

УДК 549.211:549.553

**Н. Н. ЗИНЧУК**, д-р геол.-минерал. наук, профессор, академик АН РС(Я), председатель Западно-Якутского научного центра (ЗЯНЦ) Академии наук Республики Саха (Якутия), г. Мирный,

**В. И. КОПТИЛЬ**, канд. геол.-минерал. наук, ведущий научный сотрудник Западно-Якутского научного центра (ЗЯНЦ) Академии наук Республики Саха (Якутия), г. Мирный

## ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АЛМАЗОВ В СВЯЗИ С ПРОБЛЕМОЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИХ КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ

(Матеріал друкується мовою оригіналу)

Приведены типоморфные особенности алмазов перспективных территорий Сибирской платформы и показана возможность их использования при прогнозировании коренных месторождений на стадиях региональных и среднемасштабных исследований, а также при локальном прогнозе. Показаны примеры использования типоморфных особенностей алмазов при прогнозировании высокоалмазоносных кимберлитов в пределах Центрально-Сибирской (Малоботуобинского, Далдыно-Алакитского, Моркокинского и Среднемархинского районов), Лено-Анабарской (Кютюнгинский район) и Тунгусской (Байкитский район) субпровинций.

Typomorphic features of diamonds of the Siberian platform perspective territories are adduced and possibility to use them when forecasting primary deposits is shown at the stages of regional, average-scale, as well as local forecasting. Examples of using typomorphic features of diamonds are shown for forecasting high-diamondiferous kimberlites within Central-Siberian (Malobotuobinsky, Daldyn-Alakitsky, Morkoka and Srednemarkhinsky regions), Lena-Anabar (Kyutyungdinsky region) and Tunguska (Baikitsky region) subprovinces.

Алмаз – минерал с широким комплексом физико-химических, кристалло-морфологических и других особенностей, отражающих своеобразие термодинамических и геохимических условий его образования, которые могут быть использованы в качестве типоморфных [1–15]. Алмазы из отдельных кимберлитовых тел (а нередко и из различных минералогопетрографических разновидностей кимберлита в одном из месторождений) довольно существенно отличаются по ряду типоморфных особенностей. Зная свойства алмазов из кимберлитовых тел, можно с большой долей уверенности решить вопрос о коренных источниках изучаемой россыпи или группы россыпей [1–6, 10]. Современные методы исследований алмазов [10] дают возможность получить большой объем информации об условиях их образова-

вания, последующего существования и изменения, что имеет важное значение при прогнозировании, поисках и оценке алмазных месторождений. Из большого спектра этих особенностей наиболее информативными и относительно легко диагностируемыми являются: морфология, фотолюминесценция, распределение оптически активных азотных и водородных центров, электронный парамагнитный резонанс, химический состав твердых включений в алмазах и др. При этом главнейшими из них является определение принадлежности алмазов к определенной минералогической разновидности, что происходит по комплексу взаимосвязанных признаков и свойств. В результате многолетних исследований алмазов из россыпей и кимберлитовых тел Сибирской платформы (СП) с применением минералогической классификации, предложенной Ю. Л. Орловым [12] и

имеющей глубокое физическое обоснование [3–6, 9–11], по которой выделяется 11 генетических разновидностей алмазов (с дополнительным разделением кристаллов отдельных разновидностей по габитусу и морфологическим типам кристаллов), нами накоплен громадный фактический материал по типоморфным особенностям минерала из кимберлитовых диатрем, современных отложений и разновозрастных вторичных коллекторов с выделением типов их первоисточников, что позволяет провести районирование региона по алмазам.

Изучение типоморфных особенностей алмазов из россыпей и россыпных проявлений СП позволило определить [10], что формирования этих продуктивных толщ происходило за счет размыва четырех типов первоисточника, характерный для богатых кимберлитовых тел среднепалеозойского возраста, ко-

торые характеризуются преобладанием алмазов, представленных ламинарными кристаллами октаэдрического, ромбододекаэдрического и переходного между ними габитусов и образующих непрерывный ряд, а также присутствием алмазов с оболочкой IV разновидности, серых кубов III разновидности, поликристаллических агрегатов VIII–IX разновидностей и в некоторых трубках (например, Юбилейная) равномерно окрашенных в желтый цвет кубоидов II разновидности. По соотношению габитусов, морфологических типов кристаллов и разновидностей среди алмазов I типа первоисточника различается ряд ассоциаций кристаллов, выделяемых по названию районов или отдельных фаз кимберлитового магматизма в их пределах (мирнинская, далдыно-алакитская, верхнемунская, кютюнгинская и др.); б) II тип первоисточника – также алмазы кимберлитового генезиса, характерные для тел с низкой алмазоносностью и жил, в которых и преобладают додекаэдровиды с шагренью и полосами пластической деформации “жильного” типа, типичных округлых алмазов уральского (бразильского) типа и присутствию бесцветных кубоидов I разновидности; в) III тип первоисточника – алмазы невыясненного генезиса, которые характерны для россыпей северо-востока СП, где их коренные источники до настоящего времени не обнаружены и представлены графитизированными ромбододекаэдрами V разновидности со сложными двойниками и сростками додекаэдровидов VII разновидности с легким ( $\delta^{13}\text{C} = -23,60\text{‰}$ ) изотопным составом углерода и равномерно окрашенными кубоидами II разновидности с изотопным составом углерода промежуточного ( $\delta^{13}\text{C} = -13,60\text{‰}$ ) состава, образующими ассоциацию эбе-

