического класса –1 мм. Более 90 % зерен пиропов имеют коррозионную поверхность без признаков механического износа. В цветовой гамме доминируют (95 %) пиропы красно-фиолетового цвета. Размеры зерен хромшпинелей не превышают 2 мм, обычно они с очевидными признаками коррозии. Отмечены единичные зерна хромдиоксида. По всем основным параметрам МСА из продуктивного пласта укугутской свиты идентичны таковым из кимберлитов трубок Нюрбинская и Ботуобинская. Содержание пиропов алмазной ассоциации в россыпях несколько выше, чем в коренных объектах (рис. 2.65).

*Потенциально продуктивные отложения тюнгской свиты ( $J_1tn$ )* представлены однообразными алеврито-песчаными породами с включениями галек, валунов и крупных раковин пеллеципод. Грубообломочный гравийно-галечный материал во многих разрезах присутствует также в виде скоплений и линзовидных обособлений мощностью от 0,1 до 0,4 м. Чаше они приурочены к нижним и средним частям разрезов и к их основанию. Нередко встречаются включения конкреций известковых песчаников и обугленной древесины. В основной массе визуально обнаруживается обилие траппового ильменита и пирита. Для большинства разрезов характерно хаотичное разнонаправленное расположение галек и раковин пеллеципод. Мощность разрезов изменяется от 1 до 10 м. В районе известных кимберлитовых тел она составляет 5–7 м.

Вещественный состав пород свиты характеризуется значительным своеобразием. В отличие от подстилающих отложений укугутской свиты и дяхтарской толщи грубообломочный материал тюнгской свиты имеет ярко выраженный полимиктовый состав с большой ролью привнесенного издалека обломочного материала, представленного кремнями, кварцитами, роговиками, кварцем, порфиритами, со-



**Рис. 2.65.** Количество пиропов алмазной ассоциации (по Н.В. Соболеву) россыпи Нюрбинская (данные Ботуобинской экспедиции).

ставляющими в совокупности до 45 % общего объема обломков. Эти разновидности слагают мелкую, часто колотую гальку и гравий. Они имеют угловатую и угловато-окатанную форму. Гальки средних и крупных (5–10 см) размеров, а также мелкие валуны сложены местными терригенно-карбонатными породами и долеритами. Все обломки местных пород хорошо окатаны.

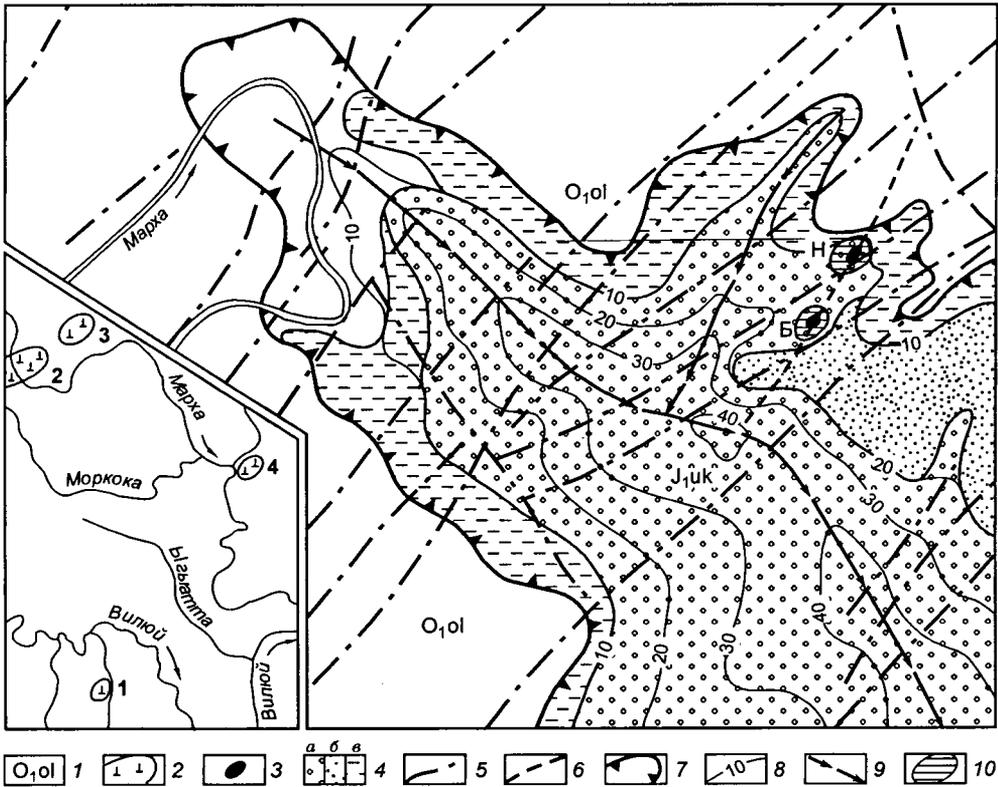
Тяжелая фракция представлена в основном альмандин(2,1–8,9 %)-амфибол(8,7–19,9 %)-эпидот(10,0–22,9 %)-ильменитовой(47,3–62,9 %) ассоциацией с баритом (до 9,8 %), цирконом, турмалином, сфеном и апатитом. В тяжелой фракции шлихов кимберлитовые минералы представлены алмазами, пиропами, хромшпинелидами и пикроильменитами. В большинстве выработок содержания алмазов в отложениях тунгской свиты ниже бортовых значений, и поэтому они не включены в состав древних россыпей.

К настоящему времени в Средне-Мархинском районе открыты, разведаны и оценены мезозойские и кайнозойские россыпи алмазов, сформированные от разных коренных источников.

### Мезозойские промышленные россыпи

В пределах Верхнедяхтарского куста высокоалмазоносных кимберлитовых тел Накынского поля в раннеюрских отложениях выявлен высококонтрастный ореол кимберлитовых минералов площадного ореола 80 км<sup>2</sup>, вмещающий две погребенные промышленные россыпи алмазов: Нюрбинская и Ботуобинская. Россыпи открыты и разведаны (1994–2001 гг.) Ботуобинской экспедицией (В.С. Боланев, А.Н. Егоров, В.И. Шаталов).

В Накынском кимберлитовом поле установлены две промышленные россыпи – Нюрбинская, примыкающая к трубке Нюрбинской и прослеживающая на юг и юго-запад и россыпь Ботуобинская (рис. 2.66), непосредственно в районе одноименной трубки.



**Рис. 2.66.** Морфоструктурная позиция россыпей алмазов на нижнеюрское время: 1 – нижнепалеозойский кимберлитовмещающий цоколь; 2 – среднепалеозойские кимберлитовые поля: 1 – Мирнинское, 2 – Алакит-Мархинское, 3 – Далдынское, 4 – Накынское; 3 – кимберлитовые тела Накынского поля; 4 – литотипы пород базального горизонта укугутской свиты (J,uk): а – конгломераты, гравелиты, б – песчаники (пески), в – алевролиты; 5 – разломы, залеченные дайками долеритов; 6 – рудовмещающий разлом “Диagonalный”; 7 – Уолбинская депрессия; 8 – изопахиты укугутской свиты, м; 9 – тальвеги коротких палеоводотоков (направление сноса); 10 – разведанные россыпи алмазов: Н – Нюрбинская, Б – Ботубинская.

По предложенной классификации россыпь Нюрбинскую следует отнести к уникальным по запасам месторождениям с высоким содержанием алмазов, а россыпь Ботубинскую – к мелким по запасам россыпям с высоким содержанием алмазов.

Продуктивный пласт обеих россыпей представлен нижней (дяхтарская толща) и верхней (укугутская свита) залежами, слагающими единый пласт. В морфологическом отношении нижняя полигенная залежь представляет собой россыпь карстовых полостей, воронок и эрозионно-карстовых депрессий линзовидной и плащевидной формы преимущественно делювиально-пролювиального, пролювиального и пролювиально-озерного генезиса. Верхняя залежь относится к категории россыпей конусов выноса пластовой формы пролювиального и пролювиально-озерного генезиса. Уровень алмазоносности, как дяхтарской, так и укугутской свит существенно повышается по мере приближения к кимберлитовым трубкам. Основные запасы алмазов дяхтарской толщи приурочены к эрозионно-карстовым депрессиям, развитым в зоне контакта кимберлитовых тел с вмещающими кар-

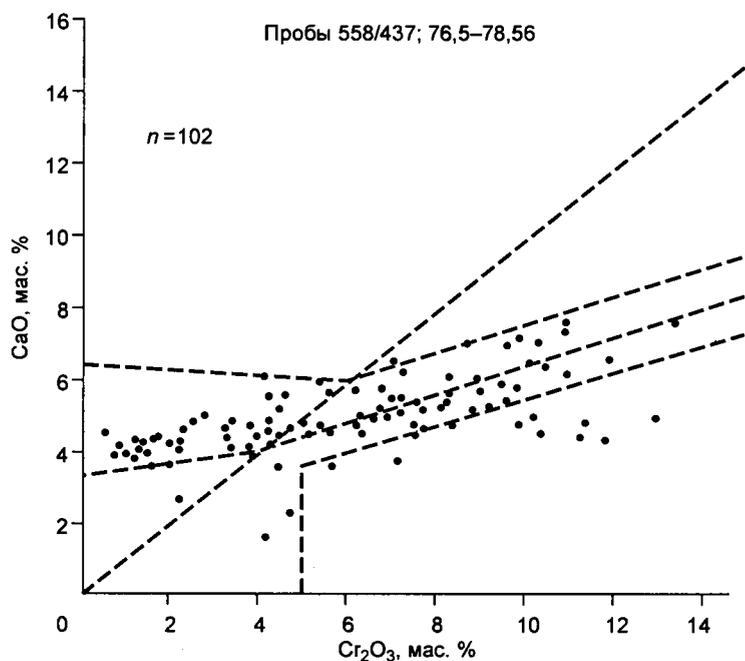


Рис. 2.65. Количество пиропов алмазной ассоциации (по Н.В. Соболеву) россыпи Нюрбинская (данные Ботубинской экспедиции).

ставляющими в совокупности до 45 % общего объема обломков. Эти разновидности слагают мелкую, часто колотую гальку и гравий. Они имеют угловатую и угловато-окатанную форму. Гальки средних и крупных (5–10 см) размеров, а также мелкие валуны сложены местными терригенно-карбонатными породами и долеритами. Все обломки местных пород хорошо окатаны.

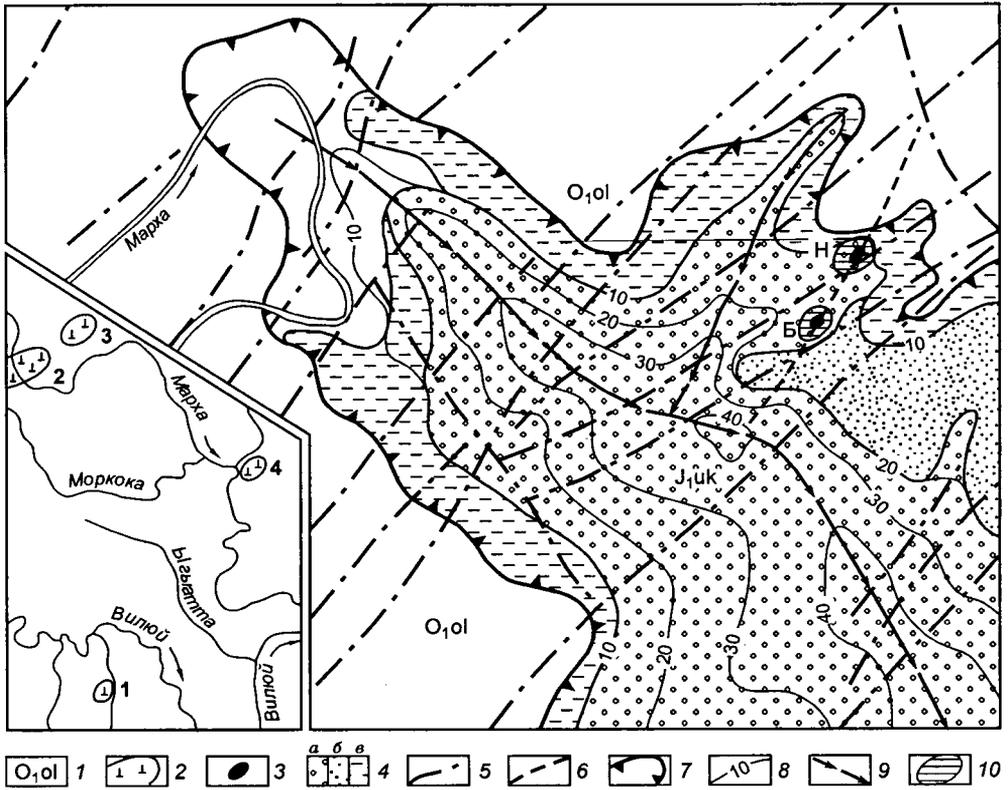
Тяжелая фракция представлена в основном альмандин(2,1–8,9 %)-амфибол(8,7–19,9 %)-эпидот(10,0–22,9 %)-ильменитовой(47,3–62,9 %) ассоциацией с баритом (до 9,8 %), цирконом, турмалином, сфеном и апатитом. В тяжелой фракции шлихов кимберлитовые минералы представлены алмазами, пиропами, хромшпинелидами и пикроильменитами. В большинстве выработок содержания алмазов в отложениях тюнгской свиты ниже бортовых значений, и поэтому они не включены в состав древних россыпей.

К настоящему времени в Средне-Мархинском районе открыты, разведаны и оценены мезозойские и кайнозойские россыпи алмазов, сформированные от разных коренных источников.

### Мезозойские промышленные россыпи

В пределах Верхнедяхтарского куста высокоалмазоносных кимберлитовых тел Накынского поля в раннеюрских отложениях выявлен высококонтрастный ореол кимберлитовых минералов площадного ореола 80 км<sup>2</sup>, вмещающий две погребенные промышленные россыпи алмазов: Нюрбинская и Ботубинская. Россыпи открыты и разведаны (1994–2001 гг.) Ботубинской экспедицией (В.С. Боланев, А.Н. Егоров, В.И. Шаталов).

В Накынском кимберлитовом поле установлены две промышленные россыпи – Нюрбинская, примыкающая к трубке Нюрбинской и прослеживающая на юг и юго-запад и россыпь Ботубинская (рис. 2.66), непосредственно в районе одноименной трубки.



**Рис. 2.66.** Морфоструктурная позиция россыпей алмазов на нижнеюрское время: 1 – нижнепалеозойский кимберлитовмещающий доколь; 2 – среднепалеозойские кимберлитовые поля: 1 – Мирнинское, 2 – Алакит-Мархинское, 3 – Далдынское, 4 – Накынское; 3 – кимберлитовые тела Накынского поля; 4 – литотипы пород базального горизонта укугутской свиты (J<sub>1</sub>uk): а – конгломераты, гравелиты, б – песчаники (пески), в – алевролиты; 5 – разломы, залеченные дайками долеритов; 6 – рудовмещающий разлом “Диагональный”; 7 – Уолбинская депрессия; 8 – изопохиты укугутской свиты, м; 9 – тальвеги коротких палеоводотоков (направление сноса); 10 – разведанные россыпи алмазов: Н – Нюрбинская, Б – Ботубинская.

По предложенной классификации россыпь Нюрбинскую следует отнести к уникальным по запасам месторождениям с высоким содержанием алмазов, а россыпь Ботубинскую – к мелким по запасам россыпям с высоким содержанием алмазов.

Продуктивный пласт обеих россыпей представлен нижней (дяхтарская толща) и верхней (укугутская свита) залежами, слагающими единый пласт. В морфологическом отношении нижняя полигенная залежь представляет собой россыпь карстовых полостей, воронок и эрозионно-карстовых депрессий линзовидной и плащевидной формы преимущественно делювиально-пролювиального, пролювиального и пролювиально-озерного генезиса. Верхняя залежь относится к категории россыпей конусов выноса пластовой формы пролювиального и пролювиально-озерного генезиса. Уровень алмазности, как дяхтарской, так и укугутской свит существенно повышается по мере приближения к кимберлитовым трубкам. Основные запасы алмазов дяхтарской толщи приурочены к эрозионно-карстовым депрессиям, развитым в зоне контакта кимберлитовых тел с вмещающими кар-

бонатными породами. Россыпи Нюрбинская и Ботуобинская являются классическими россыпями ближнего сноса.

### Россыпь Нюрбинская

Россыпь к настоящему времени не оконтурена. Разведан участок, тяготеющий к тр. Нюрбинская. Границы участка россыпной алмазоносности определены по литолого-минералогическим критериям путем оконтуривания ореола алмазов и повышенным содержанием минералов-индикаторов кимберлитов в грубообломочных отложениях укугутской свиты (см. фото 36, 37).

Распределение алмазов в россыпи неравномерное, гнездово-струйчатое. Максимальной продуктивностью характеризуются россыпные коллекторы над трубкой и в ближайшем околотрубочном пространстве (рис. 2.67). Эта тенденция наиболее четко выражена в породах дяхтарской толщи. Для укугутской свиты точки с высокими содержаниями алмазов отмечаются по всей площади россыпи.

Основная особенность распределения алмазов в вертикальном разрезе россыпи, в первую очередь определяется наличием двух разновозрастных алмазоносных залежей и их литологией. Породы укугутской свиты более алмазоносны. Среди проб из укугутской свиты фиксируется относительно пониженное количество проб с нулевыми содержаниями алмазов и повышенное количество проб, где среднее содержание превышает каратный уровень.

В составе верхней укугутской залежи выделяются две основные разновидности алмазоносных пород: мелкогалечные конгломераты на глинисто-алевритовом цементе и гравелитистые алевролиты. Максимальная алмазоносность этих пород превышает десятки карат в тонне породы (табл. 2.107).

Породы нижней, дяхтарской залежи менее алмазоносны, хотя максимальные содержания равнозначны уровню алмазоносности укугутской свиты. Количество проб, не содержащих алмазы, составляет 36,5 %, а с содержанием алмазов свыше 5,0 кар/т – 10,4 %. Среди литологических разновидностей пород дяхтарской свиты каких-либо закономерностей по уровню алмазоносности не отмечается. Уверенно повышенной алмазоносностью выделяются образования дяхтарской свиты, содержащие обломки кимберлитов. Распределение алмазов в плане залежи неравномерное, максимальные концентрации установлены вблизи южного фланга кимберлитового тела, и далее концентрированный шлейф алмазов трассируется в юго-западном направлении от тр. Нюрбинская, т. е. совпадает с направлением переноса материала в дяхтарское время. В вертикальном разрезе дяхтарской залежи прослежено закономерное снижение уровня алмазоносности в нижней части разреза.

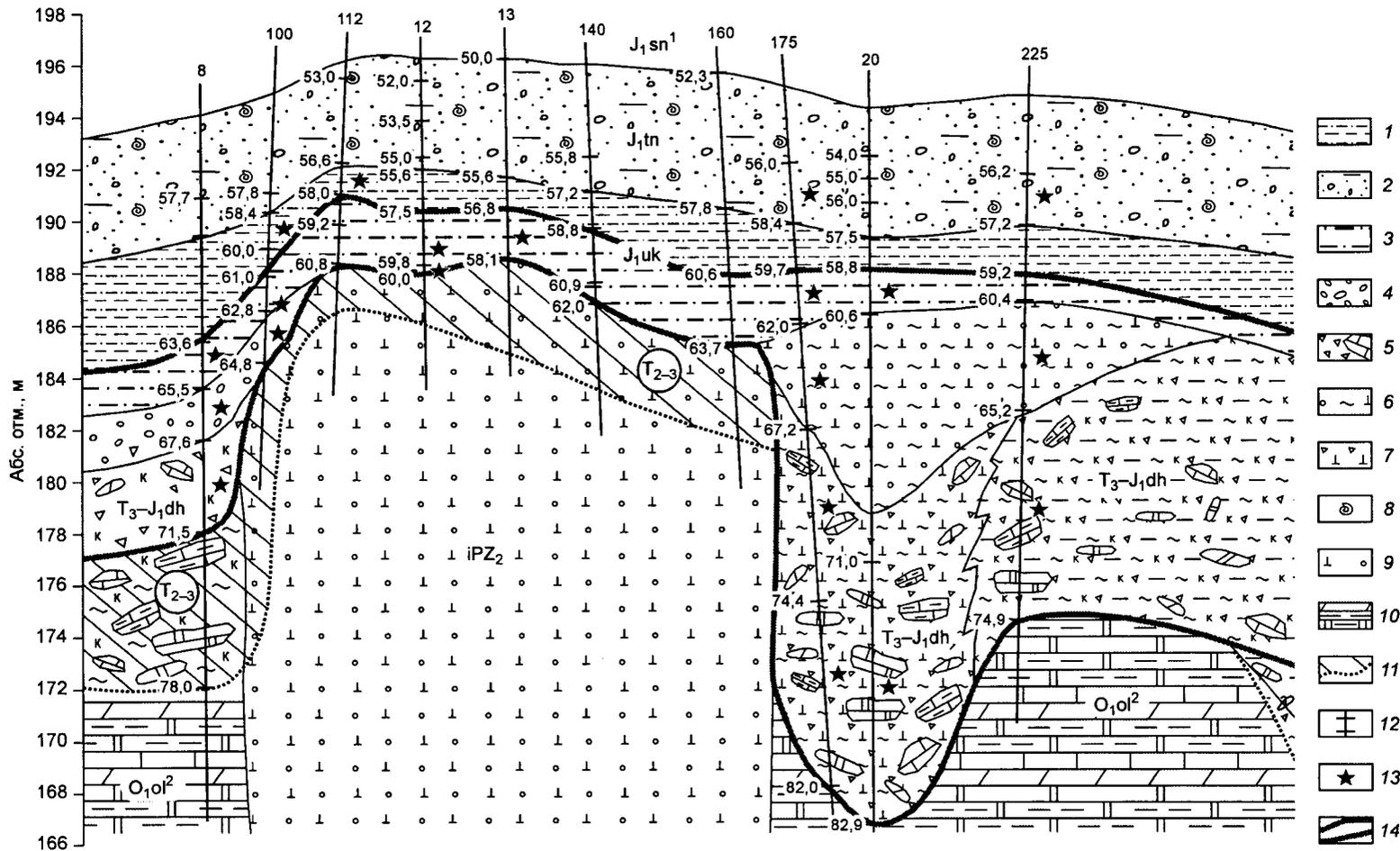
Ситовые характеристики алмазов нижней и верхней залежей практически не отличаются. Не отличаются они и от ситовых характеристик алмазов коренных пород кимберлитовой тр. Нюрбинская. Высокое содержание алмазов при преобладании мелких классов послужило основанием для разведки россыпи скважинами.

Таблица 2.107

**Распределение проб по уровню содержаний  
в литологических разностях укугутской свиты Нюрбинской россыпи**

Наименование литологических разностей	Уровень содержания алмазов, %	
	непромышленный	промышленный
Конгломераты мелкогалечные, 56 проб	30	70
Алевролиты гравелитистые, 150 проб	45	55

Примечание. Данные Ботуобинской экспедиции, АК "АЛРОСА".



**Рис. 2.67.** Россыпь алмазов Нюрбинская: 1 – алевролиты; 2 – тонкозернистые песчаники с галькой; 3 – гравелитистые алевролиты; 4 – брекчиевидные конгломераты; 5 – брекчия; 6 – переотложенная дрюза кимберлитов; 7 – вторичные кимберлитовые брекчии; 8 – находки фауны; 9 – автолитовые кимберлитовые брекчии; 10 – терригенно-карбонатные породы; 11 – кора выветривания; 12 – интервалы отбора керновых проб; 13 – пробы с промышленным содержанием алмазов; 14 – границы продуктивного пласта.

Россыпь Ботуобинская

Россыпь по своему строению сходна с россыпью Нюрбинская, но отличается более низкими параметрами алмазности. Алмазносный пласт слагают базальные отложения укугутской свиты над кимберлитовой трубкой и дяхтарские образования, выполняющие карстовую воронку у юго-западного фланга трубки. Распределение алмазов в разрезе продуктивного пласта весьма неравномерное – гнездово-струйчатое. Повышенное содержание алмазов наблюдается в породах укугутской свиты над кимберлитовым телом. Высокие концентрации алмазов установлены в дяхтарской толще в пределах карстовой воронки (рис. 2.68).

Наиболее алмазными породами продуктивного пласта являются базальные гравелиты укугутской свиты. Содержание алмазов в них достигают десятков карат тонну песка. Песчаники с галькой и гравием, включенные в состав продуктивного пласта укугутской свиты, менее алмазны.

В разрезе дяхтарской толщи алмазны все литологические разновидности пород выполняющие карстовую воронку. Максимальные концентрации алмазов отмечаются в породах, содержащих обломки кимберлитов, и в глинистых гравелитах. В этих породах содержание алмазов достигает десятков карат в одной тонне. В штреке шахты Надежда в зоне экзоконтакта установлена вертикальная карстовая полость, заполненная песчано-древяно-гравийным материалом. Древяно-гравийные зерна представлены преимущественно кимберлитами. Порода содержит высокие концентрации пиропов и ураганские концентрации алмазов.

Повышенными содержаниями алмазов в дяхтарской толще выделяются глинистые гравийники, где по частным пробам содержание алмазов достигает нескольких карат в тонне породы. В основании разреза эрозионно-карстовых депрессий, сложенных щебнисто-глинистыми образованиями провально-оползневой генезиса, содержание алмазов значительно ниже и не превышает одного-двух карат на тонну.

Во всех разновидностях пород в вертикальном разрезе и в плане распределение алмазов весьма неравномерное, чередуются пробы с высоким содержанием и не содержащие алмазов. В плане эрозионно-карстовой депрессии максимальные содержания установлены в ее центральной части и в пределах северо-восточного борта, где алмазные породы залегают над кимберлитами.

Распределение проб по классам содержаний в пределах россыпи Ботуобинская неравноценно (табл. 2.108).

Алмазы из коренных месторождений и связанных с ними россыпей изучались в Ботуобинской экспедиции и ЯНИГП ЦНИГРИ АК “АЛРОСА” (В.И. Банзерук, В.И. Коптиль). Распределение камней по классам крупности в россыпях и их коренных источниках довольно близкое, но уже намечается незначительная

Таблица 2.108

Распределение проб по уровню содержаний алмазов в россыпи тр. Ботуобинская

Свита	Уровень содержания алмазов, %	
	непромышленный	промышленный
Укугутская, 51 скв.	70	30
Дяхтарская, 15 скв.	60	40
В целом по пласту, 51 скв.	60	40

Примечание. Данные Ботуобинской экспедиции АК “АЛРОСА”

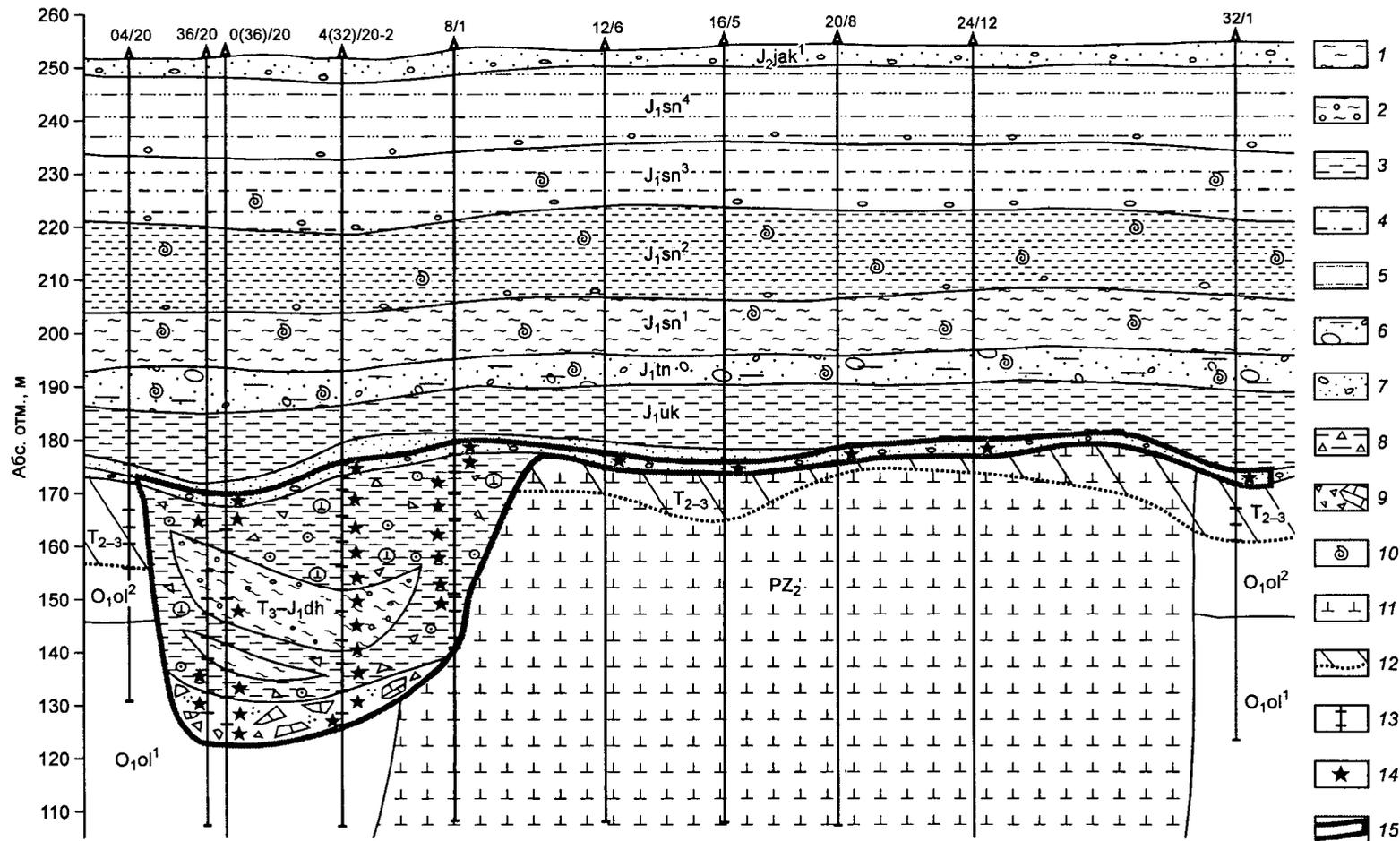


Рис. 2.68. Россыпь алмазов тр. Ботуобинская: 1 – аргиллиты; 2 – гравелитистые аргиллиты; 3 – алевролиты разнозернистые; 4 – алевролиты крупнозернистые; 5 – алевропесчаники; 6 – тонкозернистые песчаники с галькой; 7 – песчаники разнозернистые; 8 – щебенчатые алевролиты; 9 – карстовые брекчии; 10 – находки фауны; 11 – кимберлиты; 12 – кора выветривания; 13 – интервалы отбора керновых проб; 14 – пробы с промышленным содержанием алмазов; 15 – границы продуктивного пласта.

тенденция снижения доли мелких классов. Несмотря на небольшие изменения ситовых характеристик алмазов, россыпи Накынского кимберлитового поля можно использовать как эталонные объекты россыпей ближнего сноса, так как распределение в них алмазов более приближено к коренным источникам, чем в таких россыпях ближнего сноса, как лог Хабардина и россыпь Новинка в Мало-Ботуобинском алмазоносном районе.

Кристалломорфологические особенности алмазов из россыпей полностью соответствуют алмазам коренных источников. Их подавляющее большинство представлено алмазами I разновидности (по Ю.Л. Орлову) при равном соотношении ламинарных кристаллов ряда октаэдр–додекаэдр.

Как и в кимберлитах Накынского поля, в россыпях встречаются экзотические алмазы IV разновидности (алмазы в оболочке), которые в Сибирской алмазоносной провинции в повышенных концентрациях установлены в тр. Айхал и кимберлитах Лучеканского поля. По данным В.И. Банзерука, отмечаются высокие вариации содержаний ламинарных алмазов ряда октаэдр–додекаэдр в зависимости от крупности кристаллов. Характерной особенностью алмазов является высокое содержание кристаллов с признаками природного травления. Они характеризуются низкой степенью трещиноватости и невысоким (23,8–29,0 %) содержанием кристаллов с твердыми включениями. Среди твердых включений резко преобладают эпигенетические графит-сульфидные включения (18,1–20,6 %), реже графитовые (2,5–7,2 %). Общее содержание сингенетических включений более низкое по сравнению с известными месторождениями и не превышает 0,4–0,9 % от общего количества кристаллов. Они преимущественно представлены ультраосновной (оливин + хромит, реже пироп малиновый) и эклогитовой (гранат оранжевый + омфацил) ассоциациями.

#### Кайнозойские потенциально промышленные россыпи

По данным многолетних исследований, в бассейне среднего течения р. Марха установлена алмазоносность плиоцен-нижнечетвертичных отложений Якутской низменности, аллювия пяти надпойменных террас, поймы и русла р. Марха и ее левых притоков. Заложённая в неогене Якутская низменность в плиоцене–нижнем плейстоцене развивалась как аккумулятивная равнина с формированием на обширной площади Марха-Тюнгского междуречья алмазоносных аллювиальных отложений мощностью до 32 м. Алмазы и высокие концентрации их минералов-спутников пироп-пикроильменитовой ассоциации локализованы в русловых фациях плиоцен-нижнечетвертичного аллювия мощностью от 3–4 до 12 м, залегающего на разновозрастных горизонтах юрских отложений. Грубообломочный и кимберлитовый материал привносился из отдаленных районов довольно бурными равнинными реками. По нашим построениям, основная масса алмазов привнесена с Далдынского кимберлитового поля и находится в кайнозойских отложениях в рассеянном состоянии. По результатам валового опробования плиоцен-нижнечетвертичные галечники характеризуются крайне низкими (до 0,005 кар/м<sup>3</sup>) содержаниями алмазов при высокой частоте встречаемости кристаллов на широкой площади левобережья р. Марха, где они являются главным промежуточным коллектором для русловых россыпей современной гидросети.

Отложения высоких (II–V) террас р. Марха характеризуются также очень низкими (0,003–0,006 кар/м<sup>3</sup>) содержаниями алмазов при повсеместной их встречаемости. Почти на порядок выше их концентрации в русловой фации аллювия I надпойменной террасы (0,016 кар/м<sup>3</sup>), но и они не могут представлять поискового интереса.

## Россыпь р. Марха

Впервые алмазы на р. Марха найдены в начале 50-х годов прошлого века (В.Б. Белов). В течение десяти лет россыпь была разведана и подсчитаны запасы алмазов по промышленным категориям (В.Б. Белов, В.Д. Скульский, Амакинская экспедиция). Тогда использовались параметры кондиций, рассчитанные для уральских россыпей. Но уже в 1958 г. в связи с открытием богатых коренных и россыпных месторождений кондиции были повышены до 14 мг, или 0,07 кар/м<sup>3</sup>. Уже по этим невысоким кондициям россыпи р. Марха попали в категорию непромышленных, а разведанные и утвержденные запасы Энердекского дражного полигона переведены в разряд забалансовых.

В те годы (1950–1959 гг.) крупнообъемным опробованием был охвачен отрезок русла р. Марха от пос. Шологонцы в верхнем до пос. Чучукан в нижнем течении. Наиболее низкие концентрации алмазов (0,004 кар/м<sup>3</sup>) установлены на отрезке от пос. Шологонцы до устья р. Моркока, что объясняется почти полным отсутствием здесь промежуточных коллекторов и “проносным” гидродинамическим режимом на крутом склоне траппового плато. На отрезке от устья р. Моркока до устья р. Ханья почти на порядок увеличивается содержание алмазов (0,017 кар/м<sup>3</sup>) и вдвое увеличивается средний вес кристаллов (17 мг). Это обстоятельство связано с размывом галечников плиоцен-нижнечетвертичного возраста, развитых на левом борту долины р. Марха почти на всем отрезке от устья р. Моркока до устья р. Ханья, т. е. уже от устья р. Моркока началась подпитка русловой россыпи р. Марха из древнечетвертичного промежуточного коллектора.

