

# ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА ТВЁРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, МИНЕРАГЕНИЯ

УДК 549.211:549.553

## Об особенностях алмазов перспективных территорий Сибирской платформы

**Н.Н. Зинчук, В.И. Коптиль**

Западно-Якутский научный центр АН РС (Я), г. Мирный

E-mail: nnzinchuk@rambler.ru

*(Статья поступила в редакцию 10 февраля 2015 г.)*

По результатам проведенных исследований и обобщения материалов об особенностях алмазов в кимберлитах Сибирской платформы сделаны выводы, что существуют индикаторные признаки на всех уровнях их нахождения: от кимберлитовых провинций, субпровинций, полей, диатрем до рудных столбов. Совокупность разновидностей алмаза в кимберлитовых породах образует не парагенетические, а парастерические ассоциации, связанные общностью их сонахождения в кимберлитах. Сформулированы морфологические критерии алмазоносности кимберлитов в зависимости от количественного содержания в них округлых алмазов. Не установлено существенных различий в алмазоносности кимберлитов на разведанную глубину диатрем (до 1200 м).

Ключевые слова: *алмазы, кимберлиты, Сибирская платформа, парастерические ассоциации, критерии алмазоносности.*

DOI: 10.17072/psu.geol.27.41

Комплексное исследование алмазов показало [1–6, 9–13, 15–18], что минерал характеризуется комплексом кристалло-морфологических и структурных особенностей, отражающих своеобразие термодинамических и геохимических условий его образования. Алмаз – полигенный минерал, образующийся не только в условиях земных недр, но и при сверхскоростном соударении космических тел с Землей. В настоящее время в мире известно четыре геолого-генетических типа коренных месторождений алмазов:

а) на протяжении более сотни лет успешно эксплуатируются [8, 17] коренные месторождения, связанные с кимберлитовыми трубками взрыва;

б) в 70-х гг. прошедшего столетия в Австралии открыты трубки взрыва, выполненные лампроитами – алмазоносными породами, отличающимися от кимберлитов высокими содержаниями Ti, K, P и некоторых других элементов;

в) в середине прошлого столетия в нашей стране выявлен новый генетический тип коренных месторождений алмазов, связанный с импактитами – породами, сформировавшимися в результате удара космических тел о поверхность Земли, приведшего к твердофазным переходам графита в алмаз при шоковых давлениях;

г) в этот же период был открыт [17, 18] еще один новый генетический тип корен-

ных месторождений алмаза, приуроченный к кристаллическим породам метаморфического комплекса, локализованного в Кокчетавском массиве Казахстана, который является пока единственным представителем этого типа.

Характерной особенностью промышленных месторождений алмазов, связанных с кимберлитами и лампроитами, является их приуроченность в основном к трубкам взрыва. В некоторых случаях экономически рентабельные концентрации алмазов наблюдаются в дайках, обычно тесно связанных с диатремами кимберлитов. Два других типа коренных месторождений алмазов локализуются в коровых породах. Алмазы в них обычно мелкие – преобладают индивиды размером в сотые или десятые доли миллиметра. Импактные алмазы характеризуются специфической морфологией зерен, часто унаследованной от формы выделений замещенного графита, и содержат иногда гексагональную модификацию алмаза – лонсдейлит. Кристаллики метаморфогенного алмаза обычно имеют кубический габитус или скелетные формы и их сростки. Импактные и метаморфогенные алмазы могут быть использованы только для технических целей. Форма месторождений импактных алмазов – изометрическая, в то время как метаморфические комплексы с мелкими алмазами могут иметь различные размеры и форму.

Алмазопоисковые работы на Сибирской платформе проводятся уже на протяжении более 60 лет, в результате которых было открыто более 1000 кимберлитовых тел (трубки, дайки и жилы) и установлено широкое развитие россыпной алмазности в разновозрастных (от рифейского до современного возраста) коллекторах различных генетических типов. Все известные на платформе кимберлитовые тела распределяются по площади крайне неравномерно. Они в основном сосредоточены в центральной и северной частях платформы и группируются [8, 17] в 25 кимберлитовых полях.

Из восьми известных эпох континентального корообразования и кимберлитового магматизма наиболее перспективными считаются четыре:

– рифейская, убого алмазоносная (Присаянье),

– ниже- и среднепалеозойская, преимущественно высоко алмазоносная (центральная часть платформы),

– мезозойская, низко- или неалмазоносная (северо-восток платформы).

Кроме известных эксплуатирующихся (трубки Мир, Интернациональная, Удачная, Юбилейная, Айхал, Краснопресненская, Комсомольская, Зарница, Сытыканская, Нюрбинская) и подготавливаемых к промышленной разработке (трубки Ботуобинская, Заря, Дальняя, диатремы Верхнемунского поля – Заполярная, Комсомольская-Магнитная, Новинка, Поисковая и др.) коренных месторождений алмазы установлены в порядка 150 телах, среди которых полупромышленную или близкую к промышленной алмазность имеет на порядок меньше диатрем.

В отдельных трубках (Дачная, имени XXIII съезда КПСС и др.) руда выбрана на возможную глубину открытой разработки и вследствие их существенного сужения на глубину дальнейшая разработка прекращена.

В процессе многолетних прогнозно-поисковых, разведочных и эксплуатационных работ извлекаемые алмазы подвергались всестороннему и комплексному исследованию с применением ранее описанных методик. При этом мы пользовались минералогической классификацией Ю.Л. Орлова [14], по которой выделяется 11 разновидностей алмазов, имеющих глубокое физическое обоснование, свидетельствующих о своеобразии термодинамических и геохимических условий его образования, с разделением минерала различных генетических разновидностей на подразновидности по габитусу и морфологическим типам кристаллов. В основу выделения минералогических разновидностей алмазов положены: окраска, структурно-текстурные особенности, примес-

ные оптически-активные центры, изотопный состав углерода, фото- и рентгенолюминесцентные особенности, минералогия и химический состав твердых включений и т.д. В качестве дополнительных типоморфных признаков привлекаются характер двойников и сростков, скульптуры травления, сохранность, трещиноватость и характер сколов. Использование комплекса типоморфных признаков алмазов позволяет выяснить с генетических позиций как их эндогенную историю в магматических очагах (кимберлитовых телах), так и последующую историю под воздействием наложенных процессов автометаморфизма кимберлитов в постмагматический этап (пластическая деформация, растворение и коррозия).

Результаты комплексного изучения минералогии и физико-механических свойств алмазов (более 200 тысяч кристаллов) из порядка более 150 кимберлитовых тел Сибирской платформы позволили выделить [1–6, 8–13] типоморфные особенности и установить их связь с алмазоносностью. Это дало возможность провести минералогическое районирование провинций на геолого-структурной основе по алмазам на субпровинции, области, поля и кусты трубок.

Выделено [10, 11] четыре субпровинции: Центрально-Сибирская, Лено-Анабарская (Анабаро-Оленекская и Приленская области), Тунгусская (Байкитская и Южно-Тунгусская области) и Алданская, в пределах которых установлено существенное различие типоморфных особенностей кристаллов кимберлитовых диатрем с различной степенью алмазоносности (первоисточник I и II типов кимберлитового генезиса).

Основная масса известных кимберлитовых тел с алмазами находится в пределах Центрально-Сибирской субпровинции: Мирнинское, Накынское, Алакит-Мархинское, Далдынское и Верхнемунское кимберлитовые поля, в которых сконцентрированы все известные эксплуатируемые и подготавливаемые к промышленному освоению коренные место-

рождения алмазов, а также подавляющее большинство кимберлитовых тел с промышленной продуктивностью. Алмазы характеризуются заметной дифференциацией типоморфных особенностей как по отдельным трубкам или рудным столбам, так и по кимберлитовым полям в целом.

В пределах *Мирнинского кимберлитового поля* выделяются три группы кимберлитовых тел, резко различающихся по типоморфным особенностям алмазов, связанные, по-видимому, с тремя разделенными по времени фазами кимберлитового магматизма (I – жила А-21, II – трубки Таежная и Амакинская и III – трубки Мир, Интернациональная, им. XXIII съезда КПСС, Дачная и Спутник).

Для *первой* (наиболее ранней) группы характерно низкое содержание октаэдров с преобладанием индивидов ромбододекаэдрического габитуса, представленных в основном окрашенными в дымчато-коричневые цвета додекаэдроидами с шагренью и полосами пластической деформации «жильного» типа, и преобладание алмазов с сине-голубым и зеленым свечением.

Во *второй* группе отмечается (рис. 1) примерно равное соотношение кристаллов октаэдрического и ромбододекаэдрического габитусов при сравнительно низком (первые проценты) содержании



**Рис. 1.** Алмазы из кимберлитов трубки Таежная (Малоботубинский алмазоносный район)

типичных округлых алмазов и превалированием минерала с сине-голубой фотолюминесценцией.

*Третья*, наиболее высокопродуктивная группа кимберлитовых тел характеризуется преобладанием груболаминарных кристаллов октаэдрического (рис. 2) и переходного от него к ромбододекаэдрическому габитусов при низком (менее 10%) содержании индивидов ромбододекаэдрического габитуса, среди которых практически отсутствуют типичные округлые алмазы.



**Рис. 2.** Алмазы из кимберлитов трубки Мир (Малоботубинский алмазоносный район)

Отмечается малое количество двойников и сростков, преобладание кристаллов с розово-сиреневой фотолюминесценцией и без признаков видимого свечения, при низком содержании камней с сине-голубым свечением. Имеющиеся данные свидетельствуют об отсутствии резких отличий алмазов в пределах отдельных рудных столбов из группы высокопродуктивных кимберлитовых диатрем.

Из других типоморфных особенностей можно отметить также низкое содержание поликристаллических агрегатов и индивидов с признаками природного растворения и травления, превалирование среди включений в алмазах минералов-узников ультраосновной ассоциации.

В *Накынском кимберлитовом поле* (Среднемархинский алмазоносный район) трубки Ботубинская и Нюрбинская характеризуются [9-13] комплексом типо-

морфных особенностей, присущих богатым диатремам (рис. 3), с преобладанием кристаллов октаэдрического (О), переходного (ОД) и ромбододекаэдрического (Д) (их соотношением О:ОД:Д=1:1:1) габитусов, при отсутствии типичных округлых алмазов, и заметным (до 5%) содержанием кристаллов псевдоромбододекаэдрического габитуса, сложенных тригональными слоями роста «мархинского» типа. Кимберлитовые диатремы этого поля характеризуются также присутствием в небольшом (около 5%) количестве алмазов с тонкой окрашенной оболочкой 1V разновидности и низким содержанием двойников и сростков, превалированием индивидов с розово-сиреневой фотолюминесценцией, с высоким содержанием примесного азота в форме А-центра. Большинство встреченных сингенетических включений представлены минералами-узниками ультраосновной ассоциации.



**Рис. 3.** Алмазы из кимберлитов трубки Нюрбинская (Средне-Мархинский алмазоносный район)

В пределах *Далдынского и Алакит-Мархинского кимберлитового полей* для трубок с повышенной алмазоносностью характерно [10-13] низкое содержание типичных округлых алмазов «уральского» («бразильского») типа, при различном соотношении (рис. 4) кристаллов октаэдрического и ромбододекаэдрического габитусов (в трубках Удачная, Сытыканская, Комсомольская и Юбилейная содержание ромбододекаэдров менее 50%, а в трубках Айхал, Краснопресненская и Дальняя –

более 50%). Следует отметить, что каждая из этих трубок индивидуальна по типоморфным особенностям алмазов. Из других черт следует выделить высокое содержание двойников и сростков, а также поликристаллических агрегатов, преобладание кристаллов с сине-голубой, реже с зеленой фотолюминесценцией.



Рис. 4. Алмазы из кимберлитов трубки Айхал (Далдыно-Алакитский алмазоносный район)

Наблюдается сравнительно частая встречаемость окрашенных алмазов II, III и IV разновидностей эклогитового генезиса, что отличает Далдынское и Алакит-Мархинское кимберлитовые поля от Мирнинского и свидетельствует о заметном различии состава мантии Земли в этих алмазоносных регионах. Среди сингенетических твердых включений в алмазах I разновидности преобладают (до 99,9%) минералы-узники ультраосновной ассоциации.

По характеру связи кристалломорфологических особенностей алмазов с их крупностью выделяется две группы кимберлитовых тел. Первая из них, наиболее высокопродуктивная, отличается повышенным содержанием кристаллов октаэдрического габитуса с увеличением крупности (Айхал, Удачная и др.), а вторая (Юбилейная и др.) характеризуется обратным соотношением, причем содержание типичных округлых алмазов среди последней достигает 10-15%.

Среди кимберлитовых тел этих полей с убогой алмазоносностью по соотношению габитусных форм кристаллов выде-

ляются три группы трубок: I – октаэдры + переходные формы – 35%; II – O+OД+2O – 50% и III (промежуточная) – O+OД=35%, для которых характерно повышенное содержание типичных округлых алмазов, в основном, додекаэдроидов с шагренью и полосами пластической деформации. Такие алмазы являются типоморфным признаком не только кимберлитовых жил, но и трубок с убогой алмазоносностью, относящихся к самостоятельной фазе кимберлитового магматизма, которая, в большинстве случаев, предшествовала образованию высокопродуктивных тел обоих полей Далдыно-Алакитского алмазоносного района.

Алмазы из кимберлитовых тел Верхнемунского поля по своим типоморфным особенностям занимают обособленное положение в пределах рассматриваемой субпровинции. Они характеризуются морфологическим спектром кристаллов с преобладанием додекаэдроидов с шагренью и полосами пластической деформации, которые присутствуют в кимберлитовых телах с убогой алмазоносностью. Это находится в противоречии с их сравнительно высокой (полупромышленной) алмазоносностью, достигающей в некоторых трубках (Заполярная) промышленных концентраций (рис. 5), т.е., с одной сторо-



Рис. 5. Алмазы из кимберлитов трубки Заполярная (Верхнемунское поле)

ны, им присущ комплекс типоморфных особенностей алмазов, свойственных в целом этому полю, а с другой – заметно

индивидуализированных по некоторым свойствам (двойники и сростки, фотолюминесценция, содержание примесного азота в форме А-центра) как в отдельных трубках, так и в рудных столбах кимберлитовых тел сложного геологического строения.

Основными типоморфными особенностями алмазов из трубок этого поля являются [10, 11]: резкое преобладание кристаллов ромбододекаэдрического габитуса I разновидности, среди которых преобладают окрашенные в дымчато-коричневые цвета додекаэдровиды с шагренью и полосами пластической деформации, при сравнительно низком содержании ламинарных ромбододекаэдров, а также кристаллов октаэдрического и переходного от него к ромбододекаэдрическому габитусов. Для них также характерно высокое содержание поликристаллических агрегатов VIII разновидности, которое положительно коррелируется с алмазонасностью отдельных кимберлитовых тел или рудных столбов. Количество «экзотических» алмазов II, III и IV разновидностей является низким, не превышая первых процентов, причем по своим типоморфным особенностям они не отличаются от аналогичных разновидностей из кимберлитовых тел Далдыно-Алакитского района и отличны от камней Мирнинского и Накынского кимберлитовых полей. Алмазы II, V и VII разновидностей обнаружены не только в россыпи р. Уулаах-Муна, но и в трубках Верхнемунского поля, находящихся в верховье этой реки.

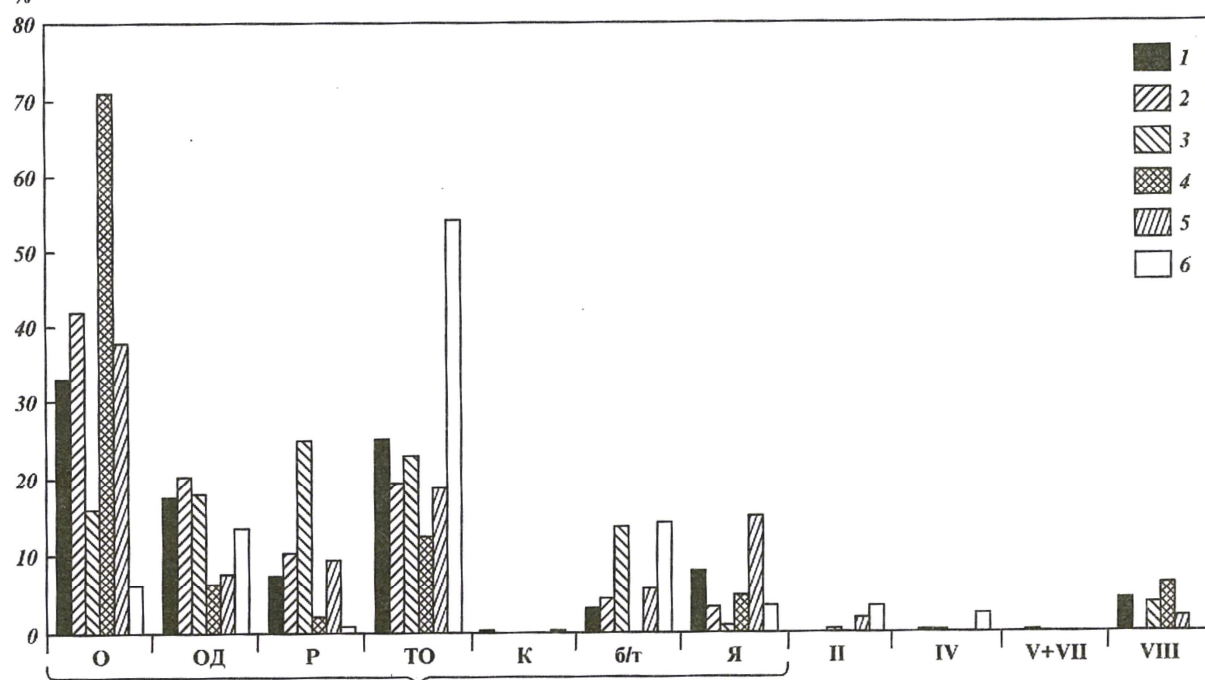
В последние годы при проведении ревизионно-опробовательских работ на известных и вновь открытых кимберлитовых телах северо-востока Сибирской платформы (Лено-Анабарская субпровинция) получены принципиально новые данные об их продуктивности и установлены месторождения с полупромышленной алмазонасностью (трубка Малокуонапская) мезозойского возраста, что существенно меняет имеющиеся представления о перспективах коренной алмазонасности этого обширного региона. Ре-

зультаты минералогических исследований пород некоторых известных на сегодня кимберлитовых тел свидетельствуют о типоморфных особенностях алмазов как каждой в отдельности трубки, так и кимберлитовых полей в целом и их резком отличии от кристаллов большинства россыпей северо-востока Сибирской платформы, коренные источники которых до настоящего времени не установлены.

Типоморфные особенности алмазов из кимберлитовых тел *Лено-Анабарской субпровинции* не менее индивидуализированы, чем таковые Центрально-Сибирской. Среди известных кимберлитовых полей этой обширной территории представительное для статистической характеристики количество алмазов установлено [10–13] только в девяти телах пяти полей (Омонос-Укукитском, Куранахском, Чомурдахском, Верхнемоторчунском и Куойском). По мнению большинства исследователей, для кимберлитовых тел северо-востока Сибирской платформы (преимущественно мезозойского возраста) характерен комплекс особенностей вещественного состава, отличающий их от аналогичных диатрем других субпровинций. Кимберлитовые породы представлены здесь интрузивной и эксплозивной фазой [17, 18]. Среди первых присутствуют мелилит и монтичеллит, а также перовскит, апатит и рудные минералы. В трубках взрыва основную роль играют кимберлитовые брекчии, но встречаются и порфиоровые разности интрузивной фации. В изученных трубках отмечено много слюдястых кимберлитов. Характерно в целом невысокое содержание минералов-спутников алмаза, причем пикроильменит преобладает над пиропом. Среди последних редки разности алмазной ассоциации [15]. Кимберлиты характеризуются повышенными концентрациями титана, железа, фосфора, алюминия и калия. Количество ксенолитов глубинных пород в диатремах данной территории понижено и в их составе почти не встречаются нодулы алмаз-пироповой фации глубинности. По комплексу типоморфных особенностей

алмазы из описываемых кимберлитовых тел резко отличаются от кристаллов из разновозрастных россыпей этого обширного региона, в первую очередь, пониженным содержанием типичных округлых алмазов «уральского» («бразильского») типа I разновидности и полным отсутствием кристаллов II, V и VII разновидностей. В этих кимберлитовых телах преобладают обычные для диатрем Центрально-Сибирской субпровинции ламинарные кристаллы ряда октаэдр-ромбододекаэдр (рис. 6) октаэдрического, ромбододекаэдрического и переходного между ними га-

битусов I разновидности, причем в большинстве трубок их содержание нередко выше, чем в богатых диатремах Далдыно-Алаakitского и Верхнемунского алмазодносных районов. Это в значительной мере подчеркивает несостоятельность высказываний некоторых исследователей о существовании зональности Сибирской платформы по алмазам и о закономерном снижении доли октаэдров по направлению с юга на север региона. При этом следует подчеркнуть факт наличия для каждого кимберлитового поля своих типоморфных



**Рис. 6.** Типоморфные особенности алмазов из кимберлитов северо-востока Сибирской платформы: 1, II, IV, V + VII, VIII – разновидности по Ю.Л. Орлову [14]; принятые сокращения: O – октаэдры, OD – переходные формы, P – ламинарные ромбододекаэдры, TO – сумма типично округлых алмазов, K – кубы, б/т – осколки, Я – янусы; 1-6 – кимберлитовые трубки: 1 – Ленинград, 2 – Светлана, 3 – Университетская, 4 – дайка Ан-21/79, 5 – Аэрогеологическая, 6 – Дьянга

особенностей алмазов, а в пределах Омонос-Укукитского поля наблюдается даже резкое отличие кристаллов двух пространственно разобщенных кустов трубок (северный – трубки Ленинград и Русловая, южный – Светлана и Лорик).

Диатремы Омонос-Укукитского поля характеризуются повышенным (более 2/3) суммарным содержанием кристаллов октаэдрического и переходного от октаэдр-

рического к ромбододекаэдрическому габитусов I разновидности, представленных преимущественно индивидами с тригональными слоями роста и полицентрически растущими гранями, также сложенными тригональными слоями роста, что свидетельствует [11] об отсутствии признаков природного растворения. Алмазы с пятнами пигментации и ожелезненные отсутствуют. По фотолюминесцентным

особенностям преобладают (до 37%) алмазы с розово-сиреневым свечением при примерно сопоставимых между собой количествах кристаллов с сине-голубым свечением (до 20%) и без признаков такового (18–23%).

подавляющее большинство (52–62%) кристаллов содержит твердые включения с резким преобладанием среди них эпигенетических графит-сульфидных. Южный куст Омонос-Укукитского поля близок по кристалломорфологическим особенностям к алмазам северного куста, характеризуясь преобладанием (42–46%) октаэдров, но отличается повышенным (до 36%) содержанием двойников и сростков, кристаллов с признаками природного травления (76–85%), более высокой прозрачностью и пониженным (не выше 15%) количеством окрашенных камней, резким преобладанием (64–67%) кристаллов с сине-голубой фотолюминесценцией и включений ультраосновного парагенезиса.

Алмазы *Чомурдахского поля* характеризуются аномально высоким (до 71%) содержанием кристаллов октаэдрического габитуса, среди которых преобладают (до 48%) плоскогранные остросереберные октаэдры, представленные шпинелевыми двойниками, часто в комбинации с незаконномерными сростками, преимущественно с коррозией. Большинство алмазов из кимберлитов дайки Ан-21/79 в той или иной степени прозрачные; содержание полупрозрачных (до 15%) и окрашенных в лилово-коричневый цвет (12,5%) кристаллов небольшое. В целом спектр алмазов из упомянутой дайки не имеет аналогов на СП при их некоторой близости по высокому содержанию двойников и сростков октаэдров к микроалмазам отдельных кимберлитовых тел Алакит-Мархинского поля с убогой алмазоносностью [10,11].

В *Верхнемоторчунском поле* наиболее крупной по размерам (17 га) на северо-востоке СП является трубка Аэрогеологическая, в которой доминируют кристаллы октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов I разновидности (в сумме около

60%) при в целом низком (до 19%) содержании додекаэдров с шагренью и полосами пластической деформации. Содержание двойников и сростков является (рис.8) повышенным (до 38%) при резком преобладании (до 25%) двойников по шпинелевому закону. Скульптуры травления представлены преимущественно (до 22%) кавернами. Алмазы отличаются повышенной степенью прозрачности при высоком (до 36%) содержании кристаллов чистой воды и прозрачных. Окрашенных камней немного (24,5%) и представлены они лилово-коричневыми кристаллами I разновидности. Характерной особенностью алмазов из диатремы является преобладающая (до 57%) зеленая фотолюминесценция, что сближает их с кристаллами трубки Поисковая в Верхнемунском районе. Концентрация алмазов с сине-голубым свечением не превышает 6%. Среди общего содержания алмазов с твердыми включениями (до 43%) около 28% занимают эпигенетические включения графита, часто в ассоциации с сульфидами. Характерной особенностью алмазов из описываемой диатремы является сравнительно высокое (до 15%) содержание сингенетических включений, представленных преимущественно минералами-узниками ультраосновной ассоциации (оливин, часто в парагенезисе с хромитом). Степень сохранности (целостность) алмазов очень высокая при резком преобладании (до 77%) целых и в значительной степени поврежденных камней. Большинство (68%) кристаллов не имеют трещин и в целом преобладают техногенные сколы.

Кимберлитовые диатремы с убогой алмазоносностью *Куранахского поля* заметно отличаются как от трубки Малокуонапская этого поля, так и от других трубок северо-востока СП по типоморфным особенностям алмазов. Для них характерна [10, 11] «далдыно-алакитская» минералогическая ассоциация с преобладанием (до 25%) ламинарных ромбододекаэдров и при заметном суммарном содержании (до 35%) кристаллов октаэдрического и переходного от октаэдрического



к ромбододекаэдрическому габитусов. При этом среди них преобладают индивиды с занозистой штриховкой. Содержание типичных округлых алмазов довольно низкое (4-21%), причем половину из них составляют додекаэдрониды с шагренью и полосами пластической деформации. Низким (2-4%) является содержание поликристаллических агрегатов VIII разновидности [14], единичны находки алмазов IV разновидности с оболочкой. Количество двойников и сростков небольшое (6-16%), преобладают незакономерные сростки (5-9%). Довольно значительно (до 32%) содержание кристаллов с признаками природного травления, представленных исключительно шрамами. Большинство алмазов – в той или иной степени прозрачные камни при заметном (20-40%) количестве полупрозрачных индивидов. Общее содержание окрашенных камней составляет около 25%, преобладает (16-20%) лилово-коричневая окраска кристаллов I разновидности при заметном (около 5%) количестве серых кристаллов VIII разновидности. Ожелезненные алмазы являются редкостью (до 1,5%). По фотолюминесцентным особенностям доминируют (30-36%) алмазы с розово-сиреневым свечением при сравнительно небольших (9-21%) содержаниях кристаллов с другими цветами фотолюминесценции. Общее количество твердых включений в алмазах сравнительно невысокое (до 32%), причем среди них преобладают эпигенетические образования графита, ассоциирующего с сульфидами.

Главной в этом поле является *кимберлитовая трубка Малокуонапская*, расположенная в верхнем течении р. Малая Куонапка, на её левом берегу в 0,5 км от русла. Она прорывает отложения верхнего протерозоя и нижнего кембрия, перекрываясь лишь маломощным чехлом элювиально-делювиальных отложений. На уровне современного эрозионного среза трубка характеризуется близкой к грушевидной формой с расширенной южной частью и более узкой северной. Трубка состоит из двух сопряженных между со-

бой рудных столбов (северного и южного), отвечающих двум этапам формирования диатремы и сложенных различными типами кимберлитовых пород. Северная часть трубки сложена преимущественно порфировым кимберлитом первой фазы внедрения, по трещинам инъецированным автолитовой кимберлитовой брекчией второй фазы, сформировавшей в основном южную часть трубки (южный рудный столб). Большая часть южной части трубки сложена автолитовой кимберлитовой брекчией второй фазы внедрения, содержащей в виде включений обломки порфировых кимберлитов второй фазы внедрения (типа «кимберлит в кимберлите»). Вдоль восточного и юго-восточного контактов южного рудного столба выделяется так называемая зона смешения кимберлитовых пород, сложенная автолитовой брекчией, насыщенной (до 10% объема) обломками порфировых кимберлитов. Размеры алмазов трубки Малокуонапская являются обычными для кимберлитовых тел и колеблются в значительных пределах – от мельчайших кристаллов массой 0,1 мг до довольно крупных камней массой свыше 1 кар. Среди изученных алмазов свыше 95% составляют кристаллы I разновидности – бесцветные, реже эпигенетически окрашенные в дымчато-коричневые цвета слабой интенсивности. Незначительное содержание желтых кубоидов II разновидности (0,5%), алмазов с оболочкой IV разновидности (0,5%) и поликристаллических агрегатов VIII разновидности (1,3%). Кроме того, алмазы характеризуются высоким содержанием типоморфных для богатых кимберлитовых тел позднепалеозойского возраста ламинарных кристаллов октаэдрического, ромбододекаэдрического и переходного между ними габитусов (в сумме около 65%) при сравнительно низком количестве типичных округлых алмазов «уральского» («бразильского») типа (около 20%) и заметном (до 10%) содержании бесформенных осколков, имеющих в основном техногенный характер. Типичные округлые алмазы, являющиеся неблагоприятным

фактором алмазности, полностью отсутствуют в крупных классах. Особенностью изученных алмазов является высокое (около 20%), по сравнению с другими месторождениями, содержание кристаллов с блоковой скульптурой, в основном ромбододекаэдрического габитуса, что сближает их с ассоциацией кристаллов «кютюнгдинского» типа. Из других морфологических типов кристаллов преимущественным распространением пользуются алмазы со сноповидной и занозистой штриховкой, реже с полицентрически растущими гранями. Количество двойников и сростков здесь одно из наиболее низких (12-13%) среди известных кимберлитовых тел Сибирской платформы, приближаясь к алмазам из месторождений Малоботуобинского района. Среди них наиболее распространенными являются двойники по шпинелевому закону и незакономерные сростки. Число алмазов со скульптурами травления, представленных в основном шрамами, относительно небольшое, не превышающее 25%. При этом содержание кристаллов с кавернами и коррозией составляет всего 2,5%. Подавляющее большинство (свыше 93%) изученных алмазов – в той или иной степени прозрачные камни при высоком (в сумме около 65%) содержании кристаллов чистой воды и весьма прозрачных. Количество окрашенных камней является в целом невысоким и редко превышающим 15%. Наиболее распространены дымчато- и лилово-коричневая слабой интенсивности окраска алмазов I разновидности (21%), значительно реже наблюдается серая и черная (из-за включений графита) окраска камней VIII разновидности. Встречены единичные алмазы с желтой и зеленой (цвета морской волны) окраской, а также с зелеными пятнами пигментации. Кристаллы с признаками ожелезнения отсутствуют.

По характеру свечения в ультрафиолетовых лучах больше алмазов с розовосиреневым свечением при заметном (до 20%) содержании кристаллов без признаков видимого свечения и с зеленой флуоресценцией. Общее количество ал-

мазов с твердыми включениями иногда превышает 25%. Преобладают эпигенетические включения графита в ассоциации с сульфидами. Установлено различие в содержании алмазов в различных рудных столбах диатремы.

Особо следует отметить для диатрем северо-востока Сибирской платформы типоморфизм алмазов II, III и IV разновидностей, которые по своим особенностям близки к кристаллам аналогичных разновидностей Далдынского, Алаakit-Мархинского и Верхнемунского кимберлитовых полей, имеющих, вероятно, эцлогитовый генезис и резко отличающихся от камней этих же разновидностей из известных россыпей северо-востока Сибирской платформы. Типоморфные для этих россыпей кристаллы V и VII, а также II разновидностей (по комплексу признаков) в кимберлитовых телах этого региона полностью отсутствуют [10, 11]. Своеобразной является также кристалломорфология преобладающих в кимберлитовых телах Анабаро-Оленекской области алмазов I разновидности, среди которых выделяются формы роста, растворения и коррозии. Так, в кимберлитовых телах Западно-Укукитского, Чомурдахского, Куранакского и Верхнемоторчунского полей чаще встречаются кристаллы октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов, причем их содержание заметно увеличивается с уменьшением крупности (особенно в классе -1+0,5 мм). Следует при этом отметить, что в первых двух полях преобладают октаэдры с тригональными слоями роста и с полицентрически растущими гранями, также сложенными тригональными слоями роста, характерными для высокопродуктивных кимберлитовых трубок Мирнинского поля. Резко индивидуальными являются типоморфные особенности алмазов южного куста трубок Лучаканского кимберлитового поля (Отрицательная, Двойная, Флажок и Ан.79а) с повышенным (до 25%) содержанием бесцветных кубоидов I разновидности и своеобразных молочно-белых кубоидов

IV разновидности с «облегченным» изотопным составом ( $\delta^{13}\text{C} = -17 - -20\%$ ) [14] углерода, а также трубки Дьянга (Куойское поле), в котором резко преобладают додекаэдриды с шагренью и полосами пластинчатой деформации со сплошными кавернами и с резко преобладающей эклогитовой ассоциацией (гранат оранжевый + омфацил) твердых включений в алмазах.

Проведенные исследования позволяют утверждать, что алмазы из кимберлитов изученных субпровинций СП характеризуются значительной дифференциацией типоморфных особенностей, что, в свою очередь, указывает как на своеобразие термодинамических и геохимических условий их образования, так и на гетерогенность строения верхней мантии Земли. Об имеющих место неоднородностях в строении верхней мантии показывает и различие в содержании и типоморфизме алмазов из широко распространенных на северо-востоке СП россыпей и кимберлитовых диатрем. Кристалломорфологические особенности алмазов, в частности, высокое содержание кристаллов октаэдрического и переходного от него к ромбододекаэдрическому габитусов (кроме трубки Дьянга), свидетельствуют о существовании благоприятных условий для сохранности алмазов.

При этом следует отметить, что полученные в последние годы на представительном статистическом материале результаты исследований типоморфных особенностей алмазов из кимберлитовых тел северо-востока СП меняют имеющиеся представления о закономерном изменении с юга на север провинции морфологии алмазов: снижение кристаллов октаэдрического габитуса и увеличение количества индивидов ромбододекаэдрического, в том числе и типичных округлых алмазов.

Эти представления были основаны на некорректном сопоставлении алмазов из кимберлитовых тел центральной части провинции и кристаллов из россыпей северо-востока СП, так как на это время достоверное количество кристаллов из

кимберлитовых тел этой части платформы еще не было установлено и комплексно не изучено. Результаты проведенных исследований алмазов СП позволяют сделать вывод, что существуют индикаторные признаки этого интересного минерала на всех уровнях его нахождения: от кимберлитовых – провинции, субпровинции, поля, тела до рудного столба. Типоморфизм алмазов из кимберлитов мы рассматриваем с позиций гипотезы о его полигенезе и ксеногенности в геологических образованиях. В связи с этим вся совокупность разновидностей алмазов в кимберлитах образует не парагенетические, а парастерические ассоциации, связанные с общностью сонахождения в этих своеобразных породах. Анализ результатов исследований алмазов СП указывает, что разнообразие морфологических ассоциаций определяется условиями кристаллизации алмаза в материнских породах и местами заложения кимберлитовых очагов, а также особенностями протекания извержений кимберлитовых расплавов, существенным образом влияющих на растворение и коррозию кристаллов минерала, что приводит к преобразованию его первоначальной формы вплоть до полного уничтожения. В итоге для каждого кимберлитового тела присущ индивидуальный характер типоморфных особенностей алмазов, причем в диатремах многофазного строения зачастую отличаются кристаллы отдельных рудных столбов.

Проведенный анализ особенностей алмазов позволяет сформулировать морфологический критерий алмазоносности, отрицательным фактором которой является повышенное (более 18–20%) содержания типичных округлых алмазов «уральского» («бразильского») типа. В свою очередь, имеющиеся данные по типоморфизму алмазов из кимберлитовых тел Сибирской платформы свидетельствует об отсутствии горизонтальной концентрической зональности в изменении их типоморфных особенностей.

Существует несколько площадей, характеризующихся определенными разли-

чиями их структурного положения и неодинаковой глубиной заложения магматических очагов, а также динамикой проявления кимберлитового магматизма и различием окислительных условий, способствующих растворению и коррозии алмазов. Это противоречит мнению отдельных исследователей, предлагающих модель концентрического строения кимберлитовых провинций по результатам исследования вещественного состава магматитов, при которой от центра древних платформ к их периферии алмазоносность диатрем резко уменьшается. Следует подчеркнуть, что пока не установлено и уменьшение алмазоносности с глубиной кимберлитовых диатрем.

Разработанные методические приёмы изучения алмазов и особенности его распространения можно успешно использовать при оценке перспектив алмазоносности и других древних платформ Мира.

#### Библиографический список

1. *Аргунов К.П., Захарова В.Р., Зинчук Н.Н.* Методическое руководство по изучению и использованию алмазов при типизации кимберлитовых трубок / Уралгеология. Свердловск, 1985. 105 с.
2. *Аргунов К.П., Зинчук Н.Н.* Некоторые вопросы онтогении природных алмазов // Исследование высокobarических минералов. М.: ИФЗ АН СССР, 1987. С.166-186.
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.* Поисковая минералогия алмаза. Новосибирск: Гео, 2010. 650 с.
6. *Бартошинский З.В., Квасница В.Н.* Кристалломорфология алмаза из кимберлитов. Киев: Наукова думка, 1991. 172 с.
7. *Галимов Э.М., Клюев 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.
8. *Зинчук Н.Н., Зуев В.М., Коптиль В.И., Черный С.Д.* Стратегия ведения и результаты алмазопроисковых работ // Горный вестник. 1997. №-3. С.53-57.
9. *Зинчук Н.Н., Коптиль В.И.* Особенности алмазов из кимберлитовой трубки Нюрбинская (Якутия) // Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2001. С.368-376.
10. *Зинчук Н.Н., Коптиль В.И.* Особенности коренной алмазоносности Сибирской платформы // Российская Арктика: геологическая история, минералогия, экология. СПб., 2002. С.586-602.
11. *Зинчук Н.Н., Коптиль В.И.* Типоморфизм алмазов Сибирской платформы. М.: Недра, 2003. 603 с.
12. *Зинчук Н.Н., Коптиль В.И.* Типоморфные особенности алмазов в связи с проблемой прогнозирования их коренных источников // Мінеральні ресурси України. 2014. №-1. С.17-23.
13. *Зинчук Н.Н., Коптиль В.И., Борис Е.И., Липашова А.Н.* Типоморфные особенности алмазов из кимберлитовых тел Сибирской платформы в связи с прогнозированием и поисками месторождений алмазов // Вестник Воронежского ун-та. Геология, 1999. №-7. С. 155-166.
14. *Орлов Ю.Л.* Минералогия алмаза. М.: Наука, 1984. 264 с.
15. *Соболев Н.В.* О минералогических критериях алмазоносности кимберлитов // Геология и геофизика. 1971. №-3. С. 70-80.
16. *Соболев Н.В., Ефимова Э.С.* Парагенетические типы природных алмазов // Петрология и минералогия земной коры и верхней мантии. Новосибирск: ИГГМ СО АН СССР. 1981. С.70-77.
17. *Харькив А.Д., Зинчук Н.Н., Крючков А.И.* Коренные месторождения алмазов Мира. М.: Недра, 1998. 556 с.
18. *Харькив 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.

## About Characteristics of Diamonds of Perspective Areas of the Siberian Platform

**N.N. Zinchuk, V.I. Koptil**

West-Yakutian Scientific Center of Academy of Sciences of the Sakha Republic, 4/1 Lenina Str., Mirny 678170, Yakutiya, E-mail: nnzinchuk@rambler.ru

As a result of carried out research and summarized materials on specific features of diamonds of the Siberian platform, conclusions were made that indications exist at all the levels of their occurrence: from diamondiferous provinces, sub-provinces, fields, diatremes, to ore columns. All the diamond varieties in kimberlite rocks forms not paragenetic, but parasteric associations based on the similarity of their co-existence in the kimberlites. Morphological criteria of kimberlite diamondiferousness according the quantitative content of rounded diamonds were formulated. Sufficient differences in diamondiferousness of kimberlites through all the explored depth of diatremes (up to 1200 m) were not revealed.

Keywords: *diamonds; kimberlites; Siberian platform; parasteric association, diamondiferousness criteria.*

### References

1. *Argunov K.P., Zakharova V.R., Zinchuk N.N.* 1985. Metodicheskoe rukovodstvo po izucheniyu i ispolzovaniyualmazov pri tipizatsii kimberlitovykh trubok [Methodical guidebook on the study and usage of diamonds for classification of kimberlite pipes]. Uralgeologiya, Sverdlovsk, p. 105. (in Russian)
2. *Argunov K.P., Zinchuk N.N.* 1987. Nekotorye voprosy ontogenii prirodnykhalmazov [Some problems of ontogeny of natural diamonds]. Study of high-pressure minerals. Moskva, IFZ AN SSSR, p. 166-186. (in Russian)
3. *Afanasiev V.P., Efimova E.S., Zinchuk N.N., Koptil V.I.* 2000. Atlas morfologiialmazov Rossii [Atlas of morphology of diamonds of Russia]. Novosibirsk, NITS OIGGM SO RAS, p. 291. (in Russian)
4. *Afanasiev V.P., Zinchuk N.N., Pokhilenko N.P.* 2001. Morfologiya i morfogenez indikatornykh mineralov kimberlitov [Morphology and morphogenesis of mineral indicators of kimberlites]. Novosibirsk, Geo, p. 276. (in Russian)
5. *Afanasiev V.P., Zinchuk N.N., Pokhilenko N.P.* 2010. Poiskovaya mineralogiya almaza [Exploration mineralogy of diamonds]. Novosibirsk, Geo, p. 650. (in Russian)
6. *Bartoshinskiy Z.B., Kvasnitsa V.N.* 1991. Kristallomorfologiya almaza iz kimberlitov [Crystallomorphology of diamond from kimberlites]. Kiev, Naukova Dumka, p. 172. (in Russian)
7. *Galimov E.M., Klyuev Yu.A., Ivanovskaya I.N., et al.* 1979. Korrelyatsiya izotopnogo sostava ugleroda, morfologii i strukturnykh osobenostey monokristallicheskikhalmazov iz nekotorykh rossypey Yakutii [Correlation of isotopic content of carbon, morphology, and structural features of monocrystalline diamonds from some Yakutian placers]. Dokl. AN SSSR, 249 (4): 958-961. (in Russian)
8. *Zinchuk N.N., Zuev V.M., Koptil V.I., Chyornyy S.D.* 1997. Strategiya vedeniya i rezultatyalmazoposkovykh rabot [Strategy of conducting and results of diamond exploration]. Gornyy vestnik. 3: 53-57. (in Russian)
9. *Zinchuk N.N., Koptil V.I.* 2001. Osobennostialmazov iz kimberlitovoy trubki Nyurbinskaya (Yakutia) [Characteristics of diamonds from kimberlite pipe Nyurbinskaya, Yakutiya]. Problemyalmaznoy geologii i nekotorye puti ikh resheniya, Voronezh, VGU, pp. 368-376. (in Russian)
10. *Zinchuk N.N., Koptil V.I.* 2002. Osobennosti korennoy almazonosnosti Sibirskoy platformy [Characteristics of primary diamondiferousness of the Siberian platform]. Rossiyskaya Arktika: geologicheskaya istoriya, mineralogiya,

- mineralogiya, ekologiya. St. Peterburg, pp. 586-602. (in Russian)
11. *Zinchuk N.N., Koptil V.I.* 2003. Tipomorfizm almazov Sibirskoy platformy [Typomorphism of diamonds of the Siberian platform]. Moskva, Nedra, p. 603. (in Russian)
  12. *Zinchuk N.N., Koptil V.I.* 2014. Tipomorfnye osobennosti almazov v svyazi s problemoy prognozirovaniya ikh korennykh istochnikov [Diamond typomorphic characteristics related to the problem of their source]. Mineralni resursy Ukrainy. 1: 17-23. (in Russian)
  13. *Zinchuk N.N., Koptil V.I., Boris E.I., Lipashova A.N.* 1999. Tipomorfnye osobennosti almazov iz kimberlitovykh tel Sibirskoy platformy v svyazi s prognozirovaniem i poiskami mestorozhdeniy almazov [Typomorphic characteristics of diamonds from kimberlites of the Siberian platform relative to the forecasting and exploration of diamond deposits]. Vestnik Voronezh. Univ. Geologiya. 7: 155-166. (in Russian)
  14. *Zinchuk N.N.* 1984. Mineralogiya almaza [Mineralogy of diamond]. Moskva, Nauka, p. 264. (in Russian)
  15. *Sobolev N.V.* 1971. O mineralogicheskikh kriteriyakh almazonosnosti kimberlitov [On mineralogical criteria of kimberlites diamond content]. Geologiya i geofizika. 3: 70-80. (in Russian)
  16. *Sobolev N.V., Efimova E.S.* 1981. Parageneticheskie tipy prirodnykh almazov [Paragenetic types of natural diamond]. petrologiya i mineralogiya zemnoy kory i verkhney mantii. Novosibirsk, IGGM SO AN SSSR, p.70-77. (in Russian)
  17. *Kharkiv A.D., Zinchuk N.N., Kryuchkov A.I.* 1998. Korennye mestorozhdeniya almazov Mira [Primary diamond deposits of the World]. Moskva, Nedra, p. 556. (in Russian)
  18. *Kharkiv A.D., Kvasnitsa V.N., Safronov A.F., Zinchuk N.N.* 1989. Tipomorfizm almaza i ego mineralov-sputnikov iz kimberlitov [Typomorphism of diamond and its accessory minerals from kimberlites]. Kiev, Naukova Dumka, p. 183. (in Russian)