ляхского (нижнеленского) типа; г) тип взрывных кольцевых структур импактного генезиса, алмазы которого сложены поликристаллами типа карбонадо с примесью гексагональной модификации углерода-лонсдейлита (якутит). Следует отметить, что алмазы I типа первоисточника резко преобладают в россыпях Центрально-Сибирской субпровинции (Малоботуобинский, Далдыно-Алакитский, Ыгыаттинский, Моркокинский, Дьюкунахский и Среднемархинский алмазоносный районы) как современного, так и более древнего (пермского и юрского) возраста. В пределах Анабаро-Оленекской алмазоносной области алмазы I типа первоисточника преобладают в нижне- и верхнекарбонатовых, нижнепермских и пространственно связанных с ними современных отложениях Кютюнгинского и Молодо-Далдынского полей россыпной алмазоносности, а также в россыпи р. Улаах-Муна, ниже известных кимберлитовых тел Верхнемунского поля с близкой к промышленной алмазоносностью. Необходимо также отметить преобладание алмазов I типа первоисточника в нижнекарбонатовых отложениях тычанского коллектора Красноярского края на западе Тунгусской синеклизы (Байкитская область), для которых предполагается множественность коренных источников, что может свидетельствовать [10] о присутствии в данном регионе продуктивных кимберлитовых тел среднепалеозойского возраста.

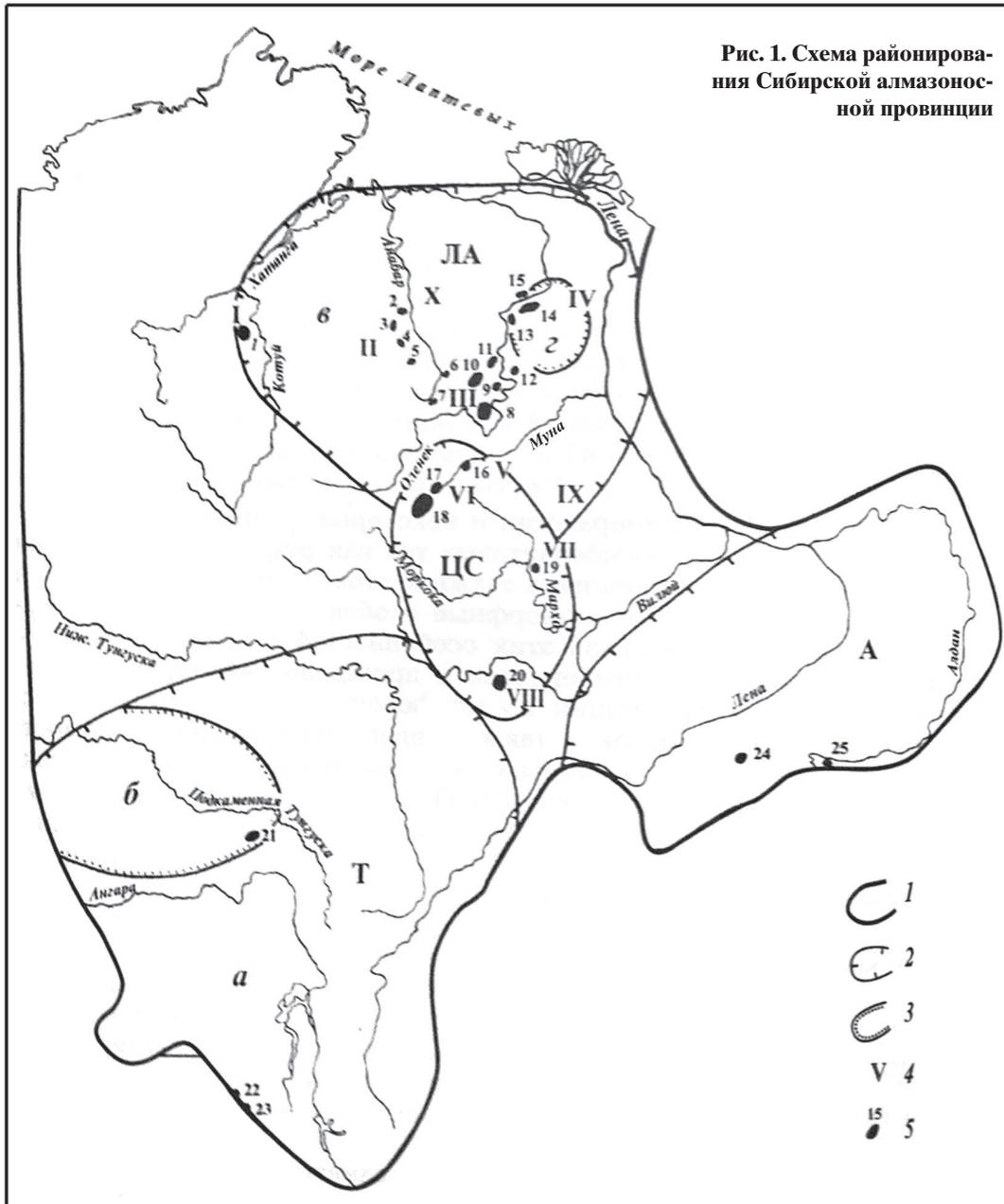
Значительный практический интерес представляют результаты исследования типоморфизма алмазов из известных кимберлитовых тел СП, что позволяет проводить районирование коренной алмазоносности. Особо следует отметить результаты исследования

