

УДК 549.211:553.81

 <https://doi.org/10.31996/mru.2019.3.22-29>

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; nnzinchuk@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9682-3022>

M. ZINCHUK, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Academician West-Yakutian Scientific Centre of the Sakha Republic (Yakutia), Mirnyy, nnzinchuk@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9682-3022>

ОСОБЛИВОСТІ АЛМАЗІВ З ДАВНІХ ОСАДОВИХ ТОВЩ НА ТЕРИТОРІЯХ ВПЛИВУ КРИСТАЛІЧНИХ МАСИВІВ

ОСОБЕННОСТИ АЛМАЗОВ ИЗ ДРЕВНИХ ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ НА ТЕРРИТОРИЯХ ВЛИЯНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАССИВОВ

SPECIFIC FEATURES OF DIAMONDS FROM ANCIENT SEDIMENTARY THICK LAYERS ON TERRITORIES OF CRYSTALLINE ROCK MASSES INFLUENCE

(Матеріал друкується мовою оригіналу)

Аналіз наявних матеріалів про особливості алмазів з верхньопалеозойських і мезозойських відкладень основних алмазоносних районів північного сходу Сибірської платформи (Анабарський, Муно-Тюнгський, Нижньоленський і Приленський райони) дає змогу стверджувати про певний вплив на процеси розсіпювання на цій території Анабарського кристалічного масиву, на якому цілком можливе відкриття не типового для описуваної території джерел корисного компонента. Підтверджено висновок, що найцікавішим для прогнозування й пошуків високоалмазоносних джерел є Кютюнгдинське поле з особливими типоморфними властивостями алмазів. Проведене на прикладі Лено-Анабарської алмазоносної субпровінції (ЛААС) районування територій дає змогу локалізувати перспективні площі для пошуків джерел знесення алмазів у басейні седиментації осадового матеріалу. Загалом алмази ЛААС характеризуються різким переважанням кристалів III типу першоджерела (переважно нез'ясованого генезису). Розсіпювання з алмазами I типу першоджерела (кімберлітового генезису) характерні для Кютюнгдинського й Молодо-Далдинського полів. Наявність у континентальних відкладеннях фанерозойського віку чималой кількості алмазів з механічним зношенням стирання дає змогу припускати їхню складну екзогенну історію, неодноразові перемивання й перевідкладення з давніших (можливо й докембрійських) вторинних колекторів. Наведені відомості щодо мінералогічної характеристики алмазів з різновікових вторинних колекторів північного сходу Сибірської платформи (СП) ще раз доводять, що це найбільший район розсіпювання алмазоносності, на окремих територіях якого можливо виділити типоморфні особливості й типи першоджерел. Це дає змогу використовувати наведені дані для регіонального й локального прогнозування їхніх корінних джерел. Порівняння типоморфізму алмазів із залученням даних докладного дослідження твердих укралень та ізотопного складу вуглецю дало змогу на північному сході СП ооконтурити в межах Кютюнгдинського грабена і прилеглих до нього з південного заходу територій Далдино-Толуопського межиріччя (Кютюнгдинська область) низку перспективних на відкриття багатих кімберлітових тіл з алмазами кютюнгдинського типу територій, на яких виявлено піропи алмазної асоціації з високим умістом кнорінгітового компонента, зіставлюваних за масштабами з проявами таких у високоалмазоносних регіонах. Важливе значення має використання типоморфних особливостей алмазів для відновлення екзогенної історії алмазів від корінних джерел до місць сучасного розміщення в розсіпах, для палеографічних реконструкцій поширення давніх продуктивних відкладень і з'ясування напрямів знесення теригенного матеріалу. Проведене на прикладі північного сходу СП мінералогічне районування територій розсіпювання алмазоносності за типоморфними особливостями алмазів засвідчує можливість проведення локалізації перспективних площ і пошуку корінних джерел цього мінералу, що є стійкішим в екзогенних умовах, порівнюючи з іншими мантійними утвореннями.

Ключові слова: Сибірська платформа, Анабарський кристалічний масив, давні алмазоносні розсіпювання.

Analysis of available materials on specific features of diamonds from Upper Paleozoic and Mesozoic sediments of main diamondiferous regions of the Siberian platform north-east (Anabar, Muna-Tyung, Nizhnelensk and Prilensk regions) allows asserting about definite influence on processes of placer formation on this territory of Anabar crystalline massif, where discovery of non-typical for the said territory sources of useful component is not excluded. Conclusion has been confirmed that Kyutyung field with special typomorphic properties of diamonds is most interesting for forecasting and prospecting of high-diamondiferous sources. Zoning of territories, performed on the example of Lena-Anabar diamondiferous sub-province (LADS), allows locating perspective area for prospecting of diamonds removal sources to subsidence basins of sedimentary material. In whole, diamonds of LADS are characterized by sharp prevalence of type III crystals of original source (mostly of unclarified genesis). Placers with type I diamonds of original source (of kimberlite genesis) are typical of Kyutyung and Molodo-Daldyn fields. Presence of a significant number of diamonds with mechanical wear in continental deposits of Phanerozoic age allows supposing their complicated exogenous history, repeated rewashing and redeposition from more ancient (possibly even Pre-Cambrian) secondary collectors. The data on the mineralogical characterization of diamonds from differently aged secondary collectors of the northeast Siberian platform puce again prove that this is the largest alluvial diamondiferous area, in some territories of which it is possible to distinguish typomorphic features and types of primary sources. This allows you to use the data for regional and local forecasting of their root sources. Comparison of diamond topomorphism using data from a detailed study of solid inclusions and carbon isotopic composition made it possible to outline a number of promising discovery of rich kimberlite bodies with Kyutyungolite type diamonds in the north east of the Siberian platform within the Kyutyungdin graben and adjacent to it from the south west of the Daldyn-Toluopsky zone areas where diamond association pyrope with a high content of khorringite Component are found. Comparable in scale to the manifestation of them in such regions is important to use the topographic features of diamonds to restore the exogenous history of diamonds on the way from primary sources to places of modern occurrence in placers for paleographic reconstructions of the distribution of ancient productive deposits and to determine the direction of demolition of terrigenous material. Mineralogical zoning of alluvial diamondiferous territories based on the typomorphic features of diamonds, using the northeast Siberian platform as an example, shows the possibility of localizing promising areas and searching for the source of this mineral, which is more stable under exogenous conditions compared to other mantle formations.

Keywords: Siberian platform, Anabar crystalline massif, ancient diamondiferous placers.

На площадях широкого развития кимберлитового магматизма и связанных с ним алмазных россыпей нередко отмечаются древние кристаллические массивы, существенно влияющие на особенности формирования и сохранения в осадочных толщах алмаза. Наиболее интересным в этом вопросе является Анабарский кристаллический массив (АКМ), закартированный в северо-восточной части Сибирской платформы (СП). АКМ занимает значительную часть Лено-Анабарской алмазоносной субпровинции (ЛАС), охватывающей эту часть СП и совпадающей с полем развития докембрийских и нижнепалеозойских пород Анабарской антеклизы и Оленёкского поднятия, обрамлённых выходами пермских, триасовых, юрских и меловых отложений. В пределах субпровинции выделяются пять алмазоносных районов (Анабарский, Приленский, Муно-Тюнгский, Среднеоленекский и Нижнеоленекский), на площадях которых

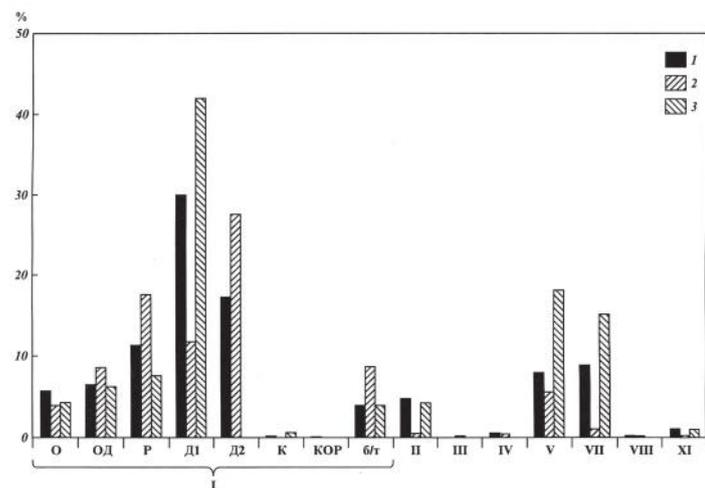


Рис. 1. Типоморфные особенности алмазов из россыпей Анабарского алмазоносного района

I–V, VII, VIII, XI – разновидности алмазов по Ю. Л. Орлову (O – октаэдры, OD – переходные формы, P – ламинарные ромбододекаэдры, D1 – додекаэдры скрытослоистые, D2 – додекаэдры с шагренью, K – кубы, KOP – куборомбододекаэдры, б/т – осколки). 1–3 – поля: 1 – Верхнеуджинское, 2 – Масапы-Делингдинское, 3 – Анабаро-Поппайгское

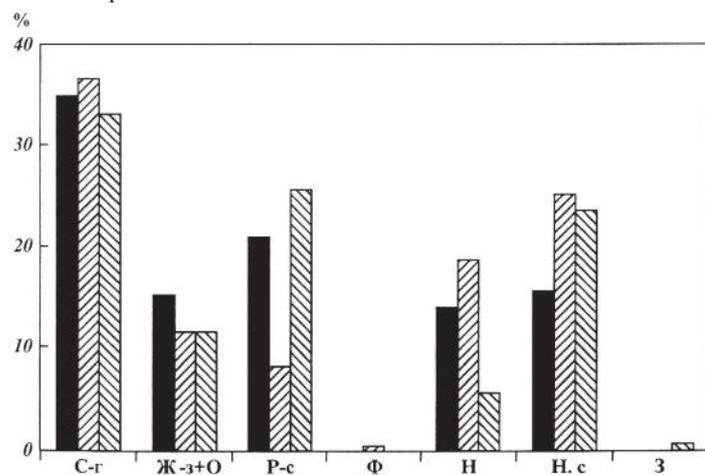


Рис. 2. Фотолюминесцентные особенности алмазов из россыпей Анабарского алмазоносного района

Цвет люминесценции: С-г – сине-голубой, Ж-з + O – желтый, зеленый, оранжевый, P-с – розово-сиреневый, Ф – фиолетовый, Н – неопределенный; Н.с – не светящиеся алмазы, З – зональное свечение; прочие усл. обозначения см. на рис. 1

обособляются [1–14] отдельные россыпные поля, причем древние россыпи наиболее характерны для первых трех районов. Анабарский алмазоносный район (ААР) включает Эбеляхскую алмазоносную площадь (с Нижне- и Верхнеэбеляхскими россыпными полями) и прилегающие территории. Эбеляхская площадь [7–14] характеризуется максимальными масштабами россыпной алмазоносности на СП, что объясняется сочетанием многих благоприятных факторов россыпеобразования. К югу от этого региона наиболее древним вторичным коллектором являются верхнетриасовые отложения Нижнеоленекского алмазоносного района (НЛАР). В данной работе использованы материалы исследований алмазов, проведенные под руководством автора статьи совместно с канд. геол.-минерал. наук В. И. Коптилем. Для алмазов ААР характерно (рис. 1) высокое (31,7 %) содержание двойников и сростков кристаллов с признаками природного травления (67,4 %). Алмазы в основном прозрачные, при значительном (42,0 %) содержании окрашенных камней и относительно невысоком количестве ожелезненных индивидов (42,2 %). По фотолюминесцентным особенностям (рис. 2) преобладают (34,5 %) алмазы с сине-голубым свечением. Содержание алмазов с твердыми включениями составляет более половины (53,6 %) от общего количества кристаллов. Алмазы характеризуются очень высокой степенью сохранности (целостности) и сравнительно невысокой трещиноватостью. На долю индивидов с механическим износом истирания приходится 14,3 % от общего количества кристаллов. Алмазы преимущественно средне- и высокоазотные.

Муно-Тюнгский алмазоносный район (МТАР) располагается в пределах юго-восточной части Анабарской антеклизы. В его пределах выделяются три россыпных поля (Среднемуноское, Верхнетюнгское и Верхнемуноское), заметно различающиеся по типоморфным особенностям алмазов (рис. 3). Среднемуноское россыпное поле (СМРП) характеризуется резким (92,8 %) преобладанием алмазов I разновидности, представленных (фото 1) преимущественно типичными округлыми кристаллами уральского (бразильского) типа (37,9 %) и додекаэдроидами с шагренью и полосами пластической деформации. Соотношение двух групп округлых алмазов обратное, по сравнению с кимберлитовыми телами

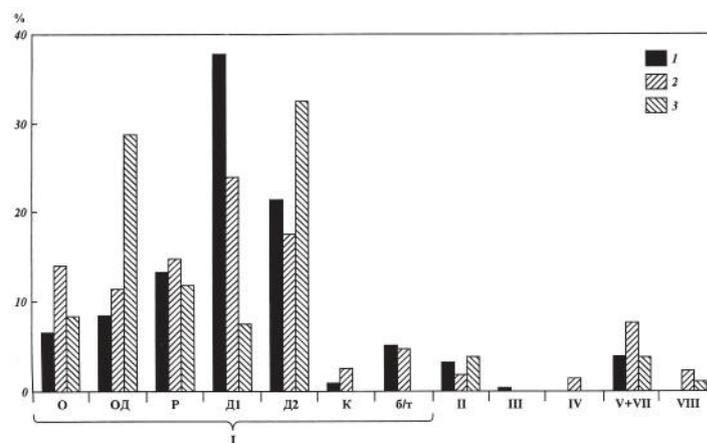


Рис. 3. Типоморфные особенности алмазов из россыпей Муно-Тюнгского алмазоносного района

I–IV, V+VII, VIII – разновидности алмазов по Ю. Л. Орлову (O – октаэдры, OD – переходные формы, P – ламинарные ромбододекаэдры, D1 – додекаэдры скрытослоистые, D2 – додекаэдры с шагренью, K – кубы, б/т – осколки). 1–3 – поля: 1 – Среднемуноское, 2 – Верхнетюнгское, 3 – Верхнемуноское



Фото 1. Алмазы р. Тюнг (Муно-Тюнгский алмазоносный район)

Верхнемунского поля (ВМП) и россыпью Уулаах-Муна. Общее содержание ламинарных кристаллов октаэдрического, ромбододекаэдрического и переходного между ними габитусов сравнительно невысокое (27%). Низким является и содержание типоморфных для россыпей северо-востока СП алмазов V–VII (3,7 %) и II (3,2 %) разновидностей. Кристаллы характеризуются значительным содержанием двойников и сростков (33,8 %), а также кристаллов с признаками природного травления (59,6 %). Алмазы в основном прозрачные, при низком (34,8 %) содержании окрашенных, а также ожелезненных (40,8 %) камней. По фотолюминесцентным особенностям преобладают (39,1 %) алмазы с сине-голубым свечением (рис. 4). Большинство (71,3 %) индивидов содержат твёрдые включения. Алмазы характеризуются высокой степенью сохранности и значительной трещиноватостью. Общее содержание с механическим износом истирания является сравнительно невысоким (8,9 %). Кристаллы преимущественно средне- и высокоазотные. В целом типоморфные особенности алмазов СМРП близки к кристаллам из современных россыпей Верхне- и Среднеприленского алмазоносных полей, а также к индивидам из древних вторичных коллекторов верхнеюрского (нижневолжского) возраста, опро-

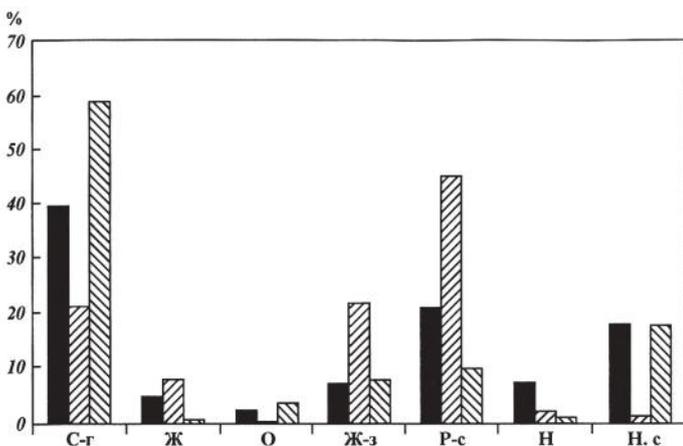


Рис. 4. Фотолюминесцентные особенности алмазов из россыпей Муно-Тюнгского алмазоносного района

Цвет люминесценции: С-г – сине-голубой, Ж – желтый, О – оранжевый, Ж-з – желто-зеленый, зеленый, Р-с – розово-сиреневый, Н – неопределённый; Н. с – несветящиеся алмазы; прочие усл. обозначения см. на рис. 3

бованных на междуречье Молодо-Сюнгюдэ-Лена, и отличаются от кимберлитовых тел Верхнемунского поля и россыпи р. Уулаах-Муна, сформированной в основном за счет размыва этих трубок. Верхнетюнгское поле характеризуется комплексом типоморфных особенностей алмазов, позволяющих отличать их от индивидов из близлежащих участков коренной и россыпной алмазоносности. В первую очередь это повышенное (39,7 %) суммарное содержание ламинарных кристаллов ряда октаэдр-ромбододекаэдр октаэдрического, ромбододекаэдрического и переходного между ними габитусов, которое является одним из наиболее высоких среди россыпей северо-востока СП (после Кютюнгдинского и Молодо-Далдынского полей). Суммарное содержание типичных округлых алмазов сравнительно низкое (41,2 %), среди них типичные округлые уральского (бразильского) типа (23,9 %) преобладают над додекаэдроидами с шагренью и полосами пластической деформации (17,3 %), чем и отличаются от кимберлитовых тел ВМП с их обратным соотношением. Среди последних на значительном количестве додекаэдроидов с шагренью развиты каверны; для них характерна зеленая фотолюминесценция. Такого рода алмазы полностью отсутствуют в россыпях Верхнетюнгского поля, что свидетельствует об отсутствии сноса в южном направлении от верхнемунских трубок. Кроме того, в россыпях Верхнетюнгского поля в сравнительно небольших количествах встречены кристаллы V–VII (7,4 %) и II разновидностей, характерные и для других россыпей северо-востока СП, что свидетельствует о полигенности ассоциации. Реже (1,2–2,0 %) встречены алмазы IV и VIII разновидностей. Кристаллы характеризуются низким (21,3 %) содержанием двойников и сростков и невысоким (51,7 %) количеством индивидов с признаками природного травления. Среди них преобладают прозрачные кристаллы при низком (23,4 %) содержании окрашенных и ожелезненных (46,2 %) камней. Алмазы характеризуются преобладающей (45,0 %) розово-сиреневой фотолюминесценцией и низким (50,9 %) содержанием кристаллов с твёрдыми включениями. Для алмазов характерна сравнительно невысокая степень сохранности и пониженная трещиноватость камней. Количество камней с механическим износом “истирания” прибрежно-морского генезиса является одним из наиболее низких (1,6 %) среди россыпей северо-востока СП. Алмазы в основном средне- и высокоазотные. Муно-Тюнгский алмазоносный район характеризуется различием типов первоисточников алмазов в отдельных россыпных полях. Обращает на себя внимание повышенное содержание ламинарных кристаллов ряда октаэдр-ромбододекаэдр, характерных для кимберлитовых тел с продуктивной алмазоносностью в россыпях Верхнетюнгского поля, что может свидетельствовать о присутствии в этом регионе нового кимберлитового поля. Этот прогноз данной территории подтверждается приуроченностью к северо-восточному ограничению Вилуйско-Мархинской зоны глубинных разломов и нахождением в пределах Тюнгского ортократона [1–4]. Приведенные примеры свидетельствуют об эффективности разрабовки отдельных участков по типам первоисточников алмазов, а также качеству алмазного сырья, об уверенном прогнозе новых коренных источников по присутствию в россыпях кристаллов кимберлитового генезиса, об оценке уровня потенциальной алмазоносности еще не открытых коренных источников по находкам алмазов в россыпях, а также выделении участков с повышенным качеством алмазного сырья. В целом “спектр” алмазов из

россыпей Лено-Анабарской области сравнительно однообразен и близок к кристаллам из окаймляющих с востока и севера Анабарскую антеклизу вторичных коллекторов позднетриасового и ранневожского возрастов (кряжи Чекановского, Прончищева, хребет Хараулах и др.). Для них характерно низкое содержание алмазов из кимберлитового типа первоисточника, составляющих не более 10–15 % от общего количества кристаллов, при несколько различном в отдельных районах соотношении типичных округлых камней уральского (бразильского) типа, алмазов V разновидности, сложно деформированных двойников и сростков додекаэдров с “облегченным” изотопным составом углерода VII разновидности, желто-оранжевых кубоидов с изотопным составом углерода “промежуточного” состава II разновидности, отсутствующих в известных коренных месторождениях провинции, а также присутствии в ряде регионов (Анабарский, Среднеоленинский и Нижнеоленинский районы) поликристаллов алмаза типа “карбонадо” с примесью лонсдейлита из импактного типа первоисточника. Общим для них является повышенный механический износ кристаллов, увеличивающийся от краевых частей Анабарской антеклизы в сторону Анабарского кристаллического массива, что совпадает с направлением трансгрессии при формировании данной структуры в истории геологического развития СП, на которой установлены во вторичных коллекторах раннекаменноугольного (Байкитская алмазоносная область), позднекаменноугольного и раннеюрского (МБАР), позднекаменноугольного (Моркокинский алмазоносный район), раннекаменноугольного, позднетриасового, ранне-мелового, раннеюрского, позднеюрского и неоген-нижне-четвертичного возрастов (северо-восток СП), позднетриасового и раннеюрского (СМАР) возрастов. Масштабы этой алмазоносности заметно ниже по сравнению с современными россыпями. Среди них выделяются россыпи ближнего и дальнего сноса различного генезиса. Алмазы из разновозрастных вторичных коллекторов ранне-мелового и раннеюрского возрастов Эбеляжского алмазоносного поля близки по своим типоморфным особенностям. Среди них встречаются одни и те же разновидности кристаллов при несколько различных их соотношениях, связанных с их крупностью. В алмазах из континентальных древних вторичных коллекторов встречены кристаллы с механическим износом “истирания” прибрежно-морского генезиса. Это свидетельствует об их сложной экзогенной истории и перемыве из более древних вторичных коллекторов прибрежно-морского генезиса, которыми могли быть верхнетриасовые отложения, близкие к осадкам НЛАР и, вероятно, еще более древние коллектора, в том числе и докембрийского возраста с неустановленными коренными источниками невыясненного генезиса. В целом по типоморфным особенностям наиболее древним вторичным коллектором на северо-востоке СП с близкими типоморфными особенностями кристаллов являются верхнетриасовые отложения НЛАР с алмазами нижнеленского типа с неустановленными коренными источниками, которые составляют основную часть кристаллов из разновозрастных вторичных коллекторов Эбеляжского алмазоносного поля.

В Приленском алмазоносном районе (ПАР) алмазы Кютюндинского грабена нижнекарбонического возраста резко отличаются от кристаллов из россыпей окружающих территорий за пределами Кютюндинского прогиба. Типоморфными особенностями алмазов из отложений нижнекарбонического возраста являются (рис. 5): низкий средний вес кристал-

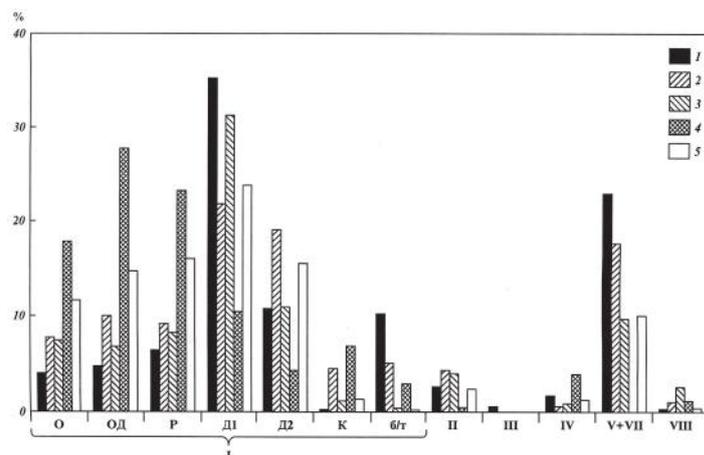


Рис. 5. Типоморфные особенности алмазов из россыпей Приленского алмазоносного района

I–IV, V+VII, VIII – разновидности алмазов по Ю. Л. Орлову (O – октаэдры, OD – переходные формы, P – ламинарные ромбододекаэдры, D1 – додекаэдры скрытослоистые, D2 – додекаэдры с шагренью, K – кубы, б/т – осколки)

1–5 – поля: 1 – Нижнеприленское, 2 – Среднеприленское, 3 – Верхнеприленское, 4 – Кютюндинское, 5 – Молодо-Далдыньское

лов, преобладание характерных для богатых кимберлитовых тел ламинарных индивидов ряда октаэдр (в основном с блоковой скульптурой I разновидности), содержание камней с окрашенной оболочкой IV разновидности, при низком содержании типичных округлых алмазов уральского (бразильского) типа. Присутствуют здесь (фото 2) типичные тригонтриоктаэдры травления и большое количество кристаллов с “леденцовой” скульптурой. Мало двойников и сростков, отсутствуют алмазы V и VII разновидностей, характерные для других разновозрастных россыпей северо-востока СП. Типичны высокая степень прозрачности, отсутствие камней с признаками ожелезнения, заметное содержание алмазов с зелёными пятнами пигментации. Много кристаллов с твёрдыми включениями ультраосновной ассоциации, что характерно для известных богатых кимберлитовых тел. Сохранность алмазов в целом плохая, содержание камней с механическим износом “выкрашивание” и “аллювиальными” ско-



Фото 2. Алмазы из нижнекарбонических отложений участка Угюс-Юрюе Кютюндинского грабена (Приленский алмазоносный район)

лами высокое. Качество алмазного сырья сравнительно невысокое. Комплекс типоморфных особенностей кристаллов из нижнекарбонатовых отложений Кютюнгдинского грабена позволяет выделить так называемые алмазы “кютюнгдинского” типа и проследить их в близлежащих районах россышной алмазоносности, где они пользуются значительным распространением (бассейны рек Кютюнгдэ, Толоупка, Далдын и среднее-верхнее течение р. Молодо). *Кютюнгдинское поле* включает россыпи района Кютюнгдинского грабена и прилегающей к нему с юго-запада территории с нижнекарбонатными отложениями участка Угюс-Юрюе. Для алмазов характерно резкое (94,1 %) преобладание индивидов I разновидности, представленных преимущественно ламинарными кристаллами ряда октаэдр-ромбододекаэдр октаэдрического (23,3 %), ромбододекаэдрического (23,3 %) и переходного между ними (27,8 %) габитусов, составляющих в сумме 71,0 %, что характерно для богатых кимберлитовых тел фанерозойского возраста центральной части СП. Среди них велика (29,0 %) доля полукруглых кристаллов с блоковой скульптурой. Содержание такого рода кристаллов является аномально высоким среди россыпей северо-востока СП. Для Кютюнгдинского поля также характерно очень низкое содержание типичных округлых алмазов уральского (бразильского) типа (10,3 %) и додекаэдров с шагренью и полосами пластической деформации (всего 4,4 %), при присутствии значительного (6,9 %) количества бесцветных кубоидов I разновидности. Среди алмазов в россыпях северо-востока СП присутствует максимальное количество (4,0 %) индивидов с оболочкой желто-зеленого ряда, в значительных количествах встреченных в уникально-алмазоносных трубках Ботубинская и Нюрбинская (Накынское поле), а также Айхал и Юбилейная (Алакит-Мархинское поле). Алмазы V и VII разновидностей, типоморфные для остальных россыпей северо-востока СП, полностью отсутствуют. Следует отметить присутствие значительного количества (3,0 %) типичных тригонтриоктаэдров травления, из известных россыпных месторождений, встреченных только в россыпи Новинка в районе трубки Интернациональная в МБАР [8–11]. Присутствуют также (1,1 %) поликристаллические агрегаты VIII разновидности. Алмазы характеризуются очень низким (17,6 %) содержанием двойников и сростков и высоким (77,0 %) количеством кристаллов с признаками природного травления. Алмазы в основном прозрачные при низком (26,5 %) содержании окрашенных и ожелезненных

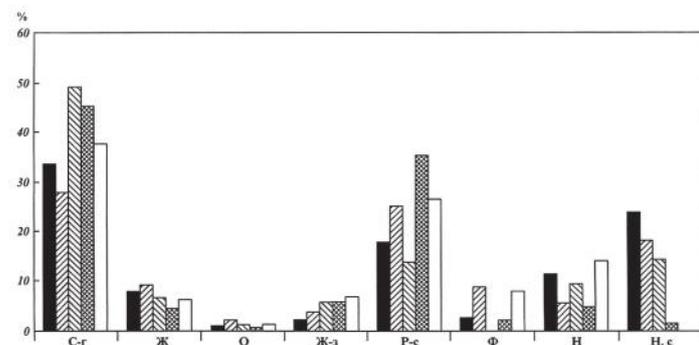


Рис. 6. Фотолюминесцентные особенности алмазов из россыпей Приленского алмазоносного района

Цвет люминесценции: С-г – сине-голубой, Ж – желтый, О – оранжевый, Ж-з – желто-зеленый, зеленый, Р-с – розово-сиреневый, Ф – фиолетовый, Н – неопределенный; Н.с – несветящиеся алмазы; прочие усл. обозначения см. на рис. 5

(32,4 %) камней. Характерной особенностью алмазов является высокое (8,6 %) количество кристаллов с зелеными пятнами пигментации радиационного происхождения, являющееся одним из максимальных среди россыпей северо-востока СП. Алмазы характеризуются (рис. 6) преобладающей (45,0 %) сине-голубой фотолюминесценцией и пониженным (45,0 %) количеством кристаллов с твердыми включениями. Типоморфной особенностью алмазов Кютюнгдинского россыпного поля является значительное (9,9 %) содержание кристаллов с сингенетическими включениями, представленных (90 %) минералами-узниками ультраосновной ассоциации (оливин и, реже, хромит, а также пироп малиновый), а из включений экологитового генезиса установлены гранат оранжевого цвета и омфацил. Близкий характер распределения твердых включений из россыпей северо-востока СП наблюдается только в нижнекарбонатных отложениях участка Угюс-Юрюе. Сопоставимое аномально высокое содержание алмазов с твердыми включениями установлено [7–10] только в некоторых кимберлитовых телах ДААР с промышленной алмазоносностью (трубки Удачная, Сытыканская и Комсомольская). Кристаллы характеризуются высокой степенью сохранности (целостности) с преобладанием камней без трещин. Характерной особенностью изученных алмазов является [12–14] иной тип их механического износа, отличающийся от такового всех других россыпей северо-востока СП. Среди них полностью отсутствует механический износ “истирания”. Однако общее содержание изношенных алмазов является высоким (43,6 %). Преобладает износ “выкрашивания” на обломках (15,4 %) и фигуры удара в виде насечки на ребрах целых кристаллов (20,1 %), а также серповидные трещины и ромбический узор трещин (8,1 %). Среди алмазов преобладают низко- и среднеазотные кристаллы. *Молодо-Далдынское поле* включает территорию Молодо-Далдынского междуречья, где установлены находки алмазов в верхнекаменноугольных и нижнепермских отложениях, близкие по типоморфным особенностям к кристаллам кютюнгдинского типа. Одновременно в этом же направлении закономерно снижается содержание кристаллов ассоциации кютюнгдинского типа с одновременным увеличением содержания типичных округлых алмазов I разновидности и дефектных кристаллов V и VII разновидностей, типоморфных для других россыпей северо-востока СП, коренные источники которых до настоящего времени не установлены [5–7]. Для россыпи р. Далдын характерна минералогическая ассоциация кютюнгдинского типа с преобладанием ламинарных кристаллов октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому, а также ламинарных ромбододекаэдров с блоковой скульптурой (в сумме 52,4 %), превалирующих над типичными округлыми алмазами во всех классах крупности (особенно в классе -8+4 мм). Содержание типоморфных для россыпей северо-востока СП индивидов V и VII разновидностей низкое (учитывая повышенную крупность кристаллов), присутствуют желто-оранжевые кубы II разновидности (2,7 %), бесцветные кубоиды I разновидности (3,1 %) и полностью отсутствуют импактные алмазы XI разновидности. Кристаллы характеризуются низким (21,0 %) содержанием двойников и сростков и высоким (77,0 %) количеством кристаллов с признаками природного травления. Алмазы в основном прозрачные, при сравнительно малом (41,1 %) количестве окрашенных камней, а также ожелезненных кристаллов (42,0 %). Следует отметить повышенное (4,2 %), по сравнению с другими рос-

сыпями северо-востока СП, содержание камней с соломенно-желтой окраской, а также максимальное (14,7 %) количество кристаллов с зелеными пятнами пигментации и позеленением по трещинам (радиационного происхождения). Алмазы характеризуются доминирующей (42,2 %) сине-голубой фотолюминесценцией и пониженным (48,3 %) содержанием индивидов с твёрдыми включениями. Для алмазов характерна высокая степень сохранности (целостность) и пониженная трещиноватость. Среди них очень низкое (всего 0,8 %) содержание камней с механическим износом истирания прибрежно-морского генезиса, но немало (29,2 %) индивидов с механическим износом выкрашивания, которые обычно характерны для россыпей среднего износа с преобладающим кристаллов октаэдрического габитуса, присущих классическим высокоалмазным кимберлитам среднепалеозойского возраста СП. Такого рода изношенные алмазы присутствуют в количестве до 20–30 % в верхнепалеозойских и мезозойских терригенных отложениях в МБАР. Следует отметить повышенное (3 %) содержание кристаллов с ромбическим узором и серповидными трещинами, образование которых можно связывать как с особыми прибрежно-морскими условиями формирования, так и с термальным воздействием траппов на древний коллектор каменноугольно-пермского возраста. Необходимо отметить, что весь комплекс типоморфных особенностей алмазов россыпи р. Далдын свидетельствует об их наиболее высоком качестве по сравнению с другими россыпями северо-востока СП, не ниже россыпи Большая Куонапка. В пределах россыпи р. Молодо (ниже устья р. Далдын) наблюдается закономерная трансформация типоморфных особенностей алмазов путем снижения (в сумме 27,9 %) доли ламинарных кристаллов октаэдрического, переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому и ромбододекаэдрическому габитусов и повышения количества типичных округлых алмазов (45,6 %), а также камней V и VII разновидностей (12,7 %). При этом присутствуют желто-оранжевые кубы II разновидности (3,2 %), бесцветные кубоиды I разновидности (1,8 %), кристаллы с оболочкой IV разновидности (1,8 %) и отсутствуют импактные алмазы XI разновидности (молодинская минералогическая ассоциация). Содержание ламинарных кристаллов октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов в 1,5 раза увеличивается с их крупностью. Одновременно резко (в 2–2,5 раза) уменьшается количество типичных округлых алмазов. Отмечается заметное (около 25 %) содержание дефектных кристаллов V и VII разновидностей в наиболее продуктивных классах, что является одной из причин понижения качества камней россыпи р. Молодо по сравнению с таковыми р. Далдын, при сопоставимой гранулометрии и среднем весе (26,2 мг) кристаллов. Для алмазов характерно низкое (19,8 %) содержание двойников и сростков и высокое (66,6 %) количество кристаллов с признаками природного травления. Алмазы характеризуются высокой степенью прозрачности, низким (31,2 %) содержанием окрашенных, а также ожелезненных индивидов (45,7 %). Среди алмазов преобладают (38,4 %) кристаллы с сине-голубой фотолюминесценцией. Число алмазов с твердыми включениями является наиболее низким среди россыпей северо-востока СП и составляет всего 42,3 %. Содержание индивидов с сингенетическими включениями составляет 2,9 % от общего количества кристаллов, что является одной из наиболее высоких цифр для россыпей северо-востока СП (за

исключением россыпи р. Далдын). Алмазы характеризуются [7–10] высокой степенью сохранности и низкой степенью трещиноватости. Содержание индивидов с механическим износом истирания прибрежно-морского генезиса – одно из наиболее низких (1,5 %) среди россыпей северо-востока СП и практически не зависит от крупности кристаллов. Необходимо отметить повышенное (6,7 %) количество индивидов с серповидными трещинами и ромбическим узором, что сближает их с таковыми россыпями р. Далдын. Большинство алмазов – высокоазотные. Для алмазов из россыпей Молодо-Далдынского поля в целом характерно повышенное содержание ламинарных кристаллов октаэдрического, переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому и ромбододекаэдрическому габитусов с блоковой скульптурой I разновидности и присутствие в повышенном количестве индивидов с оболочкой IV разновидности, что сближает их с алмазами кютюнгдинского типа, характерных для нижнекарбонных отложений, при низком содержании типичных округлых камней уральского (бразильского) типа. Наблюдается [9–11] значительная трансформация типоморфных особенностей алмазов в системе рек Далдын-Молодо с понижением содержания октаэдров и повышением количества типичных округлых камней, а также индивидов V и VII разновидностей, в том числе и в наиболее продуктивных классах крупности, что приводит к некоторому снижению качества алмазного сырья. Максимальное количество алмазов V и VII разновидностей отмечается по р. Молодо (ниже устья р. Сюнгюдэ), в зоне размыва мезозойских вторичных коллекторов. Другие типоморфные особенности кристаллов россыпей рек Далдын и Молодо достаточно близки, что позволяет комплексом методов охарактеризовать молодинскую минералогическую ассоциацию алмазов, являющуюся полигенной вследствие смешения ассоциации кютюнгдинского типа с зырянской ассоциацией, характерной для древнетвердых образований региона.

В Нижнеленском алмазном районе (НЛАР) в верхнетриасовых отложениях в пределах Предверхоанского прогиба алмазы изучены по шести пространственно-разобширенным участкам, причем часть находок – из отложений в пределах складчатой области. Верхнетриасовые отложения НЛАР – наиболее древние из известных вторичных коллекторов с неустановленными коренными источниками невыявленного генезиса. Величина изученных алмазов наиболее низкая для россыпей северо-востока СП, при этом средний вес кристаллов уменьшается с запада (участок Булкур) на восток (участок Ольховый) с 17,0 до 2,4 мг, а также почти в два раза уменьшается с севера на юг по участку Булкур, что, по-видимому, связано с различием литолого-фациального состава алмазонасных отложений этого региона и крупностью алмазов. Для данного района характерно высокое содержание кристаллов класса $-1+0,5$ мм, а также мелких камней класса $-2+1$ мм, которые составляют 3/4 от общей массы добываемых камней. Пониженная крупность кристаллов характерна для краевых частей СП и связана с историей геологического развития Анабарской антеклизы, а также литолого-фациальными условиями формирования алмазонасных отложений в удаленных от береговой линии фациях. По кристалломорфологическим особенностям алмазов отмечается (фото 3) высокое содержание серых, переполненных включениями графита, ромбододекаэдров V разновидности и сложных двойников, и сростков додекаэдров VII разновидности, составляющих до половины и более от обще-



Фото 3. Алмазы из верхнетриасовых отложений участка Булкур (Нижнеленское алмазоносное поле)

го количества кристаллов, и присутствие желто-оранжевых кубоидов II разновидности, что сближает их с индивидами из россыпей Эбеляхской алмазоносной площади. Сокращаются крупность и количество алмазов V и VII разновидностей с запада на восток района. Среди кристаллов I разновидности преобладают типичные округлые алмазы уральского (бразильского) типа, при заметном содержании додекаэдроидов с шагренью и полосами пластической деформации, а также бесцветных кубоидов при очень низком суммарном количестве ламинарных кристаллов октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов, в том числе, в отличие от Эбеляхских россыпей, и в мелком классе крупности $-1+0,5$ мм. Особенностью изученных алмазов является также высокое содержание сложно сдвойникованных по шпинелевому закону индивидов и различных незакономерных сростков, составляющих до 1/2 от общего количества кристаллов, причем их роль заметно увеличивается с уменьшением крупности. Широко распространены скульптуры с признаками травления, представленные в основном “шрамами”. Среди изученных алмазов не встречаются камни с механическим износом “истирания” прибрежно-морского генезиса, но наблюдается (до 42,0 %) механический износ “выкрашивания”, что может свидетельствовать об удалении их коренных источников, учитывая площадной характер распространения верхнетриасового коллектора. Внешний облик алмазов заметно “свежее”, чем у кристаллов из других россыпей северо-востока СП, что предполагает вероятное нахождение их первоисточников в районе Чукуровского выступа фундамента или сололийского поднятия на северо-востоке Анабарской антеклизы. В результате комплексного исследования алмазов верхнетриасовых отложений НЛАР можно выделить нижнеленский тип их первоисточника невыясненного, предположительно, эклогитового генезиса, послужившего основным источником этих алмазов из разновозрастных россыпей Эбеляхского алмазоносного поля, и высказать предположение о его местонахождении в краевых частях СП. Обращает на себя внимание факт относительной “свежести” алмазов нижнеленского типа (отсутствие механического износа “истирания” и слабое ожелезнение камней), что является отличительным признаком для россыпей северо-востока СП и может указывать на относительную близость их коренных источников. Типоморфизм алмазов нижнеленского типа, преобладание среди них разновидностей, отсутствующих в известных ким-

берлитовых телах, облегченный изотопный состав углерода V и VII разновидностей ($\delta^{13}C = -23,0$ ‰), составляющих не менее половины всех кристаллов, преобладающий эклогитовый парагенезис твердых включений в алмазах может служить указанием на то, что их коренным источником могут быть не классические кимберлиты, а эклогиты или другие породы корового происхождения с неклассическими минералами-спутниками по этим породам.

Проведенными исследованиями показано, что типоморфные особенности алмазов из фанерозойских отложений северо-востока СП (Анабарский, Муно-Тюнгский, Приленский и Нижнеленский районы) являются характерными только для этих территорий, что во многом связано с определенными влияниями на процессы россыпеобразования расположенного на этой территории АКМ, на котором не исключается открытие не типичных для описываемой территории источников полезного компонента. Наиболее интересным в плане прогнозирования и поисков алмазоносных источников является Кютюнгдинское поле с аномальной среди известных россыпей ассоциацией кютюнгдинского типа с преобладанием ламинарных кристаллов ряда октаэдр-ромбододекаэдр преимущественно с блоковой скульптурой, низким содержанием типичных округлых алмазов и с присутствием индивидов с оболочкой желто-зеленого ряда, аномально высоким содержанием твердых включений, преимущественно ультраосновной ассоциации и преобладанием камней с синеголубой фотолюминесценцией. Эти алмазы характеризуются высоким содержанием камней со своеобразным механическим износом (фигуры удара и серповидные трещины), что свидетельствует об их сложной экзогенной истории. Близкие типоморфные особенности алмазов характерны для нижнекаменноугольных отложений участка Угюс-Юрюе, что убедительно свидетельствует о верхнепалеозойском (докаменноугольном) возрасте их коренных источников, поиски которых в значительной мере усложнены геологическим строением территории Молодо-Далдыно-Толупского междуречья, перекрытой толщами траппов. Приленская алмазоносная область по типоморфным особенностям алмазов подразделяется на две группы россыпных полей (соответственно Приленской и Кютюнгдинской), характеризующихся полигенезом их коренных источников. В первой преобладают типичные округлые индивиды уральского (бразильского) типа I разновидности в ассоциации с кристаллами V, VII и II разновидностей, характерные для периферийных частей древних платформ. Для Кютюнгдинской области характерно преобладание ламинарных кристаллов ряда октаэдр-ромбододекаэдр I разновидности в основном с блоковой скульптурой при низком содержании типичных округлых алмазов уральского (бразильского) типа и заметном содержании алмазов с оболочкой IV разновидности желто-зеленого ряда, а также здесь отмечается аномально высокая ультраосновная ассоциация твердых включений в кристаллах, что свидетельствует о гетерогенности строения верхней мантии в этом регионе СП. Преобладание кимберлитовых алмазов и специфика их морфологии, наряду с наличием комплекса индикаторных минералов гранатов алмазной ассоциации являются надежным свидетельством существования в этом районе высокоалмазоносных пород среднепалеозойского возраста. В целом по комплексу типоморфных особенностей алмазы из россыпей Верхнетюнгского поля заметно отличаются от кристаллов из кимберлитовых тел Верхнемунского поля. Дифференциация алмазов из отдельных россыпей в пределах Верхнетюнгского

поля небольшая, что может свидетельствовать об их поступлении в аллювиальные отложения за счет размыва древнего вторичного коллектора, имеющего площадной характер распространения. Ими могут быть отложения нижнеюрского возраста, опробованные на водоразделе рек Тюнг-Тюнгкэн. Среди них, по предварительным данным, также преобладают (60 %) ламинарные кристаллы ряда октаэдр-ромбододекаэдр I разновидности, чем они отличаются от таковых из верхнеюрских (нижневолжских) отложений междуречья рек Молодо-Сюнгюдэ-Лена. Это позволяет прогнозировать собственные богатые коренные источники алмазов в бассейне р. Тюнг с повышенным содержанием ламинарных кристаллов ряда октаэдр-ромбододекаэдр, несмотря на полигенный характер алмазов верхнетюнгской минералогической ассоциации, отличающийся от хаханской. Приведенные сведения по минералогической характеристике алмазов из разновозрастных вторичных коллекторов северо-востока СП еще раз доказывают, что это крупнейший район россышной алмазоносности, на отдельных территориях которого возможно выделить типоморфные особенности и типы первоисточников. Это позволяет использовать приведенные данные для целей регионального и локального прогноза их коренных источников. Сравнение типоморфизма алмазов с привлечением данных детального исследования твердых включений и изотопного состава углерода позволило на северо-востоке СП оконтурить район Кютюнгдинского грабена и прилегающие к нему с юго-запада территории Далдыно-Толуопского междуречья (Кютюнгдинская область), перспективного на открытие богатых кимберлитовых тел с алмазами кютюнгдинского типа, сопровождаемыми пиропами алмазной ассоциации с высоким содержанием кноррингитового компонента, сопоставимого по масштабам с проявлениями таковых в высокоалмазоносных регионах. Важное значение имеет использование типоморфных особенностей алмазов для восстановления экзогенной истории алмазов на пути от коренных источников до мест современного нахождения в россыпях, для палеогеографических реконструкций распространения древних продуктивных отложений и выяснения направлений сноса. Проведённое на примере северо-востока СП минералогическое районирование территорий россышной алмазоносности по типоморфным особенностям алмазов показывает возможности проведения локализации перспективных площадей и поиска коренных источников этого минерала, являющегося более устойчивым в экзогенных условиях по сравнению с другими мантийными образованиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев В. П., Елисеев А. П., Надолинный В. А. и др. Минералогия и некоторые вопросы генезиса алмазов V и VII разновидности (по классификации Ю. Л. Орлова)//Вестник Воронежского ун-та. Геология. – 2000. – № 5 (10). – С. 79–96.
2. Афанасьев В. П., Зинчук Н. Н., Похиленко Н. П. Поисковая минералогия алмаза. – Новосибирск: Гео, 2010. – 650 с.
3. Бартошинский З. В. Минералогическая классификация природных алмазов//Минералогич. журнал. – 1983. – Т. 5. – № 5. – С. 84–93.
4. Гневушев М. А., Бартошинский З. В. К морфологии якутских алмазов//Тр. ЯФ СО АН СССР. Сер. геолог. – 1959. – Вып. 4. – С. 74–92.
5. Граханов С. А., Коптиль В. И. Триасовые палеороссыпи алмазов северо-востока Сибирской платформы//Геология и геофизика. – 2003. – Т. 44. – № 11. – С. 1191–1201.
6. 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.
7. Зинчук Н. Н., Коптиль В. И. Типоморфизм алмазов Сибирской платформы. – М.: Недра, 2003. – 603 с.

8. Зинчук Н. Н., Коптиль В. И., Борис Е. И. Основные аспекты разномасштабного районирования территорий по типоморфным особенностям алмазов (на примере Сибирской платформы)//Геол. рудных месторождений. – 1999. – Т. 41. – Вып. 16. – № 6. – С. 516–526.
9. Зинчук Н. Н., Коптиль В. И., Борис Е. И. Среднемасштабное районирование территории Центрально-Сибирской алмазоносной субпровинции по типоморфным особенностям алмазов//Сб.: Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения. – Воронеж: ВГУ, 2001. – С. 337–357.
10. Зинчук Н. Н., Коптиль В. И., Борис Е. И., Липашова А. Н. Типоморфизм алмазов из россыпей Сибирской платформы как основа поисков алмазных месторождений//Руды и металлы. – 1999. – № 3. – С. 18–30.
11. Каминский Ф. В., Бартошинский З. В., Блинова Г. К. и др. Методическое руководство по комплексному исследованию типоморфных свойств алмазов при локальном прогнозировании и поисках коренных месторождений алмазов. – М.: ЦНИГРИ, 1988. – 88 с.
12. Прокопчук Б. И. Зональность размещения алмазных россыпей на древних платформах//Минеральные месторождения. – М.: Наука, 1976. – С. 186–196.
13. Орлов Ю. Л. Минералогия алмаза. 2-е изд. – М.: Наука, 1984. – 264 с.
14. Харьков А. Д., Зинчук Н. Н., Крючков А. И. Геолого-генетические основы шлихо-минералогического метода поисков алмазных месторождений. – М.: Недра, 1998. – 555 с.

REFERENCES

1. Afanasev V. P., Eliseev A. P., Nadolinnyj V. A. et al. Mineralogy and some issues of variety V and VII diamonds genesis (by classification of Ju. L. Orlov)//Bulletin of Voronezh SU. Geology. – 2000. – № 5 (10). – P. 79–96. (In Russian).
2. Afanasev V. P., Zinchuk N. N., Pohilenko N. P. Prospecting mineralogy of diamond. – Novosibirsk: Geo, 2010. – 650 p. (In Russian).
3. Bartoshinskij Z. V. Mineralogical classification of natural diamonds//Mineral. journal. – 1983. – Vol. 5. – № 5. – P. 84–93. (In Russian).
4. Gnevushev M. A., Bartoshinskij Z. V. To morphology of Yakutian diamonds//Proceedings of SB YS of the USSR AS. Geol. series. – 1959. – Iss. 4. – P. 74–92. (In Russian).
5. Grahonov S. A., Koptil V. I. Triassic paleoplacers of diamonds of the Siberian platform north-east//Geology and geophysics. – 2003. – Vol. 44. – № 11. – P. 1191–1201. (In Russian).
6. Zinchuk N. N., Zuev V. M., Koptil V. I., Chernyj S. D. Strategy of carrying out and results of diamond prospecting works//Gornyj vestnik. – 1997. – № 3. – P. 53–57. (In Russian).
7. Zinchuk N. N., Koptil V. I. Typomorphism of diamonds of the Siberian platform. – Moskva: Nedra, 2003. – 603 p. (In Russian).
8. Zinchuk N. N., Koptil V. I., Boris E. I. Basic aspects of different in scale zoning of territories according to typomorphic features of diamonds (on the example of the Siberian platform)//Geol. of ore deposits. – 1999. – Vol. 41. – Iss. 16. – № 6. – P. 516–526. (In Russian).
9. Zinchuk N. N., Koptil V. I., Boris E. I. Average in scale territory zoning of the Central-Siberian diamondiferous sub-province according to typomorphic features of diamonds//Coll.: Problems of diamond geology and some ways of their solution. – Voronezh: VSU, 2001. – P. 337–357. (In Russian).
10. Zinchuk N. N., Koptil V. I., Boris E. I., Lipashova A. N. Typomorphism of diamonds from placers of the Siberian platform as the basis for prospecting of diamond deposits//Ores and metals. – 1999. – № 3. – P. 18–30. (In Russian).
11. Kaminskij F. V., Bartoshinskij Z. V., Blinova G. K. et al. Methodological guideline on complex investigation of typomorphic properties of diamonds during local forecasting and prospecting of primary diamond deposits. – Moskva: CNIGRI, 1988. – 88 p. (In Russian).
12. Prokopchuk B. I. Zoning of diamond placers allocation on ancient platforms//Mineral deposits. – Moskva: Nauka, 1976. – P. 186–196. (In Russian).
13. Orlov Ju. L. Mineralogy of diamond. 2nd ed. – Moskva: Nauka, 1984. – 264 p. (In Russian).
14. Harkiv A. D., Zinchuk N. N., Krjuchkov A. I. Geological-genetic fundamentals of heavy-concentrate mineralogical method of diamond deposits prospecting. – Moskva: Nedra, 1998. – 555 p. (In Russian).

Рукопис отримано 8.04.2019.