

УДК 549.211:553.81

 <https://doi.org/10.31996/mru.2020.3.13-19>

**М. М. ЗІНЧУК**, д-р геол.-мінерал. наук, професор, академік АН РС (Я), голова Західноякутського наукового центру (ЗЯНЦ) Академії наук Республіки Саха (Якутія), м. Мирний, nzninchuk@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 (Yakutiia), Myrnyi, nzninchuk@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9682-3022>

## ТИПОМОРФНІ ОСОБЛИВОСТІ АЛМАЗІВ З ДАВНІХ ОСАДОВИХ ТОВЩ ЦЕНТРАЛЬНИХ ЧАСТИН ПЛАТФОРМ

### ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АЛМАЗОВ ИЗ ДРЕВНИХ ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ ПЛАТФОРМ

### TYPOMORPHIC FEATURES OF DIAMONDS FROM ANCIENT SEDIMENTARY THICK LAYERS OF PLATFORMS' CENTRAL PARTS

(Матеріал друкється мовою оригіналу)

На підставі узагальнення величезного фактичного матеріалу щодо комплексного вивчення алмазів подано їхню характеристику на прикладі верхньопалеозойських і мезозойських осадових товщ Сибірської платформи. Особливої уваги надано Центральносибірській алмазоносній субпровінції (ЦСАС), де переконливо засвідчено, що ділянка розвитку окремих макроасоціацій алмазів обмежується конкретним алмазоносним районом, у межах якого розвинені комплекси різновікових теригенних і прибережно-морських верхньопалеозойських і мезозойських відкладів. Визначена в окремих алмазоносних районах близькість типоморфних особливостей алмазів в осадових товщах цих вікових груп свідчить про формування колекторів через розмивання давніших продуктивних товщ або середньопалеозойських корінних джерел. Типоморфні особливості алмазів є одними з головних критеріїв прогнозування й пошуків їхніх корінних джерел. Важливий практичний висновок мають отримані в межах середньомасштабних прогнозно-пошукових досліджень типоморфних особливостей алмазів матеріали про гетерогенність Вілюйсько-Мархинської зони глибинних розломів щодо продуктивного кімберлітового магматизму, що пов'язано з його приуроченістю до зон жорсткого консолідованого фундаменту архейського віку (Ботубинський і Тюнгський кратони). Результати дослідження типоморфних особливостей алмазів з найвивченіших кімберлітових тіл свідчать про неоднорідності в будові верхньої мантії навіть у межах ЦСАС, особливо щодо розподілу досить рідкісних забарвлених кристалів (II, III і IV різновиди), імовірно, еклогітового генезису, пов'язаних з глибинними алмазоносними ксенолітами різного складу. Ці різновиди алмазів є рідкісними й акцесорними в кімберлітових тілах, проте їхні знахідки в розсипах навіть в одиничній кількості можуть слугувати підставою для локалізації території пошуку корінних джерел. Аналіз типоморфних особливостей алмазів свідчить про високу перспективність розсипних проявів ЦСАС на виявлення нових високопродуктивних кімберлітових трубок. Зазначено полігенність мінералогічних асоціацій алмазів з різновікових розсипів у межах окремих алмазоносних районів, що можна успішно використовувати під час прогнозування й пошуків корінних джерел алмазів.

**Ключові слова:** верхньопалеозойські й мезозойські відклади, Сибірська платформа, алмаз та алмазоносні розсипища.

Basing on generalization of large actual material on complex investigation of diamond its characteristic in Upper Paleozoic and Mesozoic sedimentary thick layers of the Siberian platform is provided. Special attention is paid to the Central-Siberian sub-province, where it is convincingly shown that the area of development of individual diamond macro-associations is limited by a specific diamondiferous region, within which complexes of different in age terrigenous and coastal Upper Paleozoic and Mesozoic sediments are developed. Identified in some diamondiferous regions proximity of typomorphic features of diamonds in sedimentary thick layers of these ages testifies about formation of these collectors due to washout of more ancient productive layers or Middle Paleozoic primary sources. Polygeny of mineralogical associations of diamonds from different in age placers within some diamondiferous regions was noted, which may be successfully used when forecasting and prospecting primary sources of the mineral. Diamond and its tipomorphic features are one of the main criteria for forecasting and searching for root sources Materials on heterogeneity of the Viljujsko-Marhinska zone of deep faults with respect to productive kimberlite magmatism, which is associated with areals of the hard consolidated basement of the Archean age (Botubinskij and Tjungskij cratons) obtained in the framework of medium scale forecast and search studies of typomorphic features of diamonds have an important practical conclusion. The results of a study of the typomorphic features of diamonds from the most well-studied kimberlite bodies indicatle heterogeneities in the structure of the upper mantle even within the Central Siberian diamondiferous subprovince, especially with respect to the distribution of focirly rare coloured crystals (II, III and IV varieties) presumably of ecbgite genesis, associated with deep diamandiferous xenoliths of various composition. These varieties of diamonds are rare and accessory in kimberlite bodies, however their findings in rashes even in a single amount, can serve as a basis for localizing the territory of the search for indigenous sources. The analysis of typomorphic features of diamonds indicates the high prospectivity of placer occurrences of the Central Siberian diamondiferous pronnce for the discovety of new highly productive kimberlite pipes.

**Keywords:** Upper Paleozoic and Mesozoic sediments, Siberian platform, diamond and diamondiferous placers.

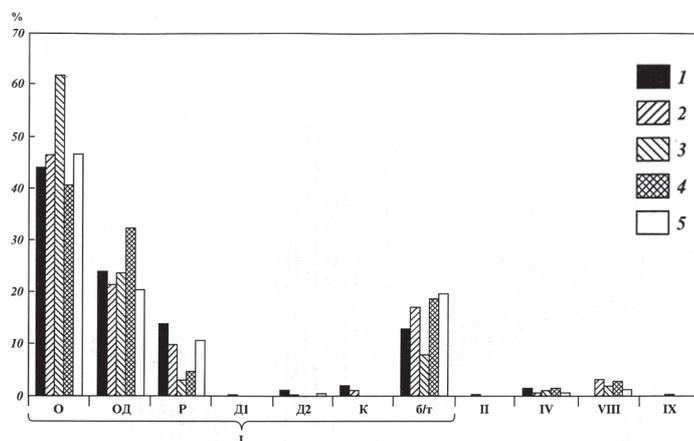
В алмазній геології основним об'єктом дослідження є алмаз – дуже стійкий в екзогенних умовах мінерал, характеризується широким комплексом кристаломорфологічних особливостей, що відображають своєобразіє термодинамічних і геохімічних умов

його формування і розглядаються як типоморфні ознаки. Урахування цих ознак при пошуку алмазів дозволяє проводити районізацію досліджуваної території і на цій основі виключати з пошуку площ, на яких знаходяться алмазоносні кімберлітові родовища. Всестороннє дослідження алмазів Сибірської платформи (СП) з використанням різних міне-

ралогических классификаций позволили нам [1–3, 9–13] выработать систему анализа их типоморфных особенностей и на этой основе провести минерагеническое районирование платформы в целом с выделением типов первоисточников алмазов и, тем самым, ответить на главные вопросы: можно ли ожидать открытия высокоалмазоносных кимберлитов на конкретной территории и где сосредоточить их поиски. Алмазопоисковые работы на СП ведутся уже на протяжении более 60 лет, в результате чего 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 распределяются по площади платформы крайне неравномерно, группируясь в 25 кимберлитовых полях [8, 14–16]. При изучении типоморфных особенностей алмазов нами совместно с В. И. Коптилем [9–13] применялась их минералогическая классификация по комплексу взаимосвязанных признаков и свойств, предложенная Ю. Л. Орловым [15] и в значительной степени основанная на физических свойствах алмазов [4–6]. Согласно этой классификации, выделяется 11 генетических разновидностей алмазов с дополнительным разделением по габитусу и морфологическим типам, отражающих специфику условий их образования (формы роста, растворения и коррозии). Кроме того, нами 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. Центрально-Сибирская алмазоносная субпровинция (ЦСАС) занимает центральную часть СП, 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: (Малоботубинский – МБАР, Далдыно-Алакитский – ДААР, Ыгыаттинский – ЫАР, Моркокинский – МАР, Средне-Мархинский – СМАР) алмазоносные районы. Характерно наличие россыпей ближнего, среднего и дальнего сноса, для которых в конкретных алмазоносных районах существуют местные коренные источники. Наиболее широкие масштабы россыпной алмазоносности установлены в МБАР и СМАР. В первом из них на протяжении более 50 лет разрабатываются богатые россыпи алмазов юрского возраста, а в начале 80-х годов XX века выявлены промышленные концентрации алмазов в отложениях позднепалеозойского возраста. В ДААР 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 позднеюрских – нижнеюрских отложениях, часть из которых связана с известными трубками Накынского кимберлитового поля (НКП). В Верхне-Мунском алмазоносном районе (ВМАР) 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. Особенностями алмазов отдельных территорий субпровинции является различное соотношение кристаллов октаэдрического и ромбододекаэдрического

габитусов при низком (не более 10 %) содержании округлых алмазов уральского типа и кубоидов. На комплексной основе нами проведено [9–10] среднемасштабное районирование ЦСАС, отдельно по всем ее четырём алмазоносным районам: МБАР, МАР, ДААР и СМАР. Комплексный анализ этих материалов позволяет использовать их как для выяснения условий генезиса алмазов в кимберлитовых телах, так и освещения их экзогенной истории в россыпях различного возраста и происхождения.

Малоботубинский алмазоносный район охватывает бассейн р. Малая Ботубоя (правый приток среднего течения р. Вилюй). В структурном отношении он находится в пределах Ботубоинского поднятия (северо-восточное окончание Непско-Ботубоинской антеклизы). Среднепалеозойские кимберлитовые трубки здесь тяготеют к Вилюйско-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 [8–9]. Предварительное районирование разновозрастных россыпей МБАР с учетом их возраста и местоположения свидетельствует об их полигенности и существовании смешанных ореолов (на основе комплексного исследования типоморфных особенностей алмазов). Значимых отличий алмазов из верхнепалеозойских и мезозойских отложений в пределах одного и того же участка нами не установлено (россыпи *Солур* и *Восточная*). В частности, несмотря на преобладание (рис. 1) в россыпях алмазов октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов I разновидности (группы кимберлитовых тел I и II по нашей классификации), в ряде россыпей содержание кристаллов с синеголубой фотолюминесценцией достигает 30–40 %, что не характерно для трубок Мир и Интернациональная, но присуще второй группе трубок (Дачная и др.). В целом морфологический спектр алмазов из россыпей МБАР близок 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, име-



**Рис. 1. Типоморфные особенности алмазов из россыпей МБАР** I, II, IV, VIII, IX – разновидности алмазов по Ю. Л. Орлову (О – октаэдры, ОД – переходные формы, Р – ламинарные ромбододекаэдры, Д1 – додекаэдры скрытослоистые, Д2 – додекаэдры с шагренью, К – кубы, б/т – осколки). 1–5 – участки: 1 – Улахан-Еленгский, 2 – Плубокий, 3 – Солур, 4 – Кураханский, 5 – Таборный

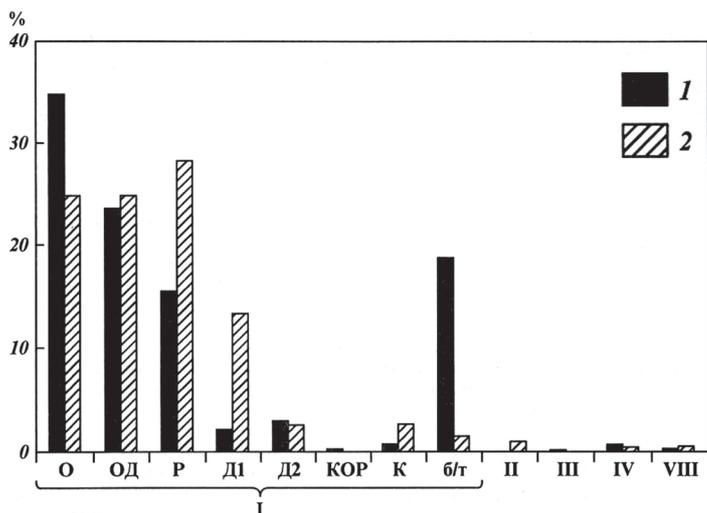
ни XIII съезда КПСС, Спутник) и одновременно несколько выше количество ламинарных ромбододекаэдров. Следует отметить, что в россыпях несколько больше плоскогранных октаэдров, чем в трубке Интернациональная, и меньше, чем в диатреме Мир. Какие-то иные морфогенетические разновидности алмазов в россыпях, по сравнению с известными коренными источниками, не встречены, за исключением заметного количества округлых алмазов уральского (бразильского) типа, характерных для россыпных проявлений севера Иркутской области (бассейн р. Нижняя Тунгуска). Последние не характерны 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 присутствие (0,5–1,0 %) так называемых алмазов Пв разновидности удачинского типа [10], представленных равномерно окрашенными в желтый цвет октаэдрами с занозистой штриховкой и блоковой скульптурой без площадок {100}, ярко-желтой фотолюминесценцией и с азотным центром N+V, для которых установлен [10] легкий ( $\delta^{13}\text{C} = -14,7\text{‰}$ ) изотопный состав углерода, а рентгеноспектральным анализом диагностирован эклогитовый состав включений. Такого рода алмазы не установлены в трубках Мир, Интернациональная и других МБАР. Содержание алмазов 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. Следует отметить, что количество алмазов с пониженным содержанием азота составляет в общей сложности 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 содержание азота в них ниже ( $1\text{--}2 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ ), чем в кристаллах трубки Таежная ( $4\text{--}5 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ ), и, в-третьих, эти алмазы в россыпях представлены в основном октаэдрами, в то время как в трубке Таежная основная их масса – ромбододекаэдры. Общей особенностью кристаллов с пониженным содержанием азота является зеленая, реже желто-зеленая фотолюминесценция. На этапе среднемасштабного районирования нами [10–13] 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 количеству извлеченных и изученных кристаллов, часто статистически не представительны 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 относятся к *Ирелях-Маччобинскому россыпному полю*. По типоморфным особенностям алмазов они достаточно гетерогенны, несмотря на преобладание кристаллов октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов. Так, 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. Аналогичным образом наблюдаются заметные (7,1–35,7 %) колебания в содержании двойников и сростков, фотолюминесцентных особенностях, причем по большинству участков количество кристаллов с сине-голубой фотолюминесценцией (13,6–42,8 %) заметно выше по сравнению с этими диатремами. 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 твердым включениям в алмазах отдельных участков менее значительны. Все это дает возможность выделить в пределах Ирелях-Маччобинского россыпного поля центральную ассоциацию алмазов. Наиболее контрастным ореолом в пределах *Центрального россыпного поля* характеризуется участок *Тымтайдахский* с пониженным (43,5 %) содержанием кристаллов октаэдрического и повышенным – переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому (35,4 %) и ромбододекаэдрического (11,2 %) габитусов. Здесь отмечено присутствие (3,2 %) желтых ромбододекаэдров II разновидности, высокое (27,4 %) количество двойников и сростков с преобладанием незакономерных сростков, повышенные (25,8 %) концентрации окрашенных камней и кристаллов с зеленой, желтой 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 пониженном содержании примесного азота в форме А-центра. Аномальный характер комплекса минералогических и физических особенностей алмазов россыпи участка Тымтайдахский, подтвержденный результатами их обработки статистическими методами, свидетельствует, на наш взгляд, что не менее 30 % алмазов этой россыпи составляют кристаллы, отличающиеся от трубки Мир, что может подтверждать [10, 13] 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. Еще

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, причем для них, в отличие от трубок Мир и Интернациональная, характерно резкое преобладание индивидов со сноповидной (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 твердыми включениями (10,3 %). Среди алмазов более половины составляют кристаллы с пониженным содержанием примесного азота в форме А-центра, а также индивиды с однородным распределением центров розово-сиреневой фотолюминесценции, не характерных для трубок Мир и Интернациональная. Все 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. Это может свидетельствовать о нахождении здесь высокоалмазоносного коренного источника, что также подтверждается особенностями распределения кристаллов по granulometrii, характерной для россыпей ближнего сноса. Аномальный для МБАР комплекс типоморфных особенностей характерен также, по предварительным данным, для 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 сближает однородное распределение центров розово-сиреневого свечения и высокое содержание кристаллов с пониженной концентрацией примесного азота в форме А-центра. Коренным источником алмазов, поступающих в россыпи ручьев Улахан-Еленг и Чуоналыр (Южный), могут быть неизвестные кимберлитовые тела, расположенные 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 фотолюминесценцией, повышенной (21,6–28,6 %) роли индивидов с желто-зеленым свечением и сравнительно высоким (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 экологитовой ассоциацией твердых включений по участку Солурский, практически отсутствующих в трубках Мир и Интернациональная [10]. Алмазы этого участка характеризуются аномально высоким 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, причем 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 слаботрещиноватых камней. По этим признакам алмазы Бахчинского россыпного поля мы [10] объединяем в северо-восточную ассоциацию. В целом комплекс особенностей алмазов по морфологии, окраске, твердым включениям, внутреннему строению, фотолюминесцентным особенностям, а также и примесному составу свидетельствует о множественности первоисточников алмазов из россыпей и наличии в пределах района новых, еще не открытых кимберлитовых тел, что согласуется с мнением других исследователей [4–5]. 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 ореол с юга по водоразделам рек Малая Ботуобия и Мурбай, с востока – рек Малая Ботуобия и Виллюйчан, с запада – по р. Большая Ботуобия, с северо-запада и севера – по р. Виллюй. Площади за пределами указанного контура района характеризуются высоким содержанием или преобладанием округлых алмазов уральского (бразильского) типа, характерных для Южно-Тунгусской области [10].

*Моркокинский алмазоносный район* охватывает левобережье среднего течения р. Виллюй 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. Россыпей и кимберлитовых тел промышленного значения пока не установлено, за исключением слабоалмазоносной трубки Моркока. Для этой территории охарактеризованы типоморфные особенности алмазов пяти пространственно-разобщенных ореолов междуречья рек Моркока и Виллюй (Дьюкунахский, Хатырыкский, Ыгыаттинский, Чагдалинский и Нижне-Моркокинский ореолы). Каждый из ореолов характеризуется (рис. 2) комплексом ти-



**Рис. 2. Типоморфні особливості алмазів із россыпей Моркочинського і Среднемархинського алмазоносних районів**

I–IV, VIII – різновидності алмазів по Ю. Л. Орлову (O – октаєдри, OD – перехідні форми, P – ламінарні ромбододекаєдри, D1 – додекаєдри скритослоисті, D2 – додекаєдри з шагренью, KOR – куборомбододекаєдри, K – куби, б/т – осколки). 1 – участок Дьокунах (С), 2 – середнє течення р. Марха (Q)

поморфних особливостей алмазів, характерних для багатих кимберлитових тел фанерозойського віку (по морфологічному критерію алмазоносності). Однак частина з них (Дьокунахський ореол) має складну історію формування, тому характеризується різким переобладанням односторонніх (0,8 мм) малих обломків алмазів октаєдричного габітуса (середній вага 1–2 мг) асоціації мирнинського типу без тріщин і включень. В відміння від трубки, серед них практично відсутні октаєдри з поліцентричними ростючими гранями і вище частка кристалів з жовтою фотолумінесценцією, при низькому (1,1 %) вмісті типових округлих алмазів. Серед них різко переважають кристали со сноповидної штриховки, рідко округлоступенчаті і з блоковою скульптурою I різновидності. Алмази IV і VIII різновидностей повністю відсутні. По своїм кристаломорфологічним особливостям алмази россыпей Дьокунах і Лиственничная не мають жодних ознак спорідненості з кристалами з кимберлитових тел територіально близько розташованого Далдино-Алакитського алмазоносного району (ДААР). Вміст подвійників і сростків є дуже низьким і не перевищує перших відсотків від загальної кількості кристалів. Серед алмазів різко переважають безбарвні камені високої ступені прозорості при дуже низькому вмісті забарвлених в червоно-коричневий колір кристалів і відсутності забарвлених в інші кольори індивідів. Характерною ознакою алмазів є дуже низький вміст дефектних тріщинуватих каменів, а також кристалів з включеннями. Серед твердих включень в алмазах зустрічені еклогітові асоціації (гранат оранжевий). З числа інших типоморфних особливостей слід відзначити широке поширення кристалів з леденцевою скульптурою, яка могла утворитися при регіональному метаморфізмі внаслідок впливу на алмази во вторичному колекторі верхнепалеозойського віку високотемпературного трапного магматизму. О регіональному метаморфізмі верхнепалеозойських відкладень свідчить знахідка алмаза з бурими плямами пігментації радіаційного походження при температурі не менше 500–550 °С. Алма-

зи з механічним зносом “істирання” відсутні. По свіченню в ультрафіолетових променях переважають кристали з рожево-сиреневим свіченням при підвищеному вмісті каменів з жовтою фотолумінесценцією. Слід відзначити низьку ступінь збереженості кристалів розглянутої россыпи – більше половини каменів складають осколки і обломки. Розподіл алмазів по вмісту в них примісного азоту в формі А-центра свідчить про переобладання серед них високоазотних кристалів і характеризується двомодальною кривою з максимумами 0–3 і 12–15·10<sup>19</sup> см<sup>-3</sup>, тобто другий максимум збігається з основним максимумом, характерним для високоалмазоносних кимберлитових тел МБАР [10, 16]. Однак спектр алмазів россыпи Дьокунах вкрай важко зв'язувати з їх привносом з МБАР, навіть урахувавши можливу трансформацію типоморфних особливостей алмазів в россыпах, що передбачає їх власні високопродуктивні коренні джерела з переобладанням октаєдричних кристалів на водорозділі річок Моркока і Вилію. При цьому кристаломорфологічні і фізичні особливості алмазів цих ореолів відрізняються від кристалів трубки Мир і не мають нічого спільного з такими з трубки Моркока. Слід відзначити близькість типоморфних особливостей алмазів Дьокунахського ореола каменноугольного віку (северо-східний борт Тунгуської синеклізи) з однолітнім Тарьдакським (юго-західний борт Тунгуської синеклізи), являються переотложеними з більш давніх вторичних колекторів прибережно-морського генезису. Коренні джерела алмазів Дьокунахського ореола можуть бути давніше верхнього девону. При цьому відзначимо, що в сучасній аллювії р. Аламджа збільшується кількість і тріщинуватість каменів з переобладанням кристалів октаєдричного габітуса. Для Хатьрыкського ореола алмазів пролювіально-аллювіальних відкладень верхнього палеозою передбачаються коренні джерела асоціації далдино-алакитського типу ближнього сноса з переобладанням ламінарних ромбододекаєдрів з занозистою штриховкою малих розмірів, що слід зв'язувати з літолого-фаціальними умовами їх формування. Для Ыгыаттинського ореола басейнових утворень верхнього палеозою характерно зміщення алмазів асоціації мирнинського і далдино-алакитського типів, що свідчить про багаточисельність їх коренних джерел (кимберлитових полів або тел) і утворенні ыгыаттинської специфічної асоціації алмазів, серед яких також присутні кристали з кавернами асоціації далдинського типу. Результати порівняльного вивчення алмазів міжуріччя річок Моркока і Вилію свідчать, на наш погляд, про високу перспективність цієї території на пошуки високоалмазоносних кимберлитових тел фанерозойського віку, приурочених до Виліюско-Мархинської зони глибинних розломів. Однак пряме пошуку коренних джерел тут ускладнене через складне геологічне будівництво території, обмежуюче застосування як шліхоминералогічного, так і геофізичних методів пошуку.

Далдино-Алакитський алмазоносний район знаходиться в басейні верхнього течення річок Марха і Алакит, а в структурному плані – на юго-західному схилі Анабарської антеклизы, на якій наложилось северо-східне крило Тунгуської верхнепалеозойської синеклізи. Тут широко розвинуто карбонатні породи нижнього палеозою, терригенні відкладення верхнього палеозою, складно інтродуковані телами трапів (Алакит-Мархинське кимберлитове поле), а також

установлено около 120 кимберлитовых тел. Алмазоносными являются пермо-карбоновые отложения конекской свиты. Этот район характеризуется незначительными масштабами россышной алмазоносности, несмотря на наличие высокоалмазоносных трубок. Отмечаются низкие концентрации алмазов в пермо-карбоновых отложениях конекской свиты в бассейне р. Сохолоох-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 алмазоносности кимберлитов. Разбраковка ореолов в значительной мере затруднена из-за непредставительного количества (первые десятки штук) алмазов. Обращает на себя внимание факт смешения ореолов в бассейне р. Киенг-Юрях, отличающихся по типоморфным особенностям от алмазов наиболее богатой в этом бассейне трубки Дальняя. По результатам исследования типоморфных особенностей алмазов четко оконтуривается восточная граница Далдынского поля, где по р. Эйекит-Мархинский отмечается высокое содержание желто-оранжевых кубов II разновидности с механическим износом [10]. В известных россыпных проявлениях района типичные округлые алмазы являются редкостью, что косвенным образом может свидетельствовать о наличии в районе еще не открытых кимберлитовых тел с повышенной алмазоносностью.

*Средне-Мархинский алмазоносный район (СМАР)* 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 которой наложился северо-западный борт Виллойской синеклизы. Здесь широко развиты прибрежно-морские осадки юры, которые перекрывают высокоалмазоносные 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 алмазоносности по сравнению с ДААР. Среди них присутствуют также псевдоромбододекаэдр мархинского типа, встречающиеся в трубках Ботубинская и Нюрбинская. Вместе с тем среди последних присутствуют морфогенетические разновидности алмазов, не зафиксированные в вышеуказанных кимберлитовых телах НКП. Этот факт можно объяснить с позиции истории геологического развития региона и возможности перемыва и переотложения алмазоносных 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-Накынское кимберлитовое поле. При этом обращает на себя внимание присутствие на участке Хатырык-Отуу повышенного содержания типичных округлых алмазов уральского (бразильского) типа и камней с коррозией, характерных для близлежащего Муно-Тюнгского района россыпной алмазоносности и полосы развития продуктивных верхнеюрских отложений, окаймляющих юго-восточную и восточную части Анабарской антеклизы. Сравнение типоморфных особенностей алмазов из россыпей дяхтарской и орухтахой свит к юго-западу от трубки Нюрбинская и россыпей аналогичного возраста в пределах карьера одноименного 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 дайковых тел, с широким распространением скульптур травления алмазов с пониженным содержанием кристаллов с сине-голубым и повышенным – с желто-зеленым свечением и с 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 орухтахой 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 сегодня наиболее древним вторичным коллектором алмазов в СМАР. Проведенный анализ типоморфных особенностей алмазов этого района (рис. 2) свидетельствует о полигенности их россыпных ореолов, коренными источниками которых, несомненно, являются высокоалмазоносные (по морфологическому критерию алмазоносности) 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 высокоалмазоносных кимберлитовых тел (не менее 50 % от общего количества трубок). Причем практическое значение будут представлять даже трубки относительно небольшого размера.

Таким образом, результаты комплексного исследования типоморфных особенностей алмазов из россыпей СП позволяют выделять алмазоносные субпровинции, области, районы и поля, для которых можно прогнозировать тип первоисточников, уровень их потенциальной алмазоносности, а также качество алмазного сырья. Результаты комплексного минералогического исследования алмазов из разновозрастных россыпей ЦСАС и их сравнение с кристаллами из кимберлитовых тел этого региона свидетельствуют о том, что каждый из четырёх рассмотренных алмазоносных районов характеризуется определенным комплексом их типоморфных особенностей и набором минералогических ассоциаций. Область развития отдельных макроассоциаций (семейств) в ее пределах обычно ограничивается алмазоносным 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 счет размыва более древнего коллектора или коренного источника среднепалеозойского возраста. Миграционная способность алмазов из россыпей, сформированных за счет размыва кимберлитовых тел среднепалеозойского возраста и древних вторичных коллекторов, обычно находится в пределах алмазоносного 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 желто-оранжевыми кубоидами II разновидности и баллассами VI разновидности (тунгусского и уральского типа), часть из которых с признаками травления, не характерными для кристаллов из трубок среднепа-

леозойского 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 алмазоносных районов (МБАР, СМАР и Муно-Тюнгского) с широким проявлением россыпной алмазоносности, 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 алмазопроисковых работ. Алмаз и его типоморфные особенности должны являться одним из основных критериев прогнозирования и поисков их коренных источников. Важный практический вывод имеют полученные в рамках среднемасштабных прогнозно-поисковых исследований типоморфных особенностей алмазов материалы о гетерогенности Вилюйско-Мархинской зоны глубинных разломов в отношении продуктивного кимберлитового магматизма, что связано с его приуроченностью к областям жесткого консолидированного фундамента архейского возраста (Ботуобинский и Тюнгский кратоны). Результаты исследования типоморфных особенностей алмазов из наиболее хорошо изученных кимберлитовых тел свидетельствуют о неоднородностях в строении верхней мантии даже в пределах ЦСАС, особенно в отношении распределения достаточно редких окрашенных разновидностей кристаллов (II, III и IV), предположительно, эклогитового генезиса, связанных с глубинными алмазоносными 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. Проведенный анализ типоморфных особенностей алмазов свидетельствует о высокой перспективности россыпных проявлений ЦСАС на обнаружение новых высокопродуктивных кимберлитовых трубок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аргунов К. П., Зинчук Н. Н. Онтогенез алмазов//Сб.: Исследование высокобарических минералов. – М.: ИФЗ АН СССР, 1987. – С. 166–186.
2. Афанасьев В. П., Ефимова Э. С., Зинчук Н. Н., Коптиль В. И. Атлас морфологии алмазов России. – Новосибирск: СО РАН. НИЦ ОИГГМ, 2000. – 291 с.
3. Афанасьев В. П., Зинчук Н. Н., Похиленко Н. П. Поисковая минералогия алмаза. – Новосибирск: Гео, 2010. – 650 с.
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//Минералогич. 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. Бокий Г. Б., Безруков Г. Н., Ключев Ю. А. и др. Природные и синтетические алмазы. – М.: Наука, 1986. – 221 с.
8. Гневушев М. А., Бартошинский З. В. К морфологии якутских алмазов//Тр. ЯФ СО АН СССР. Сер. геолог. – 1959. – Вып. 4. – С. 74–92.
9. 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.

10. Зинчук Н. Н., Коптиль В. И. Типоморфизм алмазов Сибирской платформы. – М.: Недра, 2003. – 603 с.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. Прокопчук Б. И. Зональность размещения алмазных россыпей на древних платформах//Минеральные месторождения. – М.: Наука, 1976. – С. 186–196.
15. Орлов Ю. Л. Минералогия алмаза. 2-е изд. – М.: Наука, 1984. – 264 с.
16. Рожков И. С., Михалев Г. П., Зарецкий Л. М. Алмазоносные россыпи Мало-Ботуобинского района Западной Якутии. – М.: АН СССР, 1963. – 137 с.

REFERENCES

1. Argunov K. P., Zinchuk N. N. Some issues of natural diamonds ontogeny//Sb.: Issledovanie vysokobaricheskikh mineralov. – Moskva: IFZ AN SSSR, 1987. – P. 166–186. (In Russian).
2. Afanasev V. P., Efimova Je. S., Zinchuk N. N., Koptil V. I. Atlas of diamond morphology of Russia. – Novosibirsk: SO RAN. NIC OIGGM, 2000. – 291 p. (In Russian).
3. Afanasev V. P., Zinchuk N. N., Pohilenko N. P. Prospecting mineralogy of diamond. – Novosibirsk: Geo, 2010. – 650 p. (In Russian).
4. Bartoshinskij Z. V. Comparative characteristics of diamonds from various diamondiferous regions of Western Yakutia//Geologija i geofizika. – 1961. – № 6. – P. 40–50. (In Russian).
5. Bartoshinskij Z. V. Mineralogical classification of natural diamonds//Mineralogich. zhurnal. – 1983. – V. 5. – № 5. – P. 84–93. (In Russian).
6. Bartoshinskij Z. V., Zaharova V. R., Ivaniv I. N. Etched diamonds in Mesozoic sediments//Geologija i geofizika. – 1978. – № 10. – P. 154–162. (In Russian).
7. Bokij G. B., Bezrukov G. N., Kljuev Ju. A. et al. Natural and synthetic diamonds. – Moskva: Nauka, 1986. – 221 p. (In Russian).
8. Gnevushev M. A., Bartoshinskij Z. V. To morphology of Yakutian diamonds//Tr. JaF SO AN SSSR. Ser. geolog. – 1959. – Iss. 4. – P. 74–92. (In Russian).
9. 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).
10. Zinchuk N. N., Koptil V. I. Typomorphism of diamonds of the Siberian platform. – Moskva: Nedra, 2003. – 603 p. (In Russian).
11. 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. rudnyh mestorozhdenij. – 1999. – V. 41. – Iss. 16. – № 6. – P. 516–526. (In Russian).
12. 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//Sb.: Problemyalmaznoj geologii i nekotorye puti ih reshenija. – Voronezh: VGU, 2001. – P. 337–357. (In Russian).
13. 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//Rudy i metally. – 1999. – № 3. – P. 18–30. (In Russian).
14. Prokopchuk B. I. Zoning of diamond placers allocation on ancient platforms//Mineralnye mestorozhdenija. – Moskva: Nauka, 1976. – P. 186–196. (In Russian).
15. Orlov Yu. L. Mineralogy of diamond. 2nd ed. – Moskva: Nauka, 1984. – 264 p. (In Russian).
16. Rozhkov I. S., Mihalev G. P., Zareckij L. M. Diamondiferous placers of Malo-Botuobinsky region of Western Yakutia. – Moskva: AN SSSR, 1963. – 137 p. (In Russian).

Рукопис отримано 14.08.2019.