типоморфных особенностей алмазов из кимберлитовых тел северо-востока СП, на которых в последние годы при проведении ревизионно-опробовательских работ добыты представительные количества алмазов и получены принципиально новые данные по их алмазоносности [5, 10, 13]. В свою очередь, результаты исследования типоморфных особенностей алмазов из кимберлитовых тел Верхнемунского (трубки Заполярная, Новинка, Комсомольская-Магнитная и Поисковая), Куранахского (Малокуонапская, Университетская и др.), Омонос-Укукитского (Русловая, Ленинград, Лорик и Светлана), Куойского (Дьянга), Верхнемоторчунского (Аэрогеологическая), Лучаканского (Лыхчан, Отрицательная, Двойная и Дама) и Чомурдахского (Ан. 21/79) полей свидетельствуют об их резком отличии от кристаллов большинства россыпей северо-востока СП с невыявленными коренными источниками. *Во-первых*, в этих кимберлитовых телах полностью отсутствуют алмазы II, V и VII разновидности (III тип первоисточника), представляющие основной тип первоисточника (50–70 % от общей алмазоносности) для разновозрастных россыпей Эбеляхской алмазоносной площади и верхнетриасовых отложений Нижнеленского алмазоносного поля. *Во-вторых*, следует отметить преобладание ламинарных кристаллов октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов в известных кимберлитовых телах упомянутых полей (особенно в мелком классе – +0,5–1,0 мм), что свидетельствует об отсутствии зональности коренной алмазоносности СП по типоморфным особенностям алмазов [10]. Полученные данные свидетельствуют о

принципиальной возможности нахождения на северо-востоке СП отдельных кимберлитовых тел или рудных столбов в трубках сложного геологического строения с близкой к промышленной алмазоносностью, с преобладанием кристаллов октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов. В связи со своеобразием минералого-петрографического состава кимберлитов трубки Малокуонапская [11, 14] и отсутствием в них пиропов с высоким содержанием кноррингитового компонента [13, 15] необходима разработка критериев обнаружения высокопродуктивных кимберлитовых тел в пределах северо-востока СП. *В-третьих*, впервые для северо-востока СП установлена [10, 14] близкая к промышленной алмазоносность северного рудного столба трубки Малокуонапская (Куранахское поле). Здесь преобладают характерные для богатых кимберлитовых тел кристаллы октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов (особенно в классах >1 мм) и отмечаются низкие (менее 10 %) содержания типичных округлых алмазов уральского (бразильского) типа, подчеркивающих отрицательный фактор алмазоносности [10]. В то же время для южного рудного столба трубки Малокуонапская характерна более низкая (практически на порядок) алмазоносность при одновременно резком увеличении (почти в 8 раз) содержания типичных округлых алмазов, что сближает данную трубку с диатремой Сытыканская (Алакит-Мархинское поле).

Предлагается существенно изменить сам подход к технологии размасштабного районирования алмазоперспективных территорий. Так, нами [10] проведено

*региональное минералогическое* районирование территорий, при котором на СП выделено четыре субпровинции: Центрально-Сибирская, Лено-Анабарская, Тунгусская и Алданская (рис. 1). **Центрально-Сибирская субпровинция** охватывает центральную часть СП, расположенную южнее Маакской излучины р. Оленек, и характеризуется проявлением продуктивной россыпной алмазоносности и высокоалмазоносного кимберлитового магматизма среднепалеозойского возраста. Алмазы I типа первоисточника резко преобладают в россыпях данной субпровинции (Малоботуобинский, Далдыно-Алакитский, Верхнемунский, Моркокинский и Среднемархинский алмазоносные районы) как современного, так и более древнего возраста. Эта субпровинция характеризуется наличием россыпей разной дальности сноса, для которых в отдельных алмазоносных районах существуют местные коренные источники. Наиболее широкие масштабы россыпной алмазоносности установлены в Малоботуобинском и Среднемархинском районах. В первом районе уже на протяжении 30 лет разрабатываются алмазодобывающей промышленностью богатые россыпи алмазов юрского и современного возрастов, а в начале 1980-х гг. здесь также открыты россыпи позднепалеозойского возраста. В Далдыно-Алакитском районе обнаружены россыпные проявления алмазов ближнего сноса, непосредственно примыкающие к кимберлитовым трубкам. В Среднемархинском районе установлены россыпи алмазов в юрских, современных и палеоген-неогеновых отложениях, часть из которых связана с недавно открытыми кимберлитовыми трубками Накынского поля – Нюрбинская и Боту-



1–3 – границы: 1 – Сибирской алмазоносной провинции, 2 – субпровинций (ЦС – Центрально-Сибирской, ЛА – Лено-Анабарской, Т – Тунгусской, А – Алданской), 3 – областей (а – Саяно-Тунгусской, б – Байкитской, в – Анабаро-Оленекской, г – Кютюнгинской); 4 – алмазоносные районы: I – Котуй-Меймечинский, II – Куонапский, III – Среднеоленекский, IV – Нижнеоленекский, V – Верхнемунский, VI – Далдыно-Алаakitский, VII – Среднемархинский, VIII – Малоботубинский, IX – Моркокинский, X – Анабарский; 5 – кимберлитовые поля: 1 – Котуй-Меймечинское, 2 – Орто-Ыаргинское, 8 – Старореченское, 4 – Ары-Мастахское, 5 – Дьюкенское, 6 – Лучаканское, 7 – Куранахское, 8 – Чомурдахское, 9 – Огонер-Юряхское, 10 – Западно-Укукитское, 11 – Восточно-Укукитское, 12 – Верхнемоторчунское, 13 – Мерчимденское, 14 – Верхнемолодинское, 15 – Куйское, 16 – Верхнемунское, 17 – Далдынское, 18 – Алаakit-Мархинское, 19 – Накынское, 20 – Мирнинское, 21 – Чадобецкое, 22, 23 – Ингашиинское, 24 – Верхнеалданское, 25 – Ингилийское

обинская. В Верхнемунском районе находится россыпь р. Улаах-Муна, тяготеющая к ореолам эрозионного выноса алмазов из известных здесь девяти кимберлитовых труб [10]. Кроме современных отложений, алмазы здесь встречены и в юрских железистых галечниках. Типоморфизм алмазов в преде-

лах алмазоносных районов и участков этой субпровинции является одним из критериев для постановки работ по поискам кимберлитовых тел, среди которых наиболее высока вероятность открытия высокоалмазоносных объектов по сравнению с другими регионами СП. Особенности алмазов (I тип

первоисточника) отдельных территорий субпровинции является различное соотношение кристаллов октаэдрического и ромбододекаэдрического габитусов при низком (не более 10 %) содержании округлых алмазов и кубоидов. Алмазы III типа первоисточника, характерные для россыпей северо-

востока СП, в россыпях этой субпровинции почти не встречаются.

