

УДК 549.211 : 548 + 553.81 (470.5)

**В.П. Афанасьев**

Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН  
630090, г. Новосибирск, Россия, пр. Акад. Коптюга, 3  
E-mail: avp-diamond@mail.ru

## ПОЛИГЕНЕЗ АЛМАЗОВ И ИХ КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ НА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЕ

---

Алмазы Сибирской платформы рассмотрены с точки зрения их полигенеза, а именно разнообразия: 1) условий формирования алмазов, 2) типов их коренных источников. Выделены пять типов алмазов, вероятно, связанных с разными типами коренных источников. Распределение разных типов алмазов на территории Сибирской платформы индивидуально, что подтверждает их происхождение из разных типов источников. Для двух типов алмазов (кимберлитовых и импактных) тип коренного источника известен, они связаны с кимберлитами фанерозойского возраста и Попигайской астроблемой соответственно. Для трех типов алмазов предполагаются источники алмазов некимберлитового типа, в том числе докембрийского возраста. Следовательно, в россыпях Сибирской платформы присутствуют комплексы алмазов, различающиеся по условиям образования, а также из разных типов коренных источников разного возраста. Реально можно ставить задачу поиска лишь кимберлитовых источников алмазов, т. к. для остальных источников (за исключением Попигайской астроблемы) не известны их индикационные свойства.

**Введение.** Термин "полигенез" — не специализированный и его применение требует уточнения. Когда речь идет об алмазах, данный термин обычно применяется для описания условий их образования. Полигенез алмазов по условиям образования был отмечен Ю.Л. Орловым на примере алмазов из кимберлитов [11]. С позиций типоморфизма он может быть рассмотрен с разных сторон: парагенетической принадлежности (перидотитовые и эклогитовые), изотопного состава углерода (мантийный резервуар или коровые источники), морфологии и т. д. Эти частные аспекты полигенеза алмазов по условиям кристаллизации позволяют разделить их на два типа: а) мантийные, кристаллизующиеся в основании литосферы и имеющие, соответственно, перидотитовый парагенезис, мантийный состав углерода и ряд других особенностей, отражающих относительно спокойные условия кристаллизации; б) субдукционные, форми-

рующиеся за счет корового углерода в условиях погружающегося слэба при достижении параметров стабильности алмаза, имеющие преимущественно эклогитовый парагенезис, широкий диапазон изотопного состава углерода — от легкого органического до тяжелого из морских карбонатов и максимальное разнообразие ростовых морфологических особенностей, обусловленных разнообразием условий кристаллизации как отражения индивидуальности слэбов. Перидотитовые алмазы достаточно однотипны по всему миру, а эклогитовые субдукционные максимально разнообразны с точки зрения полигенеза. К ним принадлежат и эндемичные разновидности типа карбонадо алмазов V—VII разновидности (по Ю.Л. Орлову [12]), характерные только для ограниченных ареалов.

Однако полигенез алмазов правомочно рассматривать и в других аспектах. По типам коренных источников он также актуален: алмазы установлены не только в кимберлитах, но и в лампроитах и иных типах магматических и

метаморфических пород. Причем только для кимберлитов разработана достаточно широкая прогнозно-поисковая система, находки других типов алмазоносных магматитов были случайными, для них не выработано каких-либо надежных критериев прогноза. Изучение полигенеза алмазов по типам коренных источников актуально не только в теоретическом плане, но и в практическом, поскольку россыпи часто содержат алмазы, по комплексу типоморфных особенностей не соответствующие представлениям о едином источнике, например кимберлите. Это заставляет уточнять и совершенствовать поисковую парадигму с учетом некимберлитовых типов источников алмазов не только фанерозойского, но и докембрийского, в том числе архейского, возраста.

Неизвестные индикационные характеристики экзотических источников алмазов и случайность находок большинства из них заставляют предполагать, что обнаружена лишь незначительная часть общей их совокупности. Подтверждением этому служит огромное разнообразие алмазов в россыпях всего мира, выходящее далеко за рамки типичного комплекса алмазов из кимберлитов. Именно сопоставление типовых комплексов алмазов из кимберлитов с алмазами из конкретных россыпей позволяет понять, имеется ли в россыпях примесь алмазов из экзотических источников и попытаться сформулировать некоторые представления о них.

**Характеристика алмазов северо-востока Сибирской платформы.** Ярким примером отличия россыпных алмазов от кимберлитовых служат россыпи северо-востока Сибирской платформы. Признаки отличия выявлены благодаря комплексам типоморфных особенностей алмазов, а также их геологической позиции и истории геологического развития регионов.

Известно, что на Сибирской платформе лишь среднепалеозойские кимберлиты несут промышленную алмазоносность. Среди триасовых кимберлитов только единичные трубки содержат небольшое количество алмазов (трубки Кураннахского, Харамайского полей), а юрско-меловые практически лишены алмазов. При этом более двух третей найденных на платформе кимберлитовых тел находится на северо-востоке платформы и это тела преимущественно мезозойского возраста — они маловероятны как источники россыпных алма-

зов. Именно в этом регионе устанавливается противоречие между высокой россыпной алмазоносностью и практическим отсутствием коренной кимберлитовой алмазоносности. По минералогическим критериям алмазоносности (Н.В. Соболев) здесь нет признаков высокоалмазоносных кимберлитов. Это заставляет предполагать россыпеобразующую роль иных, некимберлитовых источников алмазов. Пока аргументация в их пользу основана на косвенных признаках, но мы считаем необходимым обсудить эту рабочую гипотезу, проверка которой будет способствовать решению сложного вопроса о россыпной алмазоносности северо-востока Сибирской платформы, а опираясь на него — и других регионов мира, в том числе Восточно-Европейской платформы.

Если не известен тип коренного источника, то информацию о нем могут дать только сами алмазы. С момента открытия россыпей северо-восточной части платформы выяснилось, что некоторые виды россыпных алмазов полностью отсутствуют в известных кимберлитовых телах, некоторые содержатся в несопоставимо меньшем количестве и лишь малая часть соответствует обычным кимберлитовым.

Можно предположить, что источником экзотических алмазов северных россыпей служат очень специфические еще не найденные кимберлиты. Но почему они ускользают от геологов, тогда как обычные, но непродуктивные кимберлиты целыми полями попадают по всему северу Якутии? Или это не кимберлиты? В этом случае индикационные свойства этих источников алмазов не известны, соответственно, нет возможности корректно сформулировать поисковую задачу и отыскать их.

Учитывая эти вопросы, кратко охарактеризуем типы алмазов, которые можно выделить в россыпях северо-востока Сибирской платформы. Всего нами выделено пять типов алмазов из разных источников (рис. 1).

*Тип 1 (кимберлитовый)* — это алмазы, соответствующие алмазам из фанерозойских кимберлитов. Дать общую характеристику алмазов из кимберлитов крайне сложно из-за их полигенеза, на который обращал внимание еще Ю.Л. Орлов [11]. В наиболее общем виде для них свойственно резкое преобладание алмазов I разновидности (по классификации Ю.Л. Орлова [12]), представленных ламинарными кристаллами октаэдрического, ромбододекаэдрического и переходного между ними

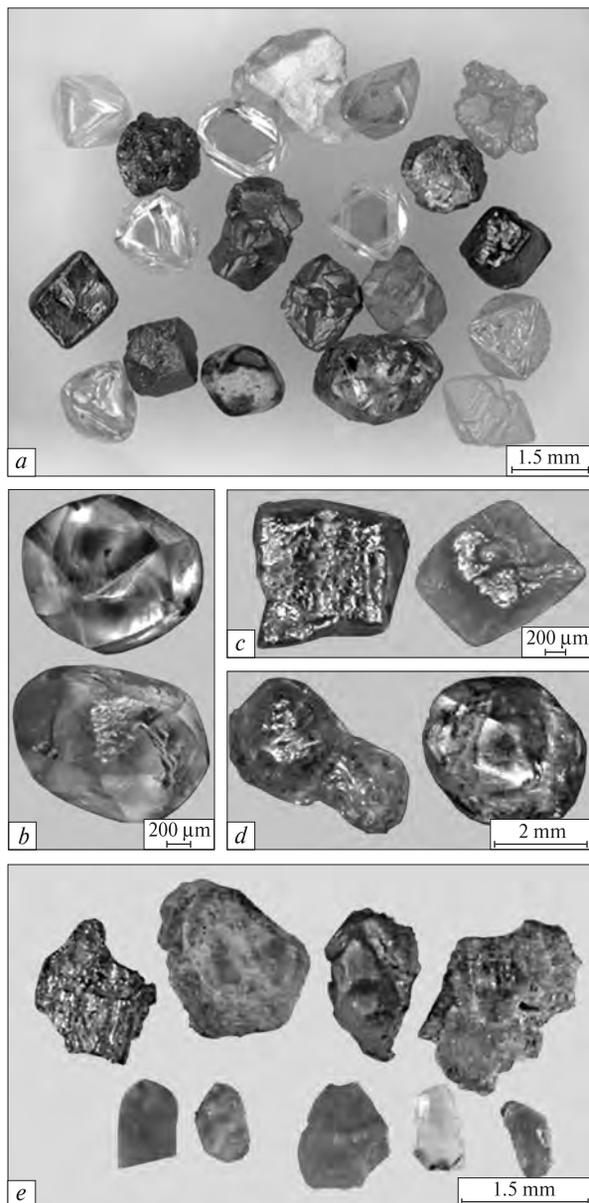


Рис. 1. Основные типы алмазов из россыпей Сибирской платформы (характеристика в тексте)

Fig. 1. Main types of diamonds from placers of the Siberian platform (characteristics is in the text)

габитуса, образующими непрерывный ряд кристаллов с ламинарным строением граней. Кроме того, присутствует небольшое количество додекаэдров с "шагренью" и полосами пластической деформации, имеются в незначительном количестве серые кубоиды III разновидности, поликристаллические образования VIII разновидности, редко встречаются желтые кубоиды II разновидности. В данном типе резко преобладают алмазы ультраосновных парагенезисов с мантийным изотопным составом углерода ( $\sigma^{13}\text{C} = -(3-9\text{‰})$ ). Экло-

гитовые играют подчиненную роль как в кимберлитах, так и в связанных с ними россыпях и имеют более широкий диапазон изотопного состава углерода. Для кимберлитового типа алмазов не характерны округлые скрытоламинарные додекаэдровиды с частотой встречаемости более 10–25 %, кубоиды II и III разновидностей в количестве более 3–5 %, полностью отсутствуют алмазы VI разновидности (баласы), V–VII разновидности, карбонадо X разновидности и импактные алмазы XI разновидности.

Тип 2 (предположительно лампроитового генезиса) — округлые (скрытоламинарные) алмазы додекаэдрического габитуса "бразильского" или "уральского" типов с переменным, часто повышенным количеством алмазов эклогитовых парагенезисов. Кристаллы обычно имеют признаки повышенного механического износа, связанного с прибрежно-морскими условиями формирования россыпей. В кимберлитовых телах фанерозойского возраста Сибирской платформы доля подобных кристаллов обычно не превышает 20–25 %, при этом в кимберлитовых телах с повышенным уровнем алмазоносности доля кристаллов "уральского — бразильского" типа снижается до 10 % и менее.

Скрытоламинарные додекаэдровиды широко распространены в алмазоносных провинциях мира, доминируя, как правило, в россыпях, связанных с осадочными коллекторами докембрийского возраста. Это россыпи Индии, Бразилии, Южной Африки (Витватерсранд), а также россыпи Сьерра-Леоне, Алжирской Сахары, Австралии и многих других регионов [10, 13]. На территории России именно такие алмазы преобладают в россыпях Урала и Присяня. Два достоверно установленных кристалла алмаза в бассейне р. Джеконда (Центрально-Алданский район) также принадлежат к этому типу [5]. В большинстве случаев эти алмазы имеют повышенный износ и не сопровождаются глубинными минералами-индикаторами коренных источников, что и обуславливает трудности идентификации последних.

На территории Сибирской платформы скрытоламинарные додекаэдровиды в качестве минералогического фона распространены повсеместно [4]. При этом максимальная концентрация таких алмазов тяготеет к выступам докембрия. Обычно эти алмазы имеют повы-

шенный механический износ, недостижимый в фанерозойских условиях развития россыпей. По совокупности признаков можно предполагать, что алмазы типа 2 связаны с докембрийскими коренными источниками и их присутствие в более молодых отложениях — следствие размыва докембрийских прибрежно-морских коллекторов, образовавшихся за счет этих источников [4].

Тип коренного источника для округлых додекаэдроидов предположительно лампроитовый, по аналогии с протерозойскими алмазонасными лампроитами Присяня (Ингагинское поле) и индийской трубкой протерозойского возраста Маджгаван, содержащими округлые алмазы.

Важно отметить, что для округлых додекаэдроидов в молодых коллекторах не выделены минералы-индикаторы, сопутствующие им в коренных источниках. При той степени износа, которую приобретают додекаэдроиды в процессе формирования древних прибрежно-морских россыпей, индикаторные минералы уничтожаются практически полностью [6], поэтому о характере коренного источника можно судить лишь по алмазам.

*Тип 3 (неизвестный тип коренного источника)* объединяет желто-оранжевые, зеленые кубоиды II разновидности (по Ю.Л. Орлову) с изотопным составом "промежуточного" типа ( $\sigma^{13}\text{C}$  в среднем — 13,6 ‰), в небольшом количестве встречающиеся в кимберлитах, однако широко распространенные в россыпях северо-востока Сибирской платформы, где их доля может составлять более 10 %.

Как и для округлых додекаэдроидов, комплекс индикаторных минералов, характерный для коренных источников кубоидов Сибирской платформы, не установлен. Алмазы II разновидности северо-востока платформы часто характеризуются повышенным механическим износом, поэтому маловероятно присутствие в ассоциации с ними индикаторных минералов, характерных для их источников.

*Тип 4 (неизвестный тип коренного источника)* — это алмазы V и VII разновидностей (по Ю.Л. Орлову). Они легко выделяются в комплексах алмазов из россыпей северо-востока Сибирской платформы благодаря географической специфике и взаимоподобию: это кристаллы октаэдрического габитуса (редко) или их сростки, а также формы растворения — додекаэдроиды и переходные формы между

октаэдрами и додекаэдроидами (часто). Они переполнены черными хлопьевидными включениями (графит по стенкам уплощенных вакуолей с флюидами); на них развиты шрамы и щели травления по выведенным на поверхность в процессе магматического растворения вакуолям. Такие алмазы очень широко распространены в россыпях северо-востока платформы, составляя местами до половины и более продукции россыпей, что свидетельствует о высокой алмазонасности и больших масштабах коренных источников.

Нами впервые проведена детальная минералогическая паспортизация представительной коллекции типичных кристаллов V и VII разновидностей из россыпи р. Эбелях (север Якутской алмазонасной провинции), которая однозначно показала, что это совершенно идентичные кристаллы, разделенные Ю.Л. Орловым лишь по формальному признаку (V — монокристаллы, VII — сростки) и их следует рассматривать в рамках одной разновидности. Чтобы не нарушать номенклатуру Ю.Л. Орлова, мы называем эту разновидность V—VII [2]. Для нее характерны: балласовое радиально-лучистое строение (несмотря на октаэдрическую форму роста); легкий изотопный состав углерода (среднее значение  $\delta^{13}\text{C}$  составляет  $-22,2$  ‰ для V и  $-20,9$  ‰ для VII разновидностей), соответствующий коровому углероду; экстремально большое количество структурной примеси азота, главным образом в форме А (до 1200 и более ppm); обилие флюидных включений (ведущие компоненты —  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , N); пониженная плотность (3,500—3,508 г/см<sup>3</sup>, для сравнения — плотность алмазов I разновидности — 3,51543 г/см<sup>3</sup>); эклогитовый тип парагенезиса, что очевидно при легком изотопном составе углерода и наличии включений коэсита, впервые обнаруженного в якутских алмазах Н.В. Соболевым [8] и позднее найденного в алмазе V—VII разновидности; найденное нами включение рутила с примесью глинозема, характерное для эклогитовых алмазов [1], и ряд других особенностей.

В известных на Сибирской платформе среднепалеозойских и мезозойских кимберлитах алмазы V—VII разновидности отсутствуют и встречаются в изобилии только в россыпях ее северо-восточного региона: от внутренних частей Анабарского щита до Западного Верхоянья и в меридиональном направлении — от побережья моря Лаптевых примерно до

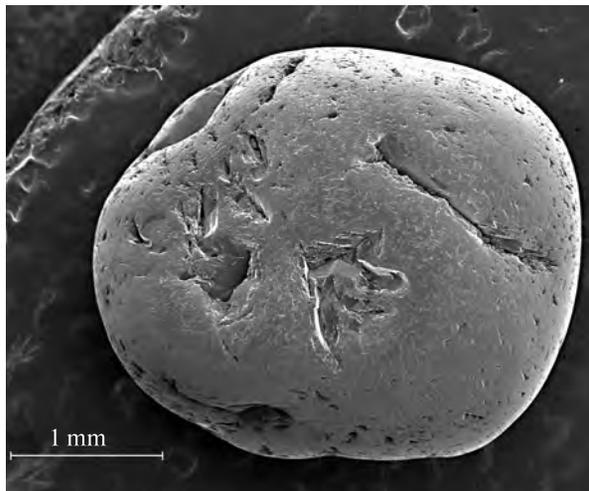


Рис. 2. Предельно окатанный алмаз V разновидности из россыпи р. Эбелях (приток р. Анабар, северо-восток Сибирской платформы)

Fig. 2. Maximum pelleted diamond of V variety from the Ebelyakh River placer (the Anabar River tributary, north-west of the Siberian platform)

широты р. Муна. За пределами данной площади алмазы V–VII разновидности не встречаются. Поэтому мы предполагаем эндемичный характер данного типа алмазов.

Кроме того, эти алмазы в россыпях выделяются, как правило, повышенным механическим износом, вплоть до полной овализации (рис. 2). Из всех рассматриваемых типов алмазов эти обладают в среднем максимальной степенью износа, что указывает предположительно на докембрийский возраст их источников.

С помощью уран-свинцового метода по включению рутила для алмаза VII разновидности установлен среднепалеозойский абсолютный возраст ( $361 \pm 75$  млн лет) [1], что не отрицает приведенные выше аргументы в пользу докембрийского возраста данных алмазов, но добавляет неопределенности, поскольку со среднего палеозоя на Сибирской платформе не было условий для сильного износа алмазов. В этой ситуации мы вынуждены оставить вопрос о возрасте коренного источника алмазов V–VII разновидности открытым, но все же склонны придерживаться версии о докембрийском возрасте как более соответствующем геолого-минералогическим данным.

Тип 5 (импактный) объединяет так называемые якутиты — микрокристаллические образования в виде бесформенных, нередко пластинчатых зерен желтоватого, темно-бурого

до стально-серого цвета, напоминающие шлак. Важнейшей особенностью якутитов является присутствие в их структуре лонсдейлитовой фазы — высокобарической гексагональной модификации углерода, характерной для алмазов из метеоритных кратеров. Сравнение по широкому комплексу типоморфных признаков якутитов с алмазами Попигайской астроблемы (размер кристаллов, текстурированность, наличие лонсдейлита, особенности люминесценции, изотопный состав углерода) показало их полное сходство [7]. Это дает основание связать происхождение якутитов с Попигайской астроблемой, возраст которой позднеэоценовый (около 36 млн лет).

**Степень износа алмазов из россыпей как индикатор возраста коренных источников.** Как отмечено выше, на Сибирской платформе установлены три эпохи кимберлитового магматизма: среднепалеозойская (девон), триасовая и юрско-меловая. Среднепалеозойская наиболее алмазоносна, к ней принадлежат все промышленные источники алмазов. Если северные экзотические россыпные алмазы не из кимберлитов, то каков возраст их источников?

В этом отношении важным признаком служит степень и форма механического износа. Этот признак также актуален для россыпей Урала, Индии, Калимантана, Бразилии, Африки и других алмазоносных регионов.

По нашим исследованиям, износ на алмазах может быть представлен в двух формах: а) "леденцовая" скульптура, представляющая собой механогенную полировку ребер и вершин кристалла и сколов на нем [3]; б) шероховатые механогенные поверхности, в том числе и щербинки на острых ребрах сколов. Это характерные формы износа, которые формируются непосредственно в процессе механической обработки алмазов в россыпях и воспроизведены нами экспериментально [6]. Механогенная полировка присутствует на кристаллах либо сама по себе, либо развивается по шероховатым поверхностям после нивелирования ими контрастных элементов рельефа и повышения абразивной устойчивости алмазов.

Степень износа кристаллов алмазов меняется от едва заметной — в форме повреждений вершин — до полной овализации кристаллов.

Анализ проявлений механического износа алмазов показывает следующее. В россыпях Сибирской платформы, достоверно связанных со среднепалеозойскими продуктивными ким-

берлитами, степень износа меняется от визуально не фиксируемой до слабой главным образом в форме "леденцовых" скульптур. Это россыпи Новинка, Водораздельные галечники, Восточная в Мало-Ботуобинском районе, россыпь Дьукуннахская в верховьях р. Аламджа — притока р. Вилюй, россыпи Накынского поля, россыпь Кютюнгинского грабена на севере Якутии, россыпь Тарыдакская в Эвенкии и некоторые другие, содержащие типичные кимберлитовые комплексы алмазов. В них преобладают ламинарные кристаллы ряда октаэдр — переходная форма — додекаэдр. Из них в россыпях континентального генезиса (Новинка, Водораздельные галечники, Накыньские россыпи, россыпь Муны) содержатся алмазы без видимых признаков износа, тогда как в россыпях прибрежно-морского генезиса (Восточная, Дьукуннахская, россыпь Кютюнгинского грабена, Тарыдакская) присутствуют слабо окатанные алмазы с "леденцовыми" скульптурами либо с "леденцовыми" со щербинами на ребрах и вершинах. В указанных россыпях алмазы сопровождаются индикаторными минералами кимберлитов — полным их комплексом в континентальных россыпях и только сильно окатанными пиропами в прибрежно-морских. Эта закономерность полностью подтверждена нашими экспериментальными исследованиями механического износа алмазов совместно с индикаторными минералами кимберлитов. Они показали, что при появлении слабых, но визуально фиксируемых признаков износа алмазов, пикроильмениты уничтожаются полностью, а пиропы теряют более половины исходного веса и приобретают предельную степень окатанности. Визуализированные следы удара в форме ромбической сеточки поверхностных трещинок, серпообразных, кольцевых выколов и шрамов на алмазах из россыпей, связанных со среднепалеозойскими кимберлитами, не наблюдаются.

Таким образом, алмазы из продуктивных среднепалеозойских кимберлитов Сибирской платформы в процессах россыпеобразования приобретают степень износа не выше слабой, при этом сопровождаясь сильно окатанными пиропами.

Степень износа от средней до предельной на Сибирской платформе характерна для округлых додекаэдров, распространенных в россыпях северо-востока и юга Сибирской

платформы, а также алмазов V—VII разновидности и желто-оранжевых кубоидов II разновидности, распространенных на северо-востоке платформы. Для этих типов алмазов коренные источники не установлены. На юге платформы, в частности в Шелеховской россыпи недалеко от г. Тайшет, где около 80 % алмазов представлены додекаэдроидами со средней степенью износа, отсутствуют глубинные минералы (кимберлитового типа или иные), которые могли бы быть отнесены к индикаторам коренных источников этих алмазов. Это понятно: экстраполяция указанных экспериментальных данных на среднюю степень износа алмазов показывает практически полное уничтожение пиропов (твердость 8 по шкале Мооса). На северо-востоке платформы указанные типы алмазов сопровождаются типичными индикаторными минералами кимберлитов — пиропами, пикроильменитами, хромитами. Однако при средней и выше степени износа алмазов эти минералы, если их считать индикаторами коренных источников данных алмазов, не должны сохраниться. Следовательно, индикаторные минералы кимберлитов, сопутствующие в россыпях додекаэдроидам, кубоидам и алмазам V—VII разновидности, не связаны с этими алмазами и оказываются лишь их гидравлическими попутчиками. Эти индикаторы происходят из многочисленных фанерозойских кимберлитовых тел, уже найденных и в еще большем количестве не найденных на данной территории. Причем индикаторные минералы в россыпях, в первую очередь пиропы, по минералогическим критериям Н.В. Соболева [14], указывают на неалмазоносные кимберлиты. Налицо противоречие между отсутствием минералогических признаков алмазоносности по индикаторам кимберлитов и очень высокой россыпной алмазоносностью, которое дополнительно показывает, что алмазы и индикаторные минералы в россыпях северо-востока происходят из разных источников.

Таким образом, алмазы из россыпей, образующихся за счет кимберлитов Сибирской платформы, имеют степень износа не выше слабой. Износ от средней до высокой характерен для алмазов, относимых нами к экзотическим типам.

Далее следует определить время, место и условия развития механического износа разной степени.

В целом, для развития механического износа благоприятна прибрежно-морская обстановка в условиях трансгрессии бассейна [5]. В фанерозое такая обстановка существовала на Сибирской платформе в фамене и привела к формированию абразионного пенеплена, который в дальнейшем определял характер седиментогенеза и обусловил ингрессивный характер наступления моря — начиная со среднего карбона при периодических подъемах уровня Мирового океана [5]. Следовательно, лишь в фамене были условия для высокой степени износа индикаторных минералов кимберлитов и появления на кимберлитовых алмазах слабого износа. Последующие эпохи седиментогенеза обеспечивали только слабый износ индикаторных минералов, на алмазах же не сказывались никак. В фанерозойской истории Сибирской платформы после первой, среднепалеозойской, эпохи кимберлитового магматизма не было условий для развития средней и высокой степени износа алмазов.

В докембрии прибрежно-морское россыпеобразование развивалось на жестком ложе метаморфических пород в жесткой абразивной среде, что и обеспечивало повышенную, до максимальной, степень механического износа и появление признаков ударов на алмазах. В противоположность этому в среднем палеозое и позднее россыпеобразование осуществлялось на мягких терригенно-карбонатных породах нижнего палеозоя, не способствовавших повышенному износу. Если повышенный износ, присущий экзотическим типам алмазов, характерен для докембрия, то это подтверждает сделанные выше предположения о принадлежности экзотических источников алмазов к докембрию.

**Пути поступления экзотических алмазов в россыпи.** Вопрос о путях и времени появления россыпных экзотических алмазов в фанерозойской сфере седиментогенеза наиболее сложен. С венда до девона на Сибирской платформе шло морское осадконакопление и терригенно-карбонатными осадками нижнего палеозоя была закрыта практически вся территория платформы. Если справедливо предположение о докембрийских россыпях, то появление экзотических алмазов в фанерозойских отложениях предусматривает обнажение древних россыпей из-под покрова нижнепалеозойских отложений и их размыв. С начала мезозоя на севере-северо-востоке платформы

началось активное воздымание Анабарской антеклизы, Оленекского и Уджинского поднятий. Вероятно, с перми уже существовал Нижнеленский выступ, ныне погребенный в Предверхоянском прогибе [9]. На южных частях платформы докембрийские отложения обнажались в это время на Алдане, в Восточном Саяне. Шла активная эрозия всего комплекса древних пород в пределах этих выступов с переносом обломочного материала, в том числе алмазов, в соответствии с нашим предположением, в радиальных направлениях. Так древние алмазы могли включиться в процессы мезозойского россыпеобразования.

На наш взгляд, аргументацию в пользу докембрийского возраста экзотических источников алмазов дает статистика: как отмечено выше, более 2/3 найденных на Сибирской платформе кимберлитовых тел находится на северо-востоке платформы как раз на территории распространения в россыпях экзотических типов алмазов. Причем это неалмазные или убогоалмазные кимберлиты мезозойского возраста, которые не могут продублировать россыпную алмазоносность. Если бы источниками экзотических типов алмазов были фанерозойские кимберлитовые тела, то они должны были бы иметь огромный размер и содержание алмазов для обеспечения имеющих масштабов россыпной алмазоносности. Пропуск таких объектов маловероятен на фоне того, что массово обнаружены мелкие кимберлитовые тела.

**Распределение экзотических источников алмазов во времени.** Важно то, что экзотические типы известных в мире коренных источников алмазов имеют, как правило, докембрийский возраст. В фанерозое практически все найденные алмазоносные породы представлены кимберлитами (хотя имеются и докембрийские кимберлиты, как трубка Премьер в Африке). Мы не рассматриваем указанное распределение по возрасту как надежно установленную закономерность, но эта тенденция имеет место. Она подтверждается логическим анализом: большинство экзотических источников алмазов обнаружены на выступах докембрия со сложными условиями поисков, несмотря на более простые условия и значительно большую доступную для опосредования площадь развития фанерозойских пород. Необходимо отметить, что чем древнее коренные источники, тем сложнее их найти из-за возможно

большого эрозионного среза, сильной измененности пород, а также неизвестности индикационных характеристик экзотических типов источников, из-за чего их невозможно прогнозировать.

Так, в Бразилии известны докембрийские алмазоносные филлиты, распространенные в штате Минас-Жерайс на площади Диамантина. На северо-востоке Канады обнаружены алмазоносные лампрофиры возрастом  $1832 \pm 28$  млн лет. В районе Дачин (Французская Гвиана, Гвианский штат) обнаружены докембрийские алмазоносные вулканокластические коматииты, в структурном плане являющиеся частью зеленокаменного пояса Инини. Необычное сочетание ультраосновной породы-транспортера (кимберлит) и эклогитовых алмазов имеет место в районе Гуаньямо (Венесуэла, Гвианский штат), возраст кимберлитов оценен в 710 млн лет. Из южноафриканской кимберлитовой трубки Премьер (возраст 1250 млн лет) происходит знаменитый алмаз Куллинан. Высокоалмазоносная лампроитовая трубка Аргайл (Западная Австралия) имеет возраст 1150 млн лет. Протерозойского возраста и лампроитовая трубка Маджгаван (Индия, штат Мадхья-Прадеш, округ Панна), возраст которой составляет  $1067 \pm 31$  млн лет. На Сибирской платформе известны алмазоносные лампроиты Ингашинского поля возрастом  $1268 \pm 12$  млн лет. Докембрийские алмазоносные породы известны и на Восточно-Европейской платформе.

**Заключение.** Совокупность приведенных выше аргументов позволяет предполагать существование на Сибирской платформе неизвестных типов коренных источников алмазов докембрийского возраста. Алмазы из них через докембрийские россыпи, эродированные в пределах выступов докембрия, попадают в фанерозойские, главным образом мезо- и кайнозойские россыпи. Эти алмазы обладают специфическим комплексом типоморфных особенностей и отличаются от кимберлитовых алмазов Сибирской платформы. В фанерозое основным источником алмазов служат кимберлиты среднепалеозойского возраста. Поиски экзотических докембрийских источников алмазов теоретически возможны в пределах выступов докембрия. Однако незнание нами индикационных характеристик данных пород, возможная сильная измененность их по типу, например алмазоносных филлитов Бразилии,

возможная высокая степень эрозионного среза, из-за которого могли остаться лишь корневые их части, делают эту задачу практически трудно выполнимой. Поэтому, на наш взгляд, в изучении экзотических типов алмазов следует ограничиться на сегодняшний день перспективами россыпной алмазоносности, а перспективы коренной связывать со среднепалеозойскими кимберлитами.

Пока предположение о полигенности типов коренных источников алмазов Сибирской платформы формулируется нами как гипотеза. Однако она продуктивна, так как указывает на пути ее проверки, в частности посредством опробования докембрийских потенциальных россыпных источников алмазов. Она стимулирует изучение алмазов как единственных предполагаемых на сегодняшний день элементов этих экзотических типов коренных источников, позволяет скорректировать поисковую парадигму путем вычленения алмазов кимберлитового типа из полигенной их россыпной совокупности и прогнозирование коренных источников только по ним. В перспективе при расширении аргументации эта гипотеза позволит скорректировать концептуальный базис оценки алмазоносности Сибирской платформы. Гипотеза актуальна не только для Сибирской платформы, но и для других алмазоносных регионов, где существуют аналогичные проблемы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Афанасьев В.П., Агашев А.М., Орихаши Ю. и др.* Палеозойский U-Pb-возраст включения рутила в алмазе V–VII разновидности из россыпей северо-востока Сибирской платформы // Докл. РАН. — 2009. — 428, № 2. — С. 228–232.
2. *Афанасьев В.П., Елисеев А.П., Надолинный В.А. и др.* Минералогия и некоторые вопросы генезиса алмазов V и VII разновидности (по классификации Ю.Л. Орлова) // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Геология. — 2000. — Вып. 10(5). — С. 79–97.
3. *Афанасьев В.П., Ефимова Э.С., Зинчук Н.Н., Коптиль В.И.* Атлас морфологии алмазов России. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГТМ, 2000. — 293 с.
4. *Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Логвинова А.М.* Особенности распределения россыпных алмазов, связанных с докембрийскими источниками // Зап. Рос. минерал. об-ва. — 2009. — Ч. 88, № 2. — С. 1–14.
5. *Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Похиленко Н.П.* Поисковая минералогия алмаза. — Новосибирск: Геос, 2010. — 650 с.
6. *Афанасьев В.П., Николенко Е.И., Тычков Н.С. и др.* Механический износ индикаторных минералов кимберлитов: экспериментальные исследования //

- Геология и геофизика. — 2008. — 49, № 2. — С. 120—127.
7. Вишневикий С.А., Афанасьев В.П., Аргунов К.П., Пальчик Н.А. Импактные алмазы — их особенности, происхождение и значение. — Новосибирск : Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1997. — 53 с. (рус.-англ.).
  8. Ефимова Э.С., Коптиль В.И., Лаврентьев Ю.Г., Соболев В.С. Включение коэсита, граната и омфациита в якутских алмазах — первая находка парагенезиса коэсита // Докл. АН СССР. — 1976. — 230, № 6. — С. 1442—1444.
  9. Константиновский А.А. Нижнеленский погребенный массив и некоторые вопросы размещения кимберлитов на северо-востоке Сибирской платформы // Геотектоника. — 1979. — № 1. — С. 48—57.
  10. Метелкина М.П., Прокопчук Б.И., Суходольская О.В., Францесон Е.В. Докембрийские алмазоносные формации мира. — М. : Недра, 1976. — 134 с.
  11. Орлов Ю.Л. Полигенез и типоморфизм алмаза в кимберлитовых месторождениях // Изв. АН СССР. Сер. Геол. — 1977. — № 11. — С. 64—73.
  12. Орлов Ю.Л. Минералогия алмаза. — 2-е изд. — М. : Наука, 1984. — 264 с.
  13. Соболев В.С. Геология месторождений алмазов Африки, Австралии, Борнео и Северной Америки. — М. : Госгеолтехиздат, 1951. — 126 с.
  14. Соболев Н.В. О минералогических критериях алмазоносности // Геология и геофизика. — 1971. — № 3. — С. 70—80.

Поступила 12.03.2013

*В.П. Афанасьев*

#### ПОЛІГЕНЕЗ АЛМАЗІВ ТА ЇХНІХ КОРИННИХ ДЖЕРЕЛ НА СИБІРСЬКІЙ ПЛАТФОРМІ

Алмази Сибірської платформи розглянуті з точки зору їх полігенезу, а саме різноманітності: 1) умов формування алмазів, 2) типів їхніх корінних джерел. Ви-

ділено п'ять типів алмазів, імовірно, пов'язаних з різними типами корінних джерел. Розподіл різних типів алмазів на території Сибірської платформи є різним, що підтверджує їхнє походження з різних типів джерел. Для двох типів алмазів (кімберлітових та імпактних) тип корінного джерела відомий, вони пов'язані з кімберлітами фанерозойського віку і Попігайською астроблемою відповідно. Для трьох типів алмазів можна передбачити джерела некімберлітового типу, у тому числі докембрійського віку. Отже, в розсіпах Сибірської платформи наявні комплекси алмазів, що розрізняються за умовами утворення, а також з різних типів корінних джерел різного віку. Реально можна ставити пошукову задачу лише кімберлітових джерел алмазу, оскільки для решти джерел (за винятком Попігайської астроблеми) їх індикаційні властивості не відомі.

*V.P. Afanas'ev*

#### POLYGENESIS OF DIAMONDS AND THEIR NATIVE SOURCES ON THE SIBERIAN PLATFORM

Placer diamonds from the Siberian craton are discussed in terms of their genesis, with a special focus on the diversity of formation conditions and sources. The studied diamonds belong to five genetic types, apparently related to different primary deposits. The origin of the five diamond groups from different sources can be inferred, besides other features, from their specific occurrence patterns over the craton territory. The kimberlitic and impact diamonds are known to originate from Phanerozoic kimberlites and the Popigai impact crater, respectively. Diamonds of the three other groups may be derived from non-kimberlitic sources, including those of Precambrian age. Thus, placers in the Siberian craton bear diamond assemblages that differ in the conditions under which they were formed and in their sources of different ages. Only kimberlitic diamond sources appear to be a real exploration target because indication properties for other sources (except for the Popigai crater) remain unknown.