От устья р. Ханья русло р. Марха резко меняет направление и входит в область площадного развития алмазоносных промежуточных коллекторов плиоцен-нижнечетвертичного и четвертичного возраста, за счет размыва и переотложения которых и сформировалась непрерывная, весьма протяженная (до пос. Чучукан) россыпь с неравномерной алмазоносностью и различными средними весами кристаллов, что объясняется помимо гидродинамического фактора и фактора строения плотика выносом различных порций алмазов многочисленными боковыми притоками, дренирующими алмазоносные промежуточные коллекторы. Ни в одном случае пока не выявлена подпитка современных россыпей алмазами и минералами-спутниками от возможных на прирусловом левом склоне р. Марха коренных источников алмазов. На отрезке от устья р. Ханья до устья р. Курунг-Юрях содержание снижается до 0,009 кар/м<sup>3</sup> при среднем весе кристаллов 8,4 мг. На этом участке непротяженной р. Дяхтар и двумя короткими водотоками выносились в основном мелкие алмазы и в малом количестве. Несравнимо больше выносилось алмазов р. Накын, вырезавшей и переработавшей обширную пластину мощных (до 6 м) алмазоносных водораздельных галечников плиоцен-нижнечетвертичного возраста. Поэтому на отрезке от устья р. Курунг-Юрях до устья р. Нимелиме в русловой россыпи р. Марха резко возрастает содержание алмазов (0,032 кар/м<sup>3</sup>) и их средний вес увеличивается до 11 мг.

Разведанный участок россыпи Энердекского дражного полигона на отрезке от устья р. Нимелиме до устья р. Иесяк приурочен к неотектоническому поднятию на участке широкого развития промежуточных коллекторов алмазов. Повышенные в целом содержания алмазов по линиям канав здесь изменяются от 0,005 до 0,17 кар/м<sup>3</sup> при среднем содержании по россыпи 0,027 кар/м<sup>3</sup> и среднем весе кристаллов 11,2 мг. На этом отрезке в современную россыпь переведены алмазы с левобережной размытой полосы плиоцен-нижнечетвертичных галечников протяженностью 30 км и шириной 15–20 км при мощности алмазоносного горизонта не менее 3–4 м. Значительный объем алмазов, в том числе и крупных, привносился р. Ни-

мелиме, дренирующей алмазоносные отложения плиоцен-нижнечетвертичного возраста и высоких террас р. Марха.

Ниже р. Иесяк (ниже Энердекской излучины р. Марха) на оцененных участках Озерный и Дымяк существенное снижение содержания алмазов (0,016 кар/м<sup>3</sup>) и среднего веса кристаллов (6,5 мг) объясняется почти полным прекращением подпитки современной россыпи алмазами из плиоцен-нижнечетвертичных и четвертичных террасовых коллекторов, поскольку они здесь практически не алмазоносны.

Оценка количественных и качественных параметров алмазоносности русловой россыпи р. Марха проведена на ряде участков ниже устья р. Ханья. По результатам крупнообъемного опробования для отрезка русла р. Марха от устья р. Ханья до пос. Улахан-Кюель подсчитаны разведанные геологические запасы. При очень низком среднем содержании алмазов, равном 0,027 кар/м<sup>3</sup>, они пока не представляют промышленного интереса.

По мнению одного из авторов, выявленные по представительным коллекциям типоморфные особенности среднемархинских алмазов русловой россыпи р. Марха обнаруживают большое сходство с алмазами Далдынского кимберлитового поля при существенном отличии от алмазов погребенных трубок Ботуобинская и Нюрбинская Накынского кимберлитового поля (табл. 2.109). Помимо

Таблица 2.109

Габитус алмазов Далдыно-Алакитского и Средне-Мархинского районов

Объект	Октаэдры, %	Переходные формы, %	Сумма ромбододекаэдров, %
Далдыно-Алакитский район			
Тр. Зарница	30,8	18,8	50,4
Тр. Удачная	32,7	17,8	49,5
Р. Далдын (1050 крист.)	36,6	22,6	40,8
Р. Кенг-Юрях (218 крист.)	21,1	18,6	55,3
Россыпь Хорошая (160 крист.)	35,8	35,8	28,4
Россыпь участка Шологонский	30,0	29,0	41,0
Средне-Мархинский район (россыпи р. Марха)			
Россыпь уч. Усть-Ханья	29,4	29,4	41,2
Россыпь уч. Подпорожный	32,0	30,4	37,6
Россыпь уч. Усть-Накын	25,3	19,3	52,4
Россыпь уч. Усть-Нимелиме (Ласточка)	27,7	16,8	55,5
Россыпи Энердекской излучины р. Марха			
Устричная	31,3	35,9	32,7
Береговая	36,3	45,4	20,5
Верхние острова	40,9	23,8	28,3
Молодежная	32,5	44,6	22,9
Улягирь	34,9	34,0	33,2
Энердек	39,1	29,1	31,8
Нижние острова	42,4	26,6	30,9
Среднее по Энердекской излучине	37,8	29,9	32,1
Погребенные трубки Накынского поля, не причастные к формированию современных россыпей р. Марха (по В.И. Коптилю, В.И. Банзеруку)			
Тр. Ботуобинская	22,1	20,4	24,9
Тр. Нюрбинская	21,8	12,5	25,9

Примечание. Таблица составлена по данным Э.В. Бартошинского, Амакинская экспедиция.

различия габитусных спектров алмазы русловой россыпи р. Марха, характеризующиеся преобладающей сине-голубой фотолюминесценцией (свойственной кимберлитам Далдынского поля), резко дистанцируются от алмазов Накынского рудно-рассыпного поля с преобладающим розово-сиреневым свечением. Кроме того, по своей геологической диспозиции известные глубокопогребенные трубки Накынского поля ни непосредственно, ни через мезозойские коллекторы не могли поставлять алмазы в современную россыпь р. Марха, т. е. они не причастны к ее формированию.

Однако существуют и альтернативные точки зрения. Впервые на возможное проявление на р. Сред. Марха кимберлитового магматизма обратил внимание в 1959 г. В.Д. Скульский. По завершении разведки мархинских россыпей он пришел к выводу, что алмазы в р. Марха выносятся из ее левых притоков и что коренной источник расположен в верховьях р. Дяхтар-Юряге, но он перекрыт толщей юрских осадков.

В 70-е годы XX в. геологи Амакинской экспедиции З.В. Бартошинский, В.И. Коптиль обосновали перспективы коренной алмазоносности р. Сред. Марха. Изучая типоморфные особенности алмазов из современного аллювия р. Марха от устья р. Моркока до пос. Улахан-Кель (ниже Энердекской излучины), они пришли к выводу, что источником россыпных алмазов являются неоткрытые кимберлитовые тела, находящиеся в пределах самого Средне-Мархинского района. В качестве доводов приводилось следующее: а) отличие алмазов мархинской россыпи от продуктивных кимберлитов Далдынского поля; б) убогая алмазоносность аллювия р. Марха выше ее левого притока – р. Ханни; в) отсутствие алмазов с механическим износом; г) россыпная алмазоносность р. Марха была сформирована за счет двух хорошо отличающихся коренных источников: верхний – поставлял алмазы выше уч. Устричный, а нижний – ниже его.

Казалось бы, обе мархинские аномалии можно объяснить наличием среднепалеозойских кимберлитов Накынского поля и связанных с ними юрских россыпей, расположенных в верховьях р. Дяхтар-Юряге, но ни продуктивные кимберлиты, ни их россыпи в послееюрский этап не были эродированы, что исключает попадание алмазов в современный аллювий р. Марха.

Таким образом, учитывая ситовые характеристики алмазов и их кристалломорфологические особенности (в количестве до 5 % присутствуют псевдоромбододекаэдры мархинского типа, полностью отсутствующие в кимберлитовых телах Далдыно-Алаakitского района и кристаллы IV разновидности) в пределах долины р. Марха, между устьем р. Дяхтар-Юряге и Энердекской излучиной, нельзя исключать наличия продуктивных кимберлитов. Усиливают прогнозные выводы и те факты, что именно на этом участке долину реки пересекает Южный разлом Вилуйско-Мархинской зоны, который контролирует коренные месторождения Накынского поля. Весьма благоприятно распределение алмазов по классам крупности, характерное для россыпей ближнего сноса [Граханов и др., 2003].

### **Далдыно-Алаakitский рудно-россыпной район**

Открытие Далдыно-Алаakitского алмазоносного района связано с открытием на р. Далдын первой в России алмазоносной кимберлитовой тр. Зарница, которое состоялось в 1954 г. (Л.А. Попугаева, Н.Н. Сарсадских). К настоящему времени на территории района, охватывающего бассейн верхнего течения рек Марха и Алаakit, обнаружено около 130 тел, образующих Далдынское и Алаakit-Мархинское кимберлитовые поля. Его промышленное освоение начато в 1960-х годах разработкой весьма высокоалмазоносной тр. Айхал. Границы района определяются

границами кимберлитовых полей, сопровождающихся ореолами кимберлитовых минералов ближнего сноса с характерной для района далдыно-алакитской ассоциацией алмазов.

В структурно-тектоническом плане территория Далдыно-Алакитского района пространственно приурочена к южному склону Анабарской антеклизы с глубиной залегания фундамента 2,5–3,5 км. Закрытая площадь Алакит-Мархинского рудно-россыпного поля находится в зоне сочленения антеклизы с Тунгусской синеклизой. На уровне современного среза стратифицированные осадочные образования нижнепалеозойского кимберлитовмещающего цоколя представлены терригенно-карбонатными породами моркоккинской свиты верхнего кембрия, олдондинской и сохолоохской свитами нижнего ордовика, карбонатно-терригенными породами кыллахской свиты среднего–верхнего ордовика и известняками лландоверийского яруса нижнего силура. На размытой и частично закарстованной поверхности нижнего палеозоя с размывом залегают алмазоносные терригенные отложения верхнего палеозоя в составе конекской ( $C_2kn$ ), айхальской ( $C_3-P_1ah$ ), боруллойской ( $P_2br$ ) и алакитской ( $P_2al$ ) свит. В раструбах трубок Краснопресненская и Юбилейная выделяются низкоалмазоносные отложения предположительно раннекаменноугольного возраста. Подчиненно развиты туфогенно-осадочные породы нижнего триаса. Широко распространены раннетриасовые пластообразные, реже секущие интрузии долеритов, кайнозойские образования представлены алмазоносными средне-верхнеплейстоценовыми и голоценовыми отложениями.

Россыпеобразующая кимберлитовая формация представлена в районе многочисленными кимберлитовыми телами среднепалеозойского возраста, локализованными в пределах юго-западного фланга Далдыно-Оленекской магмоподводящей зоны северо-восточного простирания протяженностью около 150 км. На северо-востоке зона вмещает Далдынское рудное поле в составе 60 трубок и семи даек, в центральной части – Алакит-Мархинское кимберлитовое поле (56 трубок, девять даек, три отторженца), на юго-западе – единственную пока тр. Моркока [Харьков и др., 1998]. Внутри рудных полей кимберлитовые тела образуют линейные зоны различной протяженности, реже изометричные кусты и одиночные проявления. Наиболее протяженная Центральная (Алакит-Сытыканская) зона вмещает 22 трубки линейно-цепочечного расположения, в числе которых находится и самая крупная диатрема района – тр. Юбилейная. В кимберлитах Далдыно-Алакитского района, прорывающих породы нижнего–верхнего ордовика и нижнего силура, обнаружены ксенолиты осадочных пород с фауной верхнего лландовери и нижнего венлока, с брахиоподами живетского и франского ярусов среднего–верхнего девона. На основе палеогеологических реконструкций общий денудационный срез кимберлитов Алакит-Мархинского поля оценивается в 150–350 м, Далдынского – в 350–500 м [Месторождения..., 1984]. Существует мнение и о незначительном срезе кимберлитов Алакит-Мархинского поля [Харьков и др., 1998], что обосновывается сохранностью раструбов и кратерных образований в трубках Юбилейная, Краснопресненская и Айхал.

Основная масса кимберлитовых тел характеризуется крайне низкой алмазоносностью. Коренные месторождения алмазов среди них сравнительно немногочисленны. В Алакит-Мархинском рудном поле к ним относятся трубки Айхал, Юбилейная, Сытыканская, Комсомольская и Краснопресненская, в Далдынском поле – трубки Удачная, Зарница и полупромышленные трубки Дальняя и Иреляхская. Трубки Юбилейная (59 га), Зарница (32 га) и Удачная являются самыми крупными по размерам среди известных кимберлитовых тел Сибирской провинции. К категории весьма высокоалмазоносных и высокоалмазоносных относятся

трубки Айхал и Удачная соответственно. Коренные источники алмазов Алакит-Мархинского поля характеризуются высоким (до 10 %) содержанием пиропов алмазной ассоциации, преобладанием (до 60 %) в составе алмазов ламинарных ромбододекаэдров над суммарным количеством октаэдров и переходных форм (до 45 %). Только в тр. Комсомольская содержание последних повышается до 50–75 %. В кимберлитах тр. Юбилейная существенную роль играют типичные округлые кристаллы (9,7 %). В кайнозойское время прямому размыву подвергались кимберлиты трубок Сытыканская и Айхал.

В Далдынском кимберлитовом поле основными поставщиками алмазов в кайнозойские коллекторы являлись выходящие на поверхность трубки Удачная, Зарница, Иреляхская и Дальняя при главенствующей роли высокоалмазоносной тр. Удачная, в которой габитусный спектр алмазов, по данным Э.В. Бартошинского, представлен октаэдрами (32,7 %), переходными формами (17,8 %) и ромбододекаэдрами (49,5 %). На долю округлых алмазов приходится 5,1–15,8 %. Сходное соотношение форм кристаллов имеет и тр. Зарница: октаэдры – 30,8 %, переходные формы – 18,8 %, ромбододекаэдры – 50,4 %, в том числе округлые алмазы – 9 %. В тр. Иреляхская октаэдры составляют 21,8 %, переходные формы – 15,3 %, ламинарные ромбододекаэдры – 30,4 %, типичные округлые алмазы уральского типа – 9 %. В кимберлитах тр. Дальняя резко преобладают кристаллы ромбододекаэдрического габитуса с характерной черепитчатой скульптурой (дальнинский тип) при низком количестве октаэдров (13 %) и переходных форм (19,2 %). По фотолюминесценции во всех трубках преобладают камни с синеголубым свечением.

Коренные источники алмазов характеризуются высокими концентрациями минералов-спутников пироп-пикроильменитовой ассоциации. В крупных трубках Удачная и Зарница отдельные блоки кимберлитов обогащены неизменным оливином, шлейф разноса которого по р. Марха прослежен до устья р. Ханья. Кимберлитам восточного тела тр. Удачная свойственно аномально высокое (18 %) содержание пиропов алмазной ассоциации.

В пределах Алакит-Мархинского рудно-россыпного узла древними осадочными коллекторами алмазов являются подошвенные горизонты конекской и айхальской свит, представленные грубообломочными образованиями, сформированными в обстановках аккумулятивной равнины протяженными и короткими многорукавными палеоводотоками. В процессе многолетних поисковых работ в отложениях среднего–верхнего карбона установлен обширный шлейф разноса кимберлитовых минералов площадью более 1000 км<sup>2</sup>, в составе которого выделяются локальные высококонтрастные ореолы минералов-спутников ближнего сноса, связанные с непосредственным размывом коренных источников, а также ряд ореолов комбинированного питания ближнего и умеренной дальности сноса и переротложения. В пределах ореолов установлены многочисленные разрозненные в пространстве россыпные алмазопоявления площадного и локального характера.

Алмазоносность базальных горизонтов конекской и айхальской свит в условиях закрытости площади и широкого развития покровных трапповых раннетриасовых интрузий изучалась в основном вдоль полосы выходов осадочных коллекторов на дневную поверхность с помощью валового опробования горных выработок, а на закрытых водораздельных пространствах – по данным шлихового опробования керна скважин. В шлиховых пробах помимо минералов-спутников нередко фиксировались отдельные кристаллы алмазов, оливин, обломочки кимберлитов. Судя по имеющейся поисковой информации, алмазы в верхнепалеозойских коллекторах, как и в пределах Мало-Ботубинского района, по-видимому, находятся в рассеянном (не концентрированном) состоянии. Промышленные древ-

ние россыпи здесь пока не известны. Их отсутствие, возможно, объясняется низкой алмазонасностью большинства коренных источников алмазов (за исключением тр. Айхал), незначительным верхнепалеозойским срезом кимберлитов, слабым развитием кор выветривания на последних, неучастием в размыве тр. Удачная, слабым развитием фаций ближнего сноса и неблагоприятными морфоструктурными факторами контроля россыпной алмазонасности.

Кайнозойские плейстоценовые и голоценовые коллекторы алмазов района также характеризуются низкой продуктивностью. Главной причиной этого является высокое его стояние в кайнозойское время в пределах траппового плато Средне-Сибирского плоскогорья, где вынос алмазов преобладает над их аккумуляцией, что однозначно устанавливается на примере морфоструктурной позиции и россыпной алмазонасности Далдынского кимберлитового поля. Для высокоалмазонасной тр. Удачная, расположенной на правом склоне долины р. Далдын, достаточно надежно определяется величина кайнозойского среза, равная 150–160 м при отсутствии промышленной россыпи в русле р. Далдын. Высвобожденная огромная масса алмазов эродированной пластины кимберлитов при разработке долин рек Далдын и Марха была вынесена далеко за пределы района и аккумуляровалась в кайнозойских коллекторах в среднем течении р. Марха, в пределах Якутской мезозойско-кайнозойской низменности.

К настоящему времени в пределах Далдыно-Алакитского рудно-россыпного района выявлены верхнепалеозойские россыпные алмазопоявления и небольшие по запасам кайнозойские россыпи с промышленными содержаниями алмазов.

#### *Верхнепалеозойские алмазопоявления*

Площадные проявления алмазов в верхнепалеозойских отложениях Далдыно-Алакитского района предварительно оценены на участках Болотный, Конек, Ребус и Сохолоох.

*Участок Болотный* протяженностью 1,6 км и шириной 0,8 км расположен непосредственно к западу от тр. Юбилейная. Продуктивный горизонт приурочен к основанию конекской свиты среднего карбона, залегающей с размывом на карбонатных породах нижнего силура. Перекрывающие покровные образования общей мощностью 70–90 м представлены аллювиальными и бассейновыми отложениями конекской, айхальской, боруллойской свит и пластообразными раннетриасовыми интрузиями долеритов. Алмазонасный пласт мощностью от 0,5 до 15 м (в среднем 6 м) локализован в галечно-песчаных и гравийно-галечных отложениях аллювиально-пролювиального генезиса. Среди обломков преобладающих местных кремнецветных карбонатных пород присутствуют гальки кремней, кварцитов и кварца. В тяжелой фракции преобладает ильменит в ассоциации с магнетитом, альмандином и цирконом.

Минералы-спутники алмазов I–II классов износа образуют хромшпинель-пикро-ильменит-пироповую ассоциацию. Их содержания достигают ураганных значений. Преобладают зерна размером – 1 мм при значительном количестве крупных классов. В составе гранатов содержание пиропов алмазной ассоциации составляет 10–11 % и коррелируется с таковым тр. Юбилейная (11,7 %). Алмазы обнаружены в виде одиночных кристаллов как в керновых, так и в шлиховых пробах. Этот ореол ближайшего сноса является аллювиально-пролювиальным шлейфом выноса продуктов разрушения низкоалмазонасных образований кратерной чаши тр. Юбилейная. Промышленную ценность россыпного проявления можно оценить только по результатам валового опробования, которое возможно осуществить в стенках карьера тр. Юбилейная.

*Участок Конек* находится на правом склоне долины р. Сохсолоох-Мархинский в 4–5 км к юго-западу от тр. Айхал. Протяженность участка около 7 км. Продуктивные отложения конекской свиты залегают с размывом на породах нижнего палеозоя. Алмазоносный базальный горизонт свиты неоднородного состава. Конгломераты, галечники и гравелиты образуют прослой и линзы среди гравелитистых песчаников. Мощность грубообломочных пород аллювиальной фации изменяется от 0,3 до 4,0 м. Минералы-спутники алмаза образуют (в отличие от тр. Айхал) пироп-пикроильменитовую ассоциацию, в которой зерна хорошей сохранности составляют 25 %, остальные – со следами механического износа. Содержания алмазов в валовых пробах варьирует от 0,001 до 0,14 кар/м<sup>3</sup> при крайне низком (0,002 кар/м<sup>3</sup>) среднем значении. Средний вес кристаллов равен 3,9 мг. В коллекции из 34 кристаллов ромбододекаэдры резко преобладают (55 %) над октаэдрами (22 %) и переходными формами. Формирование этого алмазопоявления связывается с размывом трубок Айхал и Лиры.

*Участок Ребус* расположен в 12–17 км к северу от пос. Айхал. Детальные поиски с избирательным валовым опробованием выполнены на площади 13,5 км<sup>2</sup>. Мощность верхнепалеозойских отложений изменяется от 3–4 до 62 м. Отложения айхальской свиты мощностью от 3 до 14 м представлены в основном алевролитами с прослоями песчаников. В базальном горизонте в центральной и южной частях участка широко распространены конгломераты, галечники и гравелитистые песчаники, образующие пласты общей мощностью от 0,1 до 4,6 м, в среднем – 0,6 м. Грубокластические аллювиальные отложения являются алмазоносными и содержат высокие концентрации МСА (пикроильменитов – до 500 г/10 л, пиропов – на порядок меньше). Для базальных слоев характерна лимонитовая ассоциация и ее разновидности: ильменит-лимонитовая, пироксен-лимонитовая и лимонит-пикроильменитовая. Подстилающая продуктивный пласт обломочно-глинистая кора выветривания на известняках силура мощностью 0,1–3,9 м содержит примесь терригенного материала, минералы-спутники и сами алмазы, т. е. является переотложенной.

При относительно высокой частоте встречаемости алмазов в шлиховых пробах по данным валового опробования базальный грубообломочный горизонт айхальской свиты и переотложенные продукты коры выветривания характеризуются убогой алмазоносностью. Только в двух пробах содержания алмазов составили 0,35 и 1,13 кар/м<sup>3</sup>. В остальных пробах они варьируют от 0,001 до 0,045 кар/м<sup>3</sup>. Всего на участке найдено 63 кристалла суммарным весом 227,1 мг. Средний вес одного алмаза равен 3,6 мг. Преобладают кристаллы октаэдрического габитуса при значительном количестве округлых и ламинарных индивидов ромбододекаэдрической формы. Предполагается, что россыпное алмазопоявление уч. Ребус сформировано от известных и неизвестных коренных источников и более древнего промежуточного коллектора.

*Участок Сохсолоох* расположен на левом склоне долины р. Сохсолоох, в 20 км севернее пос. Айхал. В основании разреза верхнепалеозойских отложений мощностью до 48 м залегают горизонт гравелитистых песчаников с прослоями и линзами конгломератов, условно отнесенных к айхальской свите. Грубообломочный базальный горизонт мощностью от 0,1 до 11,2 м вмещает высококонтрастный ореол минералов-спутников пироп-пикроильменитовой ассоциации, характеризующийся значительным механическим износом обоих минералов, что указывает на удаленность их коренных источников. Количество пиропов алмазной ассоциации изменяется по ореолу от 5,8 до 14,4 %. Высокое их содержание, как и на других участках, совершенно не коррелируется с убогой алмазоносностью вмещающих

отложений. Содержание алмазов в валовых пробах колеблется от 0,001 до 0,19 кар/м<sup>3</sup> при среднем значении 0,007 кар/м<sup>3</sup>. Средний вес извлеченных кристаллов (31 шт.) составил 2,7 мг. Источниками алмазов является тр. Олимпийская и прогнозируемые кимберлитовые тела за пределами участка Сохсолоох.

### Кайнозойские россыпи

В кайнозойскую эпоху россыпеобразования в пределах Далдыно-Алаkitского района образовались многочисленные плейстоценовые и голоценовые алмазопоявления ближнего сноса от коренных источников и комбинированного питания – от кимберлитовых тел и верхнепалеозойских промежуточных коллекторов. Промышленные россыпи голоценового возраста сформировались только от весьма высокоалмазоносных трубок Айхал и Удачная [Минорин, 2001].

#### Россыпь тр. Айхал

Продуктивный пласт россыпи, повторяющий в плане контур коренного месторождения, в нижней части (3 м) представлен обломочно-глинистыми и дресвяными образованиями коры выветривания на кимберлитах, в верхней (2 м) – дресвяно-щебнистыми и щебнисто-глыбовыми отложениями делювиального генезиса, состоящими из обломков кимберлитов, известняков и долеритов. Выход тяжелой фракции низкий. В ее составе доминируют пиропы, хромшпинелиды и пикроильмениты мелкого (–1 мм) гранулометрического класса без признаков износа. Элювиальный горизонт россыпи характеризуется высоким (более 3 кар/м<sup>3</sup>) содержанием алмазов. В делювиальном слое оно разубожено в 1,5–2 раза. Элювиально-делювиальная залежь отработана совместно с верхними горизонтами кимберлитов тр. Айхал. Аналогичное строение имела отработанная элювиально-делювиальная россыпь тр. Удачная.

#### Россыпь руч. Мелкоильменитовый

Ложковая голоценовая россыпь локализована в долине руч. Мелкоильменитовый, дренирующего околотрубное пространство тр. Айхал. Временный водоток протяженностью 2 км является левым притоком р. Сохсолоох-Мархинский. Пологие (2–3°) склоны долины ручья покрыты обломочно-глинистыми делювиальными образованиями мощностью 1,5–3,0 м, состоящими из щебнистых бескарбонатных глин с редкими крупными обломками терригенно-карбонатных пород и траппов. Пролувиальные отложения русла и днища долины мощностью от 2 до 5 м (в среднем 3,5 м) представлены непромытым глинистым галечно-щебнистым материалом с включениями редких валунов карбонатных пород и траппов.

Промышленная залежь прослеживается от тр. Айхал до устья на протяжении 1,6 км при ширине 150–340 м. Мощность продуктивного пласта изменяется от 2,4 м в районе устья ручья до 4 м в его верхнем течении. В усредненном гранулометрическом составе алмазоносного горизонта фракция +100 м составляет 3 % – 100+16 мм – 25 %; –16+0,5 мм – 34 %; –0,5 мм – 38 %.

Полуокатанные обломки состоят из карбонатных пород ордовика (90 %) и раннетриасовых долеритов (10 %). Тяжелая фракция продуктивных отложений характеризуется высокими содержаниями неизношенных МСА в ассоциации с трапповым ильменитом, пироксеном, альмандином, магнетитом и лимонитом. Участок с повышенными и высокими содержаниями алмазов приурочен к верхнему звену ручья вблизи тр. Айхал, которая является единственным источником питания ложковой россыпи.

## Россыпь тр. Удачная

Делювиальная залежь частично окаймляет коренное месторождение. Вниз по правому склону р. Далдын она прослеживается на расстоянии 0,5 км от трубки. Продуктивный горизонт мощностью 1,3–5,1 м сложен дресвяно-щебнистым и щебнисто-глыбовым материалом с глинисто-алевритовым заполнителем. В гранулометрическом составе продуктивного пласта фракция +100 мм составляет 4,4–8,3 %; –100+50 мм – 4,5–6,0 %; –50+16 мм – 13,2–18,2 %; –16+0,5 мм – 24,7 %; –0,5 мм – 30,5–47,9 %. Грубoclаcтический материал представлен подстилающими карбонатными породами нижнего ордовика, и только вблизи трубки отмечаются мелкие обломки кимберлитов. Тяжелая фракция отложений состоит из магнетита, пирропа, пикроильменита с небольшой примесью траппового ильменита, пироксена, алмандин и лимонита.

Алмазоносность россыпи неравномерная. Содержания по выработкам варьируют 0,01 до 5,5 кар/м<sup>3</sup> при среднем значении 0,7 кар/м<sup>3</sup>. Повышенная продуктивность отмечается в северо-восточной части залежи. Несортированный гранулометрический состав алмазов в количественном отношении характеризуется преобладанием кристаллов мелких классов. По габитусу они сопоставимы с алмазами коренного источника. Россыпь полностью отработана.

## Россыпь руч. Пироповый

Голоценовая россыпь локализована в долине руч. Пироповый – правого притока р. Далдын и прослеживается от тр. Удачная до устья ручья на протяжении 3,2 км. Долина временного водотока, разработанная в карбонатных породах олдондинской свиты нижнего ордовика, имеет V-образный поперечный профиль с шириной днища от 50 до 300 м при ширине русла до 10–40 м. По особенностям строения и продуктивности в пределах россыпи выделяются верхний и нижний участки. На первом из них, примыкающем к тр. Удачная, долина ручья на расстоянии 1 км имеет крутой (0,01–0,02 м) продольный профиль ступенчатого строения. Продуктивный пласт делювиальных и пролювиальных отложений характеризуется повышенной (3,2–4,6 мм) мощностью и высокой (более 1 кар/м<sup>3</sup>) алмазоносностью русловой фации пролювия следующего гранулометрического состава: –100+16 мм – 17,3 %; –16+0,5 мм – 38 %; –0,5 мм – 44,7 %. Средняя масса алмазов здесь составляет 9 мг. На расстоянии 0,6 км от трубки встречается дресва кимберлитов совместно с аномально высоким количеством минералов-спутников.

На нижнем участке протяженностью 2 км в пределах высокой поймы р. Далдын продольный профиль ручья выполаживается до значения 0,003 м. Продуктивный пласт на этом отрезке представлен только пролювиальными отложениями русла и днища долины временного водотока мощностью от 1,2 до 2,0 м. Они состоят из глинистых галечников, в гранулометрическом составе которых фракция +100 мм составляет 2 %; –100+16 мм – 28 %; –16+0,5 мм – 40 %; –0,5 мм – 30 %. Минералы тяжелой фракции образуют ильменит-магнетит-пироксеновую ассоциацию с пикроильменитом (5–20 %), пирропом (2,8 %) и оливином (до 1,6 %). По уровням алмазоносности в составе россыпи здесь выделяются струи шириной 50–100 м с содержанием алмазов 0,3–0,7 кар/м<sup>3</sup>.

В пространственно-генетическом отношении россыпное месторождение руч. Пироповый относится к россыпям ближнего сноса, сформированном за счет прямого размыва богатого коренного источника – тр. Удачная. Содержание алмазов по выработкам изменяется от 0,05 до 3,3 кар/м<sup>3</sup>, по линиям – от 0,35 до 1,15 кар/м<sup>3</sup>. По мере удаления от трубки концентрации алмазов в русловом пролювии снижаются, и в приустьевой части в пределах высокой поймы р. Далдын

россыпь выклинивается [Кривонос и др., 1973]. Продуктивность аллювия приемного русла р. Далдын очень низкая ( $0,02 \text{ кар/м}^3$ ), что связано, по-видимому, с преобладающим выносом алмазов за пределы Далдынского кимберлитового поля.

### Муно-Тюнгский рудно-россыпной район

Муно-Тюнгский алмазоносный район окраинной северной части Центрально-Сибирской субпровинции занимает обширную территорию междуречья Марха–Муна, где охватывает бассейны верхнего течения рек Ханья, Тюкян, Муна, Линде и бассейн верхнего–среднего течения р. Тюнг. Его границы определены нами путем оконтуривания кайнозойских ореолов рассеяния алмазов своеобразной муно-тюнгской ассоциации. Преобладающая верхнемунская составляющая ассоциации обеспечивает в ней повышенное, по сравнению с россыпями Лено-Анабарской субпровинции, содержание ламинарных кристаллов (30,0–43,1 %), высокий процент (до 45,6 %) типичных округлых алмазов уральского типа и камней со скульптурами природного травления. Привнесенные с северо-запада-севера алмазы эбеляжского типа представлены кристаллами II, V и VII разновидностей в содержаниях до 15,8 % (табл. 2.110).

Выше устья р. Чимидекян характер распределения гранулометрического состава алмазов в р. Тюнг характерен для россыпей ближнего сноса (табл. 2.111).

Полуоткрытая территория Муно-Тюнгского района, относящаяся к I–III типам поисковых площадей, характеризуется простым геологическим строением. В структуре фундамента она приурочена к Тюнгскому блоку кристаллических пород раннеархейской кратонизации. Глубина залегания фундамента снижается на юго-восток от 1,2 км в верховьях р. Муна до 3–4 км в устье р. Мал. Салакут. В морфоструктурном плане осадочного чехла район расположен на юго-восточном склоне Анабарской антеклизы, осложненном Мунским сводовым поднятием. Окраинная юго-восточная часть площади находится в пределах северо-западного борта Вилюйской синеклизы, с развитием которой связано образование на склоне антеклизы наложенной Салакутской мезозойской палеодепрессии.

На уровне современного среза терригенно-карбонатные и карбонатные породы среднего–верхнего кембрия вмещают многочисленные секущие среднепалеозойские интрузии долеритов, образующие Вилюйско-Мархинский дайковый пояс с максимальной для субпровинции шириной, достигающей 180 км. Высокая насыщенность дайками базитов характерна для юго-восточной части зоны в бассейне среднего течения р. Тюнг, по внешнему обрамлению Патомско-Вилюйского авлакогена. Дайки залечивают разломы (раздвиги) Вилюйско-Мархинской зоны, вмещающей к юго-западу Накынское и Мирнинское кимберлитовые поля. В окраинной северо-западной части района в верховьях р. Муна выходящие на поверхность породы нижнего палеозоя вмещают Верхне-Мунское кимберлитовое поле, локализованное в пределах Далдыно-Оленекской тектонически слабовыраженной магмоподводящей зоны. На размытой, избирательно закарстованной поверхности нижнепалеозойского кимберлитовмещающего цоколя залегают относительно маломощные (10–100 м) терригенные отложения мезозойского и кайнозойского возраста, вмещающие многочисленные россыпные алмазопоявления.

Известные коренные источники алмазов в районе представлены кимберлитовыми телами Верхне-Мунского рудного поля, состоящего из 16 трубок и шести даек. Фактически все тела алмазоносны. Большинство кимберлитовых тел расположено вдоль двух разломов северо-западного простирания ( $290\text{--}305^\circ$ ) на удалении 3,5 км друг от друга. Расстояния между трубками в зонах варьирует от 0,2 до 2,2 км. Алмазовмещающая кимберлитовая формация верхнемунского комплекса представлена двумя фациями: порфиоровыми кимберлитами первой фазы и авто-

## Типофонные особенности алмазов из россыпей Муно-Тюнгского района

Алмазоносный объект	Кол-во изученных алмазов, шт.	Разновидности алмазов								
		I разновидность						II разновидность	V+VII разновидности	VIII разновидность
		ламинарные			Сумма ламинарных	Округлые	Сумма			
		октаэдр, %	переходные формы, %	ромбодекаэдр, %						
Устье р. Атырджак (верховье р. Тюнг)	73	19,2	4,1	16,4	39,7	35,7	87,7	4,1	6,8	–
Уч. Алексеевский (верховье р. Тюнг)	210	12,4	9,0	11,9	33,3	45,6	91,4	3,4	3,4	–
Р. Тюнг (между устьями рек Тюнгкян и Чимидикян)	797	13,4	8,7	12,5	34,6	44,3	91,5	1,2	5,4	1,0
Р. Тюнг ниже устья р. Чимидикян	203	12,3	5,9	15,3	33,5	32,5	73,4	3,9	15,8	3,0
Р. Тюнг (среднее)	1378	13,0	7,8	13,0	33,8	41,3	84,7	1,7	12,0	1,6
Р. Чимидикян (отрезок в 150 км, начиная от устья)	203	11,8	7,4	12,3	31,5	39,4	82,8	–	13,7	2,0
Р. Мунакан	538	9,1	5,0	6,3	20,4	51,1	78,8	3,3	15,8	0,9
Р. Улаах-Муна	454	16,7	14,6	16,7	48,0	48,9	96,9	0,9	0,4	1,8
Р. Муна ниже устья р. Улаах-Муна	2318	12,0	10,4	18,2	40,6	33,3	85,0	6,2	7,0	0,0
Р. Кююлэнкэ	176	9,1	2,4	10,4	21,9	44,8	78,4	4,2	13,8	1,2
Тр. Заполярная	1828	14,2	10,3	8,3	32,8	45,1	98,8	0,1	–	5,7
Тр. Комсомольская-Магнитная	491	16,9	13,7	6,7	37,3	40,1	92,4	0,4	–	3,5
Тр. Новинка	1124	20,9	14,5	7,2	42,6	35,1	90,3	0,5	–	7,9
Тр. Поисковая	444	6,5	6,7	0,4	13,6	75,4	98,2	–	0,2	1,3

Таблица 2.111  
 Гранулометрический состав алмазов из кимберлитов, промежуточных коллекторов и современных россыпей Муно-Тюнгского района

Трубка, участок, россыпь	Всего изучено		Сред. вес, мг	Классы крупности (мм), количество/вес, %				
	шт.	мг		-8+4	-4+2	-2+1	-1+0,5	
								0,3/13,7+8-0,0/6,3*)
Тр. Заполярная	12882	84498	6,6	3,1/25,6	26,5/36,2	70,0/18,1		
Тр. Поисковая	4389	28480	6,4	4,5/36,4	30,2/41,5	64,9/16,4		
Тр. Комсомольская-Магнитная	Нет данных		7,3	5,1/43,5	32,9/33,2	61,9/10,3		
Неоген, железистые галечники, уч. Алексеевский	38	459	12,1	0,0/0,0	65,0/42,6	22,5/2,2		
Р. Улаах-Муна	454	6628	14,6	1,7/14,4	66,1/42,4	16,0/2,2		
Р. Тюнг, ниже р. Сред. Салакут	501	Н.д.	Н.д.	8,8/н.д.	68,6/н.д.	22,4/н.д.		
Р. Сред. Салакут	63	»	»	9,5/н.д.	44,5/н.д.	46,0/н.д.		
Р. Тюнг, между р. Сред. Салакут и р. Чимидикян	113	»	»	16,8/н.д.	63,7/н.д.	19,5/н.д.		
Р. Тюнг, выше р. Чимидикян	150	»	»	6,7/н.д.	42,0/н.д.	50,6/н.д.		
Р. Чимидикян	218	»	»	5,1/н.д.	48,7/н.д.	12,3/н.д.		

литовыми кимберлитовыми брекчиями второй фазы внедрения с большим количеством эклогитоподобных пород и алмадинсодержащих сланцев. Повышенной (близкой к промышленной) алмазонасностью характеризуются наиболее крупные по размерам трубки Заполярная, Поисковая, Новинка и Комсомольская-Магнитная. Типоморфной особенностью кимберлитов этих трубок является пироп-оливиновая специализация. Содержание свежего неизменного оливина в отдельных пробах достигает 18–32 кг/т при средних значениях 0,85–14,5 кг/т. Количество пиропов изменяется от 0,23 до 1,01 кг/т, что на один и два порядка выше содержания пикроильменита (0,04–0,08 кг/т). В низких концентрациях отмечаются хромшпинелиды и хромдиопсид при относительно большом количестве алмадина из ксенолитов пород фундамента. Содержание пиропов алмазной ассоциации в отдельных пробах достигает 12 % и не коррелируется с умеренной алмазонасностью пород. Алмазы трубок характеризуются ярко выраженным типоморфизмом, заключающимся в резком преобладании кристаллов ромбододекаэдрической формы, высоком (до 45 %) содержании камней типичной округлой формы и кристаллов с признаками природного растворения.

Среднепалеозойский возраст кимберлитов Верхне-Мунского поля большинством исследователей принимается по аналогии с Далдыно-Алакитским и Мало-Ботубинским районами и на основании того, что трубки прорывают породы нижнего палеозоя и не содержат ксенолиты триасовых траппов. Полученный по соотношению изотопов свинца и урана в цирконах тр. 325 лет Якутии абсолютный возраст 440–443 млн лет, отвечающий позднему ордовика, является, по-видимому, заниженным. Денудационный срез кимберлитов из-за сложности реконструкции палеогеологического разреза нижнепалеозойских образований оценивается условно в 450–500 м.

Осадочные коллекторы алмазов в районе локализованы в мезозойских и кайнозойских отложениях, оценка алмазоносности которых носила целенаправленный и сопутствующий характер.

*Алмазоносность мезозойских отложений.* В мезозойскую эпоху образовалась Муно-Мархинская область россыпной алмазоносности, приуроченная к зоне сочленения Анабарской антеклизы и Вилюйской синеклизы. В Муно-Тюнгском районе процессы россыпеобразования контролировались в основном Салакутской депрессией, возникшей на периферии северо-западного борта Вилюйской синеклизы в результате глубокого проникновения раннеюрского бассейна аккумуляции на континентальный склон Анабарской антеклизы. Образованию мезозойских алмазоносных формаций в районе предшествовали: среднепалеозойская продуктивная эпоха кимберлитового магматизма с образованием Верхне-Мунского рудного поля, эпохи денудационных срезов и корообразования. Источниками алмазов юрских отложений служили известные и прогнозируемые кимберлитовые тела, а также алмазодержащие промежуточные коллекторы более древнего возраста. По находкам гальки с флорой нижнего триаса в дельвиальных образованиях на правом склоне р. Улаах-Муна некоторыми исследователями предполагается развитие на площади триасовых отложений [Грицик, Мейен, 1975].

В разрезе сохранившейся от размыва мезозойской толщи алмазоносными и потенциально алмазоносными коллекторами алмазов являются нижнеюрские отложения укугутской ( $J_1uk$ ), тюнгской ( $J_1tn$ ), сунтарской ( $J_1sn$ ) свит и терригенные образования якутской свиты среднегоюрского возраста ( $J_2jak$ ). Прямые признаки алмазоносности установлены пока только в тюнгской свите позднего плинсбаха. На остальных стратиграфических уровнях выявленные косвенные минералогические признаки проявлены эпизодически в отдельных скважинах и обнажениях. Повышенная частота встречаемости МСА приурочена к основанию укугутской свиты раннего плинсбаха, к третьей и четвертой регрессивным пачкам сунтарской свиты тоара и к основаниям первой и второй пачек якутской свиты ааленского возраста. Выявленная многоярусная вертикальная зональность мезозойских коллекторов свидетельствует об устойчивом дальнем сносе кимберлитового материала в юго-восточном направлении на протяжении всего ранне-среднеюрского времени.

Глинистые морские отложения сунтарской свиты и высокоподвешенные над нижнепалеозойским цоколем дельтовые песчаные и галечные горизонты якутской свиты бесперспективны на выявление промышленных россыпей алмазов. К потенциально россыпевмещающим формациям в этом районе относятся отложения укугутской и тюнгской свит на участках их залегания непосредственно на нижнепалеозойском кимберлитовмещающем цоколе. Отложения укугутской свиты, приуроченные к наиболее прогнутой части Салакутской депрессии в среднем течении р. Тюнг, представлены в основном неблагоприятными для россыпеобразования подводно-дельтовыми песчаными осадками с маломощными линзами гравелитов и конгломератов, содержащими сильно изношенные пиропы и пикроильмениты в низких и повышенных концентрациях. В береговой зоне выклинивания отложений свиты поисковый интерес могут представлять пролювиальные грубообломочные образования долинообразных депрессий при условии наличия местных коренных источников алмазов.

Морские отложения тюнгской свиты на большей части площади представлены алевритовыми фациями малоподвижного мелководья бассейна при ограниченном распространении грубообломочных образований прибрежно-морского генезиса. По данным валового опробования на ранней стадии алмазопромышленных работ в последних выявлен ряд алмазопоявлений. В обнажении на правом берегу

р. Тюнг в 2 км выше устья р. Илин-Салаа в валунных галечниках основания тюнгской свиты обнаружены два мелких кристалла алмазов при ураганных содержаниях пикроильменитов и умеренных концентрациях пиропов. Содержание пикроильменитов I–II классов износа достигает здесь рекордного для района значения – 40–60 % от общего их количества. В устьевой части р. Чимидикян на левом склоне р. Тюнг по линии шурфов протяженностью 12 км в подвешенном горизонте железных галечников извлечено 30 кристаллов алмазов. Среднее содержание их на продуктивный пласт мощностью от 0,5 до 4,0 м составило 0,002 кар/м<sup>3</sup>.

В верховьях р. Чимидикян минералы-спутники пироп-пикроильменитовой ассоциации встречаются по всему разрезу тюнгской свиты мощностью до 15 м. Содержания пикроильменитов размером до 9 мм достигают часто ураганных значений при крайне редкой встречаемости алмазов: только в трех пунктах обнаружено по одному кристаллу алмазов. На междуречье Тюнг–Тунгкян на породах нижнего палеозоя в основании тюнгской свиты на локальном участке прослеживается базальный горизонт прибрежно-морских конгломератов мощностью от 0,5 до 1,5 м, перекрытый пластом (4–5 м) аргиллитов с включениями гальки и раковин пеллипод, выше которых залегает слой галечно-песчаных отложений мощностью 2–3 м. По линии шурфов протяженностью 5 км здесь обогащено 28 м<sup>3</sup> конгломератов, из которых извлечено 18 кристаллов алмазов. Последние встречаются как в нижнем, так и в верхнем грубообломочном горизонте, что указывает на их дальний снос. Среднее содержание алмазов в данном проявлении составило 0,02 кар/м<sup>3</sup>.

О широкой площадной алмазности слабопоискованных отложений тюнгской свиты свидетельствуют многочисленные находки алмазов в русловом аллювии современной гидросети, дренирующей поля их развития. По данным выполненного объема валового опробования и результатам шлихового опробования установлена площадная зараженность тюнгской свиты кимберлитовым материалом при крайне низкой (до 0,02 кар/м<sup>3</sup>) продуктивности валунно-галечного базального горизонта. По палеогеографическим построениям снос алмазного материала происходил с северо-запада, со стороны Чомурдахского, Севернейского и других кимберлитовых полей, и с запада, со стороны Верхне-Мунского поля. Не исключается и частичный привнос его с Далдынского рудного поля через верхнепермский промежуточный коллектор. В обстановках трансгрессивно-ингрессивного характера позднеплинсбахского морского бассейна без длительного стояния береговой линии и при полном отсутствии волноприбойной деятельности на обширной площади сформировались тонкие песчано-алевритовые и песчаные отложения, неблагоприятные для россыпеобразования. Галечные пляжевые образования или выносы рек распространены здесь крайне ограниченно и характеризуются низкой продуктивностью. Преобладающий неблагоприятный литолого-фациальный состав отложений и ингрессивный характер морского бассейна – главные отрицательные критерии прогноза. В подобных обстановках в Приленском и Мало-Ботубинском районах отложения позднего плинсбаха вмещают только алмазопоявления. С учетом фактического материала, полученного в 2000–2001 гг., отложения тюнгской свиты в районе малоперспективны на выявление промышленных россыпей алмазов. Маловероятно их обнаружение и в пределах прогнозируемого Салакутского кимберлитового поля, где по данным буровых работ основание свиты слагают глинистые алевриты, неблагоприятные для россыпеобразования.

*Алмазность кайнозойских отложений.* В кайнозойскую эпоху на площади Муно-Тюнгского района сформировались покровные и долинные алмазные отложения плиоцен-нижнечетвертичного, нижне-верхнечетвертичного и голоценового возраста. Водораздельные аллювиальные плиоцен-нижнечетвертичные

отложения сохранились от размыва только в бассейне среднего течения р. Тюнг, где в них известны находки единичных кристаллов алмазов. В северо-западной части района к отложениям данного возраста, возможно, относятся так называемые железистые галечники, выполняющие карстовые и эрозионно-карстовые полости и депрессии на склонах и в днищах рек Улаах-Муна, Муна, Арга-Тюнг и Тюнг. В отдельных пунктах эти своеобразные отложения, сформированные преимущественно за счет переотложения конгломератов тюнгской свиты позднего плинсбаха, характеризуются относительно повышенными (до  $0,02 \text{ кар/м}^3$ ) концентрациями алмазов. Широко распространенные покровные глинистые отложения эйкской свиты ( $Q_{I-II} \text{ek}$ ), содержащие единичные алмазы и их минералы-спутники, неблагоприятны для россыпеобразования. В составе долинного комплекса четвертичных отложений русловые фации аллювия четырех надпойменных террас содержат алмазы в низких непромышленных концентрациях.

Оценка алмазоносности руслового аллювия рек Тюнг, Чимидикян, Улаах-Муна и Муна проведена в 1952–1960 гг. по результатам крупнообъемного опробования. В бассейне верхнего течения р. Муна выявленные и оцененные алмазопоявления характеризуются низкими (до  $0,05 \text{ кар/м}^3$ ) содержаниями алмазов. И только в пределах Верхне-Мунского кимберлитового поля разведочными работами околнурен россыпной полигон Улаах-Муна с промышленно ценными концентрациями алмазов на отдельных участках.

*Россыпь Улаах-Муна* занимает приустьевой участок реки протяженностью 15,6 км. Головная часть залежи находится в непосредственной близости от кимберлитовых тел Верхне-Мунского поля. Россыпь и ее коренные источники открыты соответственно в 1955 и 1956 гг. В геологическом строении россыпи участвуют терригенно-карбонатные и карбонатные породы среднего–верхнего кембрия, алмазоносные отложения предположительно плиоцен-нижнечетвертичного возраста, продуктивные отложения I надпойменной террасы и русла р. Улаах-Муна.

Отложения предположительно плиоцен-нижнечетвертичного возраста, представленные так называемыми железистыми галечниками, выполняют изолированные эрозионно-карстовые полости в карбонатных породах плотика россыпи. Наиболее крупная из них (Ан. Долгожданная) представляет собой линейную депрессию протяженностью 1,5 км, шириной 0,5 км и глубиной до 11 м. Железистые галечники, часто уплотненные до конгломератов, состоят из галек экзотических пород (кремни, кварц, кварцит, холцедон, кварцитовидные песчаники), цементированные глиной красно-бурой и охристо-желтой окраски. Содержание гравийно-галечного материала составляет 45 %, песка – 12 %, алевритового – глинистой фракции – 43 %. В составе фракции –8 мм много гематита и магнетита. В классе –2 мм отмечаются высокие концентрации пиропы в ассоциации с оливином, хромдиопсидом и пикроильменитом. В конгломератах Ан. Долгожданная известны находки обломков кимберлита при очень низком ( $0,02 \text{ кар/м}^3$ ) среднем содержании алмазов.

Аллювиальные отложения I террасы р. Улаах-Муна мощностью до 9,8 м в верхней части представлены непродуктивными глинистыми алевритами, а в нижней – алмазоносными галечниками, в которых гальки на 90 % представлены полукатанными обломками карбонатных пород. Средняя мощность торфов по террасе составила 2,3 м, песков – 2,2 м. Среднее содержание алмазов в русловой фации аллювия не превышает  $0,08 \text{ кар/м}^3$ .

Продуктивные отложения русла и фрагментарно развитых высокой и низкой пойм состоят из валунных галечников с глинистым и песчано-глинистым заполнителем с содержанием грубообломочного материала до 75 %. Обломки галечной и валунной размерности представлены карбонатными породами. Гальки

экзотических пород крайне редки. Продуктивный пласт мощностью до 3 м характеризуется высокими концентрациями пиропов, пикроильменита и оливина. Среднее содержание алмазов в русловой залежи по всему полигону составило 0,09 кар/м<sup>3</sup>.

В пределах разведанного полигона выделен блок со средним содержанием, близким к промышленному (0,126 кар/м<sup>3</sup>). Средний вес алмазов составляет 13,2 мг. По данным Э.В. Бартошинского, в составе алмазов россыпи р. Улаах-Муна октаэдры составляют 16,1 %, переходные формы – 14,1 %, ламинарные ромбододекаэдры – 22 %, округлые ромбододекаэдры – 45,7 %. Соотношение форм кристаллов значимо отличается от большинства коренных источников Верхне-Мунского кимберлитового поля, что в совокупности с высокими концентрациями изношенного пикроильменита позволяет отнести залежь р. Улаах-Муна к россыпям ближнего сноса комбинированного питания со значительной ролью дальнепривносного кимберлитового материала, переотложенного из более древних коллекторов алмазов.

В бассейне р. Тюнг в поле развития алмазоносных отложений тюнгской свиты позднего плинсбах в 1952–1959 гг. в русловых отложениях рек Тюнг и Чимидикян выявлены протяженные полигоны россыпной алмазоносности, в пределах которых крупнообъемным опробованием по регулярной сети канав охвачены многочисленные относительно непротяженные участки, наиболее благоприятные для выявления промышленных россыпей алмазов. Количественные параметры алмазоносности по участкам (табл. 2.112) свидетельствуют, что террасовые и русловые отложения повсеместно характеризуются низкими непромышленными содержаниями алмазов – от 0,001 до 0,083 кар/м<sup>3</sup>. На этом основании авторы работ (В.И. Немец и др.) заключили, что выявленные россыпи не имеют промышленного значения, и дальнейшие поиски других более богатых русловых россыпей в бассейне р. Тюнг бесперспективны.

На этой ранней стадии поисковых и оценочных работ геологами Амакинской экспедиции в русловых отложениях рек Тюнг и Чимидикян выявлен литолого-минералогический и геоморфологический ловушечный контроль повышенных концентраций алмазов и их минералов-спутников, который использовался для выбора мест под крупнообъемное опробование. В таких местах к слою, обогащенному кремнистым гравийно-галечным материалом, приурочены наиболее высокие концентрации тяжелых минералов: лимонита, магнетита, дистена, пироба и алмазов. Мелкообъемные пробы и шлихи из этого слоя давали частые находки алмазов, пробуждающие надежды на богатую алмазоносность россыпи в целом, но впоследствии, при взятии крупнообъемных проб равномерно по всему разрезу отложений, эти надежды не подтвердились.

Ловушечные скопления алмазов на реках Тюнг, Чимидикян, Эйекит, Ханья установлены позднее (1994–2001 гг.) Ботубинской экспедицией в процессе ревизионного шлихового и мелкообъемного опробования руслового аллювия в целях наработки представительных коллекций МСА и алмазов В.Ф. Симоненко. В русле р. Чимидикян на отрезке протяженностью 150 км, начиная от устья, промышленно ценные содержания алмазов (от 0,23 до 3,03 кар/м<sup>3</sup>) установлены в пробах объемом от 0,05 до 4,1 м<sup>3</sup>, пространственно разобобщенных по всему отрезку русла. На этом отрезке ранее (1952–1959 гг.) на семи участках обогащено 1180 м<sup>3</sup> песков. В итоге для всех участков установлены низкие содержания алмазов, не превышающие 0,02 кар/м<sup>3</sup>.

Определенный поисковый интерес представляет русловая россыпь р. Тюнг, на отрезке между устьями рек Уэся-Икки и Тэлбекчэн (уч. Ревизионный, ниже устья р. Тюнгян), где ранее крупнообъемное опробование не производилось. На участ-

Таблица 2.112

## Алмазоносность аллювиальных отложений бассейна р. Тюнг

Участок, морфологическое положение		Сред. содерж. алмазов по участкам, кар/м <sup>3</sup>	Сред. вес одного кристалла, мг	Расчетный объем опробования, для нахождения одного алмаза, м <sup>3</sup>	Суммарный объем опробования по участкам, м <sup>3</sup> в пл. теле
Антоновский	Русло и пойма	0,009	4,8	2,7	4286,8
Октябрьский	I терраса	0,004	15,5	18,6	353,4
Коса Высокая	Русло	0,009	1,9	1,1	233,0
	»	0,014	2,4	0,9	493
Широтный	I терраса	0,001	6,2	1,2	126,7
	II терраса	0,011	3,1	1,5	27,0
	Юрские отложения	0,001	8,2	36,5	109,5
Перекатный	Русло	0,04	11,2	1,4	142,0
Сухановский	»				
Северный	»	0,005	16,0	16,0	200,0
	»	0,011	5,8	2,8	650,2
Алексеевский	Железистые галечники (N <sub>2</sub> -Q <sub>1</sub> )	0,021	16,0	3,7	136,4
	Юрские отложения (J <sub>1</sub> tn)	0,02	6,2	1,6	28,8
Утесный	Русло	0,002	6,8	16,0	127,7
Участки на притоках р. Тюнг					
Западный	Р. Сред. Салакут	0,03	9,6	1,6	103,5
Ступинский	»	0,001	2,9	19,1	133,8
Западно-Тюнгский	Р. Арга-Тюнг	0,003	3,8	5,3	246,5
Участки по р. Чимидикян					
Нижнечимидикянский	Русло	0,002	6,8	2,4	151,0
Заутесный	»	0,04	10,3	1,3	138,8
Маршрутный-Нижний	»	0,083	18,7	1,2	218,3
Поворотный	»	0,057	15,6	1,4	206,3
Маршрутный-Верхний	»	0,018	15,1	3,7	148,5
Весенний	»	0,029	11,3	19,5	96,0
Полярный	»	0,001	5,0	15,0	23,0
Заполярный	»	0,01	5,6	2,6	211,4
Назаровский	»	0,001	3,0	18,6	93,2

Примечание. В таблице использованы данные Амакинской экспедиции за 1952–1956 гг.

ке Ревизионный протяженностью 14 км в литолого-геоморфологических ловушках по всей длине русла отобрано восемь мелкообъемных (1–3 м<sup>3</sup>) и одна крупнообъемная проба (10 м<sup>3</sup>). Из суммарного объема проб, равного 26 м<sup>3</sup>, извлечено 414 кристаллов алмазов общим весом 6559 мг, что дает среднее содержание по алмазодержащим пробам 1,58 кар/м<sup>3</sup>. На основании результатов выборочного точечного мелкообъемного опробования на уч. Ревизионный возможно выявление русловой приплотиковой залежи с промышленно ценными содержаниями алмазов. Небольшие по запасам залежи возможны и в нижнем течении р. Чимидикян.

Выявленные непромышленные русловые россыпи рек Тюнг и Чимидикян сформированы за счет размыва алмазоносных отложений тюнгской свиты позднего плинсбаха и более древних неогеновых и четвертичных коллекторов алмазов.

По данным Э.В. Барташинского, в усредненном составе алмазов русловых россыпей бассейна р. Тюнг октаэдры составляют 24,9 %, переходные формы – 11,2 %, ламинарные ромбододекаэдры – 31,4 %, типичные округлые ромбододекаэдры, преимущественно уральского типа – 32,5 %, что отличает их от кристаллов Верхне-Мунского поля, где преобладают округлые камни жильного типа.

### Моркокинский алмазоносный район

Моркокинский алмазоносный район занимает междуречье Вилюй–Моркока от р. Ахтаранда на западе до среднего течения р. Ыгыатта на востоке. Его условные границы прогнозного характера определяются по распределению россыпных алмазопоявлений с кристалломорфологическими особенностями алмазов, занимающими промежуточное положение между Мало-Ботубинским и Далдыно-Алакитским рудно-россыпными районами.

В структуре нижнепалеозойского кимберлитовмещающего цоколя район располагается в пределах погребенной Сюгджерской седловины, разделяющей Анабарскую и Непско-Ботубинскую антеклизы. На западе и востоке седловина граничит соответственно с Тунгусской и Вилюйской синеклизами. В восточной части, в бассейне р. Ыгыатта вдоль пограничной Ыгыаттинской впадины проходит Вилюйско-Мархинская кимберлитоносная магмоподводящая зона разломов среднепалеозойского заложения. Крупные наложенные морфоструктуры представлены Ыгыаттинско-Олгуйдахской верхнепалеозойской депрессией, связанной с развитием Тунгусской синеклизы и Аппычинской депрессией, входящей в состав Ангаро-Вилюйского мезозойского прогиба.

Территория района характеризуется максимальной закрытостью и относится преимущественно к IV и V типам площадей по условиям ведения поисков кимберлитов. Погребенная поверхность нижнепалеозойского основания Сюгджерской седловины сложена терригенно-карбонатными, карбонатными и карбонатно-терригенными породами холомолоохской свиты верхнего кембрия ( $C_3hl$ ), балыктахской свиты ( $O_1bl$ ) нижнего и станской свиты ( $O_2st$ ) среднего ордовика. На отдельных участках она маркируется маломощной (3–5 м) остаточной корой выветривания обломочно-глинистого состава. Перекрывающая терригенная толща представлена каменноугольными, пермскими, раннетриасовыми, юрскими и четвертичными отложениями общей мощностью до 200 м. Магматические образования представлены интрузивными и экструзивными породами трапповой формации среднепалеозойского и мезозойского возраста. Среднепалеозойские магматиты присутствуют в виде даек долеритов вилюйско-мархинского комплекса в восточной части площади, а нижнетриасовые – в виде мощных широко распространенных пластообразных интрузий долеритов катангского комплекса, реже в виде туфовых трубок взрыва. По мнению многих исследователей, восточная часть площади Моркокинского района (бассейн р. Ыгыатта), расположенного в пределах Вилюйско-Мархинской магмоподводящей зоны, перспективна на выявление коренных и россыпных месторождений алмазов.

Прямые и косвенные минералогические признаки россыпной алмазоносности установлены в средне-позднепалеозойских, мезозойских и кайнозойских коллекторах алмазов, вмещающих довольно многочисленные алмазопоявления и ореолы МСА различной степени контрастности. Пониженными концентрациями кимберлитовых минералов характеризуются среднепалеозойские отложения харьяюряхской ( $D_2hr$ ) и эмьяксинской ( $D_3em$ ) свит, участвующих в строении северо-западного борта Ыгыаттинской впадины. В бассейне рек Ыгыатта и Огогут в их составе обнаружены редкие, очень мелкие (–1 мм), интенсивно изношенные пирро-

пы, среди которых зерен алмазной ассоциации пока не встречено. Фоновыми содержаниями МСА пироп-пикроильменитовой ассоциации отличаются и мезозойские отложения, представленные на площади укугутской и оруктахской свитами. К категории потенциально алмазоносных здесь, возможно, относятся фрагментарно развитые прибрежно-морские отложения нижевакунайкинской подсвиты верхнего плинсбаха. Вблизи контуров их распространения отмечаются находки алмазов в делювиальных образованиях. По данным валового опробования русловый аллювий современной гидросети характеризуется убогой алмазоносностью при повышенной частоте встречаемости в бассейне верхнего течения рек Ыгыатта и Алымджа.

Основные перспективы россыпной алмазоносности района связываются с верхнепалеозойскими коллекторами алмазов, представленными терригенными отложениями ботубинской ( $C_3bt$ ), ахтарандинской ( $P_{1-2}ah$ ) и боруллойской ( $P_2bg$ ) свит. Они выполняют на площади обширную Ыгыаттинско-Олгуйдахскую палеодепрессию, протяженностью по отложениям верхнего карбона около 180 км и шириной 60–70 км. Алмазоносные и потенциально алмазоносные горизонты локализованы в грубообломочных отложениях пролювиального, аллювиального и аллювиально-дельтового генезиса, слагающих основания разрезов названных свит. Наиболее благоприятные условия для россыпеобразования существовали на бортах депрессии, в зоне залегания разновозрастных осадочных коллекторов непосредственно на породах нижнепалеозойского цоколя. Оценка россыпной алмазоносности верхнепалеозойских отложений в районе носила в основном сопутствующий характер при поисках коренных источников алмазов. Поисково-оценочные работы выполнены только в верховьях р. Алымджа, в результате которых была выявлена погребенная россыпь Дьюкунах.

*Россыпь Дьюкунах* расположена в северо-западной части Моркокинского алмазоносного района, на правом берегу р. Моркока, в верховьях р. Алымджа-Туората. От известных Мирнинского и Алаakit-Мархинского кимберлитовых полей она удалена на 230 и 180 км соответственно. Погребенная алмазоносная залежь локализована в отложениях ботубинской свиты верхнего карбона ( $C_3bt$ ), выполняющих узкую эрозионно-карстовую ложбину северо-западного простирания, протяженностью 3,5 км, приуроченную к юго-восточному склону Мегеляхской положительной морфоструктуры. Плотиком россыпи служат выветрелые доломиты балыктахской свиты нижнего ордовика, известняки и мергели станской свиты среднего ордовика. Поверхность плотика неровная, заметно закарстованная. Перекрывающие отложения мощностью от 10 до 60 м представлены алевролитами и песчаниками верхнего карбона.

Продуктивный базальный горизонт ботубинской свиты мощностью от 0,8 до 2,0 м сложен плохо сортированными песчано-гравийно-галечным материалом со значительной примесью глинистых продуктов кор выветривания. Рыхлые образования содержат линзовидные прослойки относительно плотных гравелитов, песчаников и алевролитов незначительной мощности. Гравийно-галечный материал составляет 35–45 % общей массы. Среди хорошо окатанного грубообломочного материала гальки размером 1–2 см составляют 60–70 %, гравий – 30–40 %. В их составе преобладают кремни, кварц, кварциты, карбонатные выветрелые и кремнеземные онколитовые породы. На бортах ложбины появляется щебень доломитов и мергелей. Для обломков кремнистого состава характерны неровная изъеденная поверхность и причудливая неправильная форма. Значителен процент колотых галек кремней. Постоянно присутствуют угловато-окатанные обломки белесых маршаллитизированных пород из кор выветривания. В составе песчаного материала преобладает кварц (60–85 %) и кремни (15–40 %). В крупном классе

(0,5–1,0 мм) доминируют зерна кварца шаровидной сферической формы идеальной окатанности. Глинистое вещество представлено каолинитом, который нередко встречается в виде окатышей размером до 3,5 мм. Тяжелая фракция крупноалевритовой размерности имеет мономинеральный ильменитовый состав. В более крупном классе появляются турмалин, ставролит, кианит и альмандин.

Кимберлитовые минералы образуют алмаз-пироповую ассоциацию. В среднем содержания пиропов составляют 30–40 зерен на 10 л. В отдельных пробах концентрации возрастают до 2000 зн. на 10 л. Наблюдается высокая степень гранулометрической осортированности гранатов. Они сосредоточены в классе 0,3–1,2 мм. Средний размер зерен 0,54 мм. Основная масса пиропов (77 %) попадает в класс 0,5–0,6 мм. По окраске среди них выделяются фиолетово-красные (62 %), красные (27 %), сиреневые (5,4 %), оранжевые (2,7 %) и желтые (2,7 %). Пиропы россыпи Дьюкунах отличаются предельно сильным механическим износом. Очень часто зерна гранатов имеют идеально окатанную шаровидную или несколько сплюснутую форму. На механогенную поверхность наложена гипергенная коррозия. Зерна с крайней степенью растворения с образованием кубоидов составляют до 50 % от общего количества пиропов. По данным микрозондового анализа, содержание пиропов алмазной ассоциации равно 7,2–8,75 %. В единичных знаках в ассоциации присутствуют окатанные зерна хромшпинелидов.

Алмазы продуктивного пласта представлены очень мелкими кристаллами, соизмеримыми по гранулометрии с преобладающей массой пиропов. Средний вес кристаллов составляет 2 мг. Алмазы хорошо отсортированы по размеру, основная их масса представлена классом  $-1+0,5$  мм, составляющим 90–85 %. В классе  $-2+1$  мм содержится 15–20 % кристаллов. Своеобразно и их распределение по весу:  $-4+2$  мм – 1,8 %;  $-2+1$  мм – 24,7 %;  $-1+0,5$  мм – 73,5 %. В габитусном спектре алмазов октаэдры составляют 45 %, переходные формы – 30 %, ромбододекаэдры – 25 %. По этому признаку алмазы россыпи занимают промежуточное положение между алмазами Мало-Ботубинского и Далдыно-Алакитского рудно-россыпных районов. Основная масса кристаллов (70 %) представлена обломками и осколками с сильным механическим износом выкрашивания и с наложенной леденцовой скульптурой.

По данным валового опробования россыпь характеризуется низкой непромышленной алмазностью. Среднее содержание алмазов в южной части залежи составляет  $0,096 \text{ кар/м}^3$ , в северной части –  $0,77 \text{ кар/м}^3$ . Качество алмазов низкое.

Непромышленная россыпь Дьюкунах сформировалась в условиях гумидного климата за счет ближнего переотложения более древних алмазносных отложений морского генезиса предположительно раннекаменноугольного возраста. В морфогенетическом отношении это делювиально-пролювиальная однопластовая залежь переотложенного типа лентообразной формы с неоднородным строением и составом продуктивного пласта. По отношению к коренным источникам питания она относится к россыпям дальнего сноса.

В юго-восточной части района, в верхнем течении р. Сюльдукар в пролювиальных отложениях ботубинской свиты выявлен высококонтрастный ореол кимберлитовых минералов уч. Хатырык, характеризующийся ураганными концентрациями очень мелкого ( $-0,5$  мм) пикроильменита и повышенной частотой встречаемости одиночных кристаллов алмазов. Для пикроильменита характерна весьма своеобразная шиповатая (пирамидально-бугорчатая) поверхность без заметных следов механического износа. В валовых пробах обнаружено 19 кристаллов алмазов размером от 0,5 до 4 мм, большая часть которых имеет форму ламинарных ромбододекаэдров, что характерно для ассоциации далдыно-алакитского типа. Поиски коренных источников на участке не дали положительных результатов.

В бассейне верхнего течения р. Ыгыатта в пределах Вилюйско-Мархинской зоны разломов в отложениях верхнего палеозоя оконтурен ореол кимберлитовых минералов площадью около 600 км<sup>2</sup>, приуроченный к восточному переклиальному замыканию Ыгыаттинско-Олгуйдахской эрозионно-тектонической депрессии, наложенной на нижнепалеозойское основание Сюгджерской седловины. В направлении с запада на восток в днище депрессии происходит последовательное выклинивание более древних алмазонасыщенных отложений ботуобинской и ахтарандинской свит с развитием на породах нижнего палеозоя в верхних частях склонов верхнепермских терригенных осадков аллювиально-дельтового генезиса, неблагоприятных для россыпеобразования.

В основании ботуобинской свиты здесь закартированы брекчиевидные конгломераты и гравелиты пролювиального генезиса мощностью от 0,5 до 10,4 м, приуроченные к переуглубленным тальвегам временных палеоводотоков. Кимберлитовые минералы в них представлены пиропами и алмазами. Пиропы преобладающего класса – 1 мм характеризуются сильным механическим износом и наложенной позднее гипергенной коррозией, что указывает на их переотложенный характер. На уч. Хору в валовой пробе объемом 3,2 м<sup>3</sup> в конгломератах мощностью 0,5 м обнаружены четыре кристалла алмазов октаэдрической формы. Содержание их составило 0,04 кар/м<sup>3</sup>. В отличие от ботуобинской свиты аллювиальные и аллювиально-дельтовые грубообломочные отложения ахтарандинской и боруллойской свит характеризуются хромшпинель-пироп-пикроильменитовой ассоциацией кимберлитовых минералов, в которой наряду с изношенными зернами довольно часто встречаются пиропы и пикроильмениты I–II классов износа. В отдельных скважинах в отложениях ахтарандинской свиты обнаружены совершенно неизношенные пиропы, а в одной из валовых проб в них найден мелкий кристалл алмаза. Находки высокосохранных минералов-спутников связываются с размывом местных коренных источников, продуктивность которых предполагается по повышенному (6,73 %) содержанию пиропов алмазной ассоциации.

В поле развития верхнепалеозойских и мезозойских коллекторов алмазов в русловых отложениях р. Ыгыатта и ее многочисленных притоков за все годы алмазопромысловых работ обнаружено 138 кристаллов алмазов. В их составе резко преобладают октаэдры (46,6 %) и переходные формы (35 %) при низких содержаниях ламинарных ромбододекаэдров (11,7 %) и типичных округлых алмазов (6,3 %), что сближает их с алмазами мирнинской ассоциации, характеризующейся высоким качеством минерального сырья.

По единодушному мнению геологов акционерной компании “АЛРОСА”, перспективы коренной и россыпной алмазонасыщенности рассмотренных алмазонасыщенных районов Центрально-Сибирской субпровинции реализованы не полностью. В пределах Мало-Ботуобинского, Далдыно-Алакитского и Средне-Мархинского рудно-россыпных районов сохраняется возможность обнаружения среднепалеозойских алмазонасыщенных кимберлитов и древних россыпей алмазов верхнепалеозойского и мезозойского возраста. Основные реальные перспективы выявления в субпровинции новых кимберлитовых полей связываются с Вилюйско-Мархинской кимберлитонасыщенной тектономагматической зоной, окраинные юго-западный и северо-восточный фланги которой остаются пока слабопоискованными. На изученных площадях в пределах этой протяженной минерагенической зоны в верхнепалеозойских, мезозойских и кайнозойских коллекторах выявлены многочисленные алмазопроявления и высококонтрастные ореолы минералов-спутников алмаза, не имеющие прямой связи с известными кимберлитовыми полями.

При неоднозначности и вероятностном характере тектонических критериев прогноза поиски кимберлитов и связанных с ними россыпей алмазов в пределах

Вилуйско-Мархинской зоны осуществляются почти планомерным опосредованным закрытых площадей геолого-геофизическими методами. Там, где магнитометрические методы дают отказ, всегда остается вероятность пропуска немагнитных, слабомагнитных и перекрытых траппами кимберлитовых тел, и тогда вся поисковая нагрузка ложится на шлихоминералогический метод. Его применение, в свою очередь, осложнено широким развитием ореолов кимберлитовых минералов многостадийного формирования, наличием в них большого объема дальнепривносного кимберлитового материала, низкой прогнозной значимостью типоморфизма алмазов и химсостава минералов-спутников алмаза в ореолах смешанного типа, низкими коллекторскими свойствами базальных горизонтов глинистого состава, разрушением коллекторов и залеганием траппов на породах кимберлитовмещающего цоколя.

Прочтение такой сложной минералогической информации всегда носит многовариантный характер при одном сходном выводе: обнаруженные минералы-спутники алмаза без признаков износа могли поступать из местных коренных источников, потенциальная алмазность которых предполагается на основании повсеместного распространения пиропов алмазной ассоциации. Установленные в пределах зоны минералы-спутники алмаза высоких классов сохранности обычно находятся в рассеянном состоянии. Для выявления их скоплений в виде локальных ореолов ближнего сноса, производных от неизвестных коренных источников, на закрытых площадях зоны потребуются значительные объемы буровых работ, что и предусматривается долгосрочной программой геологических исследований, разработанной специалистами АК "АЛРОСА".

---

### Часть III

## МЕСТОРОЖДЕНИЯ УРАЛА

Урал – первый регион российской алмазодобычи. Первый алмаз на Урале был найден в 1829 г. Павлом Поповым при промывке проб на золото в Адольфовом логге Крестодвиженского прииска (недалеко от пос. Промысел Пермской области). На Урале до 1936 г. специализированных поисковых работ на алмазы не проводилось. К этому периоду при поисковых и добычных работах на золото на Среднем и Южном Урале в 18 пунктах было обнаружено более 300 алмазов [Харькив и др., 1997]. При этом выделился бассейн р. Полуденка на западном склоне Среднего Урала, где найдено около 250 кристаллов, вес одного из которых достигал 3 кар. В 1936 г. были начаты работы по систематическому изучению алмазности Урала. Специалистами институтов Комитета по делам геологии при СНК СССР – ЦНИГРИ, ВСЕГЕИ, ВИМСа, треста “Золоторазведка” в 1938–1939 гг., в бассейнах рек Койва и Вижая был открыт ряд россыпных проявлений и месторождений алмазов. В 1940 г. создана Уральская алмазная экспедиция, которая в 1941–1942 гг. осуществляла опытную добычу алмазов на некоторых открытых россыпях. Одновременно в 1941 г. трестом “Уралзолото” организован Теплогорский алмазный прииск, а с 1946 г. на его базе – “Уралалмаз”, ныне базирующийся в г. Красновишерск. Его создание положило начало промышленной разработке алмазносных россыпей России.

В результате интенсивных поисковых работ в 40–50-е годы прошлого века в Пермской области был открыт ряд мелких и средних россыпных месторождений и проявлений алмазов. В 50-е годы в связи с открытием уникальных коренных месторождений Якутии объемы поисковых работ на Урале были существенно снижены. С 60-х годов их основная тяжесть переместилась на Северный Урал, в Красновишерский район Пермской области, где геологами Вишерской экспедиции Пермского геолого-разведочного треста в бассейнах левых притоков р. Вишера (Большой Щугор и Большой Колчим) и правого притока р. Язьва – р. Северный Колчим открыто россыпное поле, где и до настоящего времени сконцентрированы основные промышленные запасы россыпных алмазов Урала. Эти месторождения обрамляют Полюдово-Колчимское поднятие, на крыльях которого выходят алмазносные породы девона (см. фото 3.1).

Авторами при характеристике промышленных месторождений алмазов Урала использованы опубликованные фондовые материалы Ю.Р. Бейкера, Н.В. Введенской, В.А. Ветчанинова, М.А. Гневушева, А.Д. Ишкова, В.А. Кириллова, В.Я. Колобянина, П.Н. Конева, Н.И. Корепова, А.А. Кухаренко, Г.И. Лучникова, Г.Д. Мусихина, В.М. Марусина, Ю.И. Погорелова, В.А. Сигова, Ю.Д. Смирнова, И.С. Степанова, Л.Е. Стороженко, Г.Н. Сычкина, О.А. Шербакова, Е.Г. Якимова [Ферсман, 1922; Кухаренко, 1955; Вербицкая, Гапеева, 1959; Ружицкий, 1960; Беккер, 1970; Ветчанинов, Конев, 1970; Ишков, 1970; Сигов, Стороженко, 1970; Сигов, 1971; Стороженко, 1971; Ветчанинов, 1974; Степанов, 1974; Шербаков и др., 1994].

В пределах Урала алмазы установлены на его западном склоне. На восточном склоне найдены единичные, зачастую не воспроизводимые повторным опробованием кристаллы. На западном склоне алмазоносными являются аллювиальные отложения Северного, Среднего и Южного Урала. Единичные находки алмазов зафиксированы на Приполярном и Полярном Урале.

В пределах Южного Урала проявления россыпной алмазоносности установлены в современном аллювии бассейнов рек Ай, Юрюзань и Белая. Алмазоносный аллювий рек Южного Урала тяготеет к распространению терригенных толщ докембрия, ордовика и девона, но в связи с низкой продуктивностью практического интереса не представляет.

На Северном и Среднем Урале россыпная алмазоносность приурочена к антиклинальным структурам, в которых выходят грубообломочные терригенные породы протерозоя (рассольнинская, чурочная, ильвовожская, кочешерская, ашинская, ослянская и синегорская свиты), полюдовская свита ордовика, колчимская – силура и такатинская – девона. Однако в связи с крайне убогими содержаниями алмазов в породах протерозоя и ордовика, они вряд ли служили основными источниками питания промышленных россыпей. Все разрабатываемые промышленные месторождения Северного Урала тяготеют к россыпному узлу, в центре которого развиты алмазоносные породы такатинской свиты среднего девона, которые также являются объектами промышленной обработки. Вопрос об источниках уральских россыпей до сих пор не решен. Ранее некоторые исследователи [Ферсман, 1922; Трофимов, 1967] алмазоносность Урала связывали с телами гипербазитов, развитыми в пределах его горной части. В то же время, когда были установлены промышленные концентрации алмазов в такатинской свите и изучены условия формирования среднедевонских отложений, основная часть исследователей сошлась во мнении, что источники питания алмазами аллювиальной пачки такатинской свиты расположены в пределах Восточно-Европейской платформы [Беккер, 1970; Ветчанинов, Конев, 1970; Ишков, 1970; Ветчанинов, 1974; Мальков, 2005]. По мнению Ю.Д. Смирнова [1965], учитывая историю геологического развития и магматизма этой платформы, Урала и Тимана, можно наметить не менее пяти периодов, благоприятных для образования кимберлитов на востоке Восточно-Европейской платформы: а) время возникновения комплекса основных и ультраосновных пород среди верхнеархейских или нижнепротерозойских пород фундамента Восточно-Европейской платформы; б) верхний рифей, когда произошли расколы Восточно-Европейской платформы после излияния базальтоидов волинской серии и внедрения лампрофиров и пикритовых порфириров; в) время заложения каледонских (нижнеордовикских) глубинных разломов; г) силур–нижний девон, когда наблюдались тектонические движения во время возникновения формаций щелочных базальтоидов западного склона Урала; д) граница перми и триаса, после трапповых излияний на севере Урала и в Тургайском прогибе.

По этой градации наиболее продуктивной эпохой является граница силура и нижнего девона. Теоретическая проявленность продуктивных кимберлитов данного возраста хорошо согласуется с алмазоносностью аллювиальных фаций такатинской свиты, обломочный материал которых принесен с Восточно-Европейской [Беккер, 1970; Ветчанинов, 1974], хотя следует напомнить, что, по данным С.П. Пьянковой [Щербаков и др., 1994], абсолютный возраст кимберлитовых цирконов из этой свиты –  $558 \pm 56$  млн лет. Безусловно, нельзя исключать разновозрастного проявления кимберлитового вулканизма на данной платформе [Мальков, 2005]. На это косвенно указывают находки алмазов на Урале в отложениях венда и рифея, и об этом же свидетельствуют открытые кимберлиты Архангельской области, которые датированы 360–380 млн лет ( $D_3-C_1$ ) [Саблуков, 1984].

До недавнего времени широко обсуждалась гипотеза некоторых геологов ГП «Геокарта» (г. Пермь) и ВСЕГЕИ (г. С.-Петербург) об открытии коренных источников алмазов (туффизитов) для россыпей Северного Урала [Остроумов и др., 1996; Лукьянова и др., 1997; Рыбальченко А.Я., Рыбальченко Т.М., 1997]. Эти образования датированы кайнозойским возрастом. Основные выводы о наличии и составе «туффизитов» сделаны при петрографическом изучении материала кор выветривания, где установлены реликты оливина. Учитывая, что эти образования фиксируются в линейных корах выветривания, подразумевается, что они внедрялись в виде многочисленных жил, образуя рудные тела типа штокверков. Не вдаваясь в полемику о возможной классификационной принадлежности этих образований и не акцентируя внимание на ряде неточностей в подобных публикациях, что хорошо освещено в другой серии работ [Богатых и др., 2000; Езерский, Молчанова, 2001; Коробков, Граханов, 2001; Коробков, Жаворонкин, 2003; Мальков, 2005], следует отметить следующее.

1. Алмазы и минералы – индикаторы кимберлитов (лампроитов) фиксируются только на участках, где «туффизиты» интродуцируют потенциально-алмазоносные толщи – такатинскую среднего девона, колчимскую свиту силура, неогеновые или четвертичные образования, выполняющие эрозионно-карстовые депрессии. Естественно, что при опробовании «туффизитов» основной объем валовых проб составляют эти заведомо алмазоносные осадочные образования.

2. Геологами АК «АЛРОСА» (И.Г. Коробков, С.А. Граханов) и ВСЕГЕИ (В.А. Езерский) эти образования были опробованы в нескольких точках вне потенциально продуктивных толщ (см. фото 3.2).

В результате опробования ни алмазов, ни их минералов-индикаторов не установлено [Езерский, 2001; Коробков, Граханов, 2001; Коробков, Жаворонкин, 2003]. Все изученные типы «туффизитов» представляют собой набор в различных соотношениях обычных осадочных пород – песчаников (песков), алевролитов и аргиллитов (глин). Результаты рентгенопросмотра концентратов мелкообъемных проб, шлихоминералогические и петрографические исследования свидетельствуют о полном отсутствии в них пирокластического материала, а также алмазов и других высокобарических минералов (табл. 3.1).

3. В результате секционного контрольного опробования (В.А. Езерский) отложений района Рассольнинской депрессии, где выделялись алмазоносные туффизиты, установлено, что алмазы и минералы-индикаторы кимберлитов содержатся в базальном горизонте колчимской свиты нижнего силура, а породы, называемые туффизитами (фактически кора выветривания по отложениям кочешорской свиты венд-кембрия), ни алмазов, ни их минералов-спутников не содержат. В 80-е годы единичные алмазы и минералы-индикаторы кимберлитов в отложениях колчимской свиты были найдены геологом Вишерской экспедиции В.Я. Колобяниным. В настоящее время следует признать, что в районе Полудово-Колчимского поднятия наиболее древним коллектором, где достоверно установлены алмазы, является колчимская свита нижнего силура. Кроме алмазов отложения свиты содержат всю гамму изношенных минералов-индикаторов кимберлитов, что свидетельствует о существовании более древнего коллектора или значительной удаленности коренного источника.

4. По процентному количественному содержанию кристаллов во всех коренных месторождениях алмазов мира как кимберлитового, так и лампроитового типов при сохранении доли крупных классов доминируют мелкие классы (см. гл. 1) [Граханов и др., 2003; Граханов, Митюхин, 2003]. Средний вес алмазов и их износ в древних и современных россыпях Колчимской антиклинали, где выделяются максимальное количество разнообразных по составу «туффизитовых» тел, указы-

Таблица 3.1

**Минеральный состав “туффизитов”, % [Коробков, Граханов, 2001]**

Легкая фракция				Тяжелая фракция			
Минерал	Номер образца			Минерал	Номер образца		
	К-1-1	К-1-2	К-2-1		К-1-1	К-1-2	К-2-1
Кварц	52,0	84,4	81,2	Магнетит	0,2	Зн.	Зн.
Плагиоклаз	Ред. зн.	Ред. зн.	0,4	Циркон	0,8	0,8	2,0
Калишпаты			Зн.	Сфен	0,2		
Биотит			0,4	Рутил	0,2	0,2	
Мусковит			0,4	Анализ			Зн.
Хлорит	Ред. зн.			Лейкоксен	0,2		0,4
Слюда измененная	35,2	5,6	Зн.	Гр. амфиболов	Ред. зн.		0,2
Агрегаты	12,8	10,0		Гр. пироксенов			0,2
Обломки пород			17,6	Гр. эпидота	0,2		
Карбонат			Зн.	Апатит	0,6	0,2	
				Турмалин	0,4		0,4
				Лимонит-гематит + гетит	97,0	98,4	96,8
				Сидерит	0,2	0,4	Зн.
Сумма	100	100	100	Сумма	100	100	100

Примечание. Анализы выполнены в Институте земной коры РАН (г. Иркутск).

вают на их неоднократное переотложение и отрицают близость коренного источника (табл. 3.2). Изучение типоморфных особенностей уральских алмазов показало, что они претерпели многократное переотложение и дальний перенос [Зинчук, Коптиль, 2001].

Характер распределения тел “туффизитов” по площади, их линейная морфология и вещественный состав, свидетельствуют о том, что данные образования не являются продуктами магматической деятельности. Безусловно, нельзя безапелляционно отрицать возможность проявления жильных магматических образований мезозойско-кайнозойского возраста на Северном Урале, но вряд ли они имеют отношение к коренным источникам алмазов.

Безусловно, выделяемые геологами ГПП “Геокарта” (г. Пермь) зоны тектонических нарушений (которые связываются с проявлением туффизитов) объектив-

Таблица 3.2

**Средний вес алмазов и их механический износ девонских, неогеновых и современных россыпей Колчимской антиклинали**

Россыпь	Средний вес алмазов, мг	Механический износ, %
Такатинская свита (D <sub>2</sub> ), Ишковский участок	208	8,5
Рассольнинская депрессия (N-Q <sub>2</sub> )	155	8,4
Вогульская депрессия	123	6,9
р. Бол. Шугор ниже р. Вольнка	194	14,3
р. Рассольная	224	16,8

Примечание. Использованы данные В.А. Ветчанинова, Г.Д. Мусихина, Вишерская экспедиция.

ны. По мнению авторов, эти зоны, особенно их пересечения в пределах Колчимской антиклинали, благоприятствовали развитию линейных кор выветривания, карсту и заложению по ним эрозионно-карстовых депрессий, аккумуляровавших продукты разрушения такатинской свиты и являлись важнейшими промежуточными коллекторами алмазов Северного Урала.

### ПРОМЫШЛЕННЫЕ РОССЫПИ АЛМАЗОВ

В пределах Урала все промышленные россыпи расположены на Северном и Среднем Урале в Пермской области, где государственным балансом Российской Федерации учтено восемь россыпных месторождений алмазов. По другим областям Урала промышленных россыпных месторождений алмазов не установлено. Из восьми месторождений семь расположены в Вишерском алмазоносном районе Северного Урала (около г. Красновишерска, где базируется АО (НП) "Прииск Уралалмаз"). Месторождение Чикман обособлено от этой группы. Оно расположено в Яйвинском алмазоносном районе Среднего Урала около городов Александровск и Губаха.

Промышленные россыпи Урала можно объединить в три группы:

- 1) долинные кайнозойские аллювиальные россыпи (реки Бол. Щугор, Бол. Колчим, Сев. Колчим и Чикман);
- 2) неогеновые россыпи эрозионно-карстовых депрессий (Рассольнинская, Вогульская, Ильявожская депрессии и фрагменты депрессий в долине р. Чикман);
- 3) древние россыпи (Ишковский участок).

### Вишерский алмазоносный район

В пределах Вишерского алмазоносного района все промышленные месторождения алмазов тяготеют к Полюдово-Колчимскому поднятию (рис. 3.1).

### Россыпные месторождения девонского возраста

Впервые высказывания об алмазоносности такатинской свиты были сделаны в 1955 г. А.А. Кухаренко [1955]. В 1963 г. А.Д. Ишковым [1970] впервые выявлена ее алмазоносность. В последующие годы была установлена алмазоносность большеколчимской пачки силура, выявлена закономерность корреляционной связи минералов-индикаторов кимберлитов и алмазов в такатинской свите, подтверждена аллювиально-карстовая природа базального горизонта, сделано предположение о возможности обнаружения коренных источников алмазов кимберлитового типа в западной части Колво-Вишерского края (Ю.Р. Бейкер, В.А. Ветчанинов, А.Д. Ишков, В.Я. Колобянин, П.Н. Конев, С.П. Пьянкова, Ю.Д. Смирнов, О.А. Щербаков и др.). Один участок такатинской свиты (Ишковский карьер) разведан до промышленных категорий (В.А. Ветчанинов) и передан для промышленного освоения. В настоящее время начата эксплуатация этого участка НП "Уралалмаз".

Такатинская свита залегает в основании эйфельского яруса и является базальной толщей среднедевонских отложений, которые залегают с перерывом на породах венда и различных толщах рифея, ордовика и силура. Свита в нижней части сложена светло-серыми кварцевыми грубозернистыми песчаниками с мелким гравием кварца и прослоями в ее основании (от 5 см до нескольких метров) фрагментарно развитых кварцевых гравелитов и олигомиктовых конгломератов [Щербаков и др., 1994]. Такое основание разреза такатинской свиты четко отражает трансгрессивный макроритм. Конгломераты залегают в основании разреза (мощностью 1–3 м) и развиты фрагментарно. Выше залегают гравелиты и гравелитис-

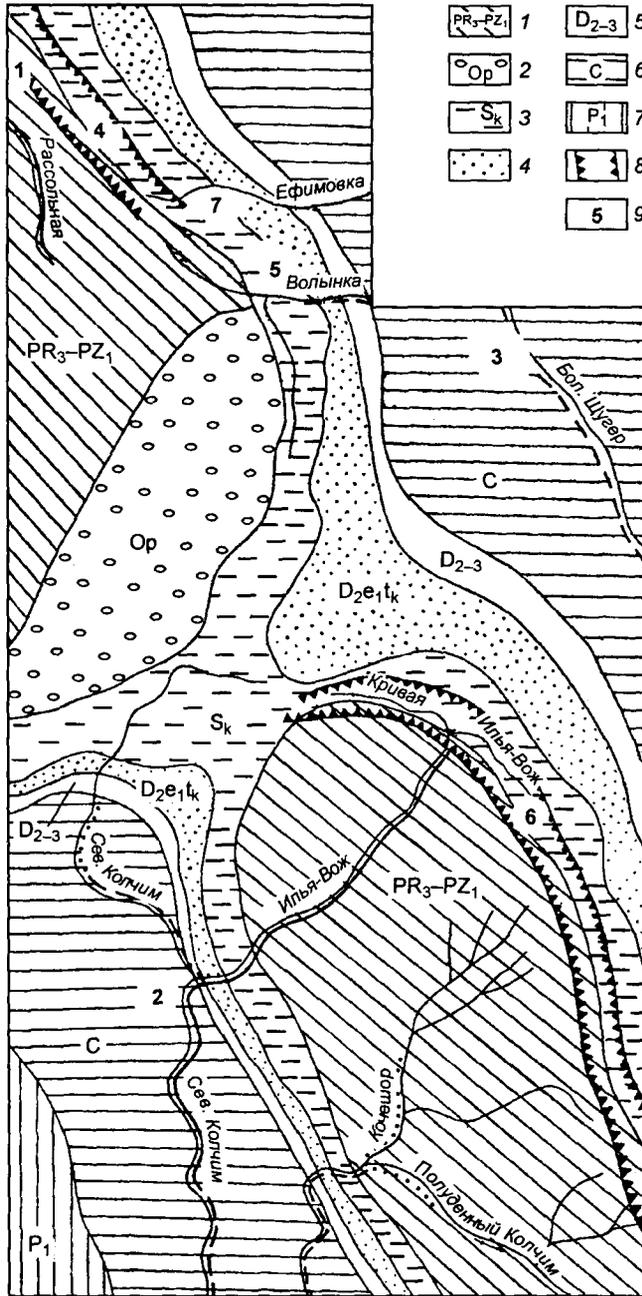


Рис. 3.1. Схема расположения промышленных россыпей Вишерского алмазонасного района Северного Урала (по данным Вишерской экспедиции):

1 – песчаники, алевролиты и аргиллиты чурочной свиты верхнего протерозоя–нижнего палеозоя; 2 – конгломераты и песчаники полюдовской свиты ордовика; 3 – доломиты и известняки колчимской свиты силура; 4 – песчаники, гравелиты и конгломераты такатинской свиты среднего девона; 5 – терригенно-карбонатные породы верхнего девона; 6 – известняки, песчаники и алевролиты карбона; 7 – песчаники, гравелиты и известняки нижней перми; 8 – крупные погребенные эрозионно-карстовые депрессии; 9 – промышленные месторождения алмазов: 1 – Больше-Колчимское, 2 – Северо-Колчимское, 3 – Больше-Шугорское, 4 – Рассолинская депрессия, 5 – Такатинская россыпь Ишковского участка, 6 – Илья-Вожская депрессия, 7 – Вогульская депрессия.

тые песчаники и пески, постепенно переходящие в средне- и мелкозернистые разности. Песчаники часто имеют перекрестную и косую слоистость. Выше в песчаниках появляются прослой серых и светло-серых, часто пологоволнисто-слоистых кварцевых алевролитов. В верхней части разреза появляются аргиллиты, которые переслаиваются с кварцевыми алевролитами. Мощность свиты варьирует от 0 до 313 м, в основном составляя 25–60 м. Максимальные значения установлены на Северном Урале в районе Полюдова Камня, к югу она сокращается до первых метров и увеличиваются до 140 м на Южном Урале на р. Белая.

Вкрест простирания такатинской свиты мощность формации также изменчива. С запада на восток отложения становятся менее грубообломочными и лучше отсортированными по гранулометрическому составу. В крайних западных выходах они представлены аллювиальными фациями, где на закарстованной поверхности доломитов колчимской свиты местами сохранилась кора выветривания мощностью до 4 м. Выше залегает базальный слой мощностью до 3 м, сложенный желтовато-бурыми рыхлыми мелкогалечными конгломератами и гравелитами. Галька в основном представлена кварцем, реже встречается галька кварцевых песчаников, кремней и подстилающих доломитов. На конгломератах залегает пачка (5–7 м) крупно- и грубозернистых кварцевых песчаников и песков, чередующихся с гравелитами и реже белыми глинами. Базальный слой и вышезалегающая пачка обогащены гидроксидами железа и каолинитом. Для песчаников и песков характерна косая слоистость руслового типа. Северо-восточнее в разрезах по рекам Вишера и Колва такатинская свита представлена менее грубыми, хорошо отсортированными кварцевыми песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Такая направленная фациальная изменчивость разреза свиты свидетельствует о расположении главной области сноса на Восточно-Европейской платформе [Месторождения..., 1984]. В целом отложения такатинской свиты сформировались в континентальных, прибрежно-морских и морских условиях.

В составе пород такатинской свиты преобладает легкая фракция (92,7–99,5 %), представленная в основном кварцем. В незначительных количествах встречаются карбонаты, полевые шпаты, обломки пород, реже хлорит и слюда. Выход тяжелой фракции варьирует от 7,6 до 423 г/м<sup>3</sup>, в среднем – 118 г/м<sup>3</sup>. Основную массу тяжелой фракции, где фиксируются находки минералов-индикаторов кимберлитов и алмазов, составляют аутигенные минералы: лимонит, гематит, реже пиролюзит, барит, сидерит и анатаз. Содержание аутигенных минералов достигает 80–100 % [Щербаков и др., 1994]. Без учета их в составе тяжелой фракции такатинской свиты преобладают циркон и рутил. Постоянно присутствуют турмалин, лейкоксен, монацит, реже встречаются магнетит, хромшпинелиды, ильменит, ксенотим, ставролит, гранат, корунд, муассанит, брукит, магнитные и стеклянные шарики, перовскит, эпидот и минералы групп пироксена и амфибола [Там же]. В составе тяжелой фракции установлена вся гамма минералов-индикаторов кимберлитов (табл. 3.3).

В базальных слоях такатинской свиты Северного Урала концентрации пиропов достигают 20–200 зн. на пробу 10 л. На Среднем Урале найдены только единичные зерна [Там же]. На основании оптической спектроскопии гранатов из Большешколчимского карьера, проведенной на кафедре минералогии МГУ (В.К. Гаранин, Г.П. Кудрявцева), выделено пять парагенетических групп: а) гранаты из гарцбургитов (оранжево-красные и фиолетовые пиропы); б) гранаты магнезиально-железистых лерцолитов (лиловые, фиолетовые и почти бесцветные пиропы); в) гранаты из магнезиально-железистых эклогитов (бледно-розовые, малиновые и красные пиропы); г) гранаты ильменитовых гипербазитов малинового цвета; д) гранаты из желваков “мегакритов” (оранжево-красные пироп-альмандины).

Таблица 3.3

**Характеристика минералов-индикаторов кимберлитов  
из базального горизонта такатинской свиты**

Тип минерала	Пироп	Хромшпинелид	Ильменит	Циркон
Терригенный	–	Мелкий (до 0,2 мм), хорошо окатанный округлой или округло-уплощенной формы, поверхность матовая	Мелкий (до 0,15 мм), хорошо окатанный, уплощенно-округлый, поверхность шероховатая, матовая	Мелкий (0,15 мм), хорошо окатанный, изометричной или слабо-удлиненной формы, цвет бледно-розовый, желтый, лиловый, абсолютный возраст $940 \pm 280$ млн лет
Магматогенный	–	Размеры до 1 мм, окатанность слабая или отсутствует, октаэдрические кристаллы или их обломки, поверхность матовая или блестящая, излом раковистый	Размеры до 1 мм, окатанность слабая или отсутствует, обломки неправильной формы, частично лейкоксенизированы, блеск смоляной, излом полураковистый, двупреломляет	Размеры от 0,2 до 0,6 мм, окатанность слабая или отсутствует, идиоморфные кристаллы, часто малаконизированные, цвет бледно-розовый, буроватый, серый, желтый
Кимберлитовый	Размеры до 2,5 мм, форма округлая, с реликтами кубоидной, поверхность шероховатая, часто скульптурированная с хромитовыми корочками, цвет от бледно-оранжевого до лилового, показатель преломления 1,740–1,750	Размеры до 2 мм, округлые, изометрично-неправильные зерна, строение зернистое, твердость низкая, хрупкий, поверхность матовая, ровная или грубошероховатая	Размеры до 1,5–2,0 мм, цвет черный, блеск металлоидный, излом раковистый, сильно двупреломляет	Размеры до 2 мм, изометричные округлые зерна, грани кристаллов отсутствуют, цвет желтовато-кремовый, буровато-желтый, иногда бесцветный, абсолютный возраст $558 \pm 55,8$ млн лет

Примечание. Использованы данные С.П. Пьянковой [Щербаков и др., 1994].

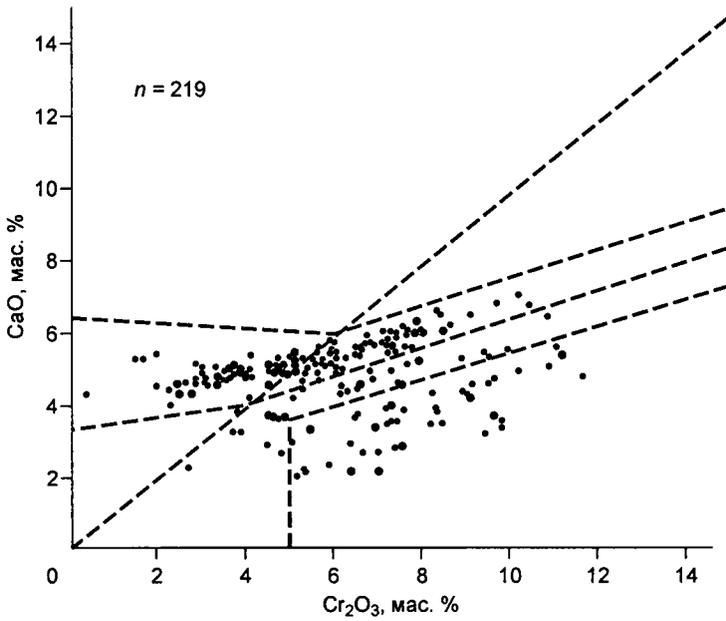


Рис. 3.2. Диаграмма (по Н.В. Соболеву) химического состава пиропы (219 анализов) из такатинской свиты среднего девона Северного Урала (данные В.А. Кириллова). Анализы выполнены в ТНК Де-Бирс.

Из проанализированных на электронном микроанализаторе 219 зерен пиропов в Компании Де-Бирс 18 % зерен попало в поле алмазной ассоциации, что свидетельствует о том, что их источниками являются типичные кимберлиты (рис. 3.2).

По данным А.Д. Харькива, среди хромшпинелидов такатинской свиты кроме типично кимберлитовых присутствуют зерна, характерные для уральских гипербазитов и пикритов. Пикроильменит с высокой магниальностью ( $MgO = 9,2$  и  $12,6$  %) и высоким содержанием  $Cr_2O_3$  ( $2,7$  и  $4,1$  %) характерен для кимберлитов Восточно-Европейской платформы и севера Якутской алмазоносной провинции.

Алмазоносными являются западные, аллювиальные фации такатинской свиты. Алмазы сконцентрированы в базальных конгломератах, реже они встречаются среди вышележащих гравелитистых песчаников. Промышленная алмазоносность этой свиты установлена В.А. Ветчаниновым в Красновишерском районе Пермской области на водоразделе двух алмазоносных рек – Бол. Щугор и Бол. Колчим, в пределах небольшого участка (Ишковский карьер) [Ветчанинов, Конев, 1970]. К югу от Полюдова Камня базальные горизонты аллювиальных фаций такатинской свиты фактически опробованы спорадически. Исходя из находок алмазов в современном аллювии рек Среднего и Южного Урала, которые в основном тяготеет к выходам свиты, при систематически представительном опробовании ее базального горизонта промышленные концентрации будут обнаружены и в других местах, поэтому, безусловно, прогнозные ресурсы девонских россыпей существенно занижены.

В районе Ишковского участка такатинская свита с размывом залегает на различных горизонтах колчимской свиты. Ширина ее выходов в современном эрозионном срезе составляет 400–500 м, мощность – 80 м [Месторождения..., 1984]. Отложения такатинской свиты представлены различными фациями – аллювиаль-

ными, озерными и лагунными. Алмазы приурочены к первым – конгломератам, гравелитам и песчаникам. Повышенными концентрациями выделяются крупногалечные конгломераты. Последние залегают на корях выветривания, иногда заполняя карманообразные углубления закарстованных силурийских пород, являющихся плотиком алмазонасных образований. Мощность продуктивных конгломератов не превышает 1,5 м. В пределах Ишковского участка линзы конгломератов и гравелитов, содержащие повышенные концентрации алмазов, развиты на площади длиной 800 м при ширине 40–200 м. Петрографический состав галечного материала продуктивных отложений следующий: кварц, кварцевые и кварц-полевошпатовые песчаники, кварцевые песчаники с глауконитом. По характеру залегания продуктивных пород можно предположить, что они формировались в руслах рек [Там же]. Минеральный и петрографический состав конгломератов такатинской свиты указывает на то, что они образовались за счет размыва осадочно-метаморфических пород, развитых в пределах Восточно-Европейской платформы [Ветчанинов, 1974; Месторождения..., 1984].

Отложения такатинской свиты опробованы в большом объеме (более 11 000 м<sup>3</sup>), при этом опробованы все их литологические разновидности. Наибольшие концентрации алмазов приурочены к конгломератам и гравелитам, более низкие – к разнозернистым песчаникам с гравием и галькой (табл. 3.4).

Повышенные содержания алмазов приурочены к той части Ишковского участка, где развиты наиболее крупногалечные конгломераты, для которых характерен и повышенный средний вес алмазов. К югу и северу от этого участка в отложениях такатинской свиты наблюдается уменьшение размеров гальки и резкое снижение алмазонасности и крупности кристаллов.

Из отложений такатинской свиты извлечено более 600 алмазов, их средний вес довольно высокий и составляет 208 мг. Это обусловлено тем, что по весу и количеству преобладают крупные классы [Месторождения..., 1984]. Сохранность алмазов высокая, превалируют целые кристаллы – 79,8 %, слабообломанные камни составляют 7,1 %, осколки – 13,1 %. Среди кристаллов встречаются индивиды с сильным аллювиальным механическим износом истирания (8,5 %), что выражается в притуплении ребер и вершин и наличием износа выкрашивания – появление на гранях большого количества выщербин и фигур, последнее свидетельствует о пребывании их в зоне морского прибоя [Коптиль и др., 2002]. Среди алмазов такатинской свиты преобладают додекаэдриды уральского или бразильского типов (73,7 %), кристаллы октаэдрического габитуса составляют всего 2,4 %, переходного – 19,8 %, превалируют бесцветные кристаллы (88,4 %) с золотисто-желтым или зеленоватым надцветом. Характерной особенностью алмазов из этой свиты является наличие пятен зеленой пигментации, причем пигментированные алмазы чаще встречаются на Северном Урале, чем на Среднем.

Таблица 3.4

Алмазонасность пород такатинской свиты [Месторождения..., 1984]

Порода	Объем проб, м <sup>3</sup>	Кол-во проб		Сред. вес кристаллов, мг	Сред. содерж. алмазов, мг/м <sup>3</sup>
		пустых	с алмазами		
Аргиллиты, алевролиты, песчаники	245,6	100			
Разнозернистые песчаники с гравием	3831,2	78,4	21,6	136,7	5,2
Гравелиты, конгломераты	7125,0	61,9	38,1	175,3	16,5

Морфологически алмазы такатинской свиты Ишковского участка не отличаются от кристаллов, добытых из отложений рек Бол. Щугор и Бол. Колчим. Хорошая сортировка алмазов из такатинской свиты, их высокая сохранность, наличие пигментированных кристаллов и сильный механический износ свидетельствуют о сложной геологической истории и, скорее всего, о значительной удаленности от коренного источника. По мнению ряда исследователей [Ветчанинов, 1974], эти особенности дают основание для утверждения, что источниками алмазов являются более древние кластические толщи. Это вполне подтверждают датировки трубочного циркона из отложений такатинской свиты –  $558 \pm 55,8$  млн лет [Щербаков и др., 1994].

### **Россыпные месторождения эрозионно-карстовых депрессий**

Большую роль в образовании промышленных россыпей сыграли эрозионно-структурные и более локальные эрозионно-карстовые депрессии, осложняющие западный склон уральской складчатой системы. Образование и роль этих депрессий в россыпной алмазности детально освещено в трудах уральских геологов: А.П. Сигова, И.С. Степанова, Л.Е. Стороженко, Г.Н. Сычкина [Сигов, Стороженко, 1970; Сигов, 1971; Стороженко, 1971; Степанов, Сычкин, 1983]. Преимущественно эрозионно-карстовые депрессии развиты на контакте древних терригенных и карбонатных толщ, где активные карстовые процессы привели к образованию полостей глубиной от 5 до 106 м (по Г.Н. Сычкину). Карстовые полости заполнялись аллювиально-делювиально-пролювиальными отложениями неогенового и четвертичного возраста. Минеральный состав глинистых минералов и тяжелой фракции указывает на большую роль в их формировании отложений древних кор выветривания. Наиболее ярко контактово-карстовые и эрозионно-карстовые образования представлены на контакте терригенных пород такатинской свиты и хорошо карстующейся толщи доломитов колчимской свиты. Безусловно, продуктивность депрессий обусловлена уровнем алмазности такатинской свиты. На отрезке от юга Северного до северной части Среднего Урала (от р. Колва до р. Чусовая) в настоящее время выявлено несколько десятков эрозионно-карстовых депрессий, в которых мощность потенциально продуктивных на алмазы отложений составляет от первых метров до 106 м. По нашему представлению, основной россыпной потенциал алмазов Северного и Среднего Урала сконцентрирован в эрозионно-карстовых депрессиях, пока слабо изученных.

### **Рассольнинская депрессия**

Россыпное месторождение алмазов Рассольнинской депрессии расположено в Красновишерском районе Пермской области в 30 км от г. Красновишерск, оно разведано Г.Д. Мусихиным и В.А. Кирилловым (Вишерская экспедиция) и передано в промышленное освоение НП "Уралалмаз".

Эрозионно-карстовая депрессия сформировалась на контакте колчимской свиты силура и алмазносных базальных горизонтов такатинской свиты девона. Развитию карста способствовало наличие хорошо карстующихся доломитов колчимской свиты. Положительным фактором карстования послужила повышенная трещиноватость карбонатной пачки этой свиты и ее крутопадающий контакт с терригенными породами такатинской свиты. Возраст депрессии мезозойский, ее заполняют остаточные и переотложенные коры выветривания мезозойского возраста, аллювиально-делювиально-пролювиальные отложения неогенового и четвертичного возраста (рис. 3.5).

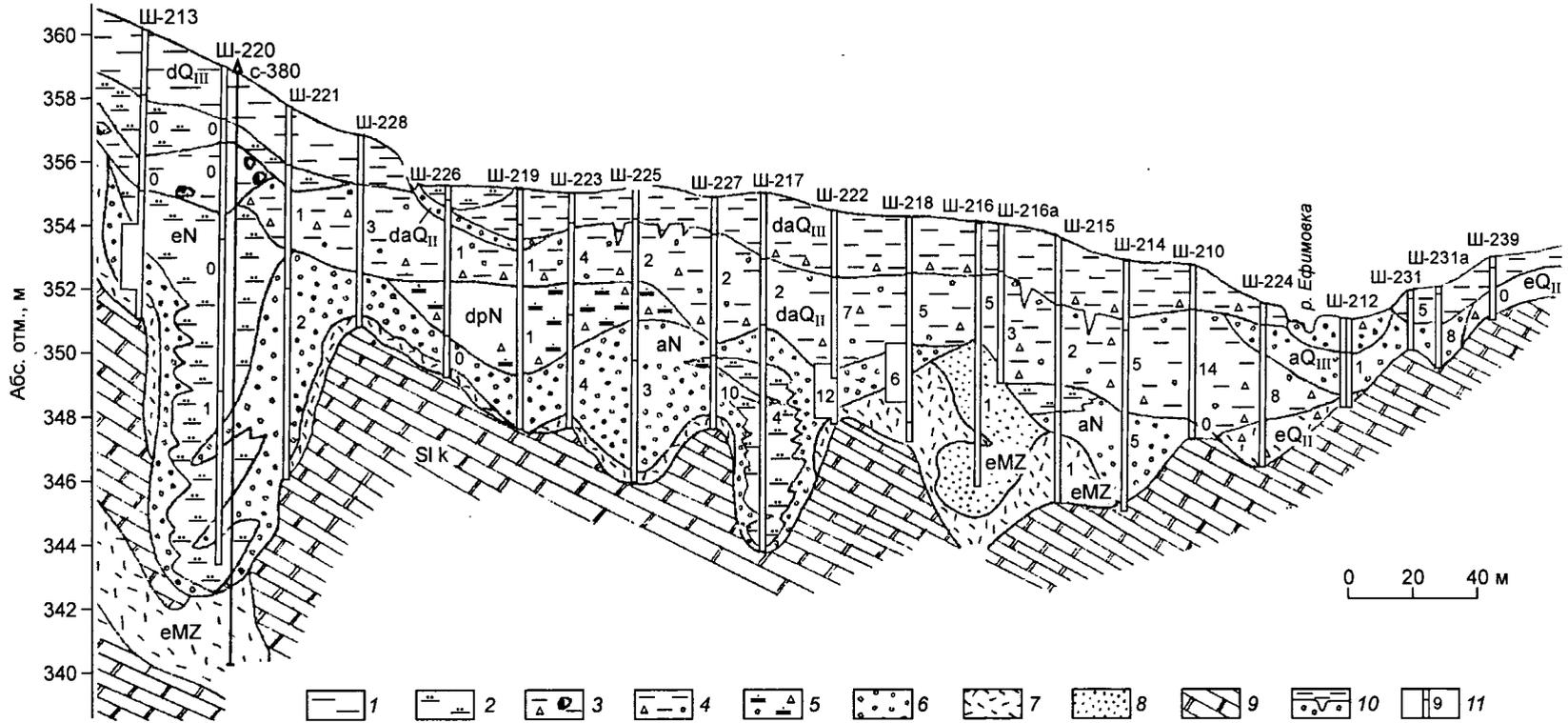


Рис. 3.3. Геологический разрез Рассольнинской депрессии (по данным Г.Д. Мусихина, Вишерская экспедиция):

1 – глины коричневые, делювиальные, 2 – глины озерно-болотные, 3 – глины коричневые валунные, 4 – глины со щебнем и галькой аллювиально-делювиальные, 5 – глины красноцветные с щебнем и галькой делювиально-пролювиальные, 6 – галечники, 7 – глины элювиально-карстовые, 8 – пески элювиально-карстовые, 9 – доломиты колчимской свиты, 10 – мерзлотные клинья, 11 – контуры шурфовочных проб и количество найденных в них алмазов.

Таблица 3.5

## Усредненный разрез продуктивных отложений Рассольнинской депрессии

Возраст		Наименование пачек	Мощность, м	Порода	Алмазность, мг/м <sup>3</sup>	
Четвертичный	Верхний плейстоцен	Верхние желтоцветы	2	Глины делювиальные, коричневые	до 1	
			1	Галечники аллювиальные, серые	до 1	
			2	Глины озерно-болотные, в основании с галькой	до 1	
			7	Глины делювиально-солифлюкционные, коричневые, с валунами	до 1	
			8	Глины делювиальные, желтовато-коричневые, со щебнем	до 1	
			5	Галечники аллювиальные, буровато-серые, участками омарганцованные, с валунами	до 42	
	1		Глины озерно-болотные, табачные, со щебнем и конкрециями сидерита	до 1		
	Нижний плейстоцен					
Неогеновый	Плиоцен	Сероцветы-желтоцветы	7	Глины делювиальные, песчанистые, светло-серые, со щебнем и галькой	12–16	
			7	Глины делювиально-пролювиальные, песчанистые, красновато-коричневые, со щебнем и галькой и стяжениями гидроксидов Fe и Mn	от 1–2 до 9	
	Миоцен		Нижние желтоцветы	10	Глины делювиально-пролювиальные, желтовато-коричневые, со щебнем и стяжениями гидроксидов Fe и Mn	от 1–3 до 8
				5–12	Отложения карстовых озер. Глины с прослоями галечников, с рыхлыми сажистыми и плотными стяжениями гидроксидов Fe и Mn	от 15–20 до 30–40
				5	Галечники бурые, очень плотные, сильно ожелезненные	до 150
Мезозой			до 40	Коры выветривания. Глины и пески пятнистые, с обломками песчаников	до 1	

Протяженность депрессии 3 км, средняя ширина – 200 м. По данным Г.Д. Мусихина, в разрезе продуктивных отложений Рассольнинской депрессии выделяются три пачки: две нижние имеют неогеновый и верхняя – четвертичный возраст (табл. 3.5).

Продуктивные неогеновые отложения Рассольнинской депрессии существенно глинистые (табл. 3.6). Промывистость песков трудная.

В составе глинистых минералов неогеновых отложений преобладают каолинит и гидрослюда. В пачках озерно-болотных отложений присутствует монтмориллонит. Содержание каолинита растет вниз по разрезу, по мере приближения к остаточным и переотложенным корам выветривания. Среди грубообломочного

Таблица 3.6

**Гранулометрический состав неогеновых отложений [Месторождения..., 1984]**

Гранулометрический состав (мм), по классам крупности, %							
+100	-100+20	-20+8	-8+4	-4+2	-2+1	-1+0,5	-0,5
11,0-27,0	5,0-19,0	1,0-14,0	1,0-13,0	0,5-0,5	0,1-4,0	2,0-12,0	29,0-68,0

материала неогеновых и четвертичных отложений Рассольнинской депрессии преобладают песчаники и конгломераты, гравийные зерна преимущественно кварцевого состава. Много обломков покрыто пленкой гидроксидов железа и марганца. Среди минералов тяжелой фракции отложений депрессии преобладают: лимонит (52-80 %), циркон (7,7-36,6 %), лейкоксен (1,0-3,1 %), рутил (0,6-2,2 %). Реже встречаются магнетит, турмалин, анатаз и эпидот. Выход тяжелой фракции четвертичных отложений составляет 50-200 г/м<sup>3</sup>, а в неогеновых - достигает 600 г/м<sup>3</sup>. Из минералов-индикаторов кимберлитов установлены единичные зерна пиропов.

Продуктивные отложения Рассольнинской депрессии характеризуются гнездовидным распределением алмазов. Их максимальные содержания характерны для нижней части разреза данных отложений, сложенных миоценовым аллювием. В этих образованиях уровень алмазоносности достигает 0,75 кар/м<sup>3</sup> при среднем по месторождению - 0,10 кар/м<sup>3</sup>. Нижние горизонты верхнечетвертичных отложений также характеризуется повышенной алмазоносностью, которая достигает 0,21 кар/м<sup>3</sup>. В целом содержание алмазов и их крупность увеличиваются сверху вниз продуктивного горизонта. Средний вес кристаллов Рассольнинской депрессии составляет 155,0 мг. По количеству преобладают алмазы класса -4+2 мм, а по весу -8+4 мм (табл. 3.7)

Среди алмазов преобладают целые кристаллы (69,5 %), доля обломков и осколков составляет 30,5 %. На кристаллах фиксируется механический износ - 8,4 % [Месторождения..., 1984; Зинчук, Коптиль, 2001].

По кристалломорфологическим особенностям среди кристаллов преобладают додекаэдровиды уральского типа (90,4 %) и переходные формы октаэдр-додекаэдр (7,2 %). Окраска алмазов самая разнообразная, но преобладают бесцветные (88,9 %) и дымчатые (9,7 %) индивиды. Доминируют кристаллы со слабым зеленоватым или желтоватым надцветом. На поверхности многих алмазов наблюдаются пятна пигментации (40,3 %) зеленого, реже бурого цвета. Иногда пятна располагаются на поверхности сколов, что позволяет считать их вторичными образованиями. Около половины кристаллов содержит включения графита, граната и оливина. Алмазы Рассольнинской депрессии имеют большое сходство с кристаллами древней девонской россыпи Ишковского участка. Это вполне естественно, так как оба месторождения расположены в непосредственной близости, и формирование первого, более молодого, месторождения, происходило за счет размыва второго.

Таблица 3.7

**Гранулометрический состав алмазов россыпи Рассольнинской депрессии**

Класс крупности, мм	Количество алмазов, %	Вес алмазов, %
-16+8	1,22	8,55
-8+4	38,35	71,80
-4+2	45,05	18,23
-2+1	15,38	1,42

Изучая алмазонасность Рассольнинской депрессии, уральские геологи В.А. Ветчанинов и Г.Д. Мусихин пришли к следующим выводам:

1) путь алмазов в россыпи был сложным, прямого поступления алмазов из коренного источника не происходило;

2) алмазы такатинской свиты, судя по наличию значительных концентраций пиропов, стоят ближе к первоисточнику, чем кристаллы Рассольнинской депрессии, однако учитывая, что окатывание алмазов происходило в такатинское или дотакатинское время, то можно сделать вывод, что их путь из коренного источника до такатинской свиты был еще более сложным, чем путь от такатинской свиты до россыпей кайнозоя;

3) минералогический состав отложений депрессии говорит о большой роли в россыпеобразовании предтакатинских и мезозойских кор химического выветривания;

4) алмазонасные породы Рассольнинской депрессии, хотя и стратифицированы, но, по существу, являются промежуточными образованиями между корами выветривания и осадками, т. е. депрессию слагают разновозрастные делювиально-пролювиальные отложения, питающиеся за счет более древних кор выветривания;

5) по степени сортировки алмазы из четвертичных россыпей района стоят на одном уровне с кристаллами из древних такатинских россыпей и мезозойско-кайнозойских месторождений эрозионно-карстовых депрессий. Это свидетельствует о том, что мезозойско-кайнозойские перемены практически не повлияли на типоморфные особенности алмазов и наблюдается полное сходство алмазов такатинской свиты с более молодыми россыпями. В свою очередь сравнение гранулометрического состава алмазов такатинской свиты и известных коренных источников мира свидетельствует об их большой разнице, что еще раз доказывает сложность пути, по которому алмазы пришли в эту свиту.

### Вогульская депрессия

Это месторождение алмазов расположено в Красновишерском районе Пермской области, в 37 км от г. Красновишерск, от которого проложена грунтовая автодорога, имеются линия связи, две линии ЛЭП-6 кВт НП "Уралалмаз". Месторождение разведано В.М. Марусиным (ГГП "Вишергеология") по сети 200×(80–40–20) м системой шахтошурфов сечением 9–12,5 м<sup>2</sup>. Месторождение не эксплуатировалось и в настоящее время находится в госрезерве.

Вогульская депрессия, к которой приурочена промышленная россыпь алмазов, располагается на борту крупной позднемезозойской Шугорской эрозионно-структурной депрессии. В современной рельефе положение депрессии подчеркивается участком интенсивно расчлененного современной гидросетью выположенного (3–5°) склона. Эта депрессия вытянута вдоль северо-восточного крыла Колчимской антиклинали, которое сложено глинисто-карбонатными породами верхнего девона и нижнего карбона. Россыпь полигенная. Ее слагают алмазонасные разновозрастные отложения, накопленные у подножия крутого склона (рис. 3.4).

По мнению В.М. Марусина, основная часть неоген-четвертичных отложений состоит из перемещенных продуктов разрушения пород такатинской свиты, развитых в верхних частях склона. Наличие в образованиях депрессии существенной примеси каолинита и монтмориллонита указывает на участие в формировании этих образований химических кор выветривания донеогенового возраста.

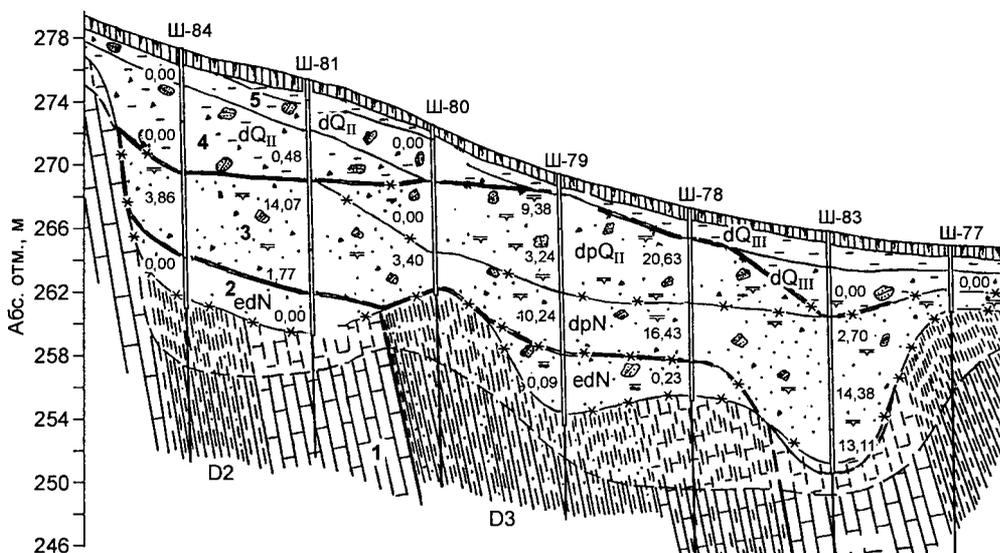


Рис. 3.4. Геологический разрез Вогульской депрессии (по В.М. Марусину, Вишерская экспедиция):

1 – коренные породы девона; отложения неогена: 2 – элювиально-делювиальные, 3 – делювиально-пролювиальные; 4 – делювиально-пролювиальные среднечетвертичные образования; 5 – делювиальные верхнечетвертичные отложения.

Средний геологический разрез россыпи выглядит следующим образом (шахта 5 линии 31 ГП “Вишергеология”):

Мощность, м	
почвенно-растительный слой, в основании суглинки с корнями деревьев ( $Q_{IV}$ ).....	0,0–05
делювиальные глины коричневые, пластичные. Отложения неалмазоносны или убогалмазоносны ( $Q_{III}$ ) .....	0,5–1,9
глины гидрослюдистые светло-коричневые с пятнами серой окраски, содержащие до 45 % сглаженных обломков (размером до 0,7 м) песчаников кварцевых, светло-серых, мелкозернистых. Отложения образованы в результате перемещения и смешивания озерных глин и делювиальных образований. Отложения убогалмазоносны ( $Q_{II}$ ) .....	1,9–3,0
глины бурые с сиреневатым оттенком, ожелезненные, плотные с щебнем (до 55 %) и глыбами кварцевых светло-серых песчаников. Глыбы приурочены к верхней части слоя. В интервале 8,8–10,0 м встречаются тонкие линзы ожелезненного дресвяно-щебнистого материала. Отложения алмазоносны, имеют пролювиально-делювиальный генезис ( $Q_{I1}$ ). Контакт с нижележащим слоем четкий .....	3,0–9,6
глины светло-желтые, плотные, неравномерно ожелезненные, с примесью (до 30–40 %) грубообломочного материала, который представлен выветрелыми кварцевыми мелкозернистыми песчаниками, кремнями и окремненными известняками. Глины имеют гидрослюдистый состав, со значительной примесью монтмориллонита и каолинита. Отложения пролювиально-делювиального генезиса, выделяются промышленной алмазоносностью ( $N_2$ ).....	9,6–11,6
пески светло-желтые, мелкозернистые с дресвой и щебнем кремней и выветрелых кварцевых песчаников и хорошо окатанной галькой кварца и кварцевых песчаников. Отложения элювиально-делювиального генезиса, развиты не повсеместно, алмазоносны ( $N_1$ ) .....	11,6–15,0

Таким образом, основная часть осадков Вогульской депрессии представлена глинистыми, песчано-глинистыми или песчаными отложениями, содержащими примесь грубообломочного материала. Дочетвертичные образования имеют существенно песчаный или глинисто-песчаный состав. Коренным субстратом (плотиком) россыпи служат песчаники, алевролиты, известняки, окремненные известняки верхнего девона и нижнего карбона. В приводораздельной части склона, на западном борту депрессии, развиты песчаники такатинской свиты среднего девона.

Средний выход тяжелой фракции шлихов из продуктивных отложений составляет  $78,9 \text{ г/м}^3$ , состав этой фракции следующий: лимонит (59,4 %), циркон (33,8 %), лейкоксен (2,3 %), рутил (2 %), хромит (1 %), турмалин (0,8 %), анатаз (0,6 %) и гематит (0,1 %). В алмазных образованиях Вогульской депрессии в единичных зернах установлены пироп, пикроильменит и хромшпинелид. Зерна пироба встречаются крайне редко, отмечен только один его осколок лилового цвета размером  $1,0 \times 0,8 \text{ мм}$ . Хромшпинелид встречается в виде кристаллов октаэдрического габитуса со сглаженными гранями размером до  $2,0 \text{ мм}$ . Зерна пикроильменита наблюдаются чаще. Преимущественно это зерна округло-овальной формы размером  $0,3\text{--}1,5 \text{ мм}$  с шероховатой или глянцевой поверхностью. Скол зерен черного зернистого цвета. Основная часть зерен пикроильменита замещена лейкоксомом, что обуславливает серый цвет поверхности минерала.

В целом, по мнению В.М. Марусина, минералогическая характеристика отложений Вогульской депрессии подчеркивает, что основным поставщиком минералов, в том числе и алмазов были породы такатинской свиты.

Промышленная часть Вогульской россыпи представляет вытянутую вдоль склона и по простиранию коренных пород полосу рыхлых отложений с повышенной алмазностью шириной  $130\text{--}400 \text{ м}$  и длиной  $1,54 \text{ км}$ , заполняющих одноименную депрессию.

Породы вскрыши (торфа россыпи) представлены покровными буровато-серыми суглинками, коричневыми делювиальными глинами, серыми озерно-болотными глинами без обломочного материала, бурыми, серовато- и красновато-бурыми делювиально-пролювиальными песчаными глинами, содержащими до  $10\text{--}15 \%$  обломков кварцевых песчаников. Возраст вскрышных пород – голоцен, средний и верхний плейстоцен. Средняя мощность торфов составляет  $10,6 \text{ м}$  при вариациях от  $2,0$  до  $19,2 \text{ м}$ .

Продуктивные отложения (пески) россыпи по литологическим признакам не всегда отличаются от перекрывающих торфов и выделяются по результатам опробования. Они представлены красно-бурими, желтовато-серыми, серовато-бурими песчаными глинами, содержащими не менее  $60 \%$  грубообломочного материала (табл. 3.8).

Мощность продуктивных отложений колеблется от  $2,0$  до  $14,4 \text{ м}$ .

Алмазность россыпи относительно выдержанная. По пробам средние содержания не превышают  $20,99 \text{ мг/м}^3$  ( $0,10 \text{ кар/м}^3$ ). По разведочным линиям сред-

Таблица 3.8

**Средний гранулометрический состав продуктивных отложений  
Вогульской депрессии**

Гранулометрический состав (мм), по классам крупности, %											
Валуны			Галька			Гравий			Песок-глина		
+300	300+150	150+100	100+50	50+25	25+16	16+8	8+4	4+2	2+1	1+0,5	–0,5
0,7	10,2	8,0	6,2	5,1	5,1	5,1	4,9	4,1	3,6	6,4	40,6

Таблица 3.9

**Гранулометрический состав алмазов россыпи Рассольнинской депрессии**

Класс крупности, мм	Количество алмазов, %	Вес алмазов, %	Средний вес, мг
-16+8	1,46	11,27	948,38
-8+4	28,47	61,59	265,7
-4+2	45,25	24,98	67,79
-2+1	24,82	2,16	10,67

Примечание. Использованы данные В.М. Марусина, ГПП "Вишергеология".

ние содержания варьируют от 4,38 до 11,31 мг/м<sup>3</sup> и в целом по россыпи составляют 7,51 мг/м<sup>3</sup>. По простиранию россыпи отмечено, что наиболее бедный участок тяготеет к ее центральной части. Южный и северный ее фланги характеризуются выдержанной средней алмазоносностью.

В ходе поисковых и разведочных работ на россыпи Вогульская депрессия извлечено 274 алмаза весом от 1,8 до 1305,8 мг (6,53 кар). Алмазы мельче 1 мм не установлены, средний вес составил 122,8 мг (табл. 3.9).

Среди алмазов преобладают кристаллы хорошей сохранности (70,8 %), обломки составляют 17,54 %, а осколки – 11,7 %. Поверхность осколков ступенчатая с раковистым изломом, редко встречаются протоматматические сколы, для которых характерно наличие на поверхности коррозионных скульптур: ямок и углублений треугольной формы.

Кристаллы несут на себе следы механического износа (6,9 %). Вершинки, ребра, а иногда и гранные швы кристаллов притуплены, на гранях видны фигуры удара – серповидные поверхностные трещины. Износ более характерен для крупных классов алмазов.

Как и во всех уральских россыпях, в месторождении Вогульской депрессии резко преобладают кристаллы алмазов додекаэдрического габитуса – уральского типа (87,5 %), значительно меньше переходных форм октаэдр–додекаэдр (7 %), плоскогранных октаэдроидов здесь практически нет, наблюдается зависимость средних весов кристаллов от их габитуса (табл. 3.10).

Для россыпи характерно невысокое содержание двойников (4,4 %) и практически полное отсутствие агрегатных сростков. Более 15 % алмазов несут на себе следы травления и коррозии. Это подчеркивается ромбической сеткой поверхностных трещин, матовостью, ямками и каналами травления, кавернами и губчатости.

Таблица 3.10

**Зависимость среднего веса алмазов Вогульской депрессии от их габитуса**

Габитус	Средний вес, мг
Октаэдроид	454
Переходные формы О–Д	306
Октаэдр	118
Додекаэдроид	110
Гемиморфные	106
Пластинчатый октаэдр	7

Примечание. Использованы данные В.М. Марусина, ГПП "Вишергеология".

той поверхностью. Алмазы преимущественно бесцветные (92,7 %), среди них лишь на 35,8 % кристаллов отсутствует надцвет желтого, зеленоватого, желтовато-зеленоватого, розового и серого цвета. Среди окрашенных камней доминируют дымчатые (6,2 %), розовые (0,7 %) и желтые (0,4 %) разновидности. На поверхности 46 % кристаллов наблюдаются пятна пигментации зеленого цвета. Половина изученных алмазов (50,7 %) несет в себе включения, среди которых преобладают графит и сульфиды.

### Илья-Вожская депрессия

Илья-Вожская депрессия расположена на северо-восточном крыле Колчимской антиклинали в истоках р. Илья-Вож и ее правого притока руч. Кривой (бассейн р. Сев. Колчим). Депрессия приурочена к зоне контакта терригенных пород кембрия с карбонатными породами колчимской свиты силура. В рельефе депрессия не выражена. Западная часть депрессии разведана ГПП "Вишергеология" и передана в промышленное освоение НП "Уралалмаз".

Мощность отложений, выполняющих депрессию, варьирует от 18 до 46 м. В верхней части их разреза под почвенно-растительным слоем и делювиальными покровными суглинками голоцена (мощность до 0,5 м) вскрываются верхнеплейстоценовые коричневые делювиальные или серые озерно-болотные илистые глины с редкими обломками кварцевых песчаников (до 2,5 м). Под верхнеплейстоценовыми глинами залегают среднеплейстоценовые коричневые и красновато-коричневые делювиальные и пролювиально-делювиальные глины со щебнем и глыбами кварцевых песчаников такатинской свиты. Обломки песчаников не окатаны или слегка окатаны. Содержание песка в глинах варьирует в широких пределах, и местами глины переходят в глинистые пески. Наиболее крупный глыбовый материал приурочен к верхам слоя. По ряду разрезов под среднеплейстоценовыми отложениями вскрыты глины бурые с грязно-зеленым оттенком, голубовато- и зеленовато-серые, содержащие щебень и гальку кварцевых песчаников и гравелитов. Эти отложения отнесены к "табачному" горизонту нижнего плейстоцена. Отлагались "табачные" глины в озерно-болотных условиях в наиболее переуглубленной части депрессии. Под "табачными" глинами или чаще всего под среднеплейстоценовыми отложениями залегают песчанистые глины красновато-коричневого цвета со щебнем, редкой мелкой галькой кварцевых песчаников и гравием кварца. На обломочном материале часто присутствуют корочки "пустынного загара", в глинах содержатся сажистые стяжения гидроксидов железа и марганца. Уральские геологи эти отложения пролювиального генезиса относят к красноцветному горизонту плиоцена. Под красноцветными глинами в наиболее переуглубленной части депрессии установлены неогеновые (миоценовые) пески красновато-бурого цвета с ожелезненными прослоями, содержащие гальку и гравий кварцевых песчаников и кварца (табл. 3.11).

Илья-Вожская россыпь выделяется невысокими средними параметрами алмазоносности, среднее содержание алмазов разведанного участка составляет 0,03 кар/м<sup>3</sup>, а разведанные запасы алмазов по промышленным категориям – 189 тыс. кар. Это выдвигает россыпь в качестве наиболее крупного объекта алма-

Таблица 3.11

#### Гранулометрический состав продуктивных отложений Илья-Вожской депрессии

Гранулометрический состав (мм), по классам крупности, %							
+100	-100+20	-20+8	-8+4	-4+2	-2+1	-1+0,5	-0,5
2,0–16,0	2,0–16,0	0,6–4,0	0,5–1,4	1,0–3,0	1,0–2,8	0,5–2,0	47,0–72,0

зодобычи НП “Уралалмаз”, тем более что можно ожидать существенного прироста запасов алмазов за счет разведки всей депрессии.

По типоморфным особенностям алмазы Илья-Вожской депрессии не отличаются от кристаллов основных россыпей Вишерского алмазоносного района. Средний вес составляет 108,8 мг. Среди камней преобладают целые кристаллы (69,1%), обломки и осколки – 30,9%. На 8,5% индивидов фиксируются следы механического износа. Среди алмазов доминируют кристаллы додекаэдрического габитуса, составляющие 88,4%, а доля переходных форм ряда октаэдр–додекаэдр достигает 9,4%. По цветовым характеристикам алмазов высокую долю составляют бесцветные камни – 89,1%. На 48,9% кристаллов отмечаются пятна пигментации.

### Долинные кайнозойские россыпные месторождения

Россыпи рек Бол. Щугор, Бол. Колчим, Сев. Колчим

Россыпи расположены в Красновишерском районе Пермской области и приурочены к долинам одноименных рек. Все эти месторождения эксплуатируются НП “Уралалмаз”.

По своему строению, петрографическому и минералогическому составу продуктивных отложений они довольно однотипны, так как расположены в единой геологической обстановке. Реки Бол. Щугор и Бол. Колчим – левые притоки р. Вишера, р. Сев. Колчим с правой стороны впадает в р. Язьва, и все они берут начало с Полюдовско-Колчимского поднятия, в пределах которого отрабатываются древние промышленные россыпи такатинской свиты девона и неогеновые россыпи эрозионно-карстовых депрессий.

Долинные россыпи приурочены к аллювиальным четвертичным отложениям русел, пойм и надпойменных террас, развитых в небольших (30–60 км) реках равнинно-горного типа. Долины рек, как правило, асимметричные, характеризуются двухъярусным строением. Пойменная фация сложена суглинками и глинами мощностью от 0,2 до 8,0 м. Алмазы приурочены к русловой фации песчано-гравийно-галечных отложений с валунами, часто с прослоями глин (табл. 3.12). Высота поверхности надпойменных террас над урезом воды составляет: I террасы – 4–6 м, II – 10–12 м, III – 16–17 м, IV – 18–26 м, V – 26–30 м. Пойменная фация террас представлена суглинками и глинами мощностью от 0,3 до 7,1 м. Продуктивные отложения тяготеют к русловой фации террас, мощность которой колеблется от 1,5 до 20 м.

Крупность обломочного материала возрастает от высоких террас к руслу, глинистость – от русла к высоким террасам.

Таблица 3.12

Гранулометрический состав продуктивных отложений россыпи р. Бол. Колчим

Класс крупности, мм	Гранулометрический состав, %						
	Русло	Пойма	Надпойменная терраса				
			I	II	III	IV	V
+100	9,3	8,5	9,3	9,6	8,7	9,7	7,3
–100+16	16,7	25,6	22,5	17,0	12,5	10,7	13,2
–16+8	10,7	11,0	9,1	7,6	7,1	7,6	10,3
–8+2	21,8	22,5	16,5	11,1	10,3	10,0	15,9
–2+0,5	15,6	15,5	12,8	9,8	8,5	8,8	16,9
–0,5	15,8	16,9	26,8	44,9	52,9	53,2	36,3

Таблица 3.13

## Основные параметры россыпей р. Бол. Колчим

Параметр алмазонасности	Русло, поймы и I надпойменная терраса	II терраса	III-V террасы	Склоновые отложения
Сред. ширина, м	247	72	135	83
Мощность торфов, м	3,0	11,6	11,9	1,6
Мощность песков, м	4,3	5,4	5,4	5,1
Доля запасов песков, %	76,5	16,2	5,2	2,1
Доля запасов алмазов, %	74,5	15,9	7,7	1,9
Сред. вес кристаллов, мг	158,2	160,1	169,2	180,2
Сред. содержание, мг/м <sup>3</sup>	11,4	11,4	16,8	10,4

Обломочный материал сложен: кварцевыми и кварц-полевошпатовыми песчаниками, кварцито-песчаниками, известняками, конгломератами, гравелитами, кварцем, кремнями [Ветчанинов, 1974]. Окатанность обломочного материала – от слабой до хорошей и возрастает от верховьев к устью. Естественно, галечный материал, отпрепарированный из древних конгломератов, окатан значительно лучше. Петрографический состав обломочного материала русла, поймы и террас существенно не отличается, лишь в высоких террасах возрастает доля устойчивых к выветриванию пород (кварца, кварцитов, кремней) с корродированной, ожелезненной поверхностью, свидетельствующей об интенсивном химическом выветривании.

Минеральный состав тяжелой фракции довольно разнообразный. Преобладающими минералами являются лимонит, гематит, циркон, лейкоксен, рутил, магнетит, ильменит, эпидот, хромит, гранат. Все россыпи характеризуются циркон-лейкоксен-рутиловой ассоциацией. В аллювии высоких террас возрастает доля лимонита. Содержание тяжелой фракции невысокое, поэтому пески россыпей характеризуются легкой обогатимостью. В аллювии алмазонасных рек в редких кристаллах неправильной формы встречается пироп и хромшпинелид. Среди минералов-индикаторов кимберлитов довольно высокая доля зерен алмазной ассоциации (по Н.В. Соболеву).

Содержание алмазов в россыпях колеблется в широких пределах и иногда достигает 256 мг/м<sup>3</sup> (1,28 кар/м<sup>3</sup>). Среди террасового комплекса промышленные концентрации алмазов установлены в I–IV и в меньшей степени в V надпойменных террасах. Отдельные участки террас выделяются повышенными средними содержаниями алмазов, достигающих 17,5–55,2 мг/м<sup>3</sup> (табл. 3.13) [Ветчанинов, 1974].

В плане россыпей распределение алмазов линзовидно-струйчатое. Протяженность обогащенных струй достигает нескольких километров, а ширина изменяется от нескольких десятков до нескольких сотен метров. Для них характерно большое количество гнездовых скоплений, чаще всего изометричной формы, размером до 50–60 м. Повышенные концентрации алмазов приурочены к западинам плотика и участкам долин повышенной мощности аллювия. В вертикальном разрезе продуктивных отложений четвертичных уральских россыпей максимальные содержания алмазов тяготеют к приплотиковому глинистому аллювию.

Алмазы из кайнозойских россыпей Вишерского района по своим типоморфным особенностям близки к кристаллам такатинской свиты девона. В небольшой степени они отличаются по гранулометрическому составу (табл. 3.14), что обусловлено сортировкой камней в процессе переноса.

Таблица 3.14

**Распределение алмазов в девонских и современных россыпях Урала**

Вес алмаза, мг	Процент от общего количества кристаллов			
	Девонские россыпи	Современная россыпь		
		уч. Ишковский	р. Бол. Щугор	р. Бол. Колчим
0-40	15,2	53,7	27,7	44,5
40-80	10,2	14,5	11,6	21,15
80-120	12,7	8,1	10,2	10,99
120-160	10,6	6,1	8,0	6,74
160-200	10,6	3,8	8,8	5,14
200-240	9,5	3,1	7,7	3,42
240-280	6,7	1,5	5,7	2,17
280-320	6,8	1,7	4,1	1,64
320-360	2,8	1,0	3,7	1,17
360-400	2,8	1,4	1,8	0,97
400-440	1,7	0,6	2,4	0,52
440-480	2,4	0,9	1,9	0,31
480-520	1,0	0,3	0,8	0,31
520-560	1,7	0,8	1,0	0,29
560-600	1,0	0,2	1,2	0,16
>600	4,8	3,0	3,4	1,2

Примечание. По данным: [Ветчанинов, 1974; Месторождения..., 1984].

Таблица 3.15

**Средний вес и сохранность алмазов из промышленных россыпей Урала**

Россыпь	Кол-во изученных алмазов	Сред. вес, мг	Сохранность кристаллов, %		Кристаллы с износом, %
			Целые	Обломки	
Р. Бол. Щугор, ниже р. Волянка	837	194,0	72,7	27,3	14,3
Р. Бол. Щугор, выше р. Волянка	688	80,3	64,2	35,8	14,5
Р. Бол. Колчим, ниже устья р. Чурочная	1639	185,5	83,7	16,3	11,6
То же, выше устья р. Чурочная	308	153,0	79,7	20,3	16,6
Р. Сев. Колчим, ниже р. Полуд. Колчим	1429	57,4	64,3	35,7	5,9
То же, выше р. Полуд. Колчим	1401	103,7	81,0	19,0	12,1

Примечание. Таблицы 3.15-3.17 составлены по: [Месторождения..., 1984].

Таблица 3.16

**Кристалломорфологические особенности алмазов  
из промышленных россыпей Урала**

Россыпь	Додекаэдр-роиды	Пластинчатые октаэдр	Октаэдр	Октаэдр	Комбинационные формы	Гемиморфные формы	Переходные формы	Осколки без граней
Р. Бол. Щугор, ниже р. Волынка	81,0	6,2	2,4	1,2	—	0,3	5,6	3,3
То же, выше р. Волынка	78,6	6,4	3,1	0,15	—	0,75	4,4	6,0
Р. Бол. Колчим, ниже устья р. Чурочная	86,0	0,5	2,5	0,3	6,3	1,2	2,4	0,8
То же, выше устья р. Чурочная	84,4	3,1	3,9	0,4	3,5	0,4	3,9	0,4
Р. Сев. Колчим, ниже р. Полуд. Колчим	79,4	5,3	3,4	0,3	—	1,7	6,7	3,2
То же, выше р. Полуд. Колчим	82,8	0,6	3,1	0,4	6,0	1,8	3,3	2,0

Для алмазов уральских россыпей характерен высокий средний вес. Это связано с тем, что мелкие классы алмазов, доминирующие в россыпях ближнего сноса практически отсутствуют (табл. 3.15). Кристаллы весом более одного карата встречаются довольно часто, вес отдельных кристаллов достигает 52 кар [Месторождения..., 1984].

По кристалломорфологическим особенностям среди кристаллов преобладают додекаэдроиды уральского типа (табл. 3.16).

Среди алмазов вишерских россыпей широко распространены двойники и сростки. Индивиды с включениями составляют около 30 % всех кристаллов. Они представлены бесформенными хлопьями и розетками графита, черными непрозрачными зернами рудного минерала и бесцветного оливина, пиропа. Установлены также включения алмаза в алмазе. Окраска алмазов самая разнообразная, но преобладают бесцветные камни (табл. 3.17).

Естественно, исходя из повышенной крупности алмазов из уральских россыпей и высокого содержания целых бесцветных индивидов, их стоимость самая высокая среди промышленных месторождений России. По своей стоимости они сопоставимы с кристаллами из прибрежно-морских россыпей Юго-Западной Африки.

Таблица 3.17

**Окраска алмазов из промышленных россыпей Урала**

Россыпь	Цвет кристалла, %					Пигментация, %
	бесцветный	желтый	зеленый	дымчатый	серый	
Р. Бол. Щугор, ниже р. Волынка	70,0	17,0	9,0	4,0	—	8,4
То же, выше р. Волынка	78,0	12,0	6,3	3,3	0,4	16,0
Р. Бол. Колчим, ниже устья р. Чурочная	90,6	0,9	1,5	7,0	—	24,0
То же, выше устья р. Чурочная	88,6	1,2	0,4	9,8	—	26,0
Р. Сев. Колчим, ниже р. Полуд. Колчим	74,0	6,8	14,5	4,9	—	41,6

## Яйвинский алмазоносный район

### Промышленные россыпи алмазов

В Яйвинском алмазоносном районе государственным балансом учтена единственная промышленная россыпь р. Чикман.

#### Россыпь р. Чикман

Месторождение расположено в Александровском районе Пермской области западного склона Среднего Урала. Река Чикман – левый приток р. Яйва, впадающей в р. Кама. В пределах месторождения находится полузаброшенный пос. Чикман, до которого проложены грунтовая дорога и линия электропередачи от железнодорожной станции Яйва (44 км).

Месторождение Чикман относится к долинным аллювиальным россыпям. По геологическому строению, характеру распределения алмазов и в соответствии с классификацией запасов россыпь р. Чикман отнесена ко второй группе (крупные и средние россыпные месторождения с относительно выдержанным распределением полезного компонента). Предварительная разведка (1979–1986 гг.) проведена системой шахтошурфов по сети (400–800)×(20–40) м (В.А. Ветчанинов, Вишерская экспедиция). Все разведанные запасы классифицировали по категории С<sub>1</sub>.

В геологическом строении месторождения Чикман принимают участие породы девона и карбона, а также мезозойско-кайнозойские отложения, выполняющие эрозионно-карстовые депрессии и слагающие аллювиальный комплекс долины р. Чикман (рис. 3.5). Последняя выработана в терригенно-карбонатных отложениях девона и карбона. Карбонатные породы представлены здесь закарстованными и трещиноватыми известняками, на которых, как правило, развита глинисто-щебнистая кора выветривания.

В бассейне р. Чикман к мезозойским отложениям отнесены каолиновые глины с галькой и щебнем кварцевых песчаников и кремней. Эти отложения выделяются белым, желто-белым и светло-серым цветом, в основании – с желтовато-коричневым оттенком. Характерной особенностью этих образований служит наличие хорошо образованных кристалликов кварца. В составе тяжелой фракции присутствуют лейкоксен (18–20 %), ильменит (до 14 %), анатаз (10–14 %), циркон (26–38 %). В нижней части слоя преобладает лимонит, фосфориты и железисто-марганцевые образования.

Для олигоценовых глин, алевролитов и гравийно-галечных образований характерна серая, светло- и желтовато-серая окраска. Эти отложения содержат прослой торфа, черных глин и гальку устойчивых к выветриванию пород. Среди тяжелой фракции преобладают титанистые минералы (лейкоксен – 17,1 %, ильменит – 20 %, анатаз – 10,6 % и циркон – 20,8 %). Возраст отложений установлен на основании выделенных спорово-пыльцевых комплексов.

В долине р. Чикман под отложениями I, II и III надпойменных террас развит аллювий неогеновой переуглубленной долины (аналогичная геологическая обстановка наблюдается в Анабарском алмазоносном районе Западной Якутии). Неогеновый аллювий представлен глинистыми песчано-гравийно-галечными образованиями, содержащими валуны (табл. 3.18).

Осадки полимиктового состава желтого или коричневатого цвета. Неогеновый аллювий залегает на делювиально-пролювиальных глинах с галькой и щебнем желто- или красно-бурого цвета. По аналогии с Вишерским районом В.А. Ветчанинов отнес аллювиальные неогеновые отложения к плиоцену, делювиально-пролювиальные – к миоцену. В составе грубообломочного материала плиоценового аллювия преобладают кварцевые и кварц-полевошпатовые песчаники, встречаются кварц, габбро-диабазы и кремень. Галька кварц-полевошпатовых пес-

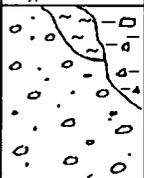
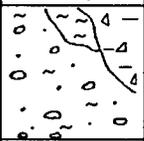
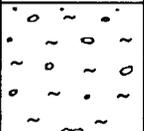
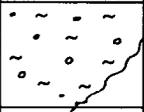
Эра	Система	Отдел, подотдел	Литолия	Краткое описание	
КАЙНОЗОЙСКАЯ	Четвертичная	Голоцен		Пойма ( $aQ_{IV}$ ) – гравийно-песчаные отложения полимиктового состава с валунами в песчаном материале серого цвета, иловатые суглинки, мощность 2–5 м	
		Плейстоцен	Верхний		I терраса ( $aQ_{III}^{3-1}$ ) – полимиктовые гравийно-галечные отложения с валунами в песчаном материале серого цвета, илы, суглинки, супеси, мощность 2–10 м. Покровные глины, суглинки
					II терраса ( $aQ_{III}^{1-2}$ ) – полимиктовые гравийно-галечные образования с валунами в глинисто-песчаном материале бурого, буровато-серого цвета, глины синевато-серые, мощность 2,7–8,6 м. Покровные глины со щебнем, обломками, глыбами ( $dQ_{III}^2$ )
			Средний		III терраса ( $aQ_{III}^{3-4}$ ) – гравийно-галечные отложения полимиктового состава с валунами в глинисто-песчаном материале бурого цвета, алевриты, мощность 2,7–8,6 м. Покровные глины со щебнем, обломками, глыбами ( $dQ_{III}^2$ )
					IV терраса ( $aQ_{III}^{1-2}$ ) – полимиктовые гравийно-галечные отложения в глинисто-песчаном материале светло-коричневого цвета, с редкими валунами, мощность 2 м
		Палеоген-неогеновая	Плиоцен		Полимиктовые гравийно-галечные отложения с валунами в слабоглинистом песчаном материале желтовато-бурого цвета – аллювий переуглубленной долины ( $aN_2$ ), мощность 2–32 м
			Миоцен		Пролувиальные ( $pN_1$ ) и делювиальные ( $dN_1$ ) глины со щебнем, обломками и валунами. Цвет отложений желто- и красно-бурый, мощность 2–12 м
	Олигоцен			Гравийно-галечные отложения, глины, алевриты с прослоями торфа ( $aP_3$ ), мощность 40 м. Гидрослюдистые глинисто-щебнистые коры выветривания ( $eP$ )	
	МЕЗОЗОЙСКАЯ			Каолинитовые глины с галькой и щебнем кварцевых песчаников и кремней ( $eMZ$ ). Щебнисто-глинистые коры выветривания каолинитового состава ( $eMZ$ ), мощность 8 м	

Рис. 3.5. Стратиграфическая колонка продуктивных отложений бассейна р. Чикман (по данным В.А. Ветчанинова, Вишерская экспедиция).

чаников сильно выветрелая. Мощность плиоценового аллювия составляет 2–26 м. В составе глин миоценовых делювиально-пролювиальных отложений преобладают каолинит и гидрослюда, реже встречается монтмориллонит. Мощность миоценовых отложений варьирует от 2 до 12 м. В составе тяжелой фракции миоценовых и плиоценовых отложений преобладает лимонит (иногда до 100 %). Реже встречаются циркон, лейкоксен, ильменит, т. е. исключительно устойчивые минералы. Характерно присутствие в плотиковой части фосфорита, сидерита и пирита.

**Средний гранулометрический состав продуктивных отложений р. Чикман**

Отложения	Кол-во ан.	Класс крупности, мм							
		+100	100+50	50+16	16+8	8+4	4+2	2+0,5	-0,5
Русло, поймы	26	13	11,8	26	11,5	8,1	5,0	9,9	14,7
I надпойменная терраса	26	9,4	10,1	19,5	9,1	10,1	7,9	14,7	18,2
II надпойменная терраса	15	9,7	12,6	23,8	11,9	11,0	9,5	11,8	9,7
III надпойменная терраса	5	3,1	1,2	15,0	7,0	7,4	6,0	26,0	23,5
Аллювий N <sub>2</sub>	32	7,4	9,4	19,2	10,3	9,5	8,8	14,6	21,3
Пролувиий N <sub>1</sub>	10	2,0	7,2	14,1	5,0	5,1	4,9	12,2	50,2

К среднеплейстоценовым отложениям относится аллювий III и IV надпойменных террас. Аллювиальные образования IV надпойменной залегают на высоте 34–36 м над урезом воды. Они сложены галечно-гравийными образованиями с редкими валунами в глинисто-песчаном материале светло-коричневого цвета. Среди обломочного материала преобладают кварцевые песчаники. Мощность этих отложений составляет 2 м. Аллювий III надпойменной террасы сохранился в интервале высот 12–25 м над урезом воды. Он представлен песчано-гравийно-галечными отложениями буровато-серого цвета, содержащими редкие валуны. Мощность отложений – 2–4 м. В составе тяжелой фракции аллювия III и IV надпойменной террас преобладает лимонит. Галечники III террасы перекрыты делювиальными глинами буровато-серого цвета мощностью от 1,5 до 7,0 м.

Верхнеплейстоценовые отложения слагают I и II надпойменные террасы, широко развитые в долине р. Чикман. Они залегают в интервале высот от 0 до 12 м над урезом воды. Аллювиальные образования II надпойменной террасы представлены полимиктовыми гравийно-галечными отложениями с валунами в глинисто-песчаном материале буровато-серого цвета. В составе грубообломочного материала преобладают кварцевые и полевошпато-кварцевые песчаники, встречаются известняки габбро-диабазы, кварц, кремь. Основные минералы пелитовой фракции – гидрослюда, часто с каолинитом. Тяжелая фракция состоит из лимонита и циркона. Отличительной особенностью является наличие неустойчивых минералов группы пироксена и амфибола, граната и эпидота. Мощность галечников II террасы колеблется от 2,7 до 8,6 м. Аллювий этой террасы перекрыт делювиальными и делювиально-солифлюкционными образованиями мощностью от 0,9 до 16,7 м. Первая надпойменная терраса прослеживается в долине р. Чикман. Русловая фация террасы представлена серыми песчано-гравийно-галечными отложениями с валунами. Мощность русловой фации варьирует от 2 до 10 м. Русловая фация I надпойменной террасы перекрыта пойменной фацией, сложенной илами, суглинками и супесями. Мощность пойменной фации составляет 1,0–13,2 м.

Аллювиальные отложения голоцена слагают русло, низкую и высокую поймы. Их русловые фации однотипны по гранулометрическому, петрографическому и минералогическому составу и представлены серыми полимиктовыми песчано-гравийно-галечными отложениями с валунами мощностью от 2,0 до 12,5 м. Мощность пойменной фации – от 0 до 3,4 м. Она сложена серыми иловатыми суглинками и песками. В отложениях русла, пойм и низких террас количество валунов (–300+100 мм) примерно одинаковое – 10–13 %, а в высоких террасах значительно ниже (см. табл. 3.19). Нередко валуны, как правило, образованные кварцевыми песчаниками, образуют прерывистые горизонты в основании четвертичного аллювия.

По данным В.А. Ветчанинова, минералогический состав русловой фации русла и поймы отличается от террасового аллювия повышенным содержанием циркона, достигающим по отдельным пробам 60 %. Для отложений характерна лимонит(15,6 %)-циркон(16 %)-ильменитовая(39,2 %) ассоциация с моноклинным пироксеном, эпидотом, лейкоксеном, хромитом, гранатом, рутилом, турмалином, магнетитом, гематитом, монацитом. В нижнем течении реки встречаются аномальные содержания магнитных шариков и муассанита. По заключению И.А. Малахова, среди гранатов и хромитов установлены зерна пироба (содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  до 5,7 %) и хромшпинелида (содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  до 55,8 %).

По технологическим свойствам и промывистости в россыпи р. Чикман преобладают пески средней (69,3 %) и легкой (23,5 %) степеней. Труднопромывистые пески встречаются среди мезозойских и неогеновых образований (7,2 %). Содержание тяжелой фракции в зернистом материале не превышает 0,5–1,0 %. В составе тяжелой фракции преобладает лимонит.

По данным В.А. Ветчанинова, промышленная алмазоносность в бассейне р. Чикман приурочена к современному аллювию русла, пойм, надпойменных террас и древним неогеновым отложениям, выполняющим эрозионно-карстовые депрессии, развитые в долине реки. Безусловно, современная гидросеть унаследовала древнюю неогеновую долину. Формирование четвертичной россыпи происходило за счет перемыва отложений неогеновой эрозионно-карстовой долины. Убогая алмазоносность характерна для мезозойских отложений. Олигоценые отложения на алмазы не опробовались.

Россыпь мономинеральная (чисто алмазная), попутных полезных компонентов не установлено. Продуктивные отложения образуют непрерывную залежь на днище и склонах долины длиной около 23 км, шириной от 80 до 780 м. Мощность песков не выдержана и колеблется от 2 до 18 м, в среднем – 5,9 м, а мощность перекрывающих продуктивный пласт пород (торфов) варьирует от 0 до 16,7 м и в среднем равна 2,5 м. Содержание обломочного материала в торфах достигает 60 %. Все опробованные террасовые уровни в долине р. Чикман алмазоносны. Наиболее высокие содержания алмазов выявлены в отложениях поймы, III надпойменной террасы, пролювии миоценового возраста (табл. 3.20, рис. 3.6). В продольном профиле россыпи алмазы распространены сравнительно равномерно. Некоторое снижение средних содержаний отмечено в центральной части россыпи. Средний вес алмазов закономерно снижается вниз по течению реки от 47,1 до 33,0 мг. В вертикальном разрезе установлено увеличение содержания в нижней части продуктивного пласта.

Таблица 3.19

Средние данные по алмазоносности россыпи р. Чикман

Отложения	Объем опробования, м <sup>3</sup>	Сред. вес алмазов, мг	Сред. содерж., мг/м <sup>3</sup>
Аллювий русла–пойм	6429	43,1	2,33
То же, I террасы	6629	34,6	1,52
» II террасы	3138	29,2	0,81
» III террасы	374	45,9	2,30
» IV террасы	44	51,0	1,15
Неогеновый аллювий	8051	39,6	1,93
Неогеновый пролювий	893	62,9	3,73
Аллювий мезозоя	154	52,0	1,37

Примечание. Использованы данные В.А. Ветчанинова, Вишерская экспедиция.

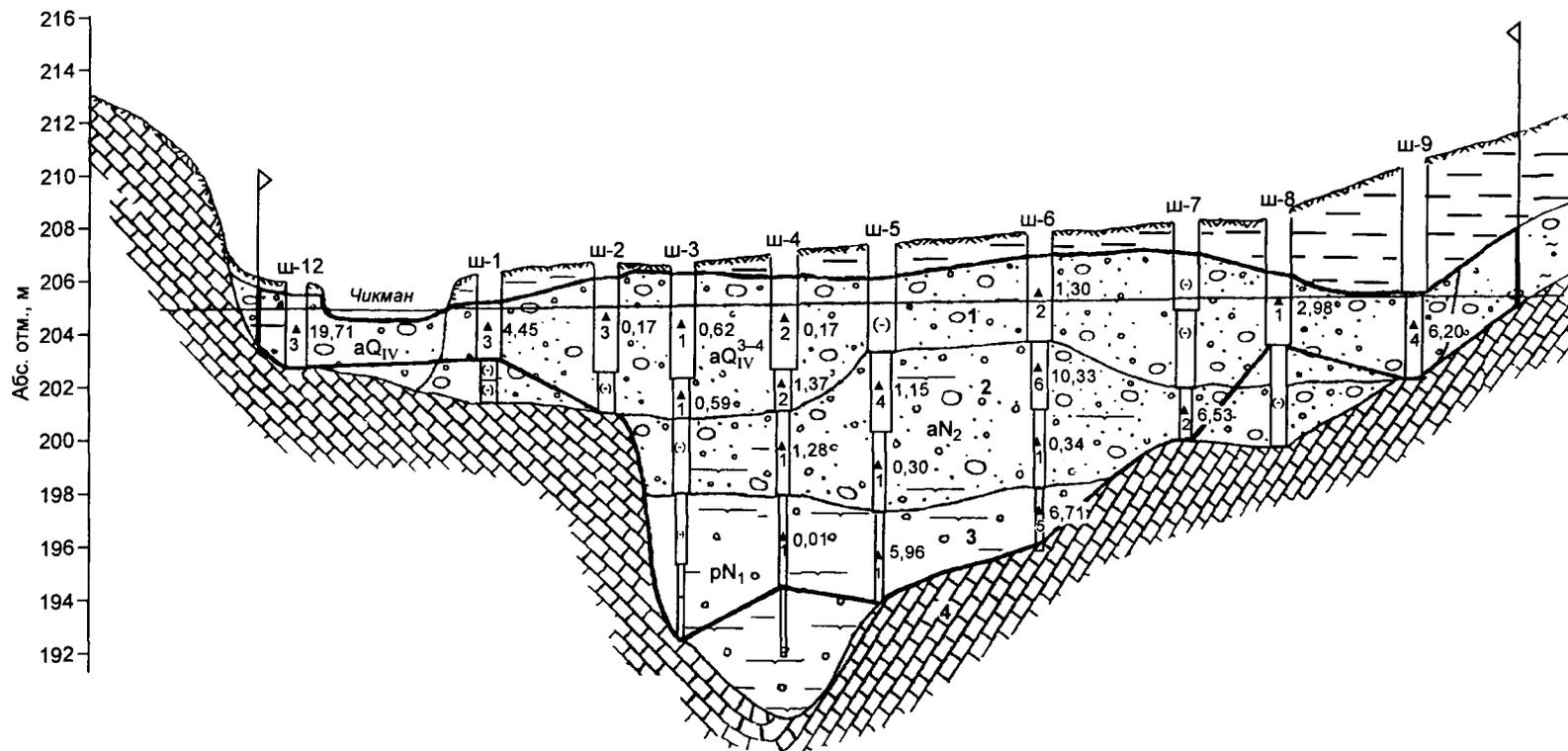


Рис. 3.6. Геологический разрез россыпи р. Чикман.

Отложения: 1 – современные и верхнечетвертичные, 2 – аллювиальные неогеновые, 3 – пролювиальные неогеновые, 4 – коренные породы, известняки девона; 5 – количество алмазов в пробе, мг/м<sup>3</sup>.

Таблица 3.20

## Алмазонасность россыпи р. Чикман в зависимости от состава пород плотика

Состав пород плотика	Возраст	Объем опробования, м <sup>3</sup>	Кол-во извлеченных алмазов, шт.	Сред. содерж., мг/м <sup>3</sup>	Сред. вес, мг
Карбонатный	D <sub>2e2</sub>	590	15	1,19	46,9
»	D <sub>3fr</sub>	17120	813	1,92	40,5
»	D <sub>3fm</sub>	3617	183	2,14	35,4
»	C <sub>1t</sub>	2345	69	1,38	47,0
»	C <sub>1v</sub>	821	63	2,34	30,5
Среднее			1143	1,90	39,6
Терригенный	D <sub>3fr</sub>	724	22	1,28	42,6
»	D <sub>3fm</sub>	786	14	1,02	57,1
»	C <sub>1</sub>	314	16	1,85	36,3
Среднее			52	1,27	44,6

Примечание. Использованы данные В.А. Ветчанинова, Вишерская экспедиция.

Алмазонасность россыпи зависит и от состава пород коренного субстрата россыпи – на карбонатном плотике содержание выше, чем на терригенном (табл. 3.20).

За весь период геолого-разведочных работ в долине р. Чикман найдено 1195 кристаллов алмаза. Средний вес одного кристалла составил 39,8 мг при вариациях от 1,4 до 1197,3 мг (5,98 кар). По крупности преобладают алмазы классов –4+2 и –8+4 мм (табл. 3.21).

Сохранность кристаллов хорошая. Целые камни составляют 60,8 %, обломки – 25,5 %, а осколки – 13,7 %. Среди алмазов встречаются камни со следами износа (2,9 %), который выражен в притупленности ребер, вершин. Наибольший износ характерен для крупных классов. Среди кристаллов преобладают додекаэдриды (алмазы уральского – бразильского типа) – 90 %. Октаэдры составляют 5 %. В целом бесцветные различия составляют 91 %. Сверху вниз по течению реки наблюдается тенденция незначительного изменения типоморфных особенностей алмазов (табл. 3.22).

По предварительным данным стоимость алмазов россыпи р. Чикман достаточно высокая. Однако надежные данные оценки стоимости представительных партий алмазов отсутствуют. В 2000 г. ЗАО “Фимекс” оценила две непредставительные партии алмазов (11,52 и 14,34 кар) в ГОХРАНе Российской Федерации. Если пересчитать среднюю стоимость одного карата этих партий в действующем Прейскуранте международных цен, то она составит 324,2 и 356,3 долл./кар, но силовые характеристики оцененных партий не отражают распределение алмазов в

Таблица 3.21

## Гранулометрический состав алмазов россыпи р. Чикман

Класс крупности, мм	Кол-во алмазов, %	Вес, %	Средний вес, мг
–16+8	0,08	2,5	1197,3
–8+4	6,86	27,5	162,4
–4+2	53,64	60,0	45,4
–2+1	39,42	10,0	10,4

Примечание. Использованы данные В.А. Ветчанинова, Вишерская экспедиция.

Типоморфные особенности алмазов россыпи р. Чикман

Характеристика алмазов	Средние данные	Участки вниз по течению реки			
		верховье	верхний	средний	нижний
Количество алмазов, шт.	1195	97	424	445	229
Средний вес, мг	39,8	47,1	43,3	38,4	33,5
Сохранность, %:					
целые	60,8	61,9	61,1	61,0	59,4
обломки	25,5	34,0	25,7	24,7	23,1
осколки	13,7	4,1	13,2	14,3	17,5
Содержание кристаллов со следами механического износа, %	2,9	4,1	3,5	2,6	2,1
Содержание кристаллов с пятнами пигментации, %	16,9	16,5	16,7	16,7	17,9
Цвет кристаллов, %					
бесцветный с различным надцветом	90,8	82,5	92,4	92,4	89,5
дымчатый	9,2	17,5	7,6	7,6	10,5
Морфология, %					
октаэдр	3,6	8,2	1,4	5,0	1,7
пластинчатый октаэдр	2,1	2,1	3,1	1,9	1,3
додекаэдр	88,6	84,5	88,6	87,9	91,7
октаэдр	0,5	–	0,7	0,5	0,5
комбинационная форма октаэдр–додекаэдр	2,0	–	2,8	1,4	3,1
гемиморфная форма	2,4	5,2	1,7	2,6	1,7
осколки	0,8	–	1,7	0,7	–
Содержание кристаллов с включениями, %					
алмаза	2,4	1,0	3,1	2,6	1,7
хромита	1,2	–	1,4	1,7	0,5
графита	41,3	42,3	40,3	44,2	37,1
окислов железа	0,2	–	–	0,2	0,4
неопределенного минерала	1,0	5,2	0,7	0,5	0,2

Примечание. Использованы данные В.А. Ветчанинова, Вишерская экспедиция.

россыпи. В оценке первой партии алмазов крупные камни составляют 28,3 % по весу, а во второй – 32,46 %. Фактически их доля в россыпи равна 2,5 %. Если провести пересчет средней стоимости алмазов, опираясь на фактическое распределение алмазов в россыпи, то она составит 248,1 долл./кар.

Рассчитанная средняя стоимость одного карата алмазов россыпи р. Чикман практически оказалась такой же, как и средняя стоимость сырья у АО (НП) “Урал-алмаза” за последние годы эксплуатации вишерских россыпей – 250 долл./кар [Кириллин и др., 1999]. Это вполне естественно, так как и в Вишерском, и в Яйвинском алмазоносных районах современные и неогеновые россыпи питались за счет размыва такатинской свиты среднего девона, где преобладают крупные сортированные кристаллы.

## Потенциально промышленные россыпи

В Яйвинском алмазоносном районе в эту группу можно включить россыпь р. Чаньва.

### Россыпь р. Чаньва

Россыпь расположена в Александровском районе Пермской области в 25 км от г. Александровск и 30 км от станции Яйва. Через среднюю часть россыпи проходит автомобильная дорога и линия электропередач от станции Яйва до месторождения алмазов р. Чикман. На междуречье Констанка и Чаньва, вблизи северного фланга россыпи, разрабатывается крупное Чаньвинское месторождение известняков для химической промышленности. До него проложена железнодорожная ветка от станции В-Вильва, автодорога с асфальтовым покрытием и высоковольтная линия электропередач.

Поисковые работы в бассейне р. Чаньва начаты в 1991 г. и выполнялись до 1998 г. ГГП "Яйвагеология" (Е.Г. Якимов). В процессе поисковых работ в долине р. Чаньва реализована сеть (3200–1600–800) (40–20) м шахтошурфов сечением 9–16 м<sup>2</sup>. В результате выявлена россыпь длиной 15,4 км. В ее геологическом строении принимают участие терригенно-карбонатные породы от верхнего протерозоя до карбона и рыхлые кайнозойские образования. В поле развития протерозойских пород установлены дайки габбро-диабазов и вулканогенные образования щелочно-основного состава.

В верховьях р. Чаньва наиболее древние отложения выделены в керносскую свиту венда. Они представлены песчаниками, алевролитами и глинистыми сланцами с прослоями гравелитов и конгломератов с прослоями трахибазальтовых лав и линзами пирокластических тейроидов пикритового состава. Мощность свиты более 1000 м. На ней с размывом залегают песчаники и алевролиты старопечнинской свиты венда–кембрия мощностью 250–360 м.

Палеозойские породы залегают на образованиях венда с размывом и угловым несогласием. В основании девонских отложений выделена такатинская свита мощностью 100–170 м, сложенная песчаниками и алевролитами. Стратиграфически выше располагаются карбонатные породы среднего и верхнего девона (около 300 м). Отложения каменноугольной системы представлены известняками турнейского яруса (80–230 м), терригенными породами с линзами каменного угля (угленосная свита – 150–225 м) и известняками визейского яруса (250 м). Завершают разрез карбонатов отложений известняки серпуховского яруса мощностью более 100 м.

Карбонатные породы интенсивно закарстованы. Широко развиты карстовые формы, в том числе крупные, составляющие эрозионно-карстовые депрессии, заполненные мощной толщей рыхлых кайнозойских образований. Депрессионные зоны в течение длительного времени являлись местом накопления рыхлых алмазоносных образований. По данным Е.Г. Якимова, в бассейне р. Чаньва установлены эрозионно-карстовые депрессии: Кизеловско-Чаньвинская, Кедровская, Черноречинская и Анюшинская. Предполагается мезозойский возраст заложения депрессий.

В долине р. Чаньва выделено восемь террасовых уровней: I, II и IV надпойменные террасы эрозионно-аккумулятивные и сложены коррелятными отложениями, а III, V, VI и VII – цокольные и лишены аллювия.

Вместе с р. Рассохой р. Чаньва имеет протяженность около 64 км. Средний уклон продольного профиля ее долины составляет 5,5 м/км при вариациях от 3,28 до 10,26 м/км. Средняя ширина русла равна 20 м, средняя глубина воды 0,5 м. Расход воды в межень составляет 9–10 м<sup>3</sup>/с.

Русловые отложения представлены валунно-гравийно-галечными образованиями, заключенными в песке серого цвета. Мощность руслового аллювия не превышает 2,4 м. Ширина русла варьирует от 12 до 35 м, в среднем – 21,3 м.

Пойма трассируется непрерывной полосой вдоль русла от 15 до 170 м при среднем значении 8 м. Русловая фация поймы сложена серовато-коричневыми песчано-гравийно-галечными отложениями с глиной и редкими валунами. Мощность русловой фации колеблется от 0,7 до 5,5 м. Галька второго и третьего классов окатанности. Она представлена песчаниками кварцевыми (51 %) и аркозовыми (22 %), реже кремнями и кварцитами (по 12 %) и единичными известняками, долеритами, габбро-диабазами и жильным кварцем. Галечники русловой фации перекрыты глинистыми песками пойменной фации мощностью от 0,6 до 3,6 м.

Аллювиальные образования I надпойменной террасы по своему вещественному и гранулометрическому составу составам не отличаются от пойменных отложений (табл. 3.23). Однако петрографический состав обломочного материала характеризуется значительным разнообразием: песчаники кварцевые белые (48 %), песчаники аркозовые желтые (35 %), кремни черные и полосчатые (5,4 %), кварц жильный белый и желтый (3 %), кварциты, гравелиты, кремнисто-карбонатная порода (по 1 %) и единичные обломки алевролитов, аргиллитов и известняков. Ширина I надпойменной террасы колеблется от 23 до 233 м, мощность русловой фации варьирует от 1,5 до 9,3 м. Русловая фация перекрывается пойменной фацией или делювиальными отложениями мощностью 0,2–5,4 м.

Вторая надпойменная терраса развита фрагментарно. Как правило, она приурочена к I надпойменной террасе. Ширина террасовых площадок колеблется от 25 до 130 м. Их высота составляет 7–12 м над урезом воды. В отличие от отложений поймы и I надпойменной террасы, аллювий II террасы характеризуется повышенной глинистостью, в связи с чем отложения становятся более плотными. Мощность аллювия изменяется от 1,2 до 4,8 м. Аллювий перекрыт делювиальными глинами мощностью от 1,0 до 8,7 м, содержащими щебень и дресву местных пород.

Минеральный состав эрозионно-аккумулятивных уровней долины р. Чаньва довольно близок. Во всех шлихах преобладает лимонит, концентрации которого по некоторым линиям достигает 100 %. Вероятно, это свидетельствует о том, что аллювиальные отложения формировались за счет размыва осадков мезозойских эрозионно-карстовых депрессий, заполненных неогеновыми образованиями, в составе которых доминирует лимонит. По данным Е.Г. Якимова, аллювий долины р. Чаньва имеет следующий средний минеральный состав: лимонит (42–100 %), магнетит и титаномагнетит (27,4–34,0 %), моноклинный пироксен (5,3–40,3 %), ильменит (11,9–12,4 %), циркон (8,7–9,1 %), гематит (0,0–7,0 %), лейкоксен (1,7 %), гранат (1,1–1,9 %), рутил (0,9–2,0 %), эпидот-цоизит (0,4–1,9 %), турмалин (0,1–2,6 %). Минералов-спутников алмаза в шлиховых пробах не зафиксировано.

Таблица 3.23

Гранулометрический состав аллювиальных отложений р. Чаньва

Эрозионно-аккумулятивные уровни	Класс крупности, мм, %								
	+100	-100+25	-50+25	-25+16	-16+8	-8+4	-4+2	-2+1	-1
Русло	10,6	17,0	21,3	12,5	7,7	9,6	3,1	5,5	12,6
Пойма	6,0	21,6	25,0	12,0	7,1	10,0	2,6	5,1	10,6
I терраса	7,3	11,0	6,1	8,3	15,3	10,8	11,5	8,7	21,0

Примечание. Использованы данные Е.Г. Якимова, ГГП “Яйвагеология”.

Таблица 3.24

## Результаты опробования аллювия в долине р. Чанва

Линия	Извлечено алмазов		Вес алмазов, мг			Содержание, мг/м <sup>3</sup>	
	шт.	мг	от	до	среднее	от	до
216	2	15,8	4,2	11,6	7,9	0,14	0,36
232	2	10,0	3,6	6,4	5,0	0,12	0,20
240	10	747,6	3,8	418,4	74,8	0,46	18,68
248	3	164,9	3,9	151,0	55,0	0,06	4,88
256	9	361,0	2,0	147,2	40,1	0,97	8,76
264	10	251,5	2,0	64,7	25,1	0,02	2,61
272	8	317,7	2,8	92,5	39,7	3,04	4,48
280	13	1336,4	2,7	584,8	102,8	0,15	11,14
296	3	205,4	53,0	84,7	68,5	2,43	3,76
288	14	688,7	2,3	200,6	49,2	0,29	8,32
304	18	881,0	3,8	251,3	48,9	0,19	7,47
312	7	130,1	1,3	52,6	18,6	1,22	2,75
320	17	1215,4	3,4	513,0	71,5	0,18	17,50
328	9	853,0	4,2	531,8	94,8	0,07	5,67
344	9	350,3	2,2	100,0	38,9	0,05	3,19
377	6	245,3	4,8	181,0	40,9	0,31	3,77
Среднее	140	7774,1			55,5		

Примечание. Использованы данные Е.Г. Якимов, ГПП "Яйвагеология".

Плотиком россыпи являются терригенно-карбонатные породы нижнего карбона. Плотик довольно ровный, но нередко под днищем долины фиксируются линейные коры выветривания, представленные элювиальными глинами или щебнисто-глинистыми отложениями. Обломки состоят из выветрелых коренных пород. По данным электроразведочных работ (Е.Г. Якимов) общая мощность зоны выветривания под днищем долины р. Чанва достигает 20–70 м и более.

В долине р. Чанва горно-опробовательские работы выполнены от устья р. Костанок до верховьев рек, места слияния рек Ценьва и Рассоха. Большая часть поисковых линий сосредоточено на отрезке между устьями рек Коспаш и Ценьва. Всего на 16 поисковых линиях пройдено 103 шахтошурфа, из которых отобрано 128 проб общим объемом 5091 м<sup>3</sup> в плотном теле. Из этих проб извлечено 140 кристаллов общим весом 7774,1 мг. Средний вес алмазов составил 55,5 мг, среднее содержание варьировало от 0,02 до 18,68 мг/м<sup>3</sup> (табл. 3.24).

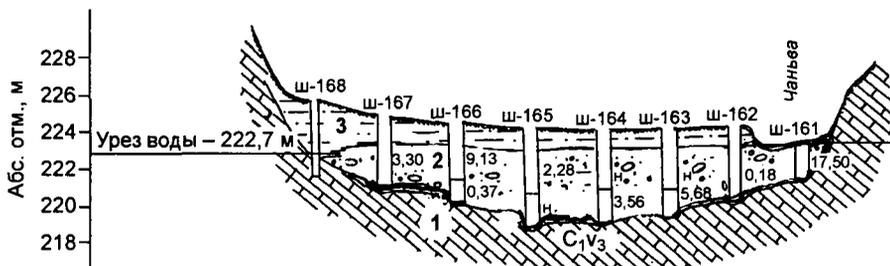


Рис. 3.7. Геологический разрез россыпи р. Чанва (по Е.Г. Якимову, ГПП "Яйвагеология"):

1 — коренные породы; 2 — русловая фация русла и высокой поймы; 3 — пойменная фация.

Гранулометрический состав алмазов бассейна р. Чаньва

Характеристика алмазов	Всего	Класс крупности, мм		
		-8+4	-4+2	-2+1
Всего извлечено, шт./мг	160/8341,1	22/4930,5	57/2677,7	81/732,9
Распределение, количество/вес, %	100/100	13,7/59,1	35,6/32,1	50,7/8,8
Средний вес, мг	52,1	224,1	47,0	9,0

Примечание. Использованы данные Е.Г. Якимова, ГПП "Яйвагеология".

Алмазы приурочены к русловой фации русла, поймы и низких надпойменных террас (рис. 3.7).

Продуктивные отложения р. Чаньва имеют среднюю мощность 3 м. В плане они образуют вытянутую залежь длиной 15,35 км и средней шириной 64,1 м. Среднее содержание алмазов по блокам колеблется от 2, 32 до 5,95 мг/м<sup>3</sup>, по линиям – от 1,54 до 6,31 мг/м<sup>3</sup>, а по пробам от 0,02 до 18,68 мг/м<sup>3</sup>. Мощность продуктивного пласта изменяется от 1,3 до 5,5 м при среднем значении – 3 м. Средняя мощность пород вскрыши составляет 1,3 м при колебаниях от 0,0 до 3,7 м. Сорок процентов песков имеют легкую категорию промывистости, а 60 % – среднюю. Обогащаемость песков легкая, так как содержание тяжелой фракции невысокое – 1–2 %, реже – 3 %.

По существующей классификации ГКЗ МПР РФ, россыпь р. Чаньва отнесена к третьей группе месторождений (Е.Г. Якимов, ГПП "Яйвагеология"). Это характеризует ее как мелкий по размерам объект с относительно выдержанной мощностью продуктивного пласта и неравномерным распределением алмазов. Прогнозные ресурсы россыпи классифицированы по категории Р<sub>1</sub>.

В результате проведенных поисковых работ в бассейне р. Чаньва найдено 160 алмазов общим весом 8341,1 мг. Средний вес кристаллов колеблется от 1,3 до 584,8 мг, составляя в среднем по бассейну 52,1 мг (табл. 3.25).

Среди алмазов преобладают додекаэдриды (88,1 %), реже встречаются октаэдриды (5,6 %). Отмечаются единичные находки пластинчатых октаэдров (0,6 %), октаэдриды (0,6 %), кристаллов переходных форм ряда октаэдр–додекаэдр (3,1 %) и гемиморфные формы (2,5 %).

Сохранность кристаллов высокая. Целые кристаллы составляют 77,5 %, обломки – 11,9 % и осколки – 10,6 %. На 3,7 % кристаллов фиксируется сильный механический износ, чаще всего вершин и ребер. На многих кристаллах (15 %) наблюдаются пятна пигментации зеленого цвета.

Среди алмазов преобладают бесцветные разности и камни с различными надцветами (80 %). Из них алмазы "чистой воды" составляют 58,1 %. Среди надцветов преобладают желтоватый (14,4 %), менее распространены розоватый (3,1 %), оранжевый (1,9 %), зеленоватый (1,9 %) и красноватый (0,6 %) надцвет. К слабоокрашенным разностям отнесены желтоватые (9,4 %), красновато-коричневые (1,3 %) и зеленоватые (0,6 %) алмазы. Из окрашенных присутствуют желтые (3,8 %), розовые (2,5 %), матовые (1,3 %), серые (0,6 %) кристаллы алмазов.

Практически половина всех кристаллов содержит различные включения, среди которых преобладает графит, реже отмечается хромшпинелид, гранат и алмаз.

Алмазы россыпи р. Чаньва высокого качества. По своим типоморфным особенностям алмазы россыпи р. Чаньва не отличаются от алмазов вишерских россыпей, а по некоторым характеристикам они хуже (пониженный средний вес), поэтому для приближенной оценке стоимости лучше ориентироваться на среднюю стоимость алмазов россыпей АО (НП) "Уралалмаз".

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На территории Российской Федерации открыто более ста россыпных месторождений и проявлений алмазов. Алмазы установлены в прибрежно-морских и континентальных отложениях девона, карбона, перми, триаса, юры, мела, палеогена, неогена и четвертичного возраста. Промышленной алмазоносностью выделяются отложения девона, карбона, триаса, юры, неогена и долинские кайнозойские образования. Балансовые запасы россыпных алмазов находятся в Республике Саха (Якутия) и Пермской области. Основные запасы россыпных алмазов (98,6 %) и прогнозных ресурсов (94,5 %) открыты и разведаны в Западной Якутии. Здесь в арктической зоне, в Анабарском районе сосредоточено 64,2 % разведанных и подготовленных к промышленному освоению россыпных месторождений алмазов Российской Федерации. Половина российского потенциала россыпных алмазов находится в бассейне р. Эбелях – 52,3 %.

В северной части Западной Якутии большая часть россыпей имеет четвертичный возраст, в центральной – доминируют древние россыпи. На Урале отрабатываются как четвертичные аллювиальные россыпи, так и среднедевонские, а также неогеновые россыпи эрозионно-карстовых долин.

Основные площади, где можно ожидать существенный прирост алмазов, расположены в арктической зоне и в Средне-Мархинском районе Западной Якутии, где в 90-е годы прошлого столетия открыты уникальные коренные и россыпные месторождения алмазов Накынского кимберлитового поля.

По содержанию, запасам и стоимости алмазов россыпные месторождения России неоднородны. Даже в пределах одних алмазоносных районов эти параметры варьируют в несколько раз. По ним классифицированы все россыпные промышленные месторождения алмазов Российской Федерации.

Промышленная эксплуатация россыпей проводится в Анабарском, Приленском, Средне-Мархинском и Мало-Ботуобинском (Западная Якутия) и Вишерском (Пермская область) алмазоносных районах. Объем россыпной алмазодобычи Российской Федерации превышает 200 млн долл. Промышленной отработкой россыпей занимаются четыре горно-добывающих предприятия, среди которых по объему добычи алмазов лидирует АК "АЛРОСА". Около половины россыпных алмазов добывается в якутской Арктике.

Все россыпи алмазов тяготеют к питающим источникам, которые делятся на два типа: коренные и промежуточные. К коренным источникам приурочена часть современных и древних россыпей Мало-Ботуобинского, Средне-Мархинского, Муно-Тюнгского и Далдыно-Алаakitского алмазоносных районов. Все россыпи северо-востока Сибирской платформы, часть россыпей Мало-Ботуобинского и Муно-Тюнгского районов и россыпи Урала образованы за счет перемива промежуточных коллекторов. На северо-востоке Сибирской платформы, в Муно-Тюнгском районе и на Урале коренные источники для промежуточных коллекторов не установлены.

По типоморфным особенностям алмазов россыпи Центрально-Сибирской алмазоносной субпровинции полностью аналогичны с известным коренным телам. В Лено-Анабарской субпровинции все мезозойско-кайнозойские отложения содержат своеобразный спектр алмазов, первичный ореол которых установлен в прибрежно-морских отложениях верхнего триаса. Коренные источники триасовых россыпей содержали не только типичные для сибирских кимберлитов алмазы (ламинарные, округлые алмазы уральского и жильного типов), но и алмазы эбеляхского типа, и желтые кубы II разновидности, не известные в этих источниках. По типоморфизму алмазов гипотетический коренной источник сходен с кимберлитами Архангельской алмазоносной субпровинции, трубками Венесуэлы (Гуаньямо) и Ботсваны (Орапа). Установлено, что механический износ алмазов эбеляхского типа уменьшается в северо-восточном направлении. Древние верхнепалеозойские россыпи Кютюнгдинской алмазоносной области Лено-Анабарской субпровинции содержат алмазы, типичные для коренных месторождений Центральной Якутии. Алмазы из четвертичных и неогеновых россыпей Урала корреспондируются с кристаллами из такатинской свиты среднего девона.

Установлена закономерность распределения алмазов в коренных телах, россыпях ближнего и дальнего сноса. Замечено, что в коренных источниках алмазов по количеству доминируют мелкие классы. Это же характерно для россыпей ближнего сноса, но по мере удаления от коренного источника мелкие классы алмазов исчезают.

В Западной Якутии россыпные месторождения алмазов находятся в пределах Сибирской платформы. Так, в Лено-Анабарской субпровинции основная часть четвертичных россыпей тяготеет к антеклизам и приурочена к более мелким положительным тектоническим структурам. Максимальные концентрации алмазов отмечаются в районах неотектонических поднятий. В пределах прогибов и синеклиз россыпная алмазоносность носит локальный характер и промышленных концентраций не образует. Анализ размещения древних россыпей Центрально-Сибирской субпровинции показывает, что для их формирования наиболее благоприятны зоны сочленения антеклиз с синеклизами. На Урале промышленная алмазоносность охватывает складчатую область.

В Центрально-Сибирской субпровинции формирование верхнепалеозойских и мезозойских россыпей обусловлено проявлением среднепалеозойской эпохи кимберлитового вулканизма, к ней здесь относятся все известные коренные месторождения алмазов. Масштаб этих россыпей определяется величиной денудационного среза известных и прогнозируемых коренных источников алмазов.

В Якутии формированию продуктивных мезозойских отложений предшествовали соответственно позднедевонско-раннекаменноугольная и среднепозднетриасовая эпохи корообразования. Большую, возможно главную, роль в концентрации алмазов играет состав подстилающих пород. *Основная часть промышленных россыпей Западной Якутии и Урала тяготеет к полям развития закарстованных пород.*

На севере Западной Якутии особую роль сыграли неогеновые отложения, заполняющие реликты эрозионно-карстовых депрессий. Наблюдается четкая корреляция алмазоносности современных россыпей с фрагментами распространения алмазоносных неогеновых долин. Все промышленные россыпи Западного Урала тяготеют к выходам алмазоносной такатинской свиты среднего девона и развитию неогеновых эрозионно-карстовых депрессий, отложения которых по цвету и минералогическому составу очень напоминают аналогичные образования Анабарского алмазоносного района. Здесь промышленная алмазоносность всех притоков р. Эбелях, истоков этой реки, верхних частей рек Биллях, Маят, Юлегир, Кюрюк-

тюр, Хара-Мас и других обязана развитию погребенных верхнечетвертичных долин, которые формировались за счет размыва реликтовых неогеновых отложений. Это подчеркивает сложную многостадийную историю формирования россыпей севера Якутии: коренной источник → древний коллектор → неогеновый коллектор → коллектор четвертичных погребенных долин и надпойменных террас → современные русловые россыпи.

Для большинства россыпей северо-востока Сибирской платформы характерно низкое содержание пиропов алмазной ассоциации. Противоположная картина наблюдается в россыпях Центрально-Сибирской субпровинции, где, как и в коренных источниках, доля пиропов алмазной ассоциации высока и чаще всего превосходит коренные источники. Довольно высокое содержание пиропов алмазной ассоциации отмечается в такатинской свите Северного Урала. Для многих древних и современных россыпей России характерна четкая корреляционная связь алмазности с концентрациями крупных пиропов класса +1 мм. Наличие этой корреляции может играть важную роль при поисках россыпных месторождений алмазов, так как позволит существенно уменьшить объемы горно-опробовательских работ, выделить промышленный пласт, ускорить выполнение поисковых работ и значительно удешевить работы. При поисках россыпных месторождений особое внимание следует уделять находкам в шлихах самих алмазов, поскольку, как правило, во всех россыпях, где уровень алмазности превышает промышленные значения, в шлихах объемом 10–20 л, обязательно встречаются алмазы.

Уровень алмазности россыпей России различный. Среди россыпей четвертичного возраста бесспорным мировым лидером является россыпь р. Эбелях. На этой россыпи высокий уровень алмазности характерен как для руслового, так и для террасового аллювия. Среди древних россыпей алмазов Западной Якутии выделяются мезозойские россыпи Накынского кимберлитового поля, которые по высококонцентрированным запасам не имеют аналогов среди древних россыпей России.

Открытые слабоалмазные тела северо-востока Сибирской платформы не ответственны за россыпную алмазность этого региона. Предполагается, что коренные источники перекрыты толщей более молодых осадочных пород и расположены на флангах алмазных районов, на участках сочленения Сибирского кратона с Лено-Анабарским или Предверхоанским прогибами. В этом плане наиболее интересными являются две площади – Усть-Ленское поднятие, которое пространственно совпадает с дельтой р. Лена, и Нижне-Ленский массив, осложненный Атырканским выступом. Оба участка перспективны на обнаружение коренных источников россыпей Лено-Анабарской алмазной субпровинции. Размыв типичных палеозойских и мезозойских кимберлитов не играл особого влияния на продуктивность россыпей, однако оказал существенное влияние на качество алмазов в россыпях. Так, скорее всего, в древние и кайнозойские россыпи бассейнов рек Далдын, Молодо, Маят, Юлегир-Уджинский высококачественные алмазы частично поступали из продуктивных неуставленных кимберлитов. Не исключается докембрийский возраст алмазов уральского типа из россыпей бассейна р. Бол. Куонамка.

Определены главные эпохи и стадии россыпеобразования, основные стратиграфические уровни осадочных коллекторов, благоприятные для россыпеобразования. По совокупности признаков проведено районирование территории Сибирской алмазной провинции, как и предшественниками, выделены три крупных минерогенических объекта: Тунгусская россыпная, Центрально-Сибирская рудно-россыпная и Лено-Анабарская россыпная субпровинции, разделенные на области и районы. Однако следует отметить, что предложенная авторами схема райониро-

вания, как и аналогичные схемы предшественников, далеки до совершенства. Необходимо продолжить эту работу и разработать такую классификацию, которая кроме объединения территориальной общности объектов будет опираться на глубинное строение, тогда границы районов можно увязать с кимберлитовыми полями и минерагеническими (структурно-тектоническими) зонами. В настоящее время не обоснованы границы кимберлитовых полей. Многие слившиеся друг с другом разновозрастные поля, тем не менее, почему-то разделены между собой границей. Вероятно, можно объединить Куойкское и Молодинское, Западно-Укукитское и Восточно-Укукитское, Дюкенское, Ары-Мастахское и Староречинское поля. При современной изученности эти поля практически слились вместе. Возможно, более конкретное ранжирование кимберлитовых тел по минерагеническим зонам и блокам земной коры позволит обосновать между полями и районами более четкую границу.

По северу Сибирской алмазоносной провинции детально охарактеризованы все крупные промышленные россыпи алмазов, такие как Эбелях, Холомолоох, Ыраас-Юрях, Гусиный, Моргогор, Биллях, Хара-Мас, Молодо, Далдын. В центральной части алмазоносной провинции описаны недавно открытые уникальные по запасам мезозойские россыпи алмазов Накынского кимберлитового поля, четвертичные, мезозойские и палеозойские россыпи Мирнинского кимберлитового поля Ирелях, Горная, Солур и Восточная. В пределах Урало-Тиманской алмазоносной субпровинции дана характеристика современных, неогеновых и древних среднепалеозойских россыпей алмазов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алмазы Сибири / Ред. А.П. Буров, В.С. Соболев. М.: Госгеолтехиздат, 1957. 159 с.
- Алмазные месторождения Якутии / А.П. Бобривич, М.Н. Бондаренко, М.А. Гневушев и др. / Под ред. В.С. Соболева. М.: Госгеолтехиздат, 1959. 527 с.
- Алмазоносные россыпи Западной Якутии / И.С. Рожков, Г.П. Михалев, Б.И. Прокочук, Э.А. Шамшина. М.: Наука, 1967. 279 с.
- Амузинский В.А., Урзов А.С., Мишнин В.М., Галабала Р.О. Вопросы алмазности западной части Верхояно-Колымской складчатой области // Отечествен. геология. 2000. № 5. С. 6–8.
- Аргунов К.П. Обзор характеристик алмазов из месторождений Урала, Красноярского края, Иркутской и Архангельской областей. Якутск, 2001. 206 с.
- Аргунов К.П. Алмазы Якутии: физические, морфологические, геммологические особенности. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал "Гео", 2005. 402 с.
- Афанасьев В.П., Иванов И.Н., Коптиль В.И., Харькив А.Д. Типоморфизм алмазов из кимберлитовых жил и возможные коренные источники алмазоносных россыпей севера Западной Якутии // Докл. АН СССР. 1974. Т. 214, № 2. С. 425–428.
- Афанасьев В.П., Егоров А.Ю., Сибирицев Ю.М. О кимберлитовых минералах из древних прибрежно-морских коллекторов // Изв. вузов. Геология и разведка. 1986. № 2. С. 48–54.
- Афанасьев В.П. О механическом износе кимберлитовых минералов в шлихах // Сов. геология. 1986. № 10. С. 81–87.
- Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Тычков С.А. Проблема докембрийской алмазности Сибирской платформы // Вестн. Воронеж. ун-та. Геология. 2002. Вып. 1. С. 19–36.
- Бартошинский З.В. Сравнительная характеристика алмазов из различных алмазоносных районов Западной Якутии // Геология и геофизика. 1961. № 6. С. 40–50.
- Бартошинский З.В. Кристалломорфология алмазов из россыпей северо-востока Сибирской платформы // Минер. сб. Львов. ун-та. Львов, 1966. № 20, вып. 3. С. 384–388.
- Беккер Ю.Р. О поисковых критериях алмазности девонских россыпей Урала // Геология и условия образования алмазных месторождений. Пермь, 1970. С. 263–266.
- Белик Ю.П., Кривонос В.Ф., Хюппенен Т.П. Районирование северной части Якутской алмазоносной провинции по минералам-спутникам алмаза // Научные методы прогнозирования, поисков и оценки месторождений алмазов: Тез. докл. IV Всесоюз. совещ. (г. Симферополь, 13–15 мая 1980 г.). Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1980.
- Бескрованов В.В., Шамшина Э.А. О происхождении россыпных месторождений алмазов с неустановленными коренными источниками // Отечествен. геология. 2000. № 5. С. 3–6.
- Битерман И.М., Кутейников Е.С., Леонов Б.Н., Натапов Л.М. Новые данные о нижнекаменноугольных отложениях северо-востока Сибирской платформы // Докл. АН СССР. 1962. Т. 144, № 3. С. 613–616.
- Бовкун А.В., Гаранин В.К., Граханов С.А., Кудрявцева Г.П. Минералогия граната и оксидных минералов из кимберлитовых тел Анабарского поля (Якутия). Ст. 1 // Изв. вузов. Геология и разведка. 2001. № 6. С. 39–50.
- Бовкун А.В., Гаранин В.К., Граханов С.А., Кудрявцева Г.П. Минералогия граната и оксидных минералов из кимберлитовых тел Анабарского поля (Якутия). Ст. 2 // Изв. вузов. Геология и разведка. 2002. № 1. С. 76–85.

**Богатых И.Я., Ваганов В.И., Голубев Ю.К., Илупин И.П.** К вопросу об открытии магматических источников алмазов на Урале // Отечествен. геология. 2000. № 1. С. 66–99.

**Борис Е.И., Францессон Е.В.** О закономерностях размещения кимберлитовых тел в Мало-Ботуобинском районе (Западная Якутия) // Изв. вузов. Геология и разведка. 1992. № 5. С. 68–75.

**Бочаров В.В., Григорьев В.С., Гречишников Д.Н. и др.** Особенности геологического строения и алмазоносность россыпного месторождения Солур-Восточная (Мало-Ботуобинский алмазоносный район) // Россыпи и месторождения кор выветривания: факты, проблемы, решения: Материалы XIII Междунар. совещ. по геологии россыпей и месторождений кор выветривания. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2005. С. 15–17.

**Брахфогель Ф.Ф.** Геологические аспекты кимберлитового магматизма северо-востока Сибирской платформы. Якутск: Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1984. 128 с

**Брахфогель Ф.Ф., Ковальский В.В.** О денудационном срезе на территории Анабарской антеклизы и сопредельных структур // Геология и полезные ископаемые Якутии. Якутск: Изд-во ЯФ СО РАН СССР, 1970. С. 65–66.

**Ванин А.Л., Галабала Р.О., Крутий Г.В.** Государственная геологическая карта. М-6 1:1 000 000. (Нов. сер.). Лист S-50-52 Быковский: Объясн. зап. СПб: ВСЕГЕИ, 2001. 190 с.

**Ваганов В.И., Варламов В.А.** Структурная позиция и условия формирования кимберлитов Сибирской и Африканской платформ // Сов. геология. 1983. № 3. С. 88–89.

**Вербицкая Н.П., Галеева Г.М.** О возможных источниках алмазов в россыпях западного склона Урала // Разведка и охрана недр. 1959. № 3. С. 8–12.

**Ветчанинов В.А.** Промышленные типы россыпей алмазов Вишерского района Урала, условия их формирования и перспективная оценка: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Пермь, 1974. 24 с.

**Ветчанинов В.А., Конев П.Н.** Условия образования такатинской свиты западной части Красновишерского района и предварительные данные об ее алмазоносности // Геология и условия образования алмазных месторождений. Пермь, 1970. С. 224–231.

**Вечерина О.П., Левченко В.А., Никулин А.М. и др.** Мировая добыча алмазов. М.: Изд-во Вост. лит-ры РАН, 2000. 270 с.

**Виноградов В.А.** Тектоника Верхоянского мегаантиклинория и Ленского прогиба // Учен. зап. НИИГА. Л., 1965. Вып. 5. С. 87–123.

**Виноградов В.А., Горина И.Ф.** Неогеновые отложения дельты р. Лены в связи с оценкой перспектив алмазоносности юго-западной части акватории моря Лаптевых // Кимберлитовый вулканизм и перспективы коренной алмазоносности северо-востока Сибирской платформы. Л.: НИИГА, 1971. С. 137–143.

**Вишневский С.А., Афанасьев В.П., Аргунов К.П., Пальчик Н.А.** Импактные алмазы их особенности, происхождение и значение. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1997. С. 7–13. (Тр. ОИГГМ СО РАН; Вып. 835).

**Владыкин Н.В., Торбеева Т.С.** Лампроиты Томторского массива (Восточное Прианбарье) // Геология и геофизика. 2005. Т. 46, № 10. С. 1038–1050.

**Галимов Э.М.** Вариации изотопного состава алмазов и связь их с условиями образования // Геохимия. 1984. № 8. С. 1091–1118.

**Галимов Э.М., Соболев Н.В., Ефимова Э.С., Ширяев А.А.** Изотопный состав алмазов Венесуэлы // Докл. РАН. 1999. Т. 364, № 1. С. 102–106.

**Гапоненко Г.И., Литинский В.Я., Левин Д.В. и др.** Геолого-тектоническое строение дна морей Лаптевых и западной части Восточно-Сибирского по географическим данным // Труды НИИГА. 1968. Вып. 5. С. 20–32.

**Геология и генезис алмазных месторождений /** Под ред. Б.М. Зубарева. Авт.: Б.М. Владимиров, Ю.М. Дауев, Б.М. Зубарев и др. М.: ЦНИГРИ, 1989. 242 с.

**Геологическая карта Якутии. Западно-Верхоянский блок. М-6 1:500 000 /** В.С. Проккопьев, А.С. Урзов. СПб.: ВСЕГЕИ, 1999. 19 с.

**Геология Якутской АССР. М.: Недра, 1981. 300 с.**

**Геология, прогнозирование, методика поисков, оценки и разведки месторождений алмазов. Коренные месторождения** / В.М. Подчасов, В.Е. Минорин, И.Я. Богатых и др. Якутск: ЯФ ГУ "Изд-во СО РАН", 2004. 548 с.

**Геология, прогнозирование, методика поисков, оценки и разведки месторождений алмазов. Россыпные месторождения** / В.Е. Минорин, В.М. Подчасов, И.Я. Богатых и др. Якутск: ЯФ ГУ "Изд-во СО РАН", 2004. 424 с.

**Гневушев М.А., Бобков Н.А., Бартошинский З.В.** Следы травления и растворения на якутских алмазах // Минерал. сб. Львов. геол. о-ва. 1957. № 11. С. 22–37.

**Гогина Н.И.** Находка алмаза в низовьях р. Лены // Докл. АН СССР. 1979. Т. 239, № 5. С. 1168–1169.

**Горина И.Ф.** О возможном нахождении алмазоносных кимберлитовых трубок в районе Анабарского залива (Море Лаптевых) // Кимберлитовый вулканизм и перспективы коренной алмазоносности северо-востока Сибирской платформы. Л.: НИИГА, 1971. С. 134–136.

**Граханов С.А.** Геологическое строение и алмазоносность россыпей севера Якутской алмазоносной провинции. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2000. 78 с.

**Граханов С.А.** Промышленные россыпи алмазов Якутии // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2005. Т. 80, вып. 3. С. 56–61.

**Граханов С.А.** Новые данные о распространении алмазов с примесью лонсдейлита на северо-востоке Сибирской платформы // Докл. РАН. 2005. Т. 405, № 6. С. 779–782.

**Граханов С.А., Коптиль В.И.** Триасовые палеороссыпи алмазов северо-востока Сибирской платформы // Геология и геофизика. 2003. Т. 44, № 11. С. 1191–1201.

**Граханов С.А., Митюхин С.И.** Гранулометрический состав алмазов в россыпях как поисковый признак коренных источников // Изв. вузов. Геология и разведка. 2003. № 1. С. 48–51.

**Граханов С.А., Митюхин С.И., Коптиль В.И. и др.** Новые подходы при поисках месторождений алмазов // Геологические аспекты минерально-сырьевой базы акционерной компании "АЛРОСА": современное состояние, перспективы, решения. Мирный, 2003. С. 250–261.

**Гриненко О.В., Камалетдинов В.А., Иваненко Г.В. и др.** Региональная стратиграфическая схема палеогеновых и неогеновых отложений востока Сибирской платформы. Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2005. 22 с.

**Грицик В.В., Мейен С.В.** Находка хвойных уникальной сохранности в нижнем триасе(?) Западной Якутии // Палеонтол. журн. 1975. № 1. С. 131–133.

**Гросвальд М.Г.** Евразийские гидросферные катастрофы и оледенение Арктики. М.: Научный мир, 1999. 120 с.

**Гусев Г.С., Петров А.Ф., Фрадкин Г.С.** Структуры и эволюции земной коры Якутии. М.: Наука, 1985. 248 с.

**Дагис А.С., Казаков А.М.** Стратиграфия, литология и цикличность триасовых отложений севера Средней Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1984. 176 с.

**Дак А.И.** Минералы-индикаторы кимберлитов из коренных источников и россыпей Анабаро-Оленекского междуречья в связи с проблемой прогнозирования и поисков алмазных месторождений: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Новосибирск, 1997. 21 с.

**Додин Д.А.** Металлогения Таймыро-Норильского региона. СПб.: Наука. Ленингр. отд-ние, 2002. 822 с.

**Дорганов Г.Ф.** Закономерности распределения алмазов в современных аллювиальных россыпях северо-восточной части Сибирской платформы: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. М., 1970.

**Дукардт Ю.А., Борис Е.И.** Авлакогенез и кимберлитовый магматизм. Воронеж, 2000. С. 102–104.

**Дукардт Ю.А., Блажкун Д.В., Шаталов В.И. и др.** О нижнем карбоне юго-восточной части Тунгусской синеклизы // Геология и геофизика. 1986. № 6. С. 35–41

**Дэвис Г.Л., Соболев Н.В., Харькив А.Д.** Новые данные о возрасте кимберлитов Якутии, полученные уран-свинцовым методом по цирконам // Докл. АН СССР. 1980. Т. 254, № 1. С. 175–179.

**Егоров А.Ю.** Палеогеография междуречья рек Оленек–Лена–Омолуй: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. М., 1988.

**Егоров К.Н., Зинчук Н.Н., Мишенин С.Г.** Перспективы коренной и россыпной алмазоносности юго-западной части Сибирской платформы // Геологические аспекты минерально-сырьевой базы Акционерной компании "АЛРОСА". Мирный, 2003. С. 50–83

**Езерский В.А., Молчанова Е.В.** О поисках коренных источников алмазов на Северном Урале // Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения. Воронеж, 2001. С. 494–499.

**Епифанов В.А., Родин Р.С.** Геологические предпосылки альтернативного механизма алмазообразования на Сибирской платформе // Рудоносность магматических формаций Сибири. Новосибирск: Изд. СНИИГиМС, 1991. С. 119–128.

**Жуков В.В., Горина И.Ф., Пинчук Л.Я.** Кайнозойские алмазоносные россыпи Анабаро-Оленекского междуречья. Л.: Недра. Ленингр. отд-ние, 1968. 144 с.

**Запасы и добыча важнейших видов минерального сырья Мира.** М., 2002.

**Зинчук Н.Н., Коптиль В.И.** Типоморфизм алмазов Сибирской платформы. М.: "Недра-Бизнесцентр", 2003. 603 с.

**Зинчук Н.Н., Коптиль В.И., Борис Е.И., Липашова А.Н.** Типоморфные особенности алмазов из кимберлитовых тел Сибирской платформы в связи с прогнозированием и поисками месторождений алмазов // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геол. 1999. № 7. С. 155–167.

**Зинчук Н.Н., Коптиль В.И., Борис Е.И.** Среднемасштабное районирование Лено-Анабарской субпровинции по типоморфным особенностям алмазов и вопросы прогнозирования их первоисточников // Природные и техногенные россыпи и месторождения кор выветривания на рубеже тысячелетий. М.: ИГЕМ, 2000. С. 145–147.

**Зинчук Н.Н., Коптиль В.И.** Типоморфизм алмазов из пород Рассольнинской депрессии (Урал) в связи с проблемой их первоисточников // Алмазы и алмазоносность Тимано-Уральского региона. Сыктывкар: Геопринт, 2001. С. 146–147.

**Зинчук Н.Н., Коптиль В.И., Махин А.И.** Об основных типоморфных особенностях алмазов в краевых частях Восточно-Европейской и Сибирской платформ // Изв. вузов. Геология и разведка. 2001. № 4. С. 22–35.

**Зуев В.М., Прокопчук Б.И., Метелкина М.П.** О роли промежуточных коллекторов площадного типа в формировании промышленных россыпей алмазов // Сов. геология. 1981. № 1. С. 50–57.

**Ишков А.Д.** Источники алмазов уральских россыпей // Геология и условия образования алмазных месторождений. Пермь, 1970. С. 219–223.

**Кириллин А.Д., Кириллин О.А., Кириллин Г.А.** Мировой алмазный рынок. М., 1999. 398 с

**Константиновский А.А.** Нижнеленский погребенный массив и некоторые вопросы размещения кимберлитов на северо-востоке Сибирской платформы // Геотектоника. 1979. № 1. С. 48–57.

**Коптиль В.И.** Типоморфизм алмазов из россыпей северо-восточной части Сибирской платформы по данным их комплексного исследования // Методы комплексного изучения алмазосодержащего сырья. М., 1983. (Тр. ЦНИГРИ; Вып. 175).

**Коптиль В.И.** Типоморфизм алмазов из россыпей северо-востока Сибирской платформы в связи с проблемой прогнозирования и поисков алмазных месторождений: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Новосибирск: ИМиП СО РАН, 1994. 34 с.

**Коптиль В.И., Биленко Ю.М.** Типоморфизм алмазов из россыпей северо-восточной части Сибирской платформы // Научные методы прогнозирования поисков и оценки месторождений алмазов. Новосибирск, 1980. С. 114–118.

**Коптиль В.И., Зинчук Н.Н., Антипин И.И. и др.** Минералогия, физические особенности и распространенность окрашенных алмазов II разновидности по Ю.Л. Орлову из кимберлитовых тел и россыпей Якутии. 2. Кимберлитовые тела Сибирской платформы // Органическая минералогия: Материалы I Рос. совещ. по органической минералогии. СПб: 2002. С. 131–132.

**Коробков И.Г., Граханов С.А.** Результаты изучения алмазоносных пород, выделяемых как флюидизатно-эксплозивные образования // Алмазы и алмазоносность Тимано-Уральского региона. Сыктывкар: Геопринт, 2001. С. 80–81.

**Коробков И.Г., Жаворонкин О.В.** Вещественный состав флюидизатно-эксплозивных образований Вишерского алмазоносного района (Западный Урал) // Геологические аспекты минерально-сырьевой базы акционерной компании “АЛРОСА”: современное состояние, перспективы, решения. Мирный, 2003. С. 128–135.

**Кривонос В.Ф., Прокопчук Б.И.** Эпохи кимберлитового вулканизма на северо-востоке Сибирской платформы // Сов. геология. 1973. № 3. С. 11–20.

**Кривонос В.Ф., Федоров П.Т., Прокопчук Б.И.** Первая находка алмаза в пермских отложениях Молодо-Оленекского междуречья (северо-восток Сибирской (платформы) // Докл. АН СССР, 1973. Т. 210, № 2. С. 422–434.

**Крутойрский М.А., Жуков В.В., Осипова З.В., Пинчук Л.Я.** Основные этапы и факторы формирования россыпей алмазов на Анабаро-Оленекском междуречье // Геология россыпей. М.: Наука, 1965. С. 283–294.

**Кухаренко А.А.** Алмазы Урала. М.: Госгеолтехиздат, 1955. 514 с.

**Лукьянова Л.И., Лобкова Л.П., Маречев А.М.** Коренные источники алмазов на Урале // Региональная геология и металлогения. 1997. № 7. С. 88–92.

**Мальков Б.А.** Проблемы и перспективы алмазоносности Русской плиты, Тимана и Урала // Геология алмазов – настоящее и будущее. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 2005. С. 347–354

**Манакон А.В.** Закономерности размещения алмазоносных кимберлитов на основе анализа глубинного строения литосферы: Автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук. Якутск: ИГАиБМ СО РАН, 2002. 40 с.

**Масайтис В.Л., Мацак М.С., Райхлин А.И. и др.** Алмазоносные импактиты Попигайской астроблемы. СПб.: ВСЕГЕИ, 1998. 179 с.

**Масайтис В.Л., Михайлов М.В., Селивановская Т.В.** Попигайский метеоритный кратер. М.: Наука, 1975. 124 с.

**Метелкина М.П., Прокопчук Б.И.** Верхнепротерозойские конгломераты северо-востока Сибирской платформы – возможные промежуточные коллекторы алмазов // Литология и полезные ископаемые. 1976. № 4. С. 75–83.

**Метелкина М.П., Прокопчук Б.И., Суходольская О.В. и др.** Докембрийские алмазоносные формации мира. М.: Недра, 1976. 134 с.

**Месторождения алмазов СССР.** Методика поисков и разведки / Б.М. Владимиров, Ю.М. Дауев, Б.М. Зубарев и др. М.: ЦНИГРИ, 1984. 435 с.

**Методические рекомендации по применению классификации запасов твердых полезных ископаемых к россыпным месторождениям.** Министерство природных ресурсов Российской Федерации. Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых. М., 2000. 65 с.

**Милашев В.А., Томановская Ю.И.** Проявление щелочно-ультраосновного магматизма в прибрежной части Моря Лаптевых // Кимберлитовый вулканизм и перспективы коренной алмазоносности северо-восточной части Сибирской платформы. Л.: НИИГА, 1971. С. 127–133.

**Минорин В.Е.** Прогнозно-поисковые модели алмазоносных россыпей России. М.: ЦНИГРИ, 2001. 117 с.

**Михайлов Б.М.** Рудоносные коры выветривания. Л.: Недра. Ленингр. отд-ние, 1986. С. 63–79.

**Михайлов М.В. и др.** Коренные источники алмазов Западно-Русской кимберлитовой субпровинции (Ленинградская область) // Алмазы и алмазоносность Тимано-Уральского региона. Сыктывкар, 2001. С. 125–127.

**Натапов Л.М., Гогина Н.И., Сибирцев Ю.М.** Новый промежуточный коллектор минералов-спутников алмаза на Сибирской платформе // Кимберлитовый и базитовый магматизм района Оленекского поднятия. Якутск: Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1980. С. 67–73.

**Одинцов М.М.** Основные черты геологии Сибирской алмазоносной провинции // Изв. Вост.-Сиб. фил. АН СССР. Иркутск, 1957. № 1. С. 27–34.

**Олейников О.Б., Барашков Ю.П.** Особенности химического состава силикатных пленок на кристаллах алмазов из россыпного месторождения Эбелях и их генезис // Отечественн. геология. 2005. № 5. С. 42–47.

**Орлов Ю.Л.** Минералогия алмаза. М.: Наука, 1984. 264 с.

**Осипова З.В.** Литология базальных горизонтов среднелейасовых отложений северо-восточной части Сибирской платформы в связи с их алмазоносностью // Уч. зап. НИИГА. Регион. геол. 1963. Вып. 1. С. 101–123.

**Осипова З.В.** Палеогеография Северо-Востока Сибирской платформы в юрский период // Геология и геофизика. 1968. № 10. С. 32–42.

**Остроумов В.Р., Морозов А.Ф., Киреев А.С., Магадеев Б.Д.** Открытие коренных источников уральских алмазов // Геологическое изучение и использование недр. Вып. 6. М.: Геоинформарк, 1996. С. 3–13.

**Плотникова М.И.** Очерк послеолигоценовой истории Попигаийской импактной морфоструктуры // Метеоритика. Вып. 49. М.: Изд-во АН СССР, 1990. С. 154–163.

**Плотникова М.И., Кардопольцева О.И., Липатова В.А. и др.** Палеогеография Приленского района в связи с формированием алмазных россыпей // Геология россыпей. М.: Наука, 1965. С. 294–302.

**Подвысоцкий В.Т., Белов Е.Н.** Состав и условия формирования древних осадочных коллекторов и россыпей алмазов. Якутск, 1995. 98 с.

**Подчасов В.М., Евсеев М.Н., Богатых И.Я. и др.** Россыпи алмазов мира. М.: ООО "Геоинформарк", 2005. 747 с.

**Похиленко Н.П., Соболев Н.В., Зинчук Н.Н.** Аномальные кимберлиты Сибирской платформы и кратона Слейв, Канада, их важнейшие особенности в связи с проблемой прогнозирования и поисков // Алмазы и алмазоносность Тимано-Уральского региона. Сыктывкар: Геопринт, 2001. С. 19–21.

**Прокопчук Б.И.** К истории формирования разновозрастных россыпей алмазов на северо-востоке Сибирской платформы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1966. № 4. С. 41–55.

**Прокопчук Б.И.** Алмазные россыпи и методика их прогнозирования и поисков. М.: Недра, 1979. 248 с.

**Прокопчук Б.И., Израилев Л.М.** Первые находки алмазов в нижнеюрских базальных конгломератах западного склона Приверхоанского прогиба // Докл. АН СССР. 1962. Т. 147, № 4. С. 906–907.

**Прокопчук Б.И., Метелкина М.П.** Основные эпохи формирования алмазных россыпей на древних платформах // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1976. № 9. С. 133–145.

**Прокопчук Б.И., Левин В.И., Метелкина М.П., Шофман И.Л.** Древний карст и его россыпная минерация. М.: Наука, 1985. 175 с.

**Прокопчук Б.И., Сочнева Э.Г., Скосырев В.А.** Первая находка реликтов отложений карбонового возраста в бассейне р. Анабар (Западная Якутия) // Докл. АН СССР. 1970. Т. 193, № 5. С. 1137–1139.

**Прокопчук Б.И., Варламов В.А., Сочнева Э.Г.** Находки пироба – минерала кимберлитов в каменноугольных отложениях Кютингдинского прогиба // Геология руд. месторождений. 1979. № 6 С. 76–79.

**Российская Арктика: геологическая история, минерация, геоэкология** / Гл. ред. Д.А. Додин, В.С. Сурков. СПб: ВНИИОкеангеология, 2002. 960 с.

**Рыбальченко А.Я., Рыбальченко Т.М.** Предварительная модель локализации и формирования коренных алмазоносных объектов уральского типа // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: Материалы регион. конф. Пермь, 1997.

**Ружицкий В.О.** Алмазы Европы // Природа. 1960. № 11. С. 27–34.

**Саблуков С.М.** К вопросу о фазах формирования и возрасте трубок взрыва Онежского полуострова // Докл. АН СССР. 1984. Т. 277, № 1. С. 168–170.

**Савко А.Д., Шевырев Л.Т., Зинчук Н.Н.** Эпохи мощного корообразования и алмазоносного магматизма в истории Земли. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1999. 102 с.

**Селиванова В.В.** Типоморфизм алмаза и его минералов-спутников из прибрежно-морских триасовых россыпей северного Верхоянья: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. М., 1991. 20 с.

**Сигов В.А., Стороженко Л.Е.** Основные этапы геоморфологического развития Вишерского алмазоносного района // Геология и условия образования алмазных месторождений: Тр. II Всесоюз. совещ. по геологии алмазных месторождений. Пермь: Кн. изд-во, 1970. С. 256–263.

**Сигов А.П.** Условия образования полезных ископаемых и металлогенические эпохи мезозоя и кайнозоя Урала // Материалы по геоморфологии Урала. М.: Недра, 1971. С. 117–125.

**Смирнов Ю.Д.** Источники алмазов уральских россыпей // Геология россыпей. М.: Наука, 1965. С. 279–282.

**Соболев Н.В.** О минералогических критериях алмазоносности кимберлитов // Геология и геофизика. 1971. № 3. С. 70–80.

**Соболев Н.В.** Глубинные включения в кимберлитах и проблема состава верхней мантии. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1974. 263 с.

**Соболев Н.В., Белик Ю.П., Похиленко Н.П.** Хромсодержащие пиропы в нижне-каменноугольных отложениях Кютюндинского прогиба // Геология и геофизика. 1981. № 2. С. 14–23.

**Соболев Н.В., Галимов Э.М., Ивановская И.Н., Ефимова Э.С.** Изотопный состав углерода алмазов, содержащих кристаллические включения // Докл. АН СССР. 1979. Т. 246, № 5. С. 1217–1220.

**Соболев Н.В., Ефимова Э.С., Лаврентьев Ю.Г., Соболев В.С.** Преобладающая известково-силикатная ассоциация кристаллических включений в алмазах юго-восточной Австралии // Докл. АН СССР. 1984. Т. 274, № 1. С. 172–178.

**Сочнева Э.Г., Метелкина М.П.** Типоморфные минералы терригенных алмазоносных формаций докембрия // Геология и методы прогнозирования алмазных месторождений. М.: ЦНИГРИ, 1981. Вып. 156. С. 15–21.

**Степанов И.С.** Роль карста в формировании россыпей (на примере западного склона Среднего и Северного Урала) // Изв. ВГО. 1974. Т. 106, вып. 3. С. 242–245.

**Степанов И.С., Сычкин Г.Н.** К вопросу об алмазоносности такатинской свиты среднего девона Урала // Геология и геофизика. 1983. № 11. С. 129–133.

**Стороженко Л.Е.** Геоморфологические условия пространственного размещения россыпей Урала // Материалы по геоморфологии Урала. М.: Недра, 1971. С. 126–130.

**Судейманов А.М., Минорин В.Е., Гречишников Д.Н. и др.** Особенности формирования и алмазоносности россыпи реки Билях // Россыпи и месторождения кор выветривания: факты, проблемы, решения: Материалы XIII междунар. совещ. по геологии россыпей и месторождений кор выветривания. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2005. С. 272–274.

**Тектоническая карта м-ба 1:2 500 000 морей Карского и Лаптевых и севера Сибири / Ред. Г.В. Поздняк. М., 1998. 2 л.**

**Темников И.А., Шурубур Ю.В.** Рыхлые мезозойские и кайнозойские отложения междуречья рек Большой Щугор, Большой Колчим, Илья-Вож и перспективы их алмазоносности // Геология и условия образования алмазных месторождений. Пермь, 1970. С. 267–266.

**Трофимов В.С.** Основные закономерности размещения и образования алмазных месторождений на древних платформах и в геосинклинальных областях. М.: Недра, 1967. 299 с.

**Трофимов В.С.** Геология месторождений природных алмазов. М.: Недра, 1980. 304 с.

**Устинов В.Н.** О перспективах алмазоносности Северо-Западного региона России (Ленинградская, Новгородская, Псковская области) // Геологические аспекты минерально-сырьевой базы Акционерной компании "АЛРОСА". Мирный, 2003. С. 196–200.

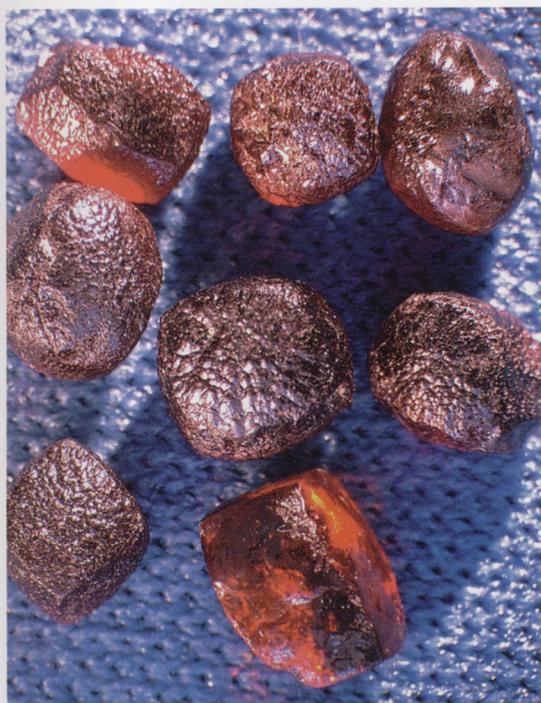
**Ферсман А.Е.** Драгоценные и цветные камни России. Т. 1. М., 1922. 420 с.

**Фролов А.А., Толстов А.В., Белов С.В.** Карбонатитовые месторождения России. М.: НИИ-ПРИРОДА, 2003. 494 с.

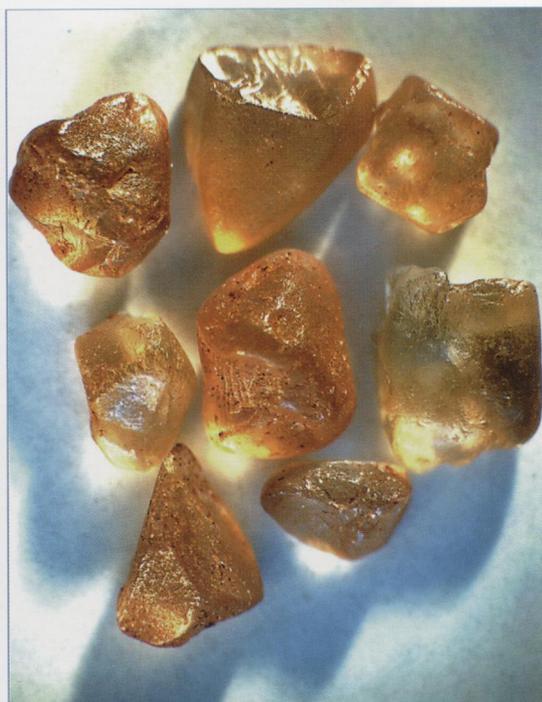
- Харькив А.Д.** Минералогические основы поисков алмазных месторождений М.: Недра, 1978. 136 с.
- Харькив А.Д., Зинчук Н.Н., Зуев В.М.** История алмаза. М.: Недра, 1997. 601 с.
- Харькив А.Д., Зинчук Н.Н., Крючков А.И.** Геолого-генетические основы шлихо-минералогического метода поисков алмазных месторождений. М.: Недра, 1995. 348 с.
- Харькив А.Д., Зинчук Н.Н., Крючков А.И.** Коренные месторождения алмазов. М.: Недра, 1998. 555 с.
- Черный С.Д., Сафьянников Ю.В., Яныгин Ю.Т., Шаталов В.И.** История открытия Накынского кимберлитового поля // 300 лет спустя. Сб. статей. Якутск, 2000. С. 209–215.
- Чумак М.А., Бартошинский З.В.** Якутит – новая разновидность алмаза. “Геолог Якутия”. 1968. № 27.
- Шамшина Э.А.** Минералы кимберлитовых пород в разновозрастных отложениях севера Сибирской платформы. Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1986. 112 с.
- Шаталов В.И., Граханов С.А., Егоров А.Н., Сафьянников Ю.В.** Новый промышленный тип россыпей алмазов в Якутской алмазоносной провинции // Отечествен. геология. 2002а. № 4. С. 15–19.
- Шаталов В.И., Граханов С.А., Егоров А.Н., Сафьянников Ю.В.** Геологическое строение и алмазоносность древних россыпей алмазов Накынского кимберлитового поля Якутской алмазоносной провинции // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геол. 2002б. № 1. С. 185–201.
- Шаталов В.И., Тарабукин В.П., Боланев В.С., Томшин М.Д.** Уточнение возраста кимберлитов Накынского поля // Отечествен. геология. 1999. № 4. С. 3–4.
- Шило Н.А.** Учение о россыпях. М.: Изд-во АГН, 2000. 632 с.
- Шпунт Б.Р., Шамшина Э.А., Шаповалова И.Г. и др.** Докембрий Анабаро-Оленекского междуречья. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1976. 140 с.
- Щербачков О.А., Дурников В.И., Соколов О.В. и др.** Такатинская свита Вишерско-Чусовского Урала и ее алмазоносность. Пермь, 1994. 105 с.
- Bardet M.G.** Geologie du diamant // Deuxieme partie Gisements de diamant d'Afrique-Paris: Editions B.R.G.M., 1974. 248 с.
- Clifford T. N.** Tectono-metallogenic units and metallogenic provinces of Africa // Earth Planet. Sci. Lett. 1966. V. 1, N 6. P. 421–434.
- James D.R.** Diamond Mining at Lac de Gras, North-West Territories // Publ. “Richardson Green-shields”. 1993. October 20. 21 p.
- Kaiser W., Bond W.L.** Nitrogen a major impurity in common type I diamond // Phys. Rev. 1959.
- Sutherland Donald G.** The transport and sorting of diamonds by fluvial and marine processes // Economic Geology. 1982. V. 77, N 7. P. 1613–1620.
- Sobolev N.V., Yefimova E.S., Koptil V.I.** Crystalline Inclusions in Diamonds in the Northeast of the Yacutian Diamondiferous Province // Seventh International Kimberlite Conference. Cape Town, April 1998a. P. 816–822.
- Sobolev N.V., Yefimova E.S., DeR Channer D.M. et al.** Unusual upper mantle beneath Guaniamo, Guyana shield, Venezuela: Evidence from diamond inclusions // Geology. 1998b. V. 26, N 11. P. 971–974.
- Williams A.F.** The genesis of the diamond. London, Ernest Benn, 2 vols. 1932. 636 p.



**Фото 1.** Глыбы гранитогнейсов на о-ве Сардах (дельта р. Лена, Большая Трофимовская протока). Фото С. Граханова.



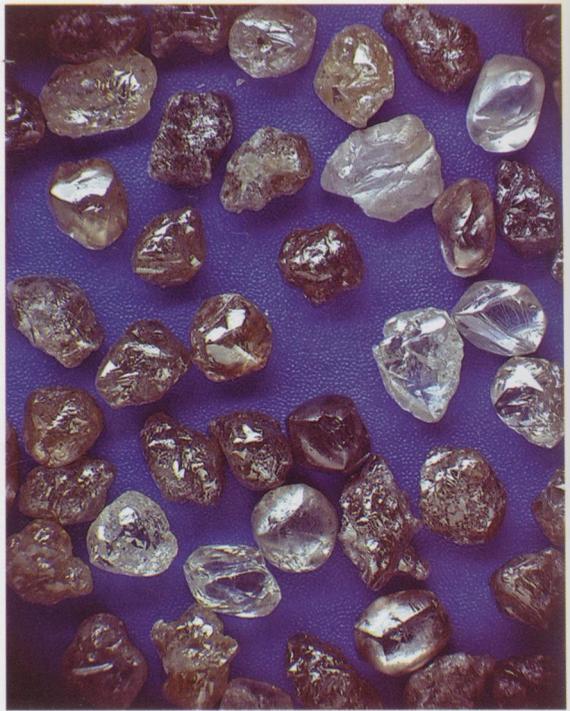
**Фото 2.** Пиропы россыпи р. Эбелях. Размерный класс  $-4+2$  мм. Фото А. Иванова, ЦАЛ Ботубинской экспедиции.



**Фото 3.** Трубочные цирконы россыпи р. Эбелях. Размерный класс  $-2+1$  мм. Фото А. Иванова, ЦАЛ Ботубинской экспедиции.



**Фото 4.** Пикроильмениты из россыпи р. Браас-Юрях. Размерный класс  $-4+2$  мм. Фото А. Иванова, ЦАЛ Ботубинской экспедиции.



**Фото 5.** Алмазы россыпи р. Браас-Юрях. Размер 3 гр.,  $\times 3,2$ .  
Фото из архива ЦСА АК "АЛРОСА"



**Фото 6.** Река Эбелях в среднем течении. Фото Д. Ходжаева.



**Фото 7.** Поселок Амакинский, 1985 г., база Эбеляхской партии Амакинской экспедиции 1965–1987 гг. Фото С. Граханова.



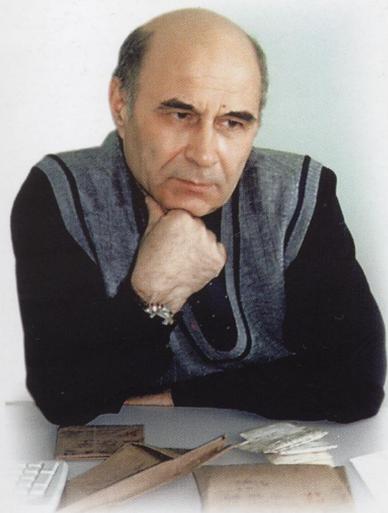
**Фото 8.** Геологи Эбеляха 1986 г. первый ряд слева направо: А. Кубышев, Т. Цыбульская, В. Татаринов; второй ряд: Н. Григорьева, С. Григорьев, М. Домашевская, С. Граханов; третий ряд: А. Толстов, В. Мамонов, М. Мухамедьяров, С. Прокопьев, П. Калининский. Фото Б. Цыбульского.



**Фото 9.** Проходка бульдозерных траншей при разведке россыпи р. Эбелях (1984 г.).  
Фото С. Граханова.



**Фото 10.** Поселок Эбелях, база Анабарского ГОКа АК “АЛРОСА”.  
Фото Д. Ходжаева.



**Фото 11.** В. М. Подчасов – первооткрыватель россыпей бассейна р. Эбелях, заслуженный геолог Якутии. Фото И. Пантелеевой;  
И. Ф. Горина – геолог НИИГА. Фото В. Кирсева.



**Фото 12.** Сезонная обогатительная фабрика и вахтовый поселок ОАО “Нижне-Ленское” на россыпи р. Биллях. Фото И. Пантелеевой.



**Фото 13.** Вскрышные работы на россыпи р. Биллях. Фото И. Пантелеевой.



**Фото 14.** Алмазы россыпи р. Биллях. Фото из архива ОАО “Нижне-Ленское”.



**Фото 15.** Алмаз уральского типа из россыпи р. Биллях. Фото из архива ОАО “Нижне-Ленское”.



**Фото 16.** Алмаз Творец. Вес 298,5 кар. Самый крупный кристалл, добытый из россыпей России. Фото из архива ОАО “Нижне-Ленское”.



**Фото 17.** Алмазы россыпи р. Маят. Размер 3 гр.,  $\times$  2,5.  
Фото из архива ЦСА АК “АЛРОСА”.



**Фото 18.** Куонамский алмазоносный район. Приток р. Бол. Куонамка в пределах кристаллического массива. Фото Д. Ходжаева.



**Фото 19.** Река Молодо в среднем течении. Фото Н. Петрова.



**Фото 20.** Второй вахтовый поселок ОАО “Нижне-Ленское” на россыпи р. Молодо.  
Фото Н. Петрова.



**Фото 21.** Алмазы россыпи р. Молодо. Размерный класс  $-8+4$  мм. Фото Н. Петрова.



**Фото 22.** Р. Лена в районе устья р. Моторчуна. Фото С. Граханова.



**Фото 23.** Мелкообъемное опробование на россыпи р. Моторчуна. Фото С. Граханова.



**Фото 24.** Р. Оленек в районе устья р. Беенчиме. Фото С. Граханова.



**Фото 25.** Обнажение нучаюрегинской свиты нижнего карбона на левом притоке р. Оленек. Фото С. Граханова.



**Фото 26.** Коренные выходы пиропоносных гравелитов протерозоя на р. Лена, ниже устья р. Хатыстаах. Фото С. Граханова.



**Фото 27.** На переднем плане – ладинские песчаники в зоне контакта с базальным горизонтом карния на Булкурской антиклинали. Фото С. Граханова.



**Фото 28.** На переднем плане – ладинские песчаники в зоне контакта с базальным горизонтом карния на Юттехской антиклинали. Фото С. Граханова.

**Фото 29.** Аэрофотоснимок западного крыла Булкурской антиклинали. В левой части снимка четко дешифрируется светлосерой линейной полосчатостью пачка ладинских песчаников на границе с карнийским ярусом.





**Фото 30.** Обнажение базального горизонта карнийского яруса на о-ве Таас-Ары.  
Фото С. Граханова.



**Фото 31.** Обнажение базального горизонта карнийского яруса на левом берегу р. Лена в районе устья р. Балаганнах. Фото С. Граханова.



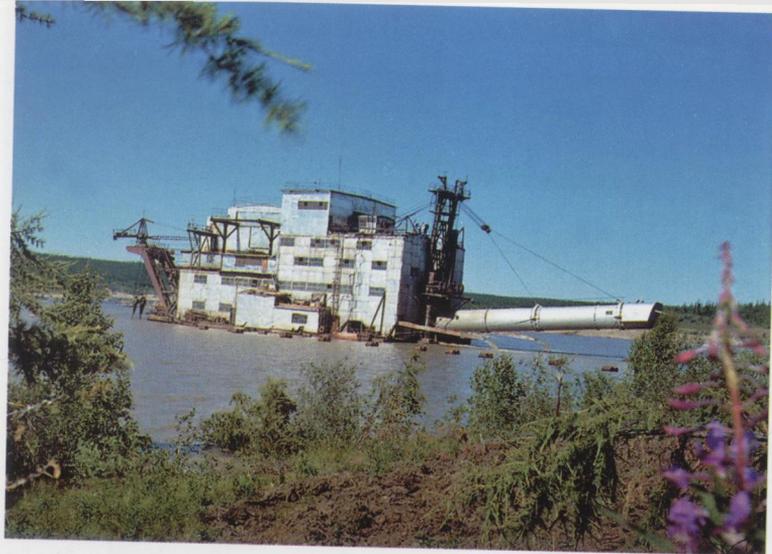
**Фото 32.** Пиропы из базального горизонта карнийского яруса (осипайская свита) с м. Цветкова, восточного берега п-ова Таймыр. Фото ЦАЛ Ботубинской экспедиции.



**Фото 33.** Алмазы россыпи Солур. Размер 3 гр.,  $\times$  2,5.  
Фото ЦСА АК "АЛРОСА".



**Фото 34.** Алмазы россыпи р. Ирелях. Размер 3 гр.,  $\times$  2,5.  
Фото ЦСА АК "АЛРОСА".



**Фото 35.** Драга Мирнинского ГОКа АК "АЛРОСА" на россыпи р. Ирелях. Фото А. Махрачева.

**Фото 36.** Алмазы россыпи Нюрбинская. Размер 3 гр.,  $\times 2,5$ . Фото из архива ЦСА АК "АЛРОСА".



**Фото 37.** Карьер на тр. Нюрбинская. В уступах карьера вскрыты продуктивные отложения дяхтарской и укугутской свит. Фото С. Граханова.

## *Послесловие или лирическое отступление*

Дорогие читатели!

Вероятно, вас утомили бесконечные рисунки, таблицы и описания. Поверьте, сделанные авторами выводы, не претендуют на свою однозначность, и весь огромный фактический материал нацелен только для привлечения внимания к этой важной проблеме и дальнейшего его использования и интерпретации, а за достоверность авторы ручаются.

Мы уверены, что рано или поздно будут открыты новые уникальные коренные месторождения алмазов на северо-востоке Сибирской платформы, и российская Арктика получит новый промышленный импульс. Однако нельзя забывать, что Арктика – это особый регион, где любая технологическая ошибка может привести к серьезным и непоправимым экологическим последствиям. А за природу в ее девственной красе разве не мы в ответе, когда проходим разведочный шурф, задаем промышленный карьер или размещаем отвалы?! Именно этот аспект сподвиг авторов показать Арктику совершенно с иной стороны. Посмотрите на эти цветы и только представьте себе, что они растут на семьдесят второй широте и цветут, для нас, иногда всего несколько дней! Давайте же задумаемся о будущем и приложим все усилия для того, чтобы не только мы, но и наши потомки смогли увидеть Арктику такой же красивой.

*Определение флоры: Д. А. Карнаухова, Д. Н. Шауло, М. Ю. Телятникова (ЦСБС СО РАН, г. Новосибирск), И. А. Якишиной (Усть-Ленский заповедник, пос.Тикси).*

*Фотографии С.А. Граханова.*





Дендрантема Завадского (*Dendranthema zawadskii* (Herb.) Tzvel.).  
Среднее течение р. Булкур.



Арника Ильина (*Arnica iljinii* (Maguire) Pjlin). Устьевая часть р. Булкур.



Колокольчик круглолистный (*Campanula rotundifolia* L.).  
Р. Лена в районе устья р. Булкур.



Полярный мак (*Papaver pseudocanescens*). Левый приток р. Лена  
между устьями р. Булкур и Хатыстаах.



Кастиллея арктическая (*Castilleja arctica* Krylov et Serg. s. str.). Р. Лена в районе устья  
р. Булкур.



Пакера разнолиственная (*Packera heterophylla* (Fisch.) E. Wiebe).  
Среднее течение р. Булкур.



Шпорник (*Delphinium* sp.). Р. Лена в районе устья р. Булкур.



Гвоздика ползучая (*Dianthus repens* Willd.). Среднее течение р. Булкур.



Обнажения терригенных пород верхнего палеозоя на р. Лена ниже о-ва Тит-Ары.



Синюха остролепестная (*Polemonium acutiflorum* Willd. ex Roem. et Schult.). Рядом (слева) – горец живородящий (*Polygonum viviparum* L.) Дельта р. Лена в районе полярной станции Столб.



Ленская “труба” в районе Чекуровского мыса. Крутопадающие карбонатные породы протерозоя.



Чекуровский мыс. Крутопадающие карбонатные породы протерозоя и нижнего кембрия, осложненные надвигом.



Родиола розовая, золотой корень (*Rhodiola rosea* L.). Хр. Туора-Сис.



Обнажение карбонатных пород нижнего кембрия на правом берегу р. Лена  
ниже устья р. Кенгдей.



Остров Столб в дельте р. Лена, сложенный девонскими породами.



Закат. Остров Столб.



Исчезающие ледяные острова Северного Ледовитого океана.  
Остров Большой Ляховский, северный берег. Фото И. Якшиной.



Бивень мамонта в отложениях разрушающегося плейстоценового ледового  
комплекса, скорость отступления берега – 4,5 м/год. Южный берег  
о-ва Бол. Ляховский. Фото М. Григорьева



Приморский алмазонасный район. Самая северная точка Якутии –  
мыс Пакса.



Приморский алмазонасный район. Море Лаптевых в районе  
устья р. Муус-Хая.



Рододендрон Адамса (*Rhododendron adamsii* Rehder). Остров Таас-Ары, на дальнем плане Хараулахский хребет.



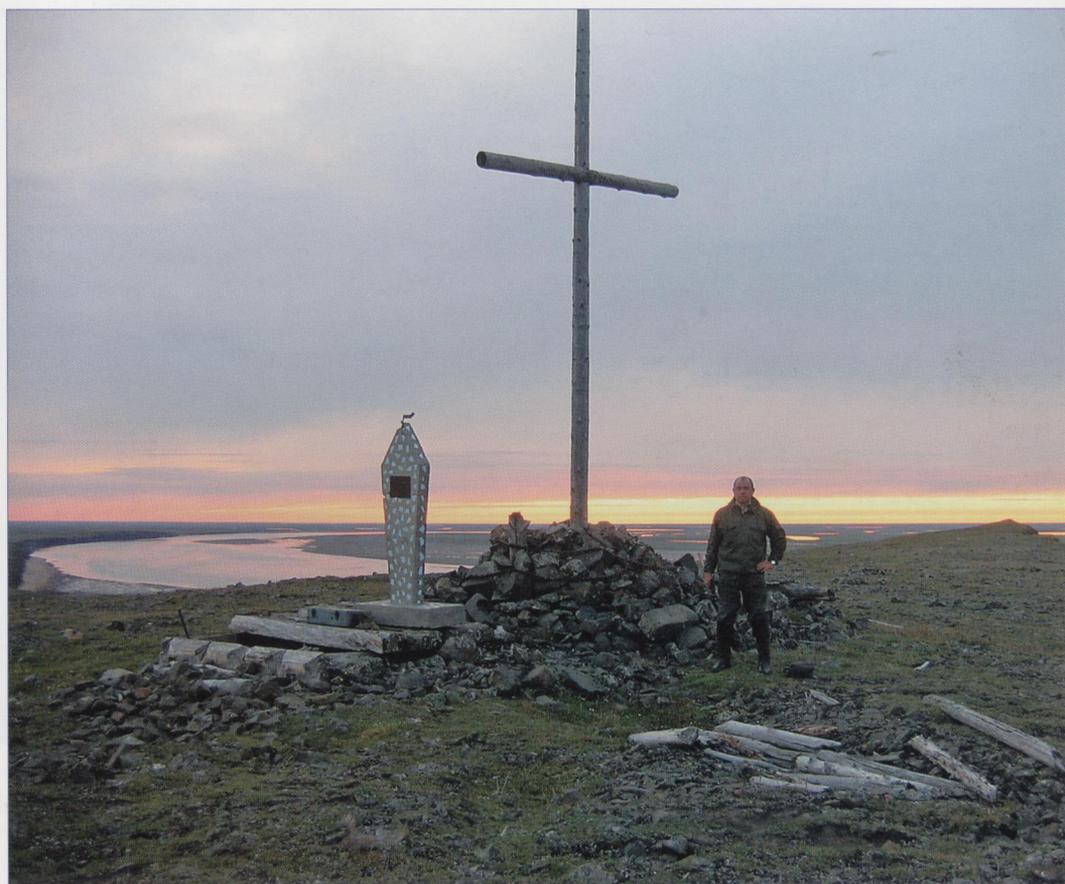
Ленская “труба”. Туорасисский платформенный выступ, выходы пород протерозоя и нижнего кембрия.



Река Лена в районе Булкурской антиклинали. На противоположном берегу – обнажение пород кембрия, перми и триаса на о-ве Таас-Ары. На правом берегу реки – отроги хр. Туора-Сис.



Море Лаптевых в начале августа.



Могила американского полярного исследователя Де-Лонга на северо-восточном берегу о-ва Курунгнаах-Сисэ в дельте р. Лена. Фото В. Веретенникова.



Дислоцированные терригенные породы нижнего мела на крыже Чекановского.