**Лено-Анабарская субпровинция** охватывает северо-восточную часть СП и совпадает с полем развития докембрийских и, главным образом, нижнепалеозойских пород Анабарской антеклизы и Оленекского поднятия, обрамленных выходами пермских, триасовых, юрских и меловых отложений. Здесь находятся современные богатые россыпи алмазов Анабарского района, которые уже разрабатываются. Алмазы этой субпровинции характеризуются [10] резким преобладанием индивидов III типа первоисточника, в основном, невыясненного генезиса (ассоциация эбеляхского типа) с превалярованием кристаллов кубического и тетрагексаэдрического габитусов II разновидности по Ю. Л. Орлову, полукруглых октаэдридов V разновидности по Ю. Л. Орлову, сложных двойников и сростков додекаэдридов VII разновидности по Ю. Л. Орлову, а также типичных округлых алмазов “уральского” (“бразильского”) типа I разновидности по Ю. Л. Орлову во всех возрастных и генетических типах отложений, начиная с мелового возраста. Масштабы проявления россыпной алмазоносности значительны по сравнению с таковыми в других районах провинции. Россыпи с алмазами I типа первоисточника практически отсутствуют. Детальное изучение типоморфных особенностей алмазов из каменноугольных, нижнепермских и пространственно связанных с ними современных отложений субпровинции позволили среди огромного по площади россыпного поля северо-востока СП, характеризующегося в основном полигенной ассоциацией алмазов, выделить площадь эллипсоидной формы размером 40x85 км (с севера

контуры ее ограничиваются восточным бортом Кютюндинского грабена с простираанием на юго-запад до междуречья рр. Молодо – Далдын), в россыпях которой преобладают алмазы I типа. Все это дало возможность разделить Лено-Анабарскую субпровинцию на две алмазоносные области – Кютюндинскую и Анабаро-Оленекскую, заметно различающиеся как по истории геологического развития, так и по типоморфным особенностям алмазов. Своеобразие типоморфных особенностей алмазов из нижнекаменноугольных отложений *Кютюндинской области* заключается в преобладании (до 90 %) кристаллов кимберлитового генезиса (тип I) и присутствии (около 10 %) округлых алмазов, при полном отсутствии характерных для россыпей северо-востока СП кристаллов III типа. Исходя из такой корреляции между морфологией алмазов и их содержанием в кимберлитах, можно предположить наличие в данном районе богатых кимберлитовых тел среднепалеозойского возраста. По результатам комплексных исследований здесь была выделена ассоциация алмазов кютюндинского типа. Доминирующими для нее являются кристаллы октаэдрического и переходного от него к ромбододекаэдрическому габитусов (более 50 %) при заметном содержании полукруглых ромбододекаэдров с блоковой скульптурой I разновидности по Ю. Л. Орлову, а также алмазов с оболочкой IV разновидности по Ю. Л. Орлову. Округлые алмазы уральского типа встречаются в незначительном количестве, а кристаллы III типа, представленных алмазами II, V и VII разновидностей по Ю. Л. Орлову, и карбонадо с примесью лонсдейлита импактного типа (якутиты) не встречены в этой области вовсе.

*Анабаро-Оленекская область* состоит из трех алмазоносных районов: Анабарский, Средне- и Нижнеоленинский. Здесь установлены тысячи пунктов с находками алмазов, группирующихся в ряд россыпных полей: Нижнеэбеляхское, Майат-Уджинское, Верхнеуджинское, Анабаро-Попигайское, Куонапское (Анабарское), Беенчимэ-Куойское и др. Общим для них является низкое (10–15 %) суммарное содержание кристаллов октаэдрического и переходного от него к ромбододекаэдрическому габитусов при переменных значениях округлых алмазов I разновидности по Ю. Л. Орлову, серых ромбододекаэдров V разновидности по Ю. Л. Орлову и близких к ним сложных двойников и сростков VII разновидности по Ю. Л. Орлову, а также желто-оранжевых кубоидов II разновидности по Ю. Л. Орлову и поликристаллов типа карбонадо (якутит) XI разновидности по Ю. Л. Орлову. Их различное соотношение образует несколько минералогических ассоциаций: эбеляхская, майат-верхнебилляхская, куонапская, укуйтская и др. Алмазы из россыпей Анабаро-Оленекской области сравнительно однородны и близки к кристаллам из окаймляющих с востока и севера Анабарскую антеклизу вторичных коллекторов верхнетриасового и нижневожского возраста (кряжи Чекановского, Прончищева, хр. Хараулах и др.). Для них характерно низкое (10–15 %) содержание алмазов I типа первоисточника при несколько различном в отдаленных районах соотношении округлых индивидов уральского типа I разновидности по Ю. Л. Орлову, октаэдровидов и ромбододекаэдров V разновидности по Ю. Л. Орлову сложной деформированных двойников и сростков додекаэдровидов VII разновидности по Ю. Л. Орлову с облегчен-

ным изотопным составом углерода, желто-оранжевых кубоидов II разновидности по Ю. Л. Орлову с промежуточным изотопным составом углерода, отсутствующих в известных коренных месторождениях провинции. В ряде регионов этой области присутствуют поликристаллы типа карбонадо [10]. Общим для алмазов этой области является повышенный механический износ, увеличивающийся от краевых частей Анабарской антеклизы в сторону Анабарского кристаллического массива, что совпадает с направлением трансгрессии при формировании алмазоносных отложений. Алмазы из разновозрастных вторичных коллекторов раннемелового и неоген-четвертичного возраста карстовых впадин в пределах Анабарского района практически не отличаются от таковых из современных отложений данного региона (при сопоставлении кристаллов одной и той же крупности). Крупность алмазов современных россыпей северо-востока СП заметно убывает в направлении от областей поднятий к краевым частям Анабарской антеклизы, что также следует рассматривать как результат неоднократного перемыыва и переотложения во вторичных коллекторах различного возраста на пути от коренных источников к местам их современного захоронения. Алмазы из известных трубок северо-востока СП (Верхнемоторчунское, Куойское, Чомурдахское, Лучаканское, Куранахское и другие кимберлитовые поля) по типоморфным особенностям резко отличаются от кристаллов из россыпей данного региона, а их присутствие в значительном количестве в аллювии обнаруживается только в редких случаях на расстоянии первых километров от размываемой трубки.

В пределах *Тунгусской субпровинции* по типоморф-

ными особенностям алмазов можно выделить две заметно различающиеся области [10]: Байкитскую (северная часть Енисейского края и Байкитская антеклиза) и Саяно-Тунгусскую. В пределах *Байкитской области* было установлено преобладание октаэдров (Большепитский, Северо-Енисейский и Нижневельминский алмазоносные районы). Позже площадь с превалированием октаэдрических кристаллов была расширена на юго-восток, в направлении простираания Ковино-Кординской и Тарыдакской зон глубинных разломов. Здесь наблюдается заметное развитие индивидов октаэдрического габитуса из современных и каменноугольных отложений в бассейне р. Тычана, что свидетельствует о множественности коренных источников в данном регионе. Так, алмазы из современных образований характеризуются повышенной крупностью. Среди них по количеству (до 75 %) преобладают кристаллы класса  $-2+1$  мм, при высоком (свыше 25 %) количестве алмазов класса  $-4+2$  мм и единичных находках мелких индивидов класса  $-1+0,5$  мм. О повышенной их крупности свидетельствует и распределение по массе. Так, на долю алмазов массой до 10 мг приходится лишь 25 %. Преобладают ламинарные кристаллы ряда октаэдр-ромбододекаэдр (преимущественно октаэдры) при заметном (свыше 25 %) содержании округлых индивидов, в основном с шагренью и полосами пластической деформации. Для каменноугольных отложений *Тычанской площади* характерным является преобладание индивидов из кимберлитового первоисточника мирнинского типа (более 50 %), представленных кристаллами октаэдрического и переходного от него к ромбододекаэдрическому габитусов. Присутствуют также ром-

бододекаэдри далдыно-алакитского типа с занозистой штриховкой, додекаэдроиды уральского типа (близкие к ингашиным) и встречены своеобразные равномерно окрашенные октаэдроиды, равномерно окрашенные в желтый цвет, аналогичные этой группе алмазов Дьюкунахского участка Центрально-Сибирской субпровинции. По комплексу типоморфных признаков и спектру кристаллов отдельных морфологических групп (разновидности, габитус и морфологические типы) алмазы каменноугольного коллектора Тычанской площади и Байкитской области в целом не имеют аналогов среди известных кимберлитовых тел и россыпей СП, что позволяет предполагать наличие собственных продуктивных коренных источников среднепалеозойского возраста. Установлена множественность первоисточников этих алмазов, которые могут охватывать несколько кимберлитовых полей двух эпох магматизма (среднепалеозойская и докембрийская) с различными особенностями кристаллов. Алмазы *Саяно-Тунгусской области* характеризуются сравнительно небольшой крупностью (5–10 мг, в среднем 9,4 мг). По количеству резко преобладают кристаллы класса -2+1 мм при сравнительно небольших, примерно равных количествах классов -4+2 и -1+0,5 мм (по 5–10 %) и единичных находках более крупных индивидов класса -8+4 мм. Преобладают округлые алмазы уральского типа (более 50 %) при заметном содержании поликристаллических образований типа баллас (до 10 %). На долю кристаллов октаэдрического и переходного от него к ромбододекаэдрическому габитусов приходится около 25 %. Проведенный нами анализ типоморфных особенностей алмазов Байкитской и Саяно-Тунгусской областей Тунгусской

субпровинции подтверждает различную роль коренных источников отдельных эпох кимберлитового магматизма в формировании алмазоносных отложений. В этом плане более благоприятной для поисков богатых коренных источников алмазов среднего палеозоя является территория Байкитской области. Наибольшее влияние на формирование россыпей алмазов Саяно-Тунгусской области имеют кимберлиты докембрия в Присаянье и других подобных структурах южного обрамления СП. Отсюда эти кристаллы сносились в Иркутский амфитеатр, а возможные коренные источники среднего палеозоя и мезозоя были убогоалмазоносны и не оказали заметного влияния на формирования здесь россыпей. Всё это находится в соответствии с мнением [5, 10, 14] о приуроченности областей распространения округлых алмазов к полям развития докембрийских алмазоносных формаций мира.

В пределах *Алданской субпровинции* известны единичные находки алмазов, представляющие минералогический интерес. Несмотря на небольшие объёмы проведенных здесь геолого-поисковых работ на алмазы, можно утверждать, что по своим типоморфным особенностям эти кристаллы близки к аналогичным выделениям из докембрийских алмазоносных терригенных формаций платформы и её складчатого обрамления, коренные источники которых до настоящего времени не установлены.

Исходя из этого, на этапе ранних стадий региональных поисковых тематических и научно-исследовательских работ сначала необходимо исследовать типоморфные особенности всех обнаруженных алмазов на изученной территории, выделить их крупную ассоциацию и сравнить с уже имеющи-

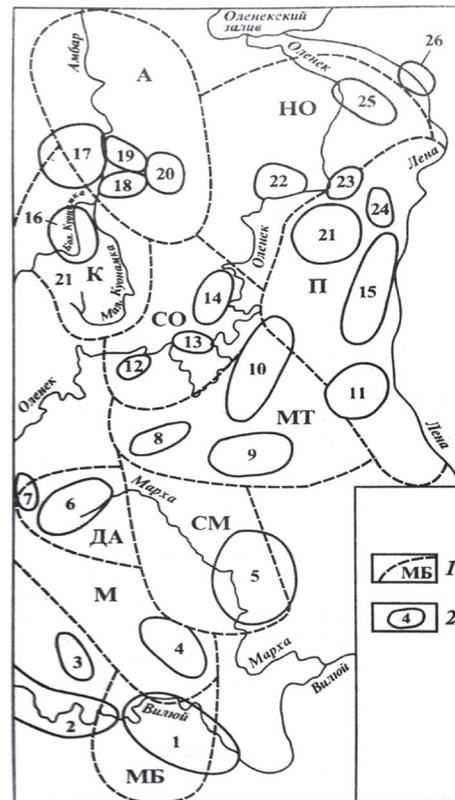
мися. Все эти данные затем нужно проанализировать совместно с материалами структурно-формационного строения изученной территории. При *среднемасштабном районировании* также используются структурно-тектонические и минералогические критерии (выделение ассоциаций алмазов). В основу этого районирования положены минералогические признаки, поскольку алмаз является полигенным минералом с характерным комплексом типоморфных кристаллов I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX и XI разновидностей по Ю. Л. Орлову [12], свидетельствующих о своеобразии термодинамических и геохимических условий его образования. Результаты комплексного исследования типоморфных особенностей алмазов из россыпей позволяют выделять [10] алмазоносные субпровинции, области, районы и поля, для которых можно прогнозировать тип первоисточников, уровень их потенциальной алмазоносности и качество алмазного сырья. По результатам сравнительного исследования типоморфных особенностей алмазов с привлечением данных детального изучения твердых включений и изотопного состава углерода впервые в пределах северо-востока СП четко оконтурен локальный *район Кютюнгинского грабена* и прилегающих к нему с юго-запада территорий Молодо-Далдыно-Толуопского междуречья общей площадью 350 км<sup>2</sup>, перспективный на открытие богатых кимберлитовых тел с алмазами кютюнгинского типа, имеющими в качестве минералов-спутников классические пиропы алмазной ассоциации с высоким содержанием кноррингитового компонента. В *Малоботуобинском алмазоносном районе* на этапе среднемасштабного районирования все россыпные

проявления и россыпи алмазов сгруппированы [5, 10, 15] в три россыпных поля: Ирелях-Маччобинское (с разделением на Центральный и Юго-Западный ореол), Чуоналыр-Курунг-Юряхское (с разделением на Северо-Западный и Лапчанский ореол) и Бахчинское, а также отдельно современные россыпи по р. Малая Ботуобия. В целом комплекс особенностей алмазов по морфологии, окраске, твердым включениям, внутреннему строению, фотолуминесцентным особенностям, а также примесному составу свидетельствует о множественности первоисточников алмазов из россыпей и наличии в пределах района новых, еще не открытых кимберлитовых тел, что согласуется с мнением других исследователей. Среди них могут быть месторождения с высоким содержанием алмазов, поскольку среди кристаллов из россыпей исключительно редко встречаются округлые алмазы уральского (бразильского), а также жильного типов, являющихся [10] по морфологическому критерию отрицательным фактором алмазоносности. Результаты сравнительного изучения алмазов междуречья рек Моркока и Вилюй свидетельствуют, на наш взгляд, о высокой перспективности этой территории на поиски высокоалмазоносных кимберлитовых тел фанерозойского возраста, приуроченных к Вилюйско-Мархинской зоне глубинных разломов. Однако прямой поиск коренных источников здесь затруднен из-за сложного геологического строения территории, ограничивающего применение как шлихо-минералогического, так и геофизических методов поисков. Анализ типоморфных особенностей алмазов *Среднемархинского района* свидетельствует о полигенности их россыпных орео-

лов, коренным источником которых являются высокоалмазоносные (по морфологическому критерию алмазоносности) кимберлитовые тела среднепалеозойского возраста. Можно предположить, что в Среднемархинском алмазоносном районе, по аналогии с Малоботубинским, существует не менее двух групп или кустов трубок, резко различающихся по типоморфным особенностям алмазов. Среди них также высока вероятность повышенной частоты встречаемости высокоалмазоносных кимберлитовых тел (не менее половины от общего количества трубок). Причем практическое значение будут представлять трубки относительно небольшого размера. Эти данные следует учитывать при выборе методики поисков погребенных кимберлитовых тел с мощностями перекрывающих терригенных отложений мезозойского возраста не более 200 м (предела глубины экономической целесообразности), что значительно сужает район первоочередных геологопоисковых работ до довольно узкой полосы северо-восточного простирания по северо-западному обрамлению Вилюйской синеклизы (не южнее р. Накын, где сравнительно недавно открыто новое Накынское кимберлитовое поле, что в последние годы по результатам исследования алмазов установлены признаки наличия в этом районе прогнозируемого Южно-Накынского поля). Результаты исследования типоморфных особенностей алмазов из наиболее хорошо изученных кимберлитовых тел свидетельствуют о неоднородностях в строении верхней мантии даже в пределах Центрально-Сибирской субпровинции, особенно в отношении распределения достаточно редких окрашенных разновидностей кристаллов (II, III и IV),

предположительно, эволюционного генезиса, связанных с глубинными алмазоносными ксенолитами различного состава [10]. Эти разновидности алмазов являются редкими и аксессуарными в кимберлитовых телах, однако их находки в россыпях даже в единичном количестве могут служить основанием для локализации территории поиска коренных источников.

В основу локального районирования нами положен анализ соотношения отдельных морфологических групп алмазов в разных фациях пород, что позволяет по их типоморфным особенностям выделять отдельные участки россыпей и рудные столбы кимберлитовых тел или сами тела с резко специфическими характеристиками. На этой основе уверенно прогнозируются (рис. 2) новые коренные источники в различных частях исследованной территории. Например, изученные кристаллы алмаза из пермских пролювиально-аллювиальных отложений локального участка Хатырыкский Моркокинского района отличаются от находок минерала в бассейновых образованиях верхнего палеозоя и современных аллювиальных осадках Ыгыаттинской площади, к которой территориально тяготеет этот участок. Всё это позволило сделать вывод [5, 10] о локальном характере алмазов участка Хатырыкский, не имеющего аналогов в близлежащих районах россыпной и коренной алмазоносности (Малоботубинский, Среднемархинский и собственно Моркокинский). По индивидуальным типоморфным особенностям алмазов также выделяются отдельные трубки или их рудные столбы. Так, кимберлитовая трубка Ботубобинская (Накынское поле) характеризуется комплексом типоморфных особенностей, присущих богатым кимберлитовым телам, – преоблада-



**Рис. 2. Схема районирования Центрально-Сибирской и Лено-Анабарской субпровинций**

1 – границы алмазоносных районов: Малоботубинский, М – Моркокинский, СМ – Среднемархинский, ДА – Далдыно-Алаkitский, МТ – Муно-Тюнгский, СО – Среднеоленинский, К – Куонапский, А – Анабарский, П – Приленский, НО – Нижнеоленинский; 2 – границы полей россыпной алмазоносности: 1 – Ботубобинско-Вилюйское, 2 – Верхневилуйское, 3 – Аламджахское, 4 – Ыгыаттинское, 5 – Среднемархинское, 6 – Верхнемархинское, 7 – Алаkitское, 8 – Верхнемунское, 9 – Верхнетюнгское, 10 – Муно-Моторчунское, 11 – Хахчанское,

12 – Силигирское, 13 – Сопкинское, 14 – Укукитское, 15 – Лено-Сюнгюдинское, 16 – Куонапское, 17 – Анабаро-Попигаевское, 18 – Нижнеэбеляхское, 19 – Майат-Уджинское, 20 – Верхнеуджинское, 21 – Молодо-Далдынское, 22 – Беенчима-Куойское, 23 – Кютюнгдинское, 24 – Усункинское, 25 – Келимерское, 26 – Нижнеленское

данием кристаллов октаэдрического, переходного и ромбододекаэдрического габитусов (соотношение их 1:1:1) при отсутствии типичных округлых алмазов. Но, в то же время, она отличается от других богатых трубок заметным (около 5%) содержанием кристаллов псевдоромбододекаэдрического габитуса, сложенных тригональными слоями роста (мархинского типа), присутствием в небольшом (около 5%) количестве алмазов IV разновидности с тонкой окрашенной оболочкой, а также поликристаллических агрегатов и превалированием индивидов с розово-сиреневой фотолюминесценцией. В свою очередь, в трубке Дьянга (Куойское поле) резко преобладают додекаэдриды с шагренью, полосами пластической деформации. Однако, в отличие от других бедных по содержанию алмазов трубок, в ней отмечаются кристаллы со сплошными ка-

вернами и с резко преобладающей эволюционной ассоциацией (гранат оранжевый+омфацит) твердых включений. В трубке Малокуонапская (Куранахское поле) выделены два рудных столба с заметно различающейся алмазоносностью. В порфировых кимберлитах северного рудного столба с повышенной алмазоносностью доминируют кристаллы октаэдрического и переходного от него к ромбододекаэдрическому габитусов во всех классах крупности. Их содержание увеличивается [10] с увеличением крупности камней, а кристаллы -4+2 и -8+4 мм представлены исключительно октаэдрами при полном отсутствии типичных округлых алмазов уральского типа. Для кимберлитовой брекчии южного рудного столба с пониженной алмазоносностью характерно повышенное содержание округлых алмазов, которое заметно увеличивается с уменьшением крупности кристаллов.

Анализ многолетнего опыта комплексного изучения алмазов подтверждает следующее:

1. Детальные минералогические исследования алмазов комплексом современных методов с геологической привязкой находок в трех направлениях необходимы и очень актуальны. Во-первых, это фундаментальные комплексные исследования минералогии, кристаллографии и физических свойств алмазов, а также твердых включений в них для выяснения условий генезиса. Во-вторых, это использование информации, полученной разными методами при комплексном исследовании алмазов, для решения прикладных вопросов, непосредственно связанных с практикой геологоразведочных работ. К ним относятся установленные связи вещество-индикационных параметров кимберлитового магматизма различной алмазности геолого-структурного положения кимберлитовых тел, что позволяет выявить как региональные, так и локальные типоморфные особенности, а также выяснить вопрос о коренных источниках россыпей алмазов. Третьим направлением комплекса минералогических исследований алмазов, развивающихся на стыке минералогии и технологии минерального сырья, является разработка рекомендаций, направленных на создание наиболее рациональных схем переработки руды и обеспечивающих кристаллосберегающие технологии, а также уточнение областей применения алмазов с учетом их реальной структуры и физических особенностей и выявление объектов с повышенным качеством алмазного сырья.

2. Использование типоморфных особенностей алмазов имеет важное значение для геологоразведочных

работ, в частности, для прогнозирования типов первоисточников, уровня их потенциальной алмазности и качества минерального сырья, а также для восстановления экзогенной истории алмазов на пути от коренных источников до мест современного нахождения, для палеогеографических реконструкций распространения древних алмазных отложений и направлений сноса материала. Минералогическое районирование коренной и россыпной алмазности древних платформ Мира по типоморфным особенностям алмазов даст возможность проводить локализацию перспективных площадей и осуществлять поиск кимберлитов по самим алмазам, являющимся значительно более устойчивыми в экзогенных условиях по сравнению с их минералами-спутниками.

3. Выполнение комплекса минералогических исследований алмаза и минерагеническое районирование СП по алмазам необходимо как для рационального определения направлений геологоразведочных работ, так и для повышения их качества и эффективности, что будет способствовать открытию новых месторождений алмазов и интенсификации всех работ, направленных на прирост запасов алмазного сырья.

Проведенное разномаштабное районирование СП на основе результатов комплексного исследования типоморфных особенностей алмазов позволяет выделять наиболее перспективные площади и участки для поисков на разных стадиях работ (от региональных до локальных). Так, первоочередными объектами для поисков высокоалмазных кимберлитовых трубок на СП являются перспективные участки в пределах Средне-мархинского, Малоботубинского, Далдыно-Алакитского и Моркокинского районов

(Центрально-Сибирская субпровинция), Кютюндинской (Лено-Анабарская субпровинция) и Байкитской (Тунгусская субпровинция) областей, в россыпях которых преобладают алмазы октаэдрического габитуса, характерные для богатых первоисточников кимберлитового типа. Предложенный методологический подход использования типоморфных особенностей алмазов от общего к частному позволяет применять результаты комплексного минералогического исследования алмазов для решения задач на разных стадиях геологоразведочных работ, а также для локализации и поисков коренных источников по самим алмазам, которые являются значительно более устойчивыми в экзогенных условиях по сравнению с их минералами-спутниками. Полученные в результате анализа большого фактического материала по комплексному изучению алмазов СП принципы классификации и районирования территорий успешно могут быть использованы и при решении аналогичных или близких задач по другим алмазным платформам мира.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аргунов К. П., Зинчук Н. Н. Некоторые вопросы онтогении природных алмазов // Исследование высокобарических минералов. М.: ИФЗ АН СССР, 1987. С. 166–186.
2. Аргунов К. П., Зинчук Н. Н., Миронов В. П. и др. Типоморфные признаки поликристаллов алмаза // Минералогические аспекты металлогении Якутии. Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1990. С. 82–88.
3. Афанасьев В. П., Ефимова Э. С., Зинчук Н. Н., Коптиль В. И. Атлас морфологии алмазов России. Новосибирск: НИЦ ОИГГМ СО РАН, 2000. 291 с.
4. Афанасьев В. П., Зинчук Н. Н., Похиленко Н. П. Морфология и морфогенез индикаторных минералов кимберлитов. Новосибирск: Гео, 2001. 276 с.
5. Афанасьев В. П., Зинчук Н. Н., Похиленко Н. П. По-

исковая минералогия алмаза. Новосибирск: Гео, 2010. 650 с.

6. Бартошиной Э. В., Квасница В. Н. Кристалломоρφология алмаза из кимберлитов. Киев: Наукова думка, 1991. 172 с.

7. Братусь М. Д., Зинчук Н. Н., Сворень И. М., Аргунов К. П. Газовые компоненты включений в алмазах различных морфологических типов из Якутии // Геохимия. 1991. № 11. С. 1586–1595.

8. Галимов Э. М., Ключев Ю. А., Ивановская И. Н. и др. Корреляция изотопного состава углерода, морфологии и структурных особенностей монокристаллических алмазов из некоторых россыпей Якутии // Докл. АН СССР. 1979. Т. 249. № 4. С. 958–961.

9. Гневушев М. А., Николаева Э. С. Твердые включения в алмазах месторождений Якутии // Алмазы Якутии. М., 1961. С. 97–105.

10. Зинчук Н. Н., Коптиль В. И. Типоморфизм алмазов Сибирской платформы. М.: Недра, 2003. 603 с.

11. Квасница В. Н., Зинчук Н. Н., Коптиль В. И. Типоморфизм микрокристаллов алмаза. М.: Недра, 1999. 224 с.

12. Орлов Ю. Л. Минералогия алмаза. М.: Наука, 1984. 264 с.

13. Соболев Н. В. О минералогических критериях алмазности кимберлитов // Геология и геофизика. 1971. № 3. С. 70–80.

14. Харьков А. Д., Зинчук Н. Н., Крючков А. И. Коренные месторождения алмазов Мира. М.: Недра, 1998. 556 с.

15. Харьков А. Д., Квасница В. Н., Сафронов А. Ф., Зинчук Н. Н. Типоморфизм алмаза и его минералов-спутников из кимберлитов. Киев: Наукова думка, 1989. 183 с.

16. Коптиль В. И., Кедрова Т. В., Помазанский Б. С., Богуш И. Н., Ковальчук О. Е., Антипин И. Ив. Сравнительный анализ типоморфных особенностей алмазов из кимберлитовых тел и разновозрастных россыпей Средне-Мархинского алмазного района // Проблемы прогнозирования и поисков месторождений алмазов на закрытых территориях. Материалы научно-практической конференции, посвященной 40-летию ЯНИИП ЦНИГРИ АК "АЛРОСА", г. Мирный, 18–20 марта 2008 г. Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2008. С. 177–183.

Рукопис отримано 4.11.2013.