

УДК 549.211:553.81:25

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, nnzinchuk@rambler.ru, ORCID-0000-0002-9682-3022,

В. І. КОПТИЛЬ, канд. геол.-мінерал. наук, провідний науковий співробітник Західноякутського наукового центру (ЗЯНЦ) Академії наук Республіки Саха (Якутія), м. Мирний

ОСОБЛИВОСТІ АЛМАЗІВ ІЗ СУЧАСНИХ РОЗСИПІВ У ЗОНІ ПОШИРЕННЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ КІМБЕРЛІТОВИХ ДІАТРЕМ

ОСОБЕННОСТИ АЛМАЗОВ ИЗ СОВРЕМЕННЫХ РОССЫПЕЙ В ЗОНЕ РАСПРО- СТРАНЕНИЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНЫХ КИМБЕРЛИТОВЫХ ДИАТРЕМ

(Матеріал друкується мовою оригіналу)

Проведенними комплексними дослідженнями і обобщенням доступного матеріала по изучению алмаза из современных россыпей Центрально-Сибирской алмазоносной субпровинции, а также их сравнением с кристаллами из кимберлитовых тел этого региона выполнено районирование площадей по степени их перспективности. Комплекс особенностей алмазов из россыпей описываемой субпровинции по морфологии, окраске, твердым включениям, внутреннему строению, фотолюминесценции и примесному составу свидетельствует о множественности первоисточников и наличию в пределах алмазоносных районов ещё не открытых кимберлитовых тел. Отмечена полигенность минералогических ассоциаций алмаза в современных россыпях отдельных районов с широким проявлением россыпной алмазоносности, достигающей промышленных концентраций. Важное значение имеет использование типоморфных особенностей кристаллов для восстановления экзогенной истории алмазов на пути от коренных источников до мест современного нахождения в россыпях, для палеогеографических реконструкций распространения древних продуктивных толщ и выяснения направлений сноса алмазоносного материала, что будет способствовать поиску их коренных источников.

Ключевые слова: алмазы, современные толщи, алмазоносные районы, россыпи, Сибирская платформа.

N. N. Zinchuk, West-Yakutian Scientific Centre of RS (Y) AS, Mirny, nnzinchuk@rambler.ru, ORCID-0000-0002-9682-3022, **V. I. Koptil**, West-Yakutian Scientific Centre of RS (Y) AS, Mirny

SPECIFIC FEATURES OF DIAMONDS FROM MODERN PLACERS IN THE ZONE OF HIGH-PRODUCTIVE KIMBERLITE DIATREMES DISTRIBUTION

Zoning of areas by degree of their prospectivity was carried out by outlined complex investigations and generalization of available material on investigating diamond from modern placers of Central-Siberian sub-province and their comparison with crystals from kimberlite bodies of this region. The complex of features of diamonds from the placers of the described sub-province testifies by morphology, coloring, hard inclusions, internal structure, photoluminescence and impurity composition about multiplicity of original sources and availability of still undiscovered kimberlite bodies within diamondiferous regions. Polygeny of diamond mineralogical associations is noted in modern placers of individual regions with broad occurrence of placer diamondiferousness, reaching commercial concentrations. Utilization of typomorphic features of crystals for reconstruction of exogenous history of diamonds on the way from primary sources to the places of modern location in placers, for paleogeographical reconstructions of ancient productive thick layers' reconstructions and clearing out directions of diamondiferous material drift, which will promote prospecting of their primary sources, has important significance.

Keywords: diamonds, modern thick layers, diamondiferous regions, placers, Siberian platform.

Для древних платформ Мира и находящихся в их пределах кристаллических щитов довольно характерными являются россыпи и проявления алмазов. Количество и промышленная значимость россыпных месторождений алмазов и их проявлений в целом возрастают в направлении от древних докембрийских к палеозойским, мезо-кайнозойским и молодым четвертичным и современным [11, 19–20]. Отмеченная возрастная последовательность промышленной значимости россыпных месторождений алмазов в отдельных районах иногда может нарушаться. В природе образуются различные генетические типы алмазных россыпей, главными среди которых являются элювиальные, делювиальные, пролювиальные, аллювиальные, озерные, золовые, ледниковые и гетерогенные (смешанного

типа). Алмазоносность россыпей определяется главным образом уровнем содержания и объемом эродированных питающих источников, а её изменчивость – региональными и локальными факторами, влияющими на внутреннее строение россыпей и концентрацию в них алмазов. Максимальные содержания обычно свойственны переотложенным корам выветривания (КВ) питающих источников (кимберлитов и лампроитов), с которыми связано большинство россыпных месторождений алмазов. Относительно высокое содержание и пониженное качество алмазов характерны для россыпей ближнего сноса, обычно с мелкими и средними кристаллами. Сравнительно низкое содержание и высокое качество алмазов свойственно россыпям дальнего сноса и переотложениям с преимущественно крупными и средними кристаллами. Более крупные и качественные кристаллы свойственны россыпям, образующимся

за счет перемыва и переотложения более древних промежуточных коллекторов. Кроме различного генезиса и возраста россыпей, для различных перспективных горизонтов древних платформ и находящихся в них кристаллических массивов характерны многочисленные, заслуживающие всестороннего изучения алмазные проявления с целью оценки конкретной территории и получения новых прогнозно-поисковых признаков на коренную и россыпную алмазоносность. Особую важность такие исследования могут представлять для территорий, на которых отмечено присутствие алмазов, но не известны источники их сноса. В этой связи заслуживают одобрения исследования алмазов, обнаруженных на различных участках Украинского щита (УЩ), и сравнения полученных данных с аналогичными минералами как близлежащих территорий [16], так и других однотипных или близких по геолого-тектоническому строению регионов Мира. Очень удачным в этом плане является Сибирская платформа (СП), где известны разновозрастные и с различной продуктивностью коренные и россыпные месторождения алмазов. Интересным этот регион является и для россыпей алмазов, формирование которых существенно отличается в районах развития высокоалмазоносных кимберлитовых диатрем (Центрально-Сибирская алмазоносная субпровинция – ЦСАП), северо-восточной краевой части платформы (Лено-Анабарская алмазоносная субпровинция – ЛААП) на территориях влияния кристаллического массива (Анабарский кристаллический массив – АКМ) и в южной краевой части СП (Тунгусская алмазоносная субпровинция – ТАСП), которые целесообразно рассмотреть в отдельных работах.

Типоморфным особенностям алмазов при прогнозировании в последние десятилетия не уделялось должного внимания, хотя ещё в начале 50-х годов XX века изучение морфологии алмазов из аллювиальных россыпей рек Нижняя Тунгуска, Виллой и Марха позволило Н. А. Бобкову и М. А. Гневушеву сделать достаточно важный на то время вывод о множественности первоисточников алмазов СП. Тогда поиски, локализованные на выделенных площадях, привели к открытию в 1954 году первого коренного месторождения алмазов на платформе кимберлитовой трубки Зарница [17–22]. Всесторонние исследования алмазов СП с использованием различных минералогических классификаций (Ю. Л. Орлова, М. А. Гневушева, З. В. Бартошинского) позволили нам [12–16] выработать систему анализа их типоморфных особенностей и на этой основе провести минерагеническое районирование платформы в целом и отдельных её перспективных территорий (рис. 1) с выделением типов первоисточников алмазов, а также ответить на главные вопросы: можно ли ожидать открытия высокоалмазоносных кимберлитов на севере и северо-востоке платформы (включая Анабарский и Кютюндинский алмазоносные районы), а также на юге и юго-западе (в Иркутской области и Красноярском крае), и где сосредоточить их поиски. Алмазопоисковые работы на СП ведутся уже на протяжении более 60 лет. В результате здесь открыто свыше 1 000 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 [9–12]. Основой для изучения типоморфизма алмазов служила составленная база данных [13–15] по алмазам из россыпей и проявлений россыпной алмазоносности современного возраста. При изучении типоморфных особен-

ностей алмазов применялась их минералогическая классификация по комплексу взаимосвязанных признаков и свойств, предложенная Ю. Л. Орловым [18] и в значительной степени основанная на физических свойствах алмазов. Согласно этой классификации выделяется 11 генетических разновидностей алмазов с дополнительным разделением по габитусу и морфологическим типам, отражающим специфику условий их образования (формы роста, растворения и коррозии). Кроме того, мы исследовали кристалломорфологические особенности алмазов (характер скульптур и двойники-сростки), прозрачность, окраску, пигментацию, ожелезнение, фотолуминесцентные особенности, изотопный состав углерода, минералогию и химический состав твёрдых включений, сохранность, трещиноватость и механический износ кристаллов. В результате детального и комплексного изучения типоморфных особенностей алмазов из всех разновозрастных коллекторов Сибирской алмазоносной провинции [12–16] она разделена на четыре субпровинции – Центрально-Сибирскую (ЦСАС), Лено-Анабарскую (ЛААС), Тунгусскую (ТАС) и Алданскую (ААС), а во второй и третьей соответственно выделены Кютюндинская (Приленская), Анабаро-Оленёкская, Байкитская и Южно-Тунгусская области. Такое районирование провинции позволяет рассматривать историю алмазов из россыпей в совокупности с историей геологического развития платформы в целом и применять данные по типоморфизму алмазов для регионального и локального прогнозов. Кроме того, установлено, что формирование всех алмазоносных отложений провинции происходило за счёт размыва первоисточников четырёх типов, характеризующихся набором определённых генетических разновидностей кристаллов.

Первоисточник I типа – кимберлитовый высокоалмазоносный. В нем резко преобладают ламинарные кристаллы октаэдрического, ромбододекаэдрического и переходного между ними габитусов I разновидности, образующие непрерывный ряд, присутствуют алмазы с оболочкой IV разновидности, серые кубы III разновидности, поликристаллические агрегаты VIII и IX разновидностей и равномерно окрашенные в жёлтый цвет кубоиды II разновидности. По соотношению габитусов, морфогенетических типов кристаллов и их разновидностей выделяются ассоциации алмазов, именуемые по названию районов или отдельных фаз кимберлитового магматизма в их пределах: мирнинская, далдыно-алакитская, верхнемунская, кютюндинская, дальнинская и другие. *Первоисточник II типа* – кимберлитовый убогоалмазоносный, для него характерно преобладание алмазов II типа – додекаэдров с шагренью, полосами пластической деформации жильного типа [1–7, 9], округлых алмазов уральского (бразильского) типа; присутствуют также бесцветные кубоиды I разновидности. К *первоисточникам III типа* относятся источники алмазов невыясненного генезиса. Кристаллы этого типа первоисточника – графитизированные ромбододекаэдры V разновидности, а также сложные двойники и сростки, додекаэдровиды VII разновидности с лёгким ($\delta^{13}\text{C} = -23\text{‰}$) изотопным составом углерода [8] и равномерно окрашенные кубоиды с промежуточным изотопным составом углерода $\delta^{13}\text{C} = -13,60\text{‰}$, которые образуют ассоциацию эбеляхского (нижнеленского) типа. Алмазы характерны для россыпей северо-востока СП, коренные источники которых не обнаружены [18–20]. *Первоисточник IV типа* – импактный; алмазы здесь представлены [1, 3, 15] поликристаллами типа карбонад с примесью гексагональной модификации углерода – лонсдейлита (якутит).

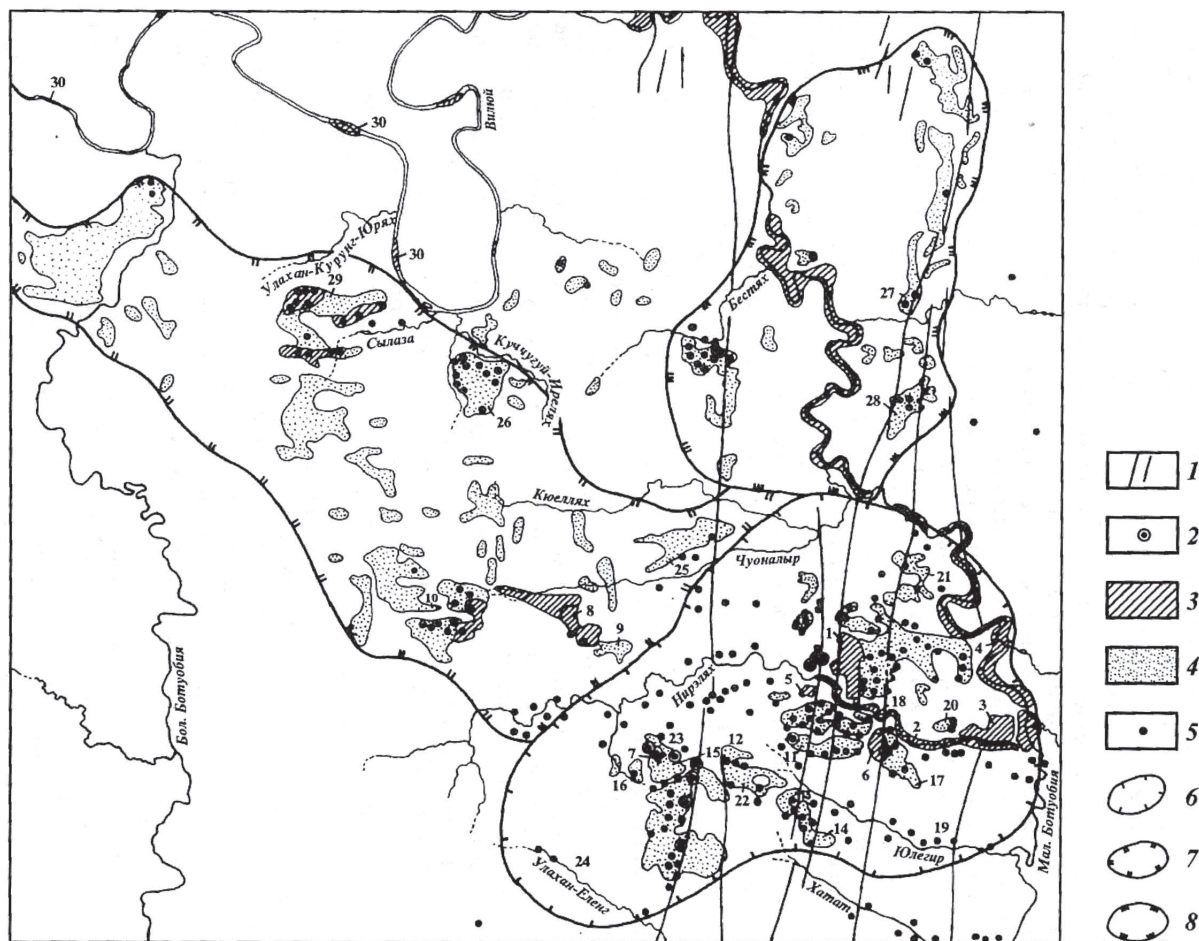


Рис. 1. Схема среднemasштабного районирования бассейна р. Малая Ботуобия (МБАР)

Структурно-тектонические предпосылки районирования:

1 – кимберлитоконтролирующие разломы Вилюйско-Мархинской зоны. Магматические и минералогические признаки районирования: 2 – кимберлитовые трубки, 3 – россыпные месторождения алмазов (балансовые, забалансовые россыпи алмазов, оценка которых еще не завершена), 4 – россыпные проявления алмазов и площади развития высококонтрастных ореолов рассеяния их минералов-спутников с находками алмазов, заслуживающими постановки поисково-оценочных работ, 5 – места обнаружения алмазов. Типоморфные особенности алмазов: 6 – центральная ассоциация алмазов (образует Ирелях-Маччобинское россыпное поле); 7 – северо-западная ассоциация алмазов (образует Чуоналыр-Курунг-Юряхское россыпное поле); 8 – северо-восточная ассоциация алмазов (образует Бахчинское россыпное поле). Россыпи и россыпные проявления участков: 1 – водораздельные галечники, 2 – р. Ирелях, 3 – Горный, 4 – р. Малая Ботуобия, 5 – Дачный-1, 6 – Глубокий, 7 – Новинка, 8 – Восточный, 9 – Солурский, 10 – Западный, 11 – Дачный-2, 12 – Улах-Юряхский, 13 – Юлегирский, 14 – Хадарский, 15 – Берский, 16 – Маччобинский, 17 – Таборный, 18 – Староаэродромный, 19 – Нижнеюлегирский, 20 – Юрский, 21 – Лабахтинский, 22 – Лосиха, 23 – Куранахский, 24 – Улахан-Еленгский, 25 – Чуоналырский, 26 – Куччугуй-Иреляхский, 27 – Бахчинский, 28 – Лимонитовый, 29 – Улахан-Курунг-Юряхский, 30 – р. Вилюй

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 как современного, так и более древнего возраста резко преобладают алмазы I типа первоисточника (Малоботуобинский – МБАР, Далдыно-Алаakitский – ДААР, Ыгыаттинский – ЫАР, Моркокинский – МАР и Среднемархинский – СМАР – алмазоносные районы). Характерно наличие россыпей ближнего, среднего и дальнего сноса, для которых в некоторых алмазоносных районах существуют местные коренные источники. Наиболее широкие масштабы россыпной алмазоносности установлены (рис. 2 и 3) в МБАР (более 70 россыпей и алмазопроявлений) и СМАР (рис. 4 и 5). В первом из них на протяжении более 50 лет разрабатываются богатые россыпи алмазов современного и юрского возраста. В ДААР обнаружены россыпи алмазов ближнего сноса, непосредственно примыкающие к кимберлитовым трубкам. Округлые алмазы встречаются здесь только на его западном (бассейн р. Алаakit) и восточном (бассейн

р. Силигир) флангах. В СМАР найдены россыпи алмазов в современных и палеоген-неогеновых отложениях, часть из которых связана с известными трубками Накынского кимберлитового поля. В Верхнемунском алмазоносном районе (ВМАР) россыпь Уулаах-Муна приурочена к ореолам эрозионного выноса кимберлитового материала и алмазов из известных здесь кимберлитовых трубок. Особенности алмазов отдельных территорий субпровинции является (рис. 2 и 4) различное соотношение кристаллов октаэдрического и ромбододекаэдрического габитусов при низком (не более 10 %) содержании округлых алмазов уральского типа и кубоидов. Алмазы II и III типов первоисточника, характерные для россыпей северо-востока СП, в россыпях ЦСАС почти не встречаются. Для сравнительной характеристики типоморфных особенностей алмазов ЦСАС использованы (рис. 2–5) результаты минералогических алмазов из современных россыпей МБАР, МАР, ДААР и СМАР. Комплексный анализ этих материалов позволяет использовать их как для выяснения условий генезиса алмазов в кимберлитовых телах, так и их экзогенной истории в россыпях различного возраста и происхождения. Малоботуобинский алмазоносный

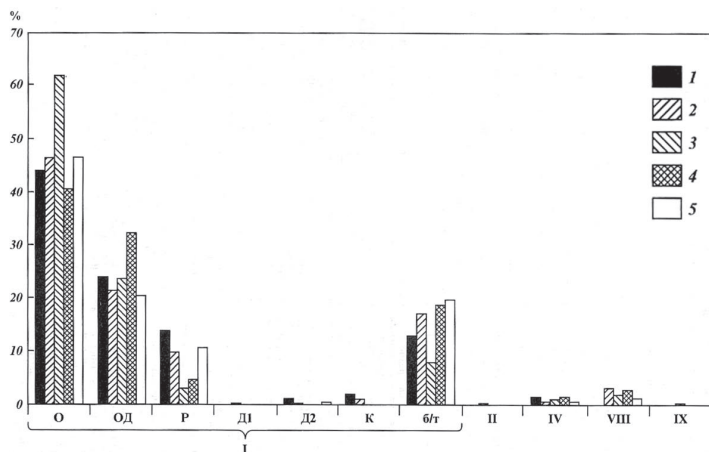
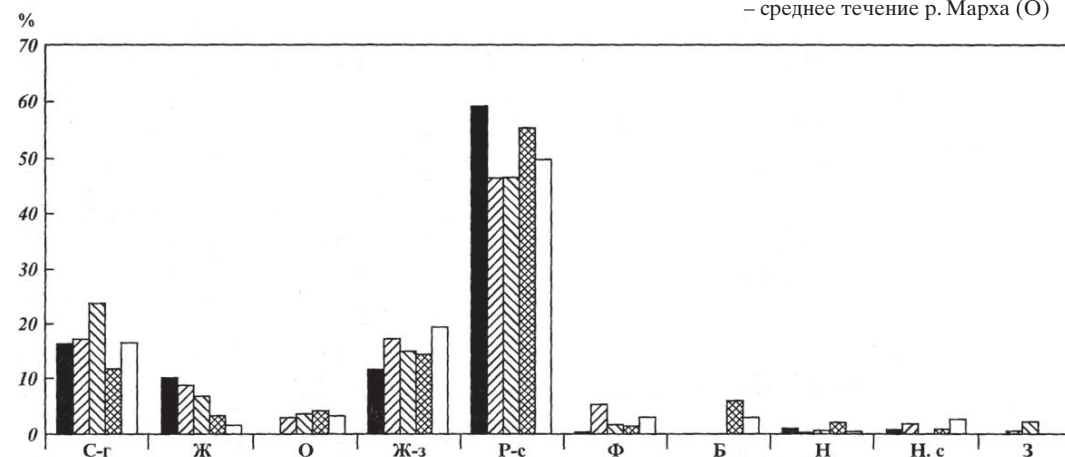


Рис. 2. Типоморфные особенности алмазов из россыпей МБАР

I, II, IV, VIII, IX – разновидности алмазов по Ю. Л. Орлову (O – октаэдр, OD – переходные формы, P – ламинарные ромбододекаэдр, D1 – додекаэдр скрытослоистые, D2 – додекаэдр с шагренью, K – кубы, б/т – осколки)

1 – 5 – участки: 1 – Улахан-Еленгский, 2 – Глубокий, 3 – Солур, 4 – Куранаский, 5 – Таборный



район (МБАР) охватывает бассейн р. Малая Ботубобия (правый приток среднего течения р. Вилюй). В структурном отношении он находится в пределах Ботубобинского поднятия (северо-восточное окончание Непско-Ботубобинской антеклизы). Среднепалеозойские кимберлитовые трубки здесь тяготеют к Вилюйско-Мархинской зоне разломов (зоне тектонической активизации). В районе широко развиты четвертичные аллювиальные образования, к которым приурочены промышленные россыпи алмазов и их проявления [17–18]. Предварительное районирование разновозрастных россыпей МБАР (всего 31 объект) с учетом их возраста и местоположения свидетельствует об их полигенности и существовании смешанных ореолов (на основе комплексного исследования типоморфных особенностей алмазов). Алмазы из рассматриваемых современных россыпей (рис. 2 и 3) резко отличаются по своим типоморфным особенностям от кристаллов из кимберлитовых тел Таежная, Амакинская и Ан-21. 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 удачного типа [12], представленных равномерно окрашенными в желтый цвет октаэдрами с занозистой штриховкой и блоковой скульптурой без площадок {100}, ярко-желтой фотолюминесценцией и с азотным центром

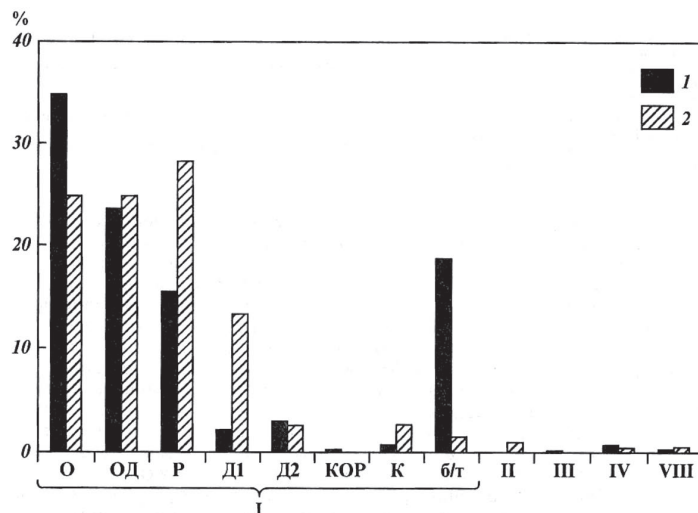


Рис. 4. Типоморфные особенности алмазов из россыпей МАР и СМАР

I–IV, VIII – разновидности алмазов по Ю. Л. Орлову (O – октаэдр, OD – переходные формы, P – ламинарные ромбододекаэдр, D1 – додекаэдр скрытослоистые, D2 – додекаэдр с шагренью, KOP – куборомбододекаэдр, K – кубы, б/т – осколки). 1 – участок Дьюкунах (Сi), 2 – среднее течение р. Марха (O)

Рис. 3. Фотолюминесцентные особенности алмазов из россыпей МБАР

Цвет люминесценции: С-г – синеголубой, Ж – желтый, О – оранжевый, Ж-з – желто-зеленый, зеленый, Р-с – розово-сиреневый, Ф – фиолетовый, Б – белесый, Н – неопределенный; Н.с – несветящиеся алмазы, 3 – с зональным свечением; прочие усл. обозначения на рