

Особенности алмазов в древних осадочных толщах на площадях влияния продуктивных кимберлитовых диатрем

Н.Н.ЗИНЧУК, В.И.КОПТИЛЬ (Западно-Якутский научный центр Академии наук Республики Саха, Якутия (ЗЯНЦ); 678170, г. Мирный, Чернышевское шоссе, д. 16)

На основании обобщения огромного фактического материала по комплексному изучению алмаза дана его характеристика в верхнепалеозойских и мезозойских осадочных толщах Центрально-Сибирской алмазоносной субпровинции, где убедительно показано, что область развития отдельных макроассоциаций алмаза ограничивается конкретным алмазоносным районом, в пределах которого развиты комплексы разновозрастных терригенных и прибрежно-морских верхнепалеозойских и мезозойских отложений.

Ключевые слова: верхнепалеозойские и мезозойские отложения, Сибирская платформа, алмаз и алмазоносные россыпи.

Зинчук Николай Николаевич
доктор геолого-минералогических наук



nzinchuk@rambler.ru

Коптиль Василий Иванович
кандидат геолого-минералогических наук

nzinchuk@rambler.ru

Specific features of diamonds from ancient sedimentary thick layers in areas of productive diatreme influence

N.N.ZINCHUK, V.I.KOPTIL (West-Yakutian Scientific Centre of RS (Y) AS)

Based on generalization of large actual material on complex investigation of diamonds, their characterization in Upper Paleozoic and Mesozoic sedimentary thick layers of the Siberian platform is provided. Special attention is paid to the Central-Siberian subprovince; it is validated that the development area of individual diamond macroassociations is limited by a specific diamondiferous region, where complexes of noncoeval terrigenous and coastal Upper Paleozoic and Mesozoic sediments are developed.

Key words: Upper Paleozoic and Mesozoic sediments, Siberian platform, diamond and diamondiferous placers.

В алмазной геологии основным объектом исследования является сам алмаз – очень устойчивый в экзогенных условиях минерал, характеризующийся широким комплексом кристалломорфологических особенностей, отражающих своеобразие термодинамических и геохимических условий его образования и рассматривающихся в качестве типоморфных признаков. Учёт последних при поисках алмазов позволяет проводить районирование исследуемых территорий и на этой основе исключать из опосредования те площади, на которых нахождение алмазоносных кимберлитов маловероятно. Всесторонние исследования алмазов Сибирской платформы (СП) с использованием различных минералогических классификаций [1–8, 12–15, 16, 18] позволили выработать систему анализа их типоморфных особенностей и на этой основе [9, 10, 11, 17] провести минерагеническое районирование платформы в целом

с выделением типов первоисточников алмазов, отвечая при этом на главные вопросы: можно ли ожидать открытия высокоалмазоносных кимберлитов на севере и северо-востоке платформы (включая Анабарский и Кютюнгинский алмазоносные районы), а также на юге и юго-западе (в Иркутской области и Красноярском крае), и где сосредоточить их поиски. Алмазопоскоковые работы на Сибирской платформе ведутся уже более 60 лет. В результате здесь открыто свыше 1000 кимберлитовых тел (трубки, дайки, силлы и жилы) и установлено широкое развитие россыпной алмазоносности в разновозрастных коллекторах различных генетических типов. Кимберлитовые тела сгруппированы в 25 кимберлитовых полях и распределены по площади платформы неравномерно [9, 10, 13–15, 16, 18]. При изучении типоморфных особенностей алмазов авторами [1–3, 6, 9–11, 17] применялась их минералогическая

классификация по комплексу взаимосвязанных признаков и свойств, предложенная Ю.Л.Орловым [13] и в значительной степени основанная на физических свойствах алмазов [6–8, 9, 16]. Согласно этой классификации, выделяется 11 генетических разновидностей алмазов с дополнительным разделением по габитусу и морфологическим типам, отражающим специфику условий их образования (формы роста, растворение и коррозия). Кроме того, исследовались кристалломорфологические особенности алмазов (характер скульптур и двойники-сростки), прозрачность, окраска, пигментация, ожелезнение, фотолюминесцентные особенности, изотопный состав углерода, минералогия и химический состав твёрдых включений, сохранность, трещиноватость и механический износ кристаллов. Такой подход со статистической обработкой огромной базы данных по комплексному изучению алмазов позволил авторам [9–11, 17] выделить четыре типа первоисточников алмазов (алмазных ассоциаций): I – алмазы кимберлитового генезиса, характерные для богатых кимберлитовых тел фанерозойского возраста, II – алмазы кимберлитового генезиса, характерные для кимберлитовых тел с убогой алмазоносностью и кимберлитовых жил, III – алмазы невыясненного (предположительно эклогитового) генезиса и IV – алмазы «импактного» генезиса.

Центрально-Сибирская алмазоносная субпровинция (ЦСАСП) занимает центральную часть Сибирской платформы, южнее Маакской излучины р. Оленёк. Здесь проявлены продуктивная россыпная алмазоносность и высокоалмазоносный кимберлитовый магматизм среднепалеозойского возраста. В россыпях древнего возраста резко преобладают алмазы I типа первоисточника, что свойственно Малоботубинскому (МБАР), Далдыно-Алакитскому (ДААР), Ыгыаттинскому (ЫАР), Моркокинскому (МАР) и Средне-Мархинскому (СМАР) алмазоносным районам. Характерно наличие россыпей ближнего, среднего и дальнего сноса, для которых в некоторых алмазоносных районах существуют местные коренные источники. Наиболее широкие масштабы россыпной алмазоносности установлены в Малоботубинском и Средне-Мархинском алмазоносных районах (см. рисунки 1–4). В первом из них на протяжении более 50 лет разрабатываются богатые россыпи алмазов юрского возраста, а в начале 1980-х годов выявлены промышленные концентрации алмазов в отложениях позднепалеозойского возраста. В Далдыно-Алакитском алмазоносном районе обнаружены россыпи алмазов ближнего сноса, непосредственно примыкающие к кимберлитовым трубкам. Округлые алмазы встречаются здесь только на его западном (бассейн р. Алакит) и восточном (бассейн р. Силегир) флангах. В СМАР найдены россыпи алмазов в позднепермских–нижнеюрских отложениях, часть из которых связана с известными трубками Накынского кимберлитового поля (НКП). В Верхне-Мунском алмазоносном районе

россыпь Уулаах-Муна приурочена к ореолам эрозионного выноса кимберлитового материала и алмазов из известных на этой территории кимберлитовых трубок. Алмазы присутствуют здесь в юрских железистых галечниках. Особенность алмазов отдельных территорий субпровинции – различное соотношение кристаллов октаэдрического и ромбододекаэдрического габитусов при низком (не более 10%) содержании округлых алмазов уральского типа и кубоидов. На комплексной основе проведено [9–11, 17] среднемасштабное районирование Центрально-Сибирской алмазоносной субпровинции отдельно по её четырём алмазоносным районам: Малоботубинскому, Моркокинскому, Далдыно-Алакитскому и Средне-Мархинскому. Комплексный анализ этих материалов позволяет использовать их для выяснения как условий генезиса алмазов в кимберлитовых телах, так и их экзогенной истории в россыпях различного возраста и происхождения.

Малоботубинский алмазоносный район охватывает бассейн р. Малая Ботубия (правый приток среднего течения р. Виллой). В структурном отношении он находится в пределах Ботубинского поднятия (северо-восточное окончание Непско-Ботубинской антеклизы). Среднепалеозойские кимберлитовые трубки здесь тяготеют к Виллойско-Мархинской зоне разломов (зоне тектонической активизации). В районе широко развиты терригенные отложения верхнего палеозоя и нижней юры, к которым приурочены промышленные россыпи алмазов и их проявления [11, 12, 17]. Предварительное районирование разновозрастных россыпей МБАР с учётом их возраста и местоположения свидетельствует (см. рисунки 1, 2 и 5) об их полигенности и существовании смешанных ореолов (на основе комплексного исследования типоморфных особенностей алмазов). Авторы не обнаружили существенных отличий между алмазами из верхнепалеозойских и мезозойских отложений в пределах одного и того же участка (россыпи *Солур* и *Восточная*). В частности, несмотря на преобладание в россыпях алмазов октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов I разновидности (группы кимберлитовых тел I и II по классификации Ю.Л.Орлова), в ряде россыпей содержание алмазов с сине-голубой фотолюминесценцией достигает 30–40%, что не характерно для трубок Мир и Интернациональная, но присуще другой группе трубок (Дачная и др.). В целом морфологический спектр алмазов из россыпей Малоботубинского алмазоносного района идентичен между собой, но несколько отличается от этих минералов из известных кимберлитовых трубок. В частности, суммарное содержание кристаллов октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов в большинстве россыпей на 10% ниже, чем в кимберлитовых трубках I–II группы (Мир, Интернациональная, Дачная, имени XIII съезда КПСС, Спутник), и одновременно несколько выше количество ламинарных

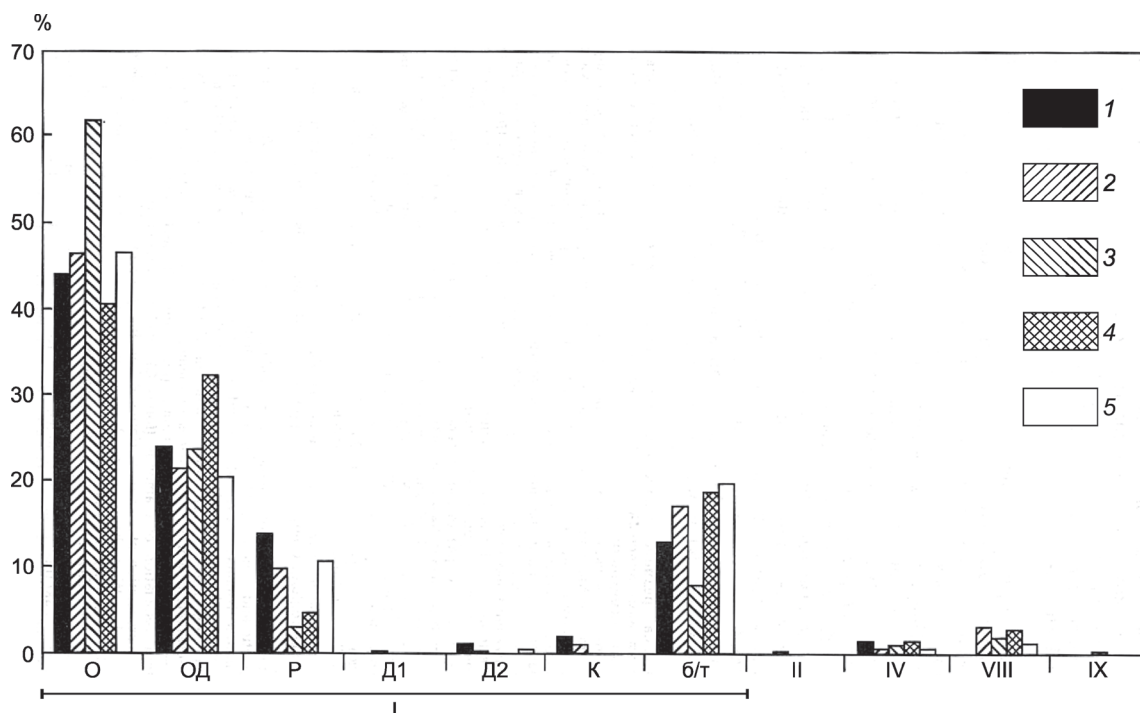


Рис. 1. Типоморфные особенности алмазов из россыпей Малоботубинского алмазоносного района:

1–5 – участки: 1 – Улахан-Еленгский, 2 – Глубокий, 3 – Солур, 4 – Куранахский, 5 – Таборный; I, II, IV, VIII, IX – разновидности алмазов по Ю.Л.Орлову (O – октаэдры, OD – переходные формы, P – ламинарные ромбододекаэдры, Д1 – додекаэдры скрытослоистые, Д2 – додекаэдры с шагренью, К – кубы, б/т – осколки)

ромбододекаэдров. Следует отметить, что в россыпях чуть больше плоскогранных октаэдров, чем в трубке Интернациональная, и меньше, чем в диатреме Мир. Иные морфогенетические разновидности алмазов в россыпях по сравнению с известными коренными источниками не встречены. Исключение составляет заметное количество округлых алмазов уральского (бразильского) типа, характерных для россыпных проявлений севера Иркутской области (бассейн р. Нижняя Тунгуска). Последние нехарактерны для древних вторичных коллекторов мезозойского и позднепалеозойского возрастов МБАР. Следует отметить, что в ряде россыпей (участки Заря, Искра, Тымтайдахский, Дачный-1, Глубокий и Восточный) установлено (см. рисунки 1 и 2) присутствие (0,5–1,0%) так называемых алмазов Пв разновидности удачининского типа [13], представленных равномерно окрашенными в жёлтый цвет октаэдрами с занозистой штриховкой и блоковой скульптурой без площадок {100}, ярко-жёлтой фотолуминесценцией и с азотным центром N+V, для которых установлен [7] лёгкий ($\delta^{13}\text{C} = -14,7\%$) изотопный состав углерода, а рентгеноспектральным анализом диагностирован эклогитовый состав включений. Такого рода алмазы не установлены в трубках Мир, Интернациональная и других телах МБАР. Содержание алма-

зов с оболочкой IV разновидности колеблется в пределах 0,4–1,7%, поликристаллических агрегатов VIII разновидности – 0,7–3,1%, а бесцветных кубооктаэдров, куборомбододекаэдров и тетрагексаэдров I разновидности – 1,3–2,0% от общего количества кристаллов. Необходимо отметить, что в алмазах некоторых россыпей, в частности, участка Восточный присутствует (в отличие от коренных месторождений) так называемая леденцовая скульптура и отсутствует мелкий класс, являющийся необходимым атрибутом россыпей ближнего сноса. По этому участку также установлено повышенное содержание включений сульфидных минералов (пирит в форме кубооктаэдров по трещинам), возможно, эпигенетического происхождения. Во многих россыпях (участки Тымтайдахский, Дачный, Искра и др.) по результатам исследований отмечается высокое содержание низкоазотных и безазотных кристаллов, практически отсутствующих в трубках Мир и Интернациональная (см. рисунки 1 и 2). Следует отметить, что количество алмазов с пониженным содержанием азота в общей сложности составляет до 30% всех кристаллов. Отличие этих алмазов заключается в том, что, во-первых, количество таких индивидов в россыпях значительно больше, чем в трубках Таежная и Амакинская (не более 10%), во-вторых, среднее

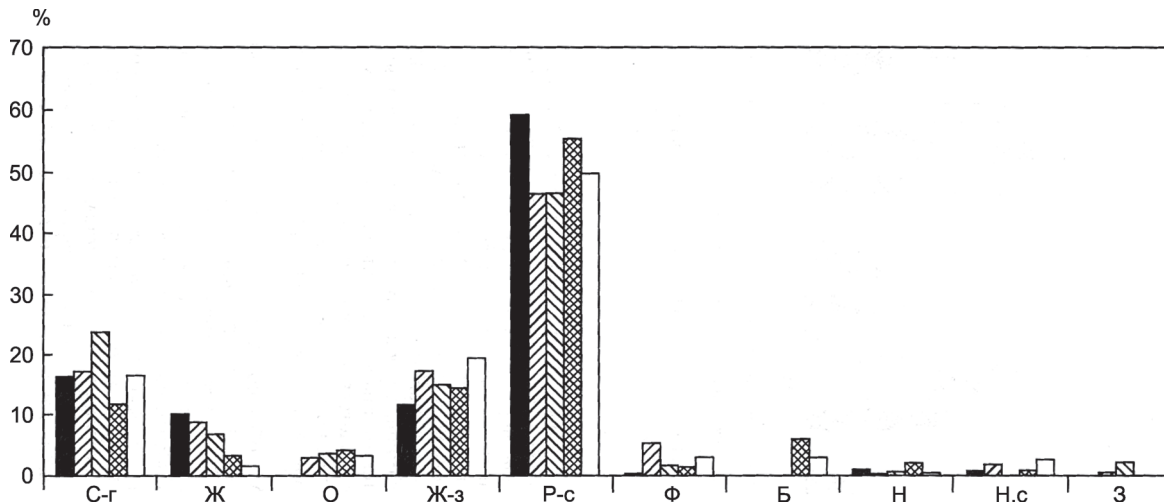


Рис. 2. Фотолюминесцентные особенности алмазов из россыпей Малобутубинского алмазоносного района:

цвет люминесценции: С-г – сине-голубой, Ж – жёлтый, О – оранжевый, Ж-з – жёлто-зелёный, зелёный, Р-с – розово-сиреневый, Ф – фиолетовый, Б – белёсый, Н – неопределённый, Н.с – несветящиеся алмазы, З – с зональным свечением; см. услов. обозн. к рис. 1

содержание азота в них ниже ($1-2 \times 10^{19} \text{ см}^{-3}$), чем в кристаллах трубки Таежная ($4-5 \times 10^{19} \text{ см}^{-3}$), и в-третьих, эти алмазы в россыпях представлены в основном октаэдрами, в то время как в трубке Таежная основная их масса – ромбододекаэдры. Общая особенность кристаллов с пониженным содержанием азота – зелёная, реже жёлто-зелёная фотолюминесценция (см. рис. 2). На этапе среднемасштабного районирования [10, 11, 17] все проявления и россыпи алмазов сгруппированы в три россыпных поля – Ирелях-Маччобинское с разделением на Центральный и Юго-Западный ореолы, Чуоналыр-Курунг-Юряхское с разделением на Северо-Западный и Лапчанский ореолы и Бахчинское. Эти поля неравнозначны как по масштабам россыпной алмазности, так и по количеству извлечённых и изученных кристаллов, часто статистически непредставительному для достоверной характеристики ореолов, а также по детальности применяемого комплекса минералогических и физических методов исследований. Следует отметить, что первое поле охватывает россыпные проявления и россыпи алмазов нижнеюрских отложений, а остальные – верхнепалеозойских, включая только одну мезозойскую россыпь участка Солурский. Подавляющее большинство алмазов из данных россыпей относится к Ирелях-Маччобинскому россыпному полю. По типоморфным особенностям алмазов они достаточно гетерогенны, несмотря на преобладание кристаллов октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов. Например, содержание кристаллов октаэдрического габитуса колеблется в

значительных пределах – от 22,2% (участок *Нижне-Юлегирский*) до 64,3% (участки *Лосиха* и *Безрудность ВГ*). Содержание ламинарных кристаллов ромбододекаэдрического габитуса для большинства участков (10,5–22,2%) почти в два раза выше, чем в трубках Мир и Интернациональная. Также наблюдаются заметные (7,1–35,7%) колебания в содержании двойников и сростков, фотолюминесцентных особенностях, причём по большинству участков количество кристаллов с сине-голубой фотолюминесценцией (13,6–42,8%) заметно выше по сравнению с трубками Мир и Интернациональная. Также наблюдаются резкие (18,8–63,1%) колебания в содержании целых камней, что может свидетельствовать о своеобразии литолого-фациальных условий формирования этих россыпей. Различия по окраске, прозрачности, характеру скульптур травления и твёрдым включениям в алмазах отдельных участков менее значительны. Всё это позволяет выделить в пределах Ирелях-Маччобинского россыпного поля центральную ассоциацию алмазов. Наиболее контрастным ореолом в пределах *Центрального россыпного поля* отличается участок *Тымтайдахский* с пониженным (43,5%) содержанием кристаллов октаэдрического и повышенным – переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому (35,4%) и ромбододекаэдрического (11,2%) габитусов. Здесь отмечены присутствие (3,2%) жёлтых ромбододекаэдров II разновидности, высокое (27,4%) количество двойников и сростков с преобладанием незаконномерных сростков, повышенные (25,8%) концентрации окрашенных камней и

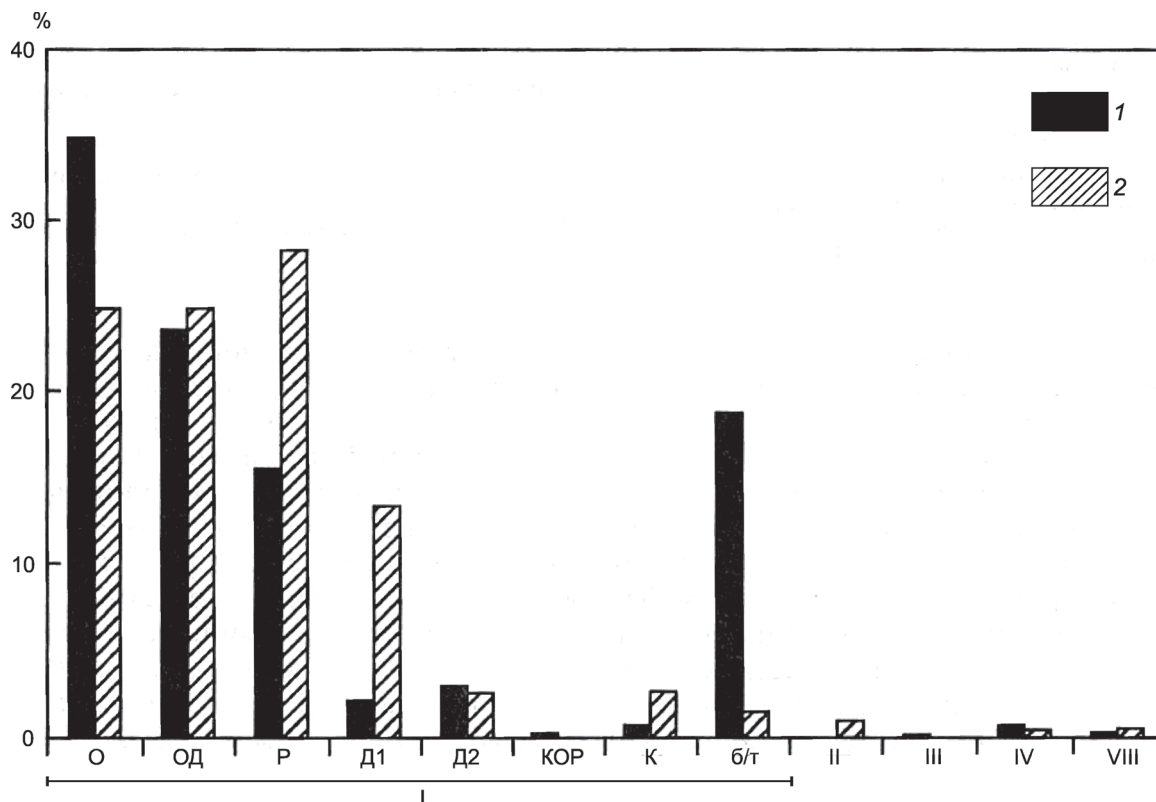


Рис. 3. Типоморфные особенности алмазов из россыпей Моркокинского и Среднемархинского алмазоносных районов:

1 – участок Дьюкунах, С₁; 2 – среднее течение р. Марха, Q; I–IV, VIII – разновидности алмазов по Ю.Л. Орлову (O – октаэдры, OD – переходные формы, P – ламинарные ромбододекаэдры, D1 – додекаэдры скрытослоистые, D2 – додекаэдры с шагренью, KOP – куборомбододекаэдры, K – кубы, б/т – осколки)

кристаллов с зелёной, жёлтой и оранжевой (в сумме 45,2%) фотолюминесценцией, преобладающих над индивидами с розово-сиреневым свечением. Характерна также невысокая степень сохранности (целостности) кристаллов при очень низкой (6,5%) роли камней с механическим износом «выкрашивания» и пониженным содержанием примесного азота в форме А-центра. Аномальный характер комплекса минералогических и физических особенностей алмазов россыпи участка Тымтайдахский, подтверждённый результатами их обработки статистическими методами, по мнению авторов, свидетельствует о том, что не менее 30% алмазов этой россыпи составляют кристаллы, отличающиеся от кристаллов трубки Мир, что может указывать [9, 15–18] на наличие в пределах участка высокоалмазоносных кимберлитовых тел (по морфологическому критерию алмазоносности). В целом для алмазов Юго-Западного ореола Ирелях-Маччобинского россыпного поля характерна значительная дифференциация типоморфных особенностей алмазов отдельных участков. При этом участок Куранахский отличается от

трубки Интернациональная низким (40%) содержанием кристаллов октаэдрического и высоким (32,1%) – индивидов переходного от октаэдрического габитусов I разновидности при повышенном (1,4%) содержании алмазов с оболочкой IV разновидности. Ещё более контрастными по типоморфным особенностям алмазов являются два ореола рассеяния алмазов в пределах верховья р. Улахан-Еленг и в бассейне р. Чуоналыр-Южный. Для первого характерно преобладание кристаллов октаэдрического (54,7%) и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов, причём для них, в отличие от трубок Мир и Интернациональная, характерно резкое преобладание индивидов со сноподобной (48,5%) штриховкой над кристаллами с полицентрически растущими гранями (25,8%) при фактическом отсутствии (1,9%) алмазов с занозистой штриховкой. Другими их типоморфными особенностями являются сравнительно высокое (17,5%) содержание двойников и сростков и очень низкое (4,1%) количество окрашенных камней, а также индивидов с твёрдыми включениями (10,3%). Среди алмазов более

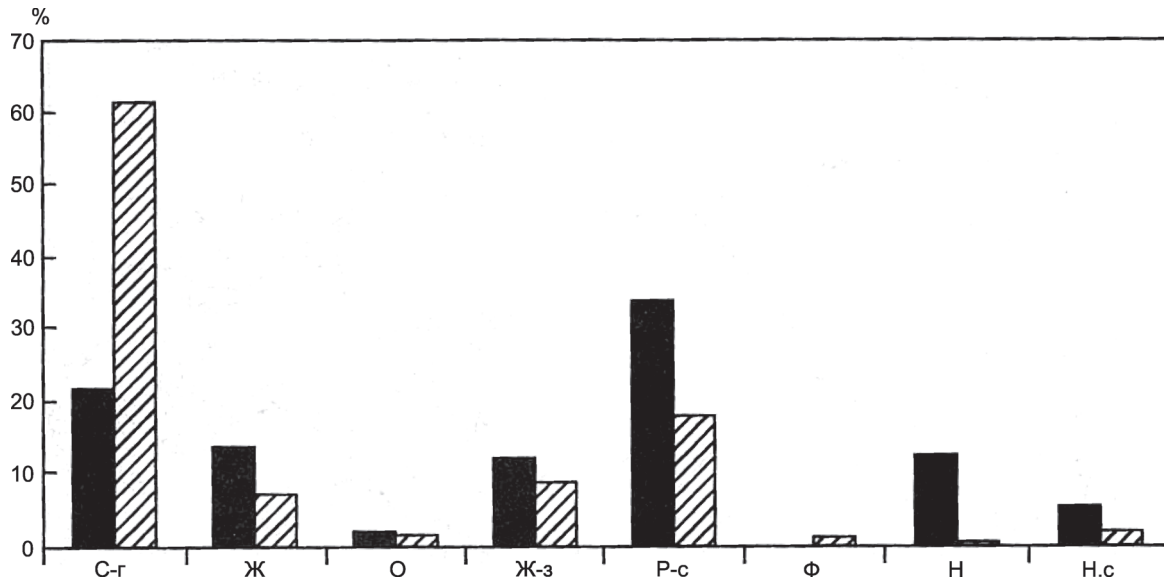


Рис. 4. Фотолуминесцентные особенности алмазов из россыпей Моркокинского и Среднемархинского алмазоносных районов:

см. услов. обозн. к рис. 1

половины составляют кристаллы с пониженным содержанием примесного азота в форме А-центра, а также индивиды с однородным распределением центров розово-сиреневой фотолуминесценции, нехарактерных для трубок Мир и Интернациональная. Всё это позволяет утверждать, что алмазы участка *Улахан-Еленгский* характеризуются типоморфными особенностями, близкими для кристаллов богатого типа первоисточника наиболее продуктивной фазы кимберлитового магматизма МБАР. В то же время по ряду типоморфных особенностей (отсутствие алмазов с занозистой штриховкой, высокое содержание двойников и сростков, небольшое количество окрашенных камней, а также кристаллов с включениями) эти алмазы заметно отличаются от таковых из основных коренных месторождений района, что свидетельствует о нахождении здесь высокоалмазоносного коренного источника. Это также подтверждается особенностями распределения кристаллов по гранулометрии, характерной для россыпей ближнего сноса. По предварительным данным, аномальный для МБАР комплекс типоморфных особенностей характерен также для разновозрастных отложений бассейна р. Чуоналыр (Южный), для которых установлено высокое (5%) содержание алмазов с оболочкой IV разновидности и поликристаллических агрегатов (5,0%) VIII разновидности. Такого рода индивиды повышенной хрупкости могут сохраняться только в россыпях ближнего сноса. С алмазами участка Улахан-Еленгский изученные кристаллы сближают однород-

ное распределение центров розово-сиреневого свечения и высокое содержание кристаллов с пониженной концентрацией примесного азота в форме А-центра. Коренным источником алмазов, поступающих в россыпи ручьёв Улахан-Еленг и Чуоналыр (Южный), могут быть неизвестные кимберлитовые тела, предполагаемые на водоразделе этих водотоков. Для алмазов отдельных участков *Чуоналыр-Курунг-Юряхского россыпного поля* также отмечается значительная дифференциация типоморфных особенностей алмазов, несмотря на то, что для них в целом характерно преобладание кристаллов октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов. По сравнению с Ирелях-Маччобинским россыпным полем оно характеризуется пониженным (не более 14,3%) содержанием ламинарных ромбододекаэдров при полном отсутствии типичных округлых алмазов, небольшом (8,1–14,3%) количестве кристаллов с сине-голубой фотолуминесценцией, повышенной (21,6–28,6%) роли индивидов с жёлто-зелёным свечением и сравнительно высоком (35,1–43,2%) числе целых камней. Исходя из типоморфных особенностей, алмазы Чуоналыр-Курунг-Юряхского россыпного поля можно объединить в северо-западную ассоциацию. Следует также отметить повышенное до 10% содержание алмазов с эклогитовой ассоциацией твёрдых включений по участку Солурский, практически отсутствующих в трубках Мир и Интернациональная [9]. Алмазы этого участка характеризуются аномально высоким

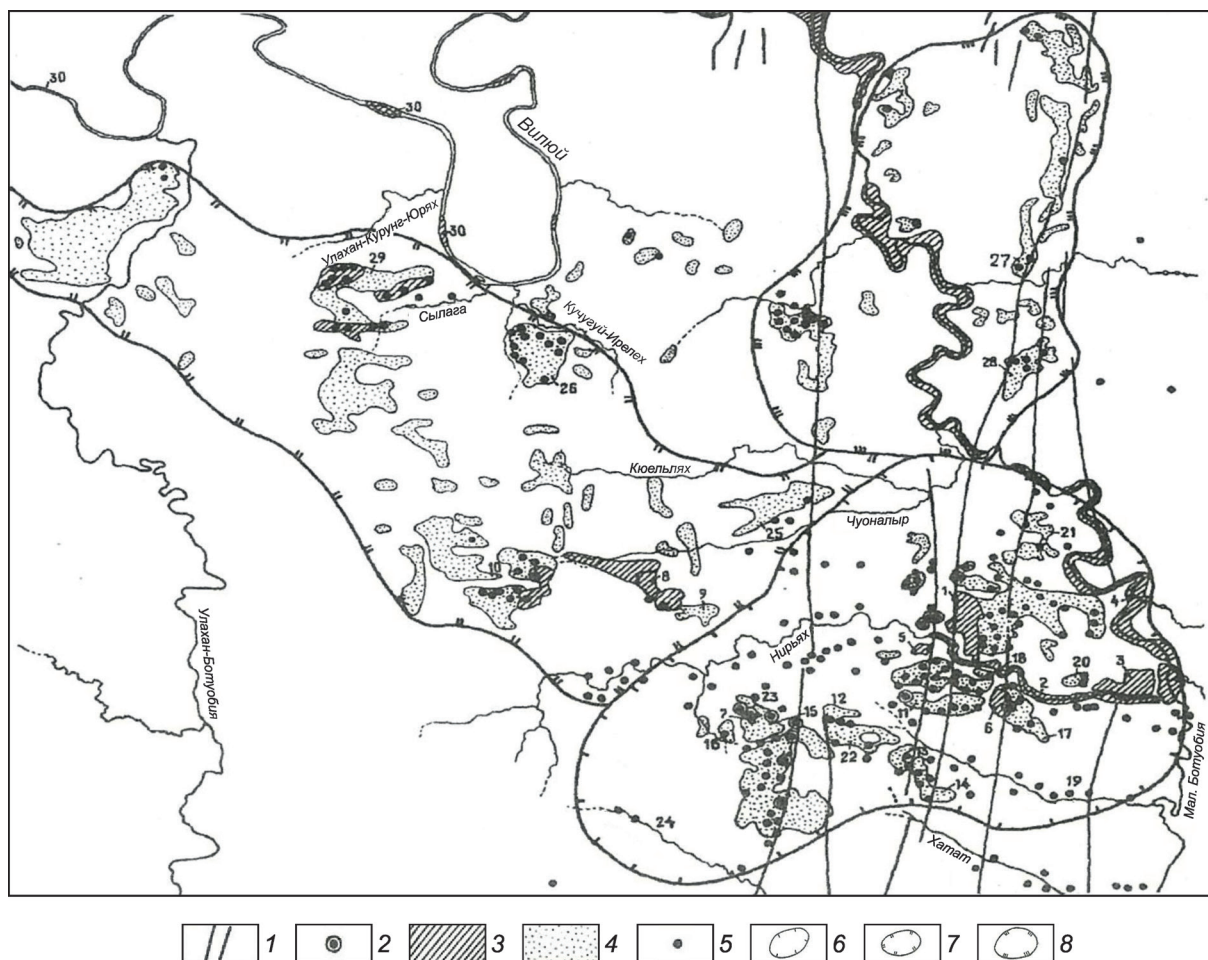


Рис. 5. Схема размещения ореолов рассеяния алмазов и их минералов-спутников в МБАР:

1 – непромышленные россыпи алмазов р. Вилюй; 2 – разведанные россыпи алмазов (участки Новинка, Восточный, Дачный, Горный, Водораздельные галечники, Глубокий, Озерный, Горный, Заря, Звезда, Победа, Искра и др.); 3 – недостаточно оценённые россыпные проявления алмазов; 4 – высококонтрастные ореолы индикаторных минералов кимберлитов оценённые и недостаточно оценённые (основные участки: 1 – Левобережный, 2 – Водораздельный, 3 – Улахан-Курун-Юряхский, 4 – Верхне-Сылагинский, 5 – Кучугуй-Иреляхский, 6 – Приразломный, 7 – Бестяхский, 8 – Чайдахский, 9 – Западный, 10 – Восточный, 11 – Кюельяхский, 12 – Находка, 13 – Медвежий, 14 – Делбирге); 5 – Минералогические поля рассеяния кимберлитовых минералов: I – Ирелях-Маччобинское, II – Чуоналыр-Курун-Юряхское, III – Бахчинское, IV – Сюльдюкарское, V – Джункунское; 6 – кимберлитовые тела; 7 – зоны глубинных разломов; 8 – рудоконтролирующие и потенциально рудоконтролирующие глубинные разломы Вилюйско-Мархинской зоны

количеством кристаллов с эпигенетическими сульфидными включениями, возникающими при гидротермальной минерализации древнего вторичного коллектора, находящегося на площадях, прилегающих к зоне Буордахского разлома. Типоморфные особенности алмазов из верхнекаменноугольных и мезозойских отложений участка Солурский очень близки, что свидетельствует об их сложной экзогенной истории. На это также указывает высокий средний вес кристаллов (17,7–19,3 мг) при отсутствии мелких камней класса

–1+0,5 мм, причём последние в основном представлены осколками. Вместе с тем для алмазов характерно высокое (40%) содержание камней с механическим износом «выкрашивания», что может свидетельствовать о нахождении их коренных источников на значительном удалении при существовании сноса с запада. Для алмазов *Бахчинского поля* характерно резкое преобладание кристаллов октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов при низком (не более 7,7%) содержании ламинарных

ромбододекаэдров, двойников и сростков, окрашенных камней и сравнительно небольшом (не более 23,1%) количестве кристаллов с сине-голубой фотолюминесценцией, а также превалирование слаботрешиноватых камней. По этим признакам алмазы Бахчинского россыпного поля можно объединить в северо-восточную ассоциацию [3, 9]. В целом комплекс особенностей алмазов по морфологии, окраске, твёрдым включениям, внутреннему строению, фотолюминесцентным особенностям, а также примесному составу [7, 9] свидетельствует о ряде первоисточников алмазов из россыпей и наличии в пределах района новых, ещё не открытых кимберлитовых тел, что согласуется с мнением других исследователей [12–15]. 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 по морфологическому критерию отрицательным фактором алмазоносности. В целом следует отметить, что среднемасштабное районирование МБАР позволяет оконтурить (см. рис. 5) ореол с юга по водоразделам рек Малая Ботуобия и Мурбай, с востока – рек Малая Ботуобия и Вилюйчан, с запада – по р. Большая Ботуобия, с северо-запада и севера – по р. Вилюй. Площади за пределами указанного контура района характеризуются высоким содержанием или преобладанием округлых алмазов уральского (бразильского) типа, характерных для Южно-Тунгусской области [9].

Маркокинский алмазоносный район (МАР) охватывает левобережье среднего течения р. Вилюй и бассейн р. Моркока. В структурном плане он находится в пределах Сюгджерской седловины. Здесь развиты продуктивные на алмазы терригенные отложения верхнего палеозоя, мезозоя и современные четвертичные образования. Россыпи и кимберлитовые тела промышленного значения пока здесь не установлены (исключение составляет слабоалмазоносная трубка Моркока). Для этой территории охарактеризованы типоморфные особенности алмазов пяти пространственно-разобъённых ореолов между речья Моркока и Вилюй (Дьюкунахский, Хатырыкский, Ыгыаттинский, Чагдалинский и Нижне-Маркокинский ореолы). Каждый из ореолов характеризуется (см. рис. 3) комплексом типоморфных особенностей алмазов, характерных для богатых кимберлитовых тел фанерозойского возраста (по морфологическому критерию алмазоносности). Однако часть из них (Дьюкунахский ореол) имеет сложную историю формирования, поэтому характеризуется резким преобладанием однозернистых (0,8 мм) мелких обломков алмазов октаэдрического габитуса (средний вес 1–2 мг) ассоциации мирнинского типа без трещин и включений. В отличие от трубки среди них практически отсутствуют октаэдры с полицентрически растущими гранями и выше доля кристаллов с жёлтой фотолюминесценцией при низком (1,1%) содержании типичных

округлых алмазов. В целом превалируют кристаллы со сноповидной штриховкой, реже округлоступенчатые и с блоковой скульптурой I разновидности. Алмазы IV и VIII разновидностей полностью отсутствуют. По своим кристалломорфологическим особенностям алмазы россыпей *Дьюкунах* и *Лиственничная* не имеют никаких признаков сходства с кристаллами из кимберлитовых тел территориально близко расположенного ДААР. Содержание двойников и сростков здесь низкое и не превышает первых процентов от общего количества кристаллов. Преобладают бесцветные алмазы высокой степени прозрачности при очень низком содержании окрашенных в лилово-коричневый цвет кристаллов и отсутствии окрашенных в другие цвета индивидов. Характерная особенность алмазов – очень низкое содержание дефектных трещиноватых камней, а также кристаллов с включениями. Из твёрдых включений в алмазах встречены эклогитовые ассоциации (оранжевый гранат). Среди кристаллов с другими типоморфными особенностями широко распространены алмазы с леденцовой скульптурой, которая могла образоваться при региональном метаморфизме вследствие воздействия на алмазы во вторичном коллекторе верхнепалеозойского возраста высокотемпературного траппового магматизма. О региональном метаморфизме верхнепалеозойских отложений свидетельствует находка алмаза с бурыми пятнами пигментации радиационного происхождения при температуре не менее 500°–550° С [14]. Алмазы с механическим износом «истирания» отсутствуют. По свечению в ультрафиолетовых лучах преобладают кристаллы с розово-сиреневым свечением при повышенном содержании камней с жёлтой фотолюминесценцией (см. рис. 4). Следует отметить низкую степень сохранности кристаллов рассматриваемой россыпи – более половины камней составляют осколки и обломки. Распределение алмазов по содержанию в них примесного азота в форме А-центра свидетельствует о преобладании среди них высокоазотных кристаллов и характеризуется двумодальной кривой с максимумами 0–3 и 12–15×10¹⁹ см⁻³, то есть второй максимум совпадает с основным максимумом, характерным для высокоалмазоносных кимберлитовых тел МБАР [9, 13, 16]. Однако спектр алмазов россыпи Дьюкунах вряд ли можно связывать с их привнесением из МБАР, даже учитывая возможную трансформацию типоморфных особенностей алмазов в россыпях. Это предполагает их собственные высокопродуктивные коренные источники с преобладанием октаэдрических кристаллов на водоразделе рек Моркока и Вилюй. Причём кристалломорфологические и физические особенности алмазов этих ореолов отличны от аналогичных параметров кристаллов трубки Мир и не имеют ничего общего с таковыми из трубки Моркока. Следует отметить близость типоморфных особенностей алмазов Дьюкунахского ореола каменноугольного возраста (северо-восточный борт Тунгусской синеклизы) с алмазами одновозрастного

Тарыдакского ореола (юго-западный борт Тунгуской синеклизы), являющимися перетолженными из более древних вторичных коллекторов прибрежно-морского генезиса. Коренные источники алмазов Дьюкунахского ореола могут быть древнее верхнего девона. Следует отметить, что в современном аллювии р. Аламджа увеличивается крупность и трещиноватость камней с преобладанием кристаллов октаэдрического габитуса. Для *Хатырыкского ореола* алмазов пролювиально-аллювиальных отложений верхнего палеозоя можно предположить [3] коренные источники ассоциации далдыно-алакитского типа ближнего сноса с преобладанием ламинарных ромбододекаэдров с занозистой штриховкой мелкого размера. Это связано с литолого-фациальными условиями их формирования. Для *Ыгыаттинского ореола* бассейновых образований верхнего палеозоя характерно смешение алмазов ассоциаций мирнинского и далдыно-алакитского типов, что свидетельствует о множественности их коренных источников (кимберлитовых полей или тел) и образовании ыгыаттинской специфической ассоциации алмазов, среди которых также присутствуют кристаллы с кавернами ассоциации далдынского типа. Результаты сравнительного изучения алмазов междуречья Моркока и Виллой, по мнению авторов, свидетельствуют о высокой перспективности этой территории на поиски высокоалмазных кимберлитовых тел фанерозойского возраста, приуроченных к Виллойско-Мархинской зоне глубинных разломов. Однако прямой поиск коренных источников здесь затруднён из-за сложного геологического строения территории, ограничивающего применение как шлихоминералогического, так и геофизических методов поиска.

Далдыно-Алакитский алмазоносный район (ДААР) находится в бассейне верхнего течения рек Марха и Алакит, а в структурном плане – на юго-западном склоне Анабарской антеклизы, на который наложилось северо-восточное крыло Тунгусской верхнепалеозойской синеклизы (ТВС). Здесь широко развиты карбонатные породы нижнего палеозоя, терригенные отложения верхнего палеозоя, сложно интродуцированные телами траппов (Алакит-Мархинское кимберлитовое поле), а также установлено около 120 кимберлитовых тел. Алмазоносными являются пермо-карбоновые отложения конекской свиты. Этот район характеризуется незначительными масштабами россыпной алмазности, несмотря на наличие высокоалмазных трубок. Отмечаются низкие концентрации алмазов в пермо-карбонатных отложениях конекской свиты в бассейне р. Сохсолоох-Мархинский, а также по р. Ойур-Юрэгэ. В целом для большинства ореолов этой территории характерна ассоциация далдыно-алакитского типа при низком (не более 20%) содержании типичных округлых алмазов, являющихся неблагоприятным критерием алмазности кимберлитов. Разбраковка ореолов в значительной мере затруднена из-за непредста-

вительного количества (первые десятки штук) алмазов. Следует обратить внимание на факт смешения ореолов в бассейне р. Киенг-Юрях, отличающихся по типоморфным особенностям от алмазов наиболее богатой в этом бассейне трубки Дальняя [9]. По результатам исследования типоморфных особенностей алмазов чётко оконтуривается восточная граница Далдынского поля, где по р. Эйекит-Мархинский отмечается высокое содержание жёлто-оранжевых кубов II разновидности с механическим износом [17]. В известных россыпных проявлениях района типичные округлые алмазы являются редкостью, что косвенным образом может свидетельствовать о наличии в районе ещё не открытых кимберлитовых тел с повышенной алмазностью.

Средне-Мархинский алмазоносный район охватывает правобережье среднего течения р. Марха, бассейн рек Ханья, Накын и верховье р. Тюкян, а в структурном плане находится на южном склоне Анабарской антеклизы, на который наложился северо-западный борт Виллойской синеклизы. Здесь широко развиты прибрежно-морские осадки юры, которые перекрывают высокоалмазные образования карстового типа предположительно поздне триасового–раннеюрского возраста, а также обнаружены богатые по содержанию алмазов трубки Накынского кимберлитового поля (НКП). Эта территория характеризуется более широким проявлением россыпной алмазности по сравнению с ДААР. Установлены также псевдоромбододекаэдры мархинского типа, встречающиеся в трубках Ботубинская и Нюрбинская. Среди последних присутствуют (см. рис. 3) морфогенетические разновидности алмазов, незафиксированные в вышеназванных кимберлитовых телах НКП. Этот факт можно объяснить с позиции истории геологического развития региона и возможности перемыва и перетолжения алмазных карстовых отложений поздне триасового–раннеюрского возраста в нижнеюрские осадки с генеральным направлением сноса в сторону Виллойской синеклизы. По типоморфным особенностям алмазов из россыпей в данном районе прогнозируется Южно-Накынное кимберлитовое поле. На участке Хатырык-Отуу отмечено повышенное содержание типичных округлых алмазов уральского (бразильского) типа и камней с коррозией, характерных для близлежащего Муно-Тюнгского района россыпной алмазности и полосы развития продуктивных верхнеюрских отложений, окаймляющих юго-восточную и восточную части Анабарской антеклизы. Сравнение типоморфных особенностей алмазов из россыпей дяхтарской и орухтажской свит к юго-западу от трубки Нюрбинская и россыпей аналогичного возраста в пределах карьера одноимённого месторождения показывает, что среди изученных алмазов несколько меньше ламинарных ромбододекаэдров и больше в 2–3 раза типичных округлых алмазов, содержание которых повышено в породах дайковой фации. Это может указывать на нахождение в пределах

юго-западной части территории от трубки Нюрбинская даечных тел с широким распространением скульптур травления алмазов с пониженным содержанием (см. рис. 4) кристаллов сине-голубого и повышенным – жёлто-зелёного свечения, а также повышенным не менее чем на 10% по сравнению с трубкой качеством алмазного сырья. Алмазы из россыпей ближнего сноса к юго-западу от трубки Нюрбинская в целом близки к ней, особенно к её юго-западному флангу и к россыпям из отложений дяхтарской и орухтажской свит в пределах карьера разрабатываемого месторождения. Алмазы из отложений этих свит практически не отличаются, что свидетельствует о происхождении последних за счёт перемыва отложений дяхтарской свиты, являющейся в настоящее время наиболее древним вторичным коллектором алмазов в СМАР. Проведённый анализ типоморфных особенностей алмазов этого района свидетельствует о полигенности их россыпных ореолов, коренными источниками которых, несомненно, являются высокоалмазные (по морфологическому критерию алмазности) кимберлитовые тела среднепалеозойского возраста. Можно предположить, что в СМАР по аналогии с МБАР существует не менее двух групп трубок, резко различающихся по типоморфным особенностям алмазов. Среди них также высока вероятность повышенной частоты встречаемости высокоалмазных кимберлитовых тел (не менее 50% от общего количества трубок). Причём практическое значение будут представлять даже трубки относительно небольшого размера.

Таким образом, результаты комплексного исследования типоморфных особенностей алмазов из россыпей ЦАСП позволяют выделять алмазные субпровинции, области, районы и поля, для которых можно прогнозировать тип первоисточников, уровень их потенциальной алмазности, а также качество алмазного сырья. Результаты комплексного минералогического исследования алмазов из разновозрастных россыпей ЦАСП и их сравнение с кристаллами из кимберлитовых тел этого региона свидетельствуют о том, что каждый из четырёх рассмотренных алмазных районов характеризуется определённым комплексом типоморфных особенностей и набором минералогических ассоциаций. Область развития отдельных макроассоциаций (семейств) в её пределах обычно ограничивается алмазным районом, в пределах которого развиты комплексы разновозрастных прибрежно-морских и терригенных древних вторичных коллекторов верхнепалеозойского и мезозойского возрастов. В пределах МБАР в отдельных россыпях установлена близость типоморфных особенностей алмазов из отложений верхнепалеозойского и мезозойского возрастов, что свидетельствует о формировании последних за счёт размыва более древнего коллектора или коренного источника среднепалеозойского возраста. Миграционная способность

алмазов из россыпей, сформированных за счёт размыва кимберлитовых тел среднепалеозойского возраста и древних вторичных коллекторов, обычно находится в пределах алмазного района. Среди алмазов из этих россыпей значительную (до 10%) долю составляют округлые алмазы уральского (бразильского) типа, практически отсутствующие в высокопродуктивных кимберлитовых телах МБАР и СМАР в ассоциации с жёлто-оранжевыми кубоидами II разновидности и балласами VI разновидности (тунгусского и уральского типов), часть из которых с признаками травления, нехарактерными для кристаллов из трубок среднепалеозойского возраста, а также механического износа. Они могут являться региональным фоном, на который наложены мирнинская и накынская минералогические ассоциации алмазов. Следует отметить полигенность минералогических ассоциаций алмазов из разновозрастных россыпей в пределах отдельных алмазных районов (МБАР и СМАР) с широким проявлением россыпной алмазности, достигающей промышленных концентраций. Локальный прогноз их коренных источников возможен при более крупномасштабных исследованиях с использованием электронной базы данных по кристалльному минералогическому изучению алмазов с детальной геологической привязкой и с привлечением и анализом всех имеющихся геологических материалов по этим территориям, что определяет стратегию ведения алмазопромысловых работ. Алмаз и его типоморфные особенности должны являться одним из основных критериев прогнозирования и поисков их коренных источников. Важное практическое значение имеют полученные в рамках среднемасштабных прогнозно-поисковых исследований типоморфных особенностей алмазов материалы о гетерогенности Вилюйско-Мархинской зоны глубинных разломов в отношении продуктивного кимберлитового магматизма. Это связано с его приуроченностью к областям жёсткого консолидированного фундамента архейского возраста (Ботубинский и Тюнгский кратоны). Результаты исследования типоморфных особенностей алмазов из наиболее хорошо изученных кимберлитовых тел свидетельствуют о неоднородностях в строении верхней мантии даже в пределах ЦАСП, особенно в отношении распределения достаточно редких окрашенных разновидностей кристаллов (II, III и IV), предположительно, эклогитового генезиса, связанных с глубинными алмазными ксенолитами различного состава. 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. Проведённый анализ типоморфных особенностей алмазов свидетельствует о высокой перспективности россыпных проявлений ЦАСП на обнаружение новых высокопродуктивных кимберлитовых трубок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Атлас* морфологии алмазов России / В.П.Афанасьев, Э.С.Ефимова, Н.Н.Зинчук, В.И.Коптиль. – Новосибирск: СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 2000.
2. *Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н.* Минералогия древних россыпей алмазов восточного борта Тунгусской синеклизы // Геология и геофизика. 1987. № 1. С. 90–96.
3. *Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Похиленко Н.П.* Поисковая минералогия алмаза. – Новосибирск: Гео, 2010.
4. *Бартошинский З.В.* Сравнительная характеристика алмазов из различных алмазоносных районов Западной Якутии // Геология и геофизика. 1961. № 6. С. 40–50.
5. *Бартошинский З.В.* Минералогическая классификация природных алмазов // Минералогический журнал. 1983. Т. 5. № 5. С. 84–93.
6. *Бартошинский З.В., Захарова В.Р., Иванов И.Н.* Протравленные алмазы в мезозойских отложениях // Геология и геофизика. 1978. № 10. С. 154–162.
7. *Галимов Э.М.* Вариации изотопного состава алмазов и связь их с условиями алмазообразования // Геохимия. 1984. № 8. С. 1091–1117.
8. *Гневушев М.А., Бартошинский З.В.* К морфологии якутских алмазов // Тр. ЯФ СО АН СССР. Серия геологическая. 1959. Вып. 4. С. 74–92.
9. *Зинчук Н.Н., Коптиль В.И.* Типоморфизм алмазов Сибирской платформы. – М.: Недра, 2003.
10. *Зинчук Н.Н., Коптиль В.И., Борис Е.И.* Основные аспекты разномасштабного районирования территорий по типоморфным особенностям алмазов (на примере Сибирской платформы) // Геология рудных месторождений. 1999. Т. 41. Вып. 16. № 6. С. 516–526.
11. *Зинчук Н.Н., Коптиль В.И., Борис Е.И.* Среднемасштабное районирование территории Центрально-Сибирской алмазоносной субпровинции по типоморфным особенностям алмазов // Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения. – Воронеж: ВГУ, 2001. С. 337–357.
12. *Методическое руководство по комплексному исследованию типоморфных свойств алмазов при локальном прогнозировании и поисках коренных месторождений алмазов / Ф.В.Каминский, З.В.Бартошинский, Г.К.Блинова и др.* – М.: ЦНИГРИ, 1988.
13. *Орлов Ю.Л.* Минералогия алмаза. 2-е изд. – М.: Наука, 1984.
14. *Прокопчук Б.И.* Зональность размещения алмазных россыпей на древних платформах // Минеральные месторождения. – М.: Наука, 1976. С. 186–196.
15. *Рожков И.С., Михалев Г.П., Зарецкий Л.М.* Алмазоносные россыпи Мало-Ботуобинского района Западной Якутии. – М., 1963.
16. *Стратегия* ведения и результаты алмазописковых работ / Н.Н.Зинчук, В.М.Зуев, В.И.Коптиль, С.Д.Черный // Горный вестник. 1997. № 3. С. 53–57.
17. *Типоморфизм* алмазов из россыпей Сибирской платформы как основа поисков алмазных месторождений / Н.Н.Зинчук, В.И.Коптиль, Е.И.Борис, А.Н.Липашова // Руды и металлы. 1999. № 3. С. 18–30.
18. *Харькив А.Д., Зинчук Н.Н., Крючков А.И.* Геолого-генетические основы шлихо-минералогического метода поисков алмазных месторождений. – М.: Недра, 1998.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РИСУНКОВ

Рисунки и другие графические материалы представляются в цветном или черно-белом варианте в электронном виде. Размер оригиналов рисунков не должен превышать формата страницы журнала (170×237 мм). Каждый рисунок помещается в отдельный файл в одном из следующих форматов: графический редактор Corel Draw, JPEG и TIFF (только для фото), диаграмма Microsoft Excel. Графика должна быть прямо связана с текстом и способствовать его сокращению. Оформление и содержание иллюстративного материала должны обеспечивать его читаемость после возможного уменьшения. **Ксерокопии и сканированные ксерокопии не принимаются.** Подрисуночные подписи печатаются на отдельной странице. Рисунки, не удовлетворяющие требованиям редакции, возвращаются автору.