

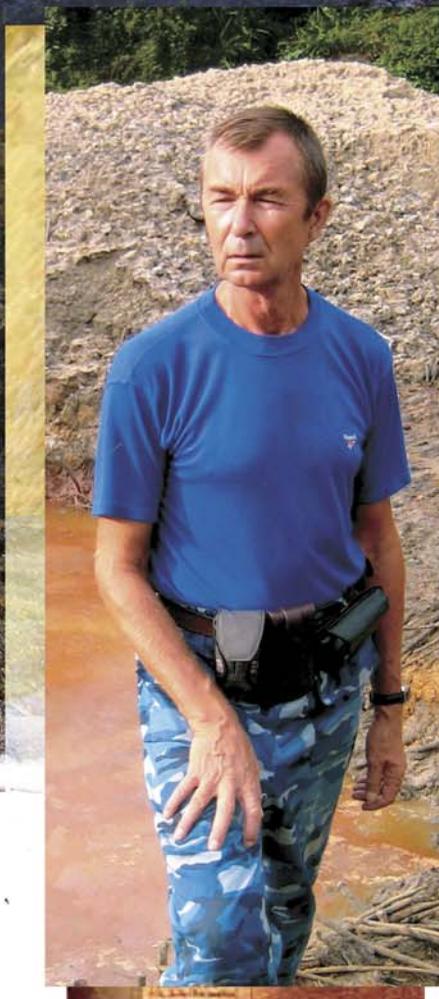
ОКАТАННЫЕ ВРЕМЕНЕМ...

*О происхождении алмазов
СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ*

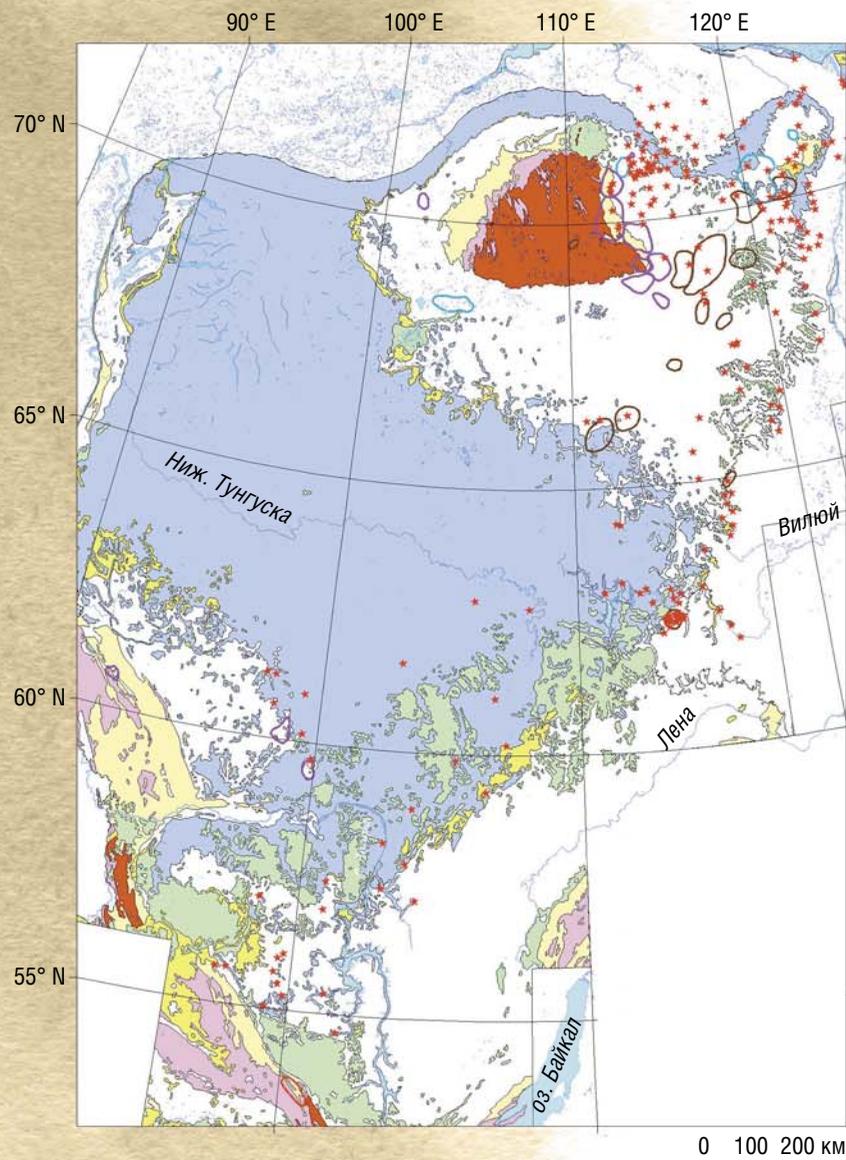
Вид на устье алмазонасной реки Хатыстах, левого притока Лены. Экспедиция «Триасового отряда», север Якутии, 2010 г.

Ключевые слова:
Сибирская платформа, триас, коренные источники, кимберлитовые поля, кимберлиты, пиропы, экзотические алмазы, лампроиты.
Key words: Siberian platform, Triassic, ore bodies, kimberlite fields, kimberlites, pyropes, exotic diamonds, lamproites

В сентябре 2012 г. на якутском месторождении Нюрбинское был найден уникальный бесцветный алмаз весом 158 каратов аукционной стоимостью более 1,5 млн долларов. Именно благодаря сибирским алмазам наша страна сегодня является одним из лидеров этого рынка: на ее долю приходится около четверти всей мировой добычи алмазов. Например, только за один 2011 г. здесь было добыто почти 33 млн каратов (около 7 тонн!) кристаллов ювелирного качества. И алмазный потенциал сибирского региона далеко не исчерпан, но чтобы вести целенаправленный поиск новых месторождений, нужно иметь полную информацию о происхождении этой самой твердой и дорогой модификации углерода. Однако помимо всем известных алмазов, ведущих свое происхождение из кимберлитов, в россыпных месторождениях на территории Сибирской платформы находят необычные кристаллы, для которых тип коренных источников не известен



АФАНАСЬЕВ Валентин Петрович – доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник Института геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН (Новосибирск). Автор и соавтор более 200 научных работ, в том числе 7 монографий



Карта распределения россыпей алмазов, обнаруженных на Сибирской платформе, была создана с использованием базы данных АК «АЛРОСА», подготовленной при участии специалистов новосибирского Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН

- ★ Россыпи алмазов
 - Архей
 - Палеопротерозой
 - Мезопротерозой–Неопротерозой
 - Венд–Силур
 - Девон–Ранний карбон
 - Поздний карбон–Триас
 - Юра–Квартер
- Кимберлитовые поля:
- Протерозойские
 - Среднепалеозойские
 - Раннемезозойские
 - Позднемезозойские

Первые сибирские алмазы были найдены в 1897–1898 гг. в золотоносных россыпях бассейна р. Большой Пит на Енисейском кряже (нынешний Красноярский край), а позднее – и на р. Джеконда (Алданский щит). С учетом этих находок известные российские геологи А. П. Буров, а позднее В. С. Соболев в 1930-х гг. приступили к разработке научных основ поиска коренных источников алмазов на Сибирской платформе.

Обобщив данные по африканским алмазным месторождениям, В. С. Соболев в 1941 г. изложил их в специальном отчете, в котором сделал важнейшее заключение: «Наибольшее сходство с областью распространения кимберлитов Южной Африки имеет Сибирская платформа. <...> Вопросам поисков кимберлитов и алмазов должна уделять серьезное внимание каждая

экспедиция, работающая на севере Сибирской платформы. Особенно нужно обратить внимание на поиски алмазов в разрабатываемых россыпях благородных металлов в районе Норильска и на Виллою» (Соболев, 1989, с. 7). В своем закрытом докладе на Госплане, а затем и в отчете 1941 г. он указал на роль пиропов как индикаторов кимберлитов, отметив, что красный магнезиальный гранат-пироп является типичным спутником алмаза как в кимберлите, так и в россыпях (Соболев, 1951).

В 1941 г. Госплан СССР постановил проводить поисковые работы в северной части Сибирской платформы, однако реализации этих планов помешала война. И лишь спустя восемь лет, в 1949 г. геологической партией Г. Х. Файнштейна на Виллою был найден первый якутский алмаз.



Одним из главных индикаторных минералов кимберлитов является пироп – прозрачный минерал из группы гранатов, как правило, красного цвета. Слева – карьер знаменитой якутской кимберлитовой трубки Мир

СИБИРСКИЙ ПОБРАТИМ АФРИКИ

Известный геолог и писатель-фантаст И. А. Ефремов еще в 1944 г. написал рассказ «Алмазная труба», герой которого искал кимберлитовую трубку на севере Эвенкии. Приведенные ниже цитаты из этого рассказа свидетельствуют о глубококом проникновении автора в суть описываемых им геологических явлений:

«На грубозернистой поверхности скола мелкими каплями сверкали многочисленные кристаллы пироба – красного граната – и чистой зеленью отливали включения оливина» (с. 261)*.

«– Пять лет назад наш директор первый обратил внимание на необычное сходство геологии здешних мест и Южной Африки. Средне-Сибирское и Южно-Африканское плоскогорья обладают поразительно сходным геологическим строением. Там и здесь на поверхность прорвались колоссальные извержения тяжелых глубинных пород. <...> Эти взрывы пробili в толще пород множество узких труб, являющихся месторождением алмазов» (с. 265)*.

«Крово-красные кристаллики пироба выступали на пестрой поверхности в смеси с оливковой и голубой зеленью зерен оливина и диопсида...

– Уф! – вздохнул Султанов. – Почти сплошь галька из гриквита. А этот уж не кимберлит ли?» (с. 274)*.

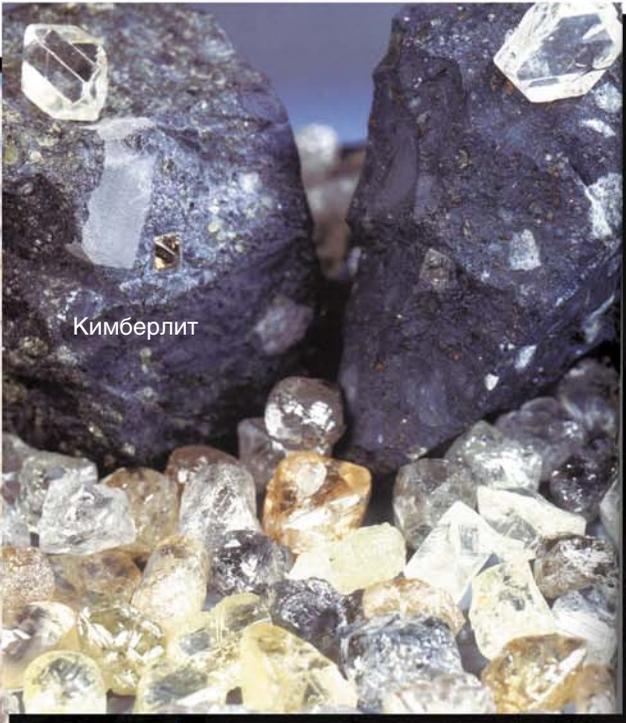
«– Значит, эта рыжая глина и есть „изллоу грунд“ – желтая земля африканских копей, – говорил Чурилин, – самая верхняя и вдобавок всегда обогащенная алмазами покрывка алмазной трубы. Несколькими метрами ниже пойдет „синяя земля“ – „блю грунд“, вот эта самая, черная, куски которой мы нашли в желтой земле <...> Основная заповедь африканских охотников за алмазами: где одна труба, там ищи

еще несколько. <...> На белом листе рассыпались мелкие кристаллы... красного, бурого, черного, голубого, зеленого цветов. Это были сопутствующие алмазу ильменит, пироксен, оливин и другие стойкие минералы. А среди них, подобно кусочкам стекла и все же не сходные с ним своим сильным блеском, выделялись мелкие кристаллы алмазов» (с. 280)*.

Насколько точны эти описания! Удивительно, что при этом в предисловии к изданию Ефремов отмечает, что в своем рассказе он не пытался дать научный прогноз, оставляя за ним статус литературного произведения. «Секрет этого удивительного на первый взгляд прогноза прост: будучи сибирским геологом, я, несколько лет занимаясь тектоникой древних щитов, подыскал геологические условия, очень близкие с африканским щитом, после того, как многие годы изучал Африку. <...> Разумеется, я принял во внимание все известные по тому времени факты...» (с. 9)*.

Следует добавить, что многие из этих фактов он узнал от В. С. Соболева, с которым писатель работал в одном институте и который к тому времени уже обобщил данные по алмазным месторождениям Африки и изложил их в отчете за 1941 г. И хотя имя Ефремова не упоминается, и вполне справедливо, в связи с открытием месторождений алмазов на Сибирской платформе, нужно отдать должное его высочайшему профессионализму как геолога. Так что можно только сожалеть, что судьба не связала выдающегося фантаста с поисками сибирских алмазов.

* Цит. по: (Ефремов. Собрание сочинений в 6 томах. Том 1. М.: Современный писатель, 1993)



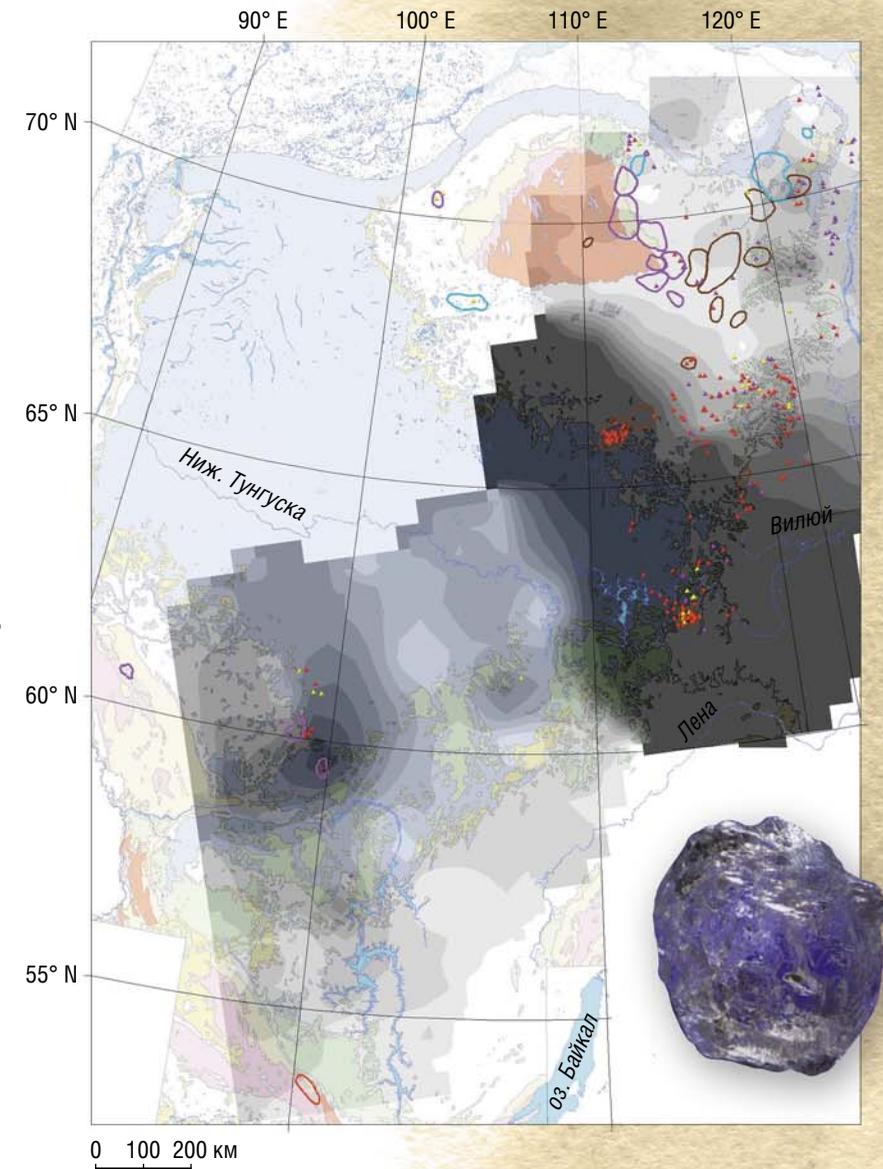
Кимберлит

Кимберлит – вулканическая порода порфировой структуры, содержащая глубинные (мантийные) минералы, включая алмаз. На Сибирской платформе – основной промышленный коренной источник алмазов. Слева – карьер якутской кимберлитовой алмазоносной трубки Айхал

КИМБЕРЛИТ, образующийся при вулканическом извержении, содержит смесь глубинных минералов – пирропа, оливина, флогопита, алмаза и др. в матриксе ультраосновных пород. Такие породы характеризуются низким (менее 45 %) содержанием кремнезема

В начале 1950-х гг. ленинградские геологи под руководством А. А. Кухаренко, располагая эталонной коллекцией африканских пирропов, сумели диагностировать красные гранаты из якутских шлиховых проб как пирропы. После этого стало ясно, что их источником, так же как и в Южной Африке, являются кимберлиты. Кухаренко и Н. Н. Сарсадских сформулировали основные положения метода «пирроповой съемки», применяя которую Л. А. Попугаева в августе 1954 г. открыла первую якутскую алмазоносную кимберлитовую трубку Зарница.

Анализ распределения алмазов кимберлитового типа на Сибирской платформе, совмещенного с распределением гранатов алмазной ассоциации (справа) показал, что такие алмазы хотя и встречаются по всей Сибирской платформе, но их максимальная концентрация приходится на центральную ее часть – именно там и располагаются промышленные кимберлитовые поля



Вслед за ней были открыты крупнейшие, эксплуатируемые до сих пор алмазоносные кимберлитовые трубки Удачная, Мир, Сытыканская, Айхал. Казалось бы, вопрос о происхождении сибирских алмазов был решен раз и навсегда: все они генетически связаны с кимберлитами. Однако, как это часто случается в науке, ясность оказалась кажущейся.

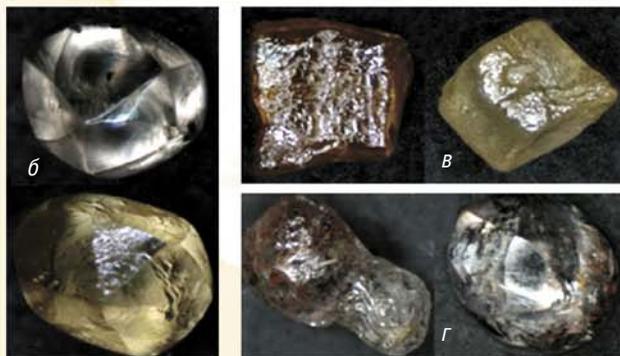
Альтернатива кимберлитам

Нужно отметить, что само признание кимберлитов в качестве источника алмазов не было тривиальным. Ведь еще в 1930-е гг. на Оспинском массиве (Бурятия) алмазы были найдены в коренном залегании совсем другого типа – графитизированных перидотитах.

Поэтому к началу проведения поисковых работ в Якутии тип коренного источника алмазов не был точно установлен.

К сожалению, находка оспинских алмазов так и осталась единственной, а уникальные образцы были утрачены в военные годы. Тем не менее этот факт недвусмысленно указывал на полигенность коренных источников алмазов, однако в то время он не был оценен в должной мере.

Настоящим же потрясением для геологов стало открытие богатейших россыпей алмазов в бассейне р. Анабар на севере Якутии. Геологи начали в этом районе интенсивные поиски кимберлитов, которые увенчались успехом: там было обнаружено свыше 500 кимберлитовых трубок. Однако все они оказались



АЛМАЗЫ БЫВАЮТ РАЗНЫМИ

На территории Сибирской платформы можно выделить пять типов алмазов.

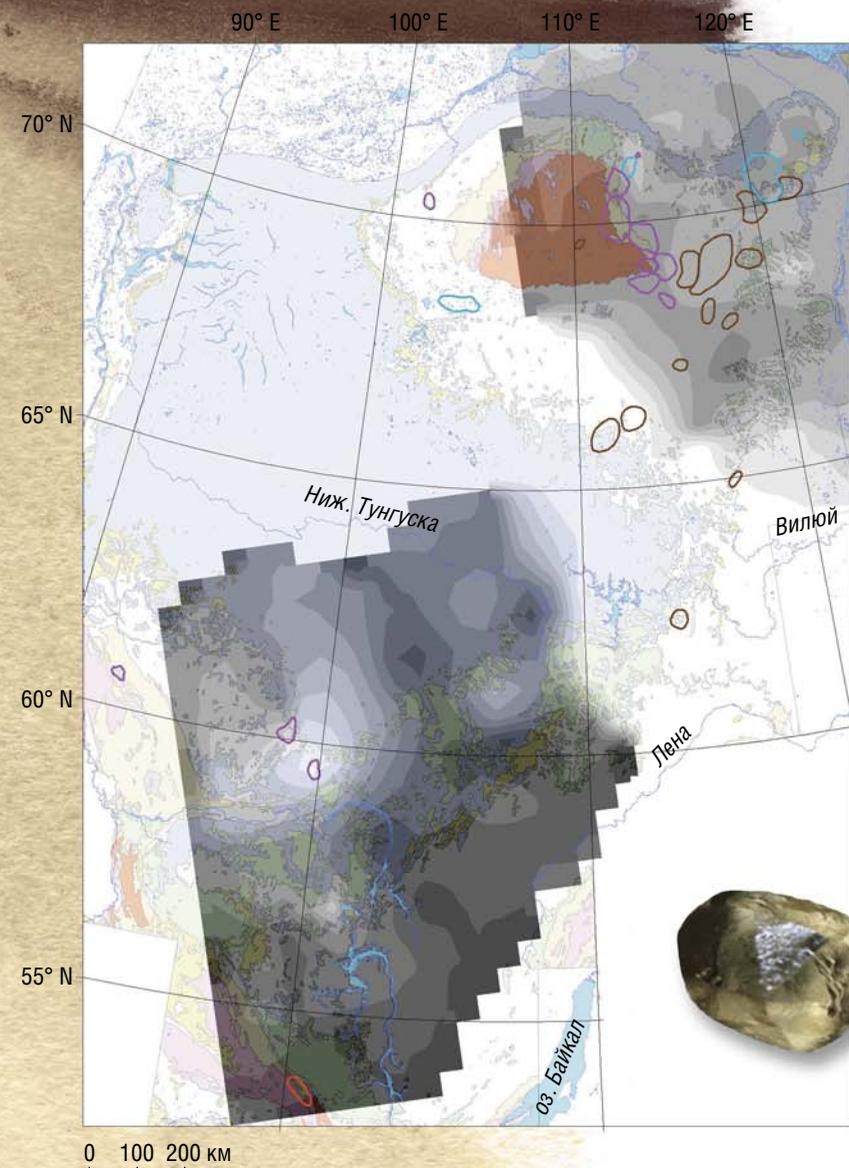
КИМБЕРЛИТОВЫЕ АЛМАЗЫ. Дать общую характеристику этой группе крайне сложно из-за их разнообразия, но в целом для нее характерно резкое преобладание бесцветных кристаллов октаэдрического, ромбододекаэдрического и переходного между ними габитуса с «ламинарным» (слоистым) строением граней, образующих непрерывный морфологический ряд. В группе преобладают алмазы из ультраосновных пород, с изотопным составом углерода, соответствующим мантии. **АЛМАЗЫ** предположительно **ЛАМПРОИТОВОГО ГЕНЕЗИСА.** Группа включает округлые скрытоламинарные (т. е. без выраженных слоев роста на поверхности) прозрачные алмазы додекаэдрического габитуса. Кристаллы обычно имеют признаки повышенного механического износа. Такие алмазы широко распространены в алмазоносных провинциях мира, доминируя, как правило, в осадочных коллекторах докембрийского возраста. Они встречаются в россыпях Бразилии, Южной Африки, Австралии и многих других регионов (Соболев, 1951; Метелкина и др., 1976). На территории Сибирской платформы распространены повсеместно, хотя и не равномерно.

ИМПАКТНЫЕ АЛМАЗЫ. В группу входят «якутиты» – микросталлические образования в виде бесформенных, нередко пластинчатых зерен, внешним видом напоминающие шлак. Якутиты обнаруживают полное сходство с алмазами Попигайской астроблемы (Вишневский и др., 1997). В их структуре присутствует лондейлитовая фаза – высокобарическая гексагональная модификация углерода, характерная для алмазов из метеоритных кратеров.

АЛМАЗЫ ИЗ НЕИЗВЕСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ – желто-оранжевые и зеленые кубоиды с «промежуточным» (между коровым и мантийным) изотопным углеродным составом. Для кристаллов характерен повышенный механический износ.

АЛМАЗЫ ИЗ НЕИЗВЕСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ – очень специфические кристаллы темного цвета. Представлены октаэдридами (редко) или их сростками, и часто – додекаэдридами как формами магматического растворения. Кристаллы переполнены черными хлопьевидными включениями графита, выделенного по стенкам вакуолей. Для алмазов характерен повышенный механический износ, вплоть до полной овализации. Встречаются в изобилии только в россыпях на северо-востоке Сибирской платформы и не известны в других алмазоносных регионах мира, что предполагает эндемичный характер коренного источника

Основные типы алмазов Сибирской платформы:
 а – кимберлитовые алмазы из кимберлитовой трубки Юбилейная (Якутия);
 б – алмазы предположительно лампроитового генезиса;
 в – кубоиды из источников неизвестного типа;
 г – кристаллы с черными хлопьевидными включениями из источников неизвестного типа;
 д – импактные алмазы («якутиты») из Попигайской астроблемы (Якутия)



Распределение алмазов предположительно лампроитового происхождения на Сибирской платформе альтернативно распределению кимберлитовых алмазов, т. е. эти алмазы ведут себя как антагонисты. Додекаэдриды реже всего встречаются в центральной части Сибирской платформы (там, где расположены продуктивные среднепалеозойские кимберлиты). Их максимум приходится на Иркутскую область, с постепенным затуханием к северу. Такие алмазы часто встречаются и на северо-востоке платформы, особенно в районе Анабарского щита и Оленекского поднятия

Доля «лампроитовых» алмазов в алмазной ассоциации (от максимума по Сибирской платформе)



Архей
 Палеопротерозой
 Мезопротерозой–Неопротерозой
 Венд–Силур
 Девон–Ранний карбон
 Поздний карбон–Триас
 Юра–Квартер

Кимберлитовые поля:

Протерозойские
 Среднепалеозойские
 Раннемезозойские
 Позднемезозойские

либо не алмазоносными, либо с крайне малым содержанием алмазов: такие «бедные» кимберлиты, очевидно, не могли обеспечить высокую алмазоносность россыпей, что подтверждалось и анализом состава индикаторных минералов из россыпей, проведенным на основе минералогических критериев алмазоносности, разработанных Н. В. Соболевым.

Так появились сомнения в том, что кимберлиты были единственным коренным источником якутских алмазов. К тому же в алмазоносных россыпях северо-востока Якутии оказались широко распространены

так называемые *экзотические алмазы*, которые либо полностью отсутствовали в известных кимберлитовых телах, либо встречались там в неизмеримо меньших количествах, чем в россыпях.

Что же служило коренным источником таких алмазов? Если допустить, что мы имеем дело с очень специфическими кимберлитами, то почему им удается так долго ускользать от геологов, тогда как обычные кимберлиты целыми полями встречаются по всему северу Якутии? Если же эти источники не имеют никакого отношения к кимберлитам, то становится



Алмазоносный базальный горизонт карнийского яруса представляет собой тонкий (10–20 см) слой конгломератов или гравелитов, залегающий между слоями песчаников. Чтобы отобрать представительную пробу, приходится прилагать немалые усилия. Экспедиция «Триасового отряда», север Якутии, 2010 г.

невозможным корректно формулировать поисковую задачу и целенаправленно вести поиск этих месторождений.

Технологию поисков и саму вероятность найти месторождения алмазов определяет и другая важнейшая информация – возраст коренных источников. При поиске алмазов геологи встречаются с альтернативой: либо породы, вмещающие источники алмазов, экспонированы на дневной поверхности (что наиболее благоприятно для поисков), либо они перекрыты более молодыми осадочными или магматическими образованиями. В последнем случае приходится выполнять огромные объемы бурения и применять для обнаружения источников алмазов геофизические методы. Однако такой «глубокий» поиск гораздо менее эффективен, а в случае, когда мощность перекрытия составляет сотни метров, – технически неосуществим или экономически нецелесообразен.

Как известно, для Сибирской платформы выявлены три эпохи кимберлитового магматизма: среднепалео-

зойская (девон), триасовая и юрско-меловая. Наиболее ранняя эпоха характеризуется и наибольшей алмазоносностью. Среднепалеозойские кимберлиты могут быть либо экспонированы на дневной поверхности (именно к ним относятся все известные промышленные месторождения), либо перекрыты более молодыми осадками, начиная с раннего карбона.

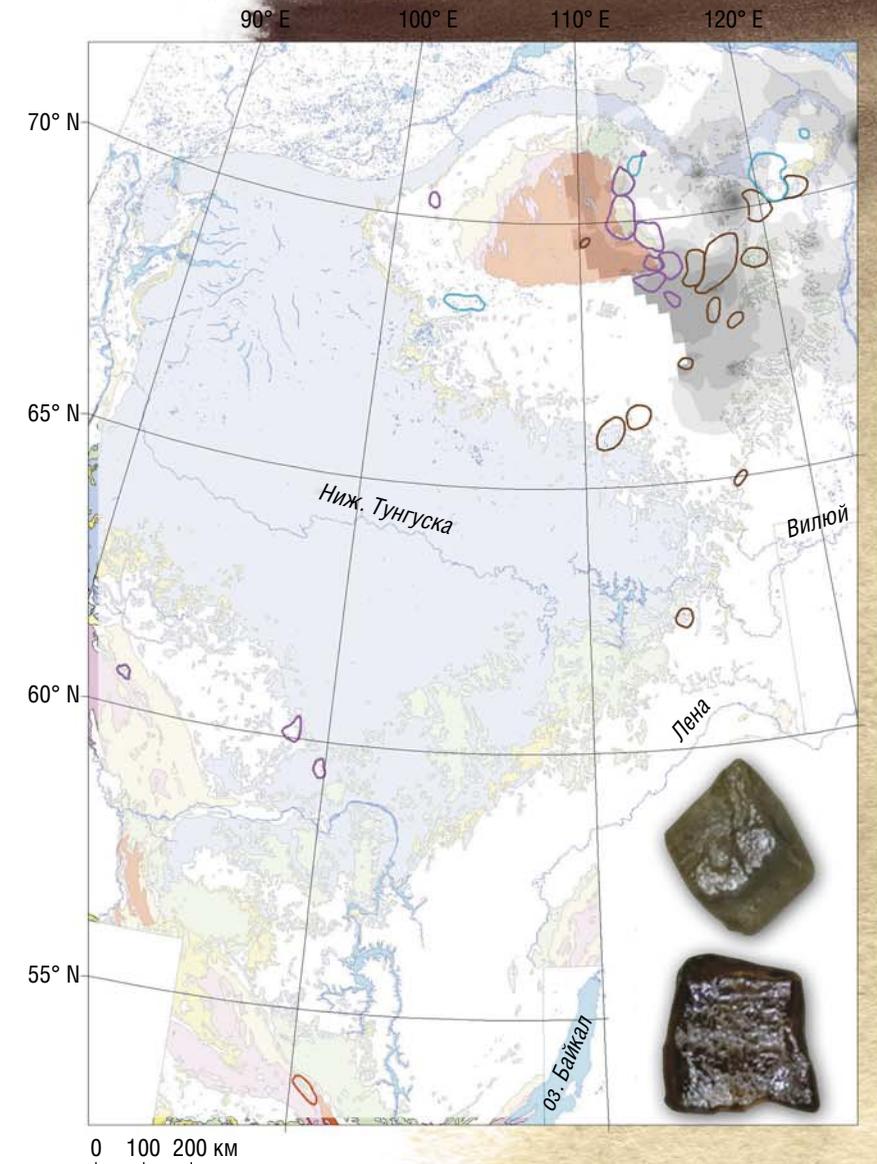
Но если северные экзотические алмазы происходят не из кимберлитов, то каков возраст их источников? Ведь нет более опасной ошибки для геолога при поисках коренных месторождений, чем «замолодить» их.

Разные лица алмаза

Всего среди сибирских алмазов выделяют пять типовых групп. Во-первых, это кимберлитовые алмазы, среди которых преобладают бесцветные октаэдрические или ромбододекаэдрические кристаллы.

Еще одной очень специфической группой являются импактные алмазы, так называемые *якутиты*,

Алмазы в виде кубоидов распространены главным образом на северо-востоке Сибирской платформы. В их распределении нет четких закономерностей, выделяются лишь две контрастные локальные аномалии. Небольшое количество кубоидов встречается и в других местах Сибирской платформы, но там они никогда не определяют характер алмазных ассоциаций



характерной чертой которых является присутствие особо твердой фазы углерода. Происхождение этих алмазов связано с образованием Попигайского метеоритного кратера.

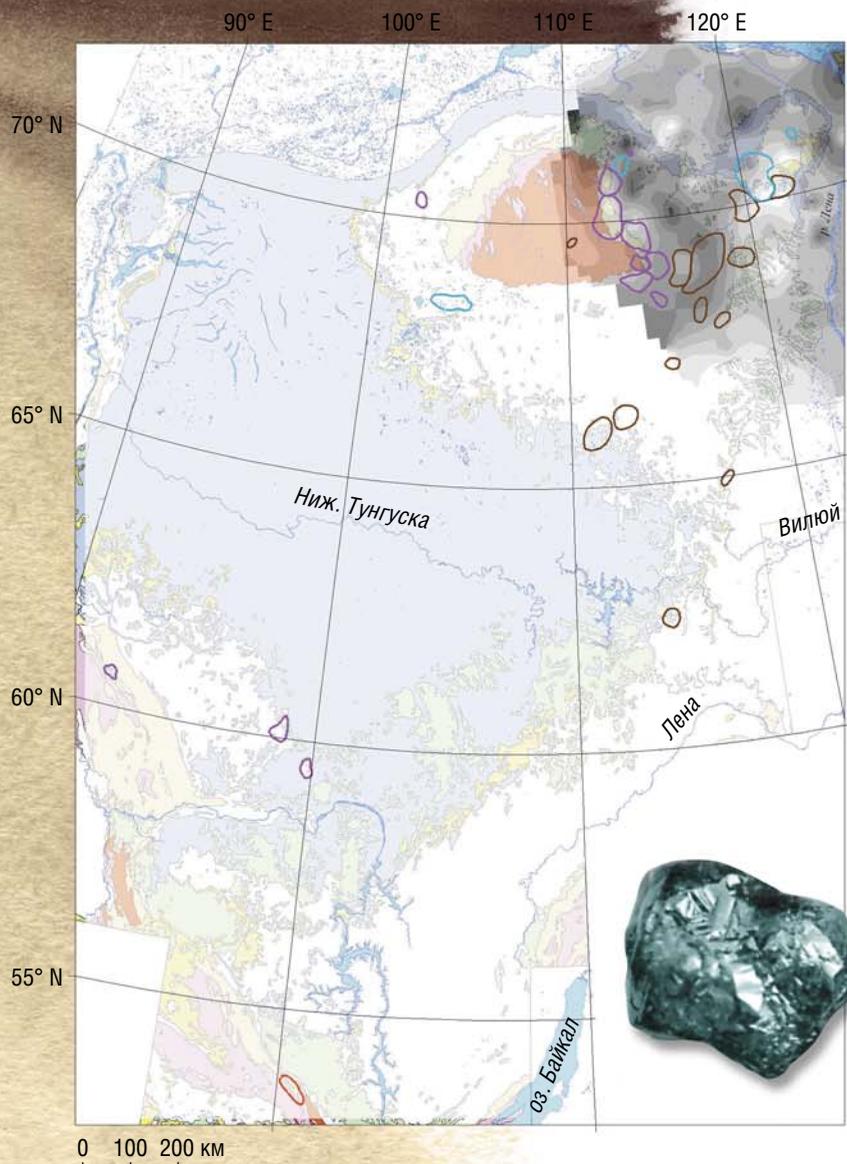
Коренные источники оставшихся трех групп алмазов точно не установлены. К первой такой группе относятся алмазы додекаэдрического габитуса. Как правило, эти кристаллы несут признаки повышенного механического износа, что указывает на прибрежно-морские условия формирования их россыпей. Хотя такие алмазы встречаются и в кимберлитовых телах, но там их доля не превышает 20–25 %, а в кимберлитах с повышенной алмазоносностью – 10 % и менее.

Наиболее загадочными являются последние две группы алмазов. Во-первых, это желто-оранжевые и зеленые кубоиды, часто встречающиеся в россыпях

северо-востока Сибирской платформы. В кимберлитах они либо отсутствуют, либо присутствуют в небольших (доли процента) количествах.

И, во-вторых, необычные, довольно крупные алмазы октаэдрического или додекаэдрического габитуса с крайне дефектной кристаллической структурой, переполненные черными хлопьевидными включениями. Эти уникальные алмазы обнаружены только на северо-востоке Сибирской платформы, где они местами составляют до половины и более алмазной «продукции» россыпей, что свидетельствует о масштабности и высокой алмазоносности их коренных источников. В сравнении с другими эти алмазы выделяются и повышенным механическим износом.

Оценить частоту встречаемости и обилие различных групп алмазов на территории Сибирской платформы



Уникальные алмазы с черными хлопьевидными включениями встречаются только на северо-востоке Сибирской платформы, где они формируют ряд локальных аномалий по восточному обрамлению Анабарского щита, в районе Оленекского поднятия. Южнее р. Муна эти алмазы практически не встречаются

Доля алмазов с черными включениями в алмазной ассоциации (от максимума по Сибирской платформе)



- Архей
- Палеопротерозой
- Мезопротерозой–Неопротерозой
- Венд–Силур
- Девон–Ранний карбон
- Поздний карбон–Триас
- Юра–Квартер

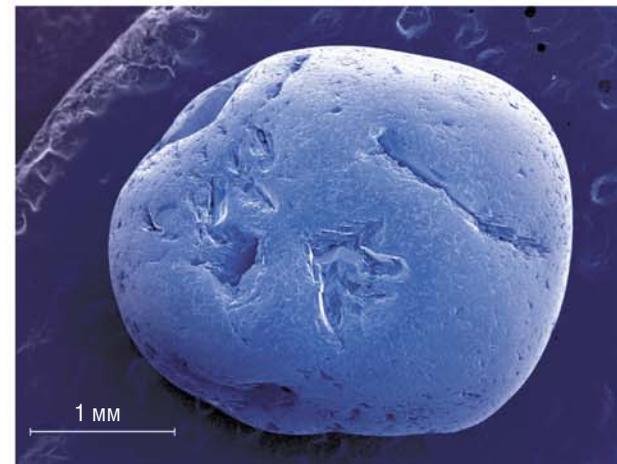
- Кимберлитовые поля:
- Протерозойские
 - Среднепалеозойские
 - Раннемезозойские
 - Позднемезозойские

удалось с использованием базы данных АК «АЛРОСА», созданной при участии специалистов новосибирского Института геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН (Афанасьев и др., 2011). Следует отметить, что алмазоносность этого региона исследовалась крайне неравномерно и в разные периоды времени (начиная с конца 1940-х гг. и до наших дней), причем во многих точках исследование было однократным; очень слабо оказались изученными Красноярский край и Иркутская область. Тем не менее созданные в результате этих работ карты достаточно полно отражают степень изученности алмазоносности Сибирской платформы по состоянию на сегодняшний день.

Картирование показало, что хотя алмазы встречаются на территории всей платформы, их максимальные кон-

центрации приурочены к ее центральной части – там, где расположены промышленные кимберлитовые поля. Как известно, именно кимберлиты являются на Сибирской платформе основным известным коренным источником алмазов, а их алмазоносность коррелирует с наличием гранатов алмазной ассоциации (Соболев, 1971). На карте, показывающей распределения этих минералов-индикаторов по россыпям Сибирской платформы, видно, что оно хорошо согласуется с распределением алмазов лишь кимберлитового типа.

Этот факт свидетельствует о наличии иных, возможно некимберлитовых, источников алмазов. В качестве одного из них может выступать *лампроит* – магматическая порода, которая также формирует трубки взрыва, аналогичные кимберлитовым. По аналогии



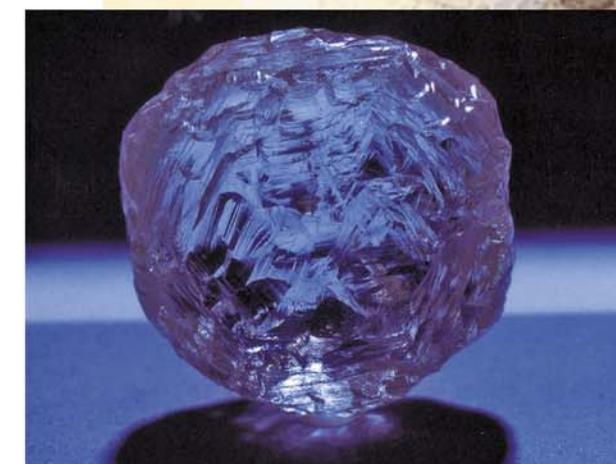
Этот предельно окатанный алмаз с черными включениями из неизвестного типа источника был обнаружен на северо-востоке Сибирской платформы, в россыпи на р. Эбелях. Электронно-микроскопический снимок

с известными лампроитами трубки Маджгаван (Индия) и лампроитов Ингашинского поля (Восточные Саяны) можно предположить, что коренным источником округлых додекаэдрических кристаллов из россыпей служат лампроитовые тела.

Однако для оставшихся двух групп алмазов вопрос об их коренных источниках остается открытым. Нужно учесть, что эти алмазы имеют облегченный изотопный состав углерода, что свидетельствует об участии в их образовании углерода коры. А такой углерод может попасть в верхнюю мантию, где и растут алмазы, лишь путем *субдукции*, т.е. в результате продвижения океанической коры под литосферу континентов. Этот процесс приводит к появлению разных магматических расплавов на разных глубинах, поэтому предсказать тип магматической породы, которая вынесет алмазы на поверхность, крайне сложно.

Следы ведут в докембрий

Но одним из самых интригующих вопросов происхождения экзотических алмазов по-прежнему остается их возраст. Экзотические алмазы начинают встречаться в смеси с типичными кимберлитовыми алмазами в осадочных породах позднего триаса (карнийский ярус, 229–216 млн лет назад). Отсюда следует, казалось бы, естественное для любого геолога предположение, что и коренные источники всех этих алмазов тоже карнийского возраста, а присутствие индикаторных минералов кимберлитов (пиропов, пикроильменитов и хромитов) указывает на их кимберлитовый характер. Однако выходы этого триасового *коллектора* («собира-



Крупным (свыше 50 каратов) алмазам ювелирного качества принято давать собственные имена. На фото – якутские кимберлитовые алмазы «Сулус Таас» (104,05 карата) и «Олонхо» (150,85 карата)

теля») алмазов тянутся вдоль северо-восточной окраины Сибирской платформы лишь узкой полосой, тогда как сами экзотические алмазы встречаются на площади более 400 тыс. км².

Один из важнейших фактов, указывающий на возраст экзотических алмазов, – их повышенный механический износ, от слабого до предельного, т.е. до полной



На промывочном лотке – шлиховая проба с кимберлитовыми пиропами и пикроильменитами. Такой лоток делается из цельного куска дерева. Несмотря на свою видимую архаичность, он работает не хуже обогащательной фабрики: содержание минеральной фракции в шлихе увеличивается до 30 тыс. раз! *Экспедиция «Триасового отряда», север Якутии, 2010 г.*

овализации. Иногда такие кристаллы полностью лишены огранки и по форме напоминают картофелину. При этом сопутствующие кимберлитовые алмазы либо совсем не окатаны, либо имеют лишь слабые признаки износа, к тому же всегда сопровождаются соответствующими минералами-индикаторами: на более молодых коллекторах (например, в районе трубки Мир в Мало-Ботуобинском алмазоносном районе) это практически неокатанные алмазы с полным набором индикаторных минералов, а в древних прибрежно-морских коллекторах (например, в Тарыдакской россыпи в Красноярском крае и др.) – слабо окатанные алмазы и сильно окатанные пиропы.

Экспериментальные исследования механического износа алмазов разных типов, включая экзотические, и индикаторных минералов кимберлитов показали, что слабые, хотя и заметные признаки износа на алмазах появляются лишь тогда, когда пикроильмениты уничтожаются полностью, а пиропы окатываются до шариков, теряя около 60 % исходного веса. По достижении более высокой степени износа алмазов все минералы-индикаторы, включая пиропы, буквально рассыпаются в прах.

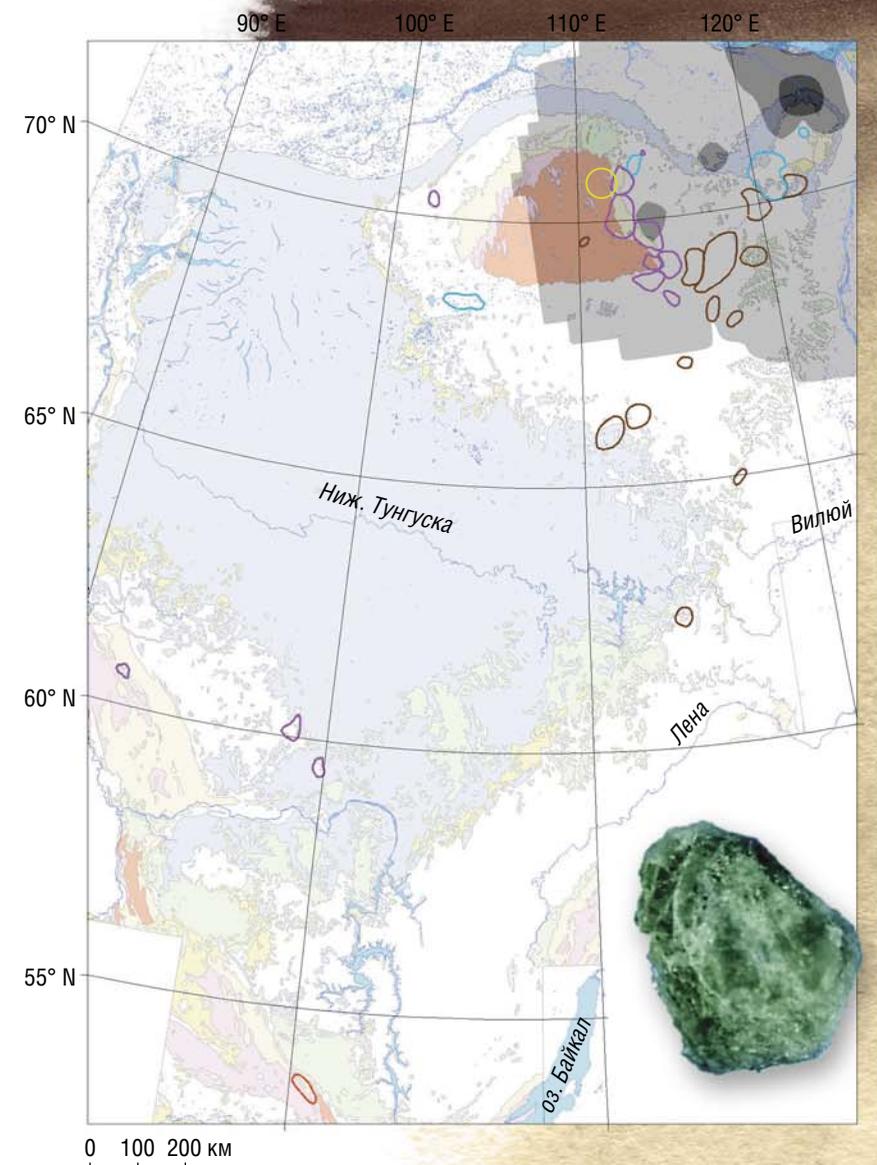
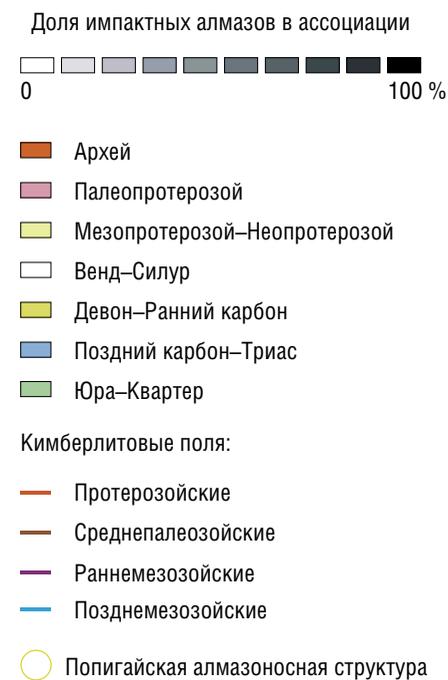
Высокая степень окатанности экзотических алмазов недвусмысленно свидетельствует, что их индикаторные минералы, какова бы ни была их минеральная принадлежность, были уничтожены полностью. Следовательно, кимберлитовые минералы, сопутствующие в россыпях экзотическим алмазам на северо-востоке Сибирской платформы, являются лишь их гидравлическими «попутчиками», а генетически связаны лишь с кимберлитовыми алмазами.

Но если кимберлитовые алмазы, известные с девона, не сумели заметно «износиться» за 360 млн лет, то как это удалось экзотическим алмазам? При анализе истории осадконакопления на Сибирской платформе становится ясно, что на протяжении всего фанерозоя, начавшегося около 550 млн лет назад, не было условий, времени и места для такого повышенного износа алмазов. Но эти условия существовали в допалеозойское время, когда россыпи формировались на морских побережьях на жестком ложе твердых метаморфических пород и в такой же твердой обломочной среде. Этот вывод подтверждается исследованиями алмазов из допалеозойских россыпей по всему миру.

И тогда возникает вопрос: каким образом алмазы из допалеозойских россыпей могли попасть в триасовые отложения, лежащие на поверхности палеозойских отложений?

Объяснение кроется в том, что именно с триаса на северо-востоке Сибирской платформы началось интенсивное вздымание участков земной коры с формированием Анабарской антеклизы и Оленекского поднятия. В границах этих поднятий был размыв осадочный палеозойский чехол и обнажились более древние метаморфические породы архея и протерозоя, на которых, возможно, и залегали древние алмазоносные россыпи. При размыве этих россыпей алмазы, перемещаясь

Яркая аномалия в распределении импактных алмазов на Сибирской платформе, зафиксированная для нижнего течения Лены, свидетельствует не столько о больших скоплениях этих алмазов, сколько об отсутствии здесь кристаллов других типов. Максимальное расстояние от мест нахождения якутитов до их коренного источника – Попигайского кратера, превышает 500 км



вместе с обломочным материалом, легли у подножия поднятий, где формировались уже мезозойские отложения.

На близость находок экзотических алмазов, в частности додекаэдров, к выходам метаморфических пород еще несколько десятилетий назад обратили внимание московские геологи (Метелкина и др., 1976). Этот факт также свидетельствует в пользу гипотезы о происхождении их из допалеозойских россыпей.

Две гипотезы

Итак, согласно предложенной выше гипотезе, экзотические алмазы происходят из допалеозойских (геологи чаще говорят – докембрийских) россыпей. Соответственно, возраст коренных источников также

должен быть докембрийским, и найти их можно лишь на *щитах* (обнажившихся участках платформы), которые представляют собой выступы метаморфических пород докембрия – искать их под мощным чехлом нижнепалеозойских карбонатных отложений практически невозможно.

Учитывая количество экзотических алмазов в россыпях, резонно предположить, что эти источники, с одной стороны, характеризовались высокой алмазностью и большими размерами; с другой стороны, они должны были подвергнуться масштабной эрозии. Поэтому, вероятно, от них остались лишь незначительные по площади выходы коренных пород, найти которые, особенно при полном отсутствии сведений об их индикаторных характеристиках, крайне сложно. Да, по большому счету, и не нужно: исходя из прагматических соображений,



в данном случае наиболее целесообразно ограничиться поиском алмазных россыпей и не искать коренные источники.

Предложенная гипотеза в максимальной степени учитывает все известные на сегодняшний день факты. Стоит добавить, что в мире сейчас известно довольно много некимберлитовых источников алмазов: коматииты Французской Гвианы, лампрофиры Канады, филлиты Бразилии и др., причем все они относятся к докембрийскому периоду. Кстати сказать, хотя в фанерозое алмазоносный магматизм был представлен практически только кимберлитами, имеются и докембрийские кимберлиты, например, южно-африканская трубка Премьер, где был найден самый знаменитый алмаз «Куллинан».

Несмотря на все эти доводы, некоторые геологи по-прежнему придерживаются взглядов о триасовом возрасте коренных источников. В последнее время появились сведения о находках магматического материала в карнийском коллекторе (Граханов и др., 2010), что дало основания гово-

Река Булкур – левый приток реки Лена.

Справа – алмазы разного цвета из кимберлитов Якутии.

В публикации использованы фотографии из архива автора, К. Аргунова, Е. Николенко (ИГМ СО РАН, Новосибирск) и Министерства финансов Республики Саха (Якутия)

Литература

Афанасьев В.П. Родословная кристаллического углерода. // НАУКА из первых рук. 2009. № 3(27). С. 71–83.

Соболев В.С. Избранные труды: Петрология верхней мантии и происхождение алмазов. Новосибирск: Наука, 1989. 252 с.

Соболев В.С. Геология месторождений алмазов Африки, Австралии, острова Борнео и Северной Америки. М.: Госгеолиздат, 1951. 126 с.



рить о существовании алмазоносного карнийского магматизма. В рамках этого подхода карнийские морские отложения с их комплексом алмазов и минералов-индикаторов (при этом достоверно кимберлитовых по происхождению!) предложено называть *туффитами*. К сожалению, эта «туффитовая гипотеза» строится на ограниченном материале только триасового коллектора и не учитывает характер алмазов и алмазоносности всего северо-востока Сибирской платформы. В том числе она не может объяснить происхождение одной из групп экзотических алмазов, а именно – округлых додекаэдровидов, широко встречающихся на Сибирской платформе, в частности, в Восточном Саяне с его выходами докембрия.

«**Д**окембрийскую» гипотезу происхождения экзотических алмазов северо-востока Сибирской платформы можно проверить путем специализированного опробования верхнепалеозойских прибрежно-морских конгломератов, залегающих на метаморфических породах в основании кембрийских выходов на Анабарском щите. К сожалению, получить финансирование на такие работы крайне сложно, хотя на них требуются значительно меньшие средства, чем на перспективные поиски «молодых» источников экзотических алмазов.

Пока же новосибирские геологи из ИГМ СО РАН совместно с отрядом Сибирского научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья провели полевое исследование триасового коллектора алмазов в рамках большого проекта Федерального агентства по недропользованию. Осадочная природа карнийского коллектора с его обилием ископаемой флоры и фауны была подтверждена в очередной раз, но в нем также удалось обнаружить и исследовать магматический материал. Природа его пока неясна: не исключено, что речь идет об обломочном материале, попавшем туда из размытых нижнетриасовых отложений. В любом случае связь этих образцов с алмазами маловероятна.

На сегодняшний день у ученых скопилось больше вопросов, чем ответов: им приходится, как криминалистам, собирать информацию по крохам. Дискуссия, как и сами исследования, продолжается: ведь все гипотезы, как и экзотические алмазы, должны пройти обязательную «обкатку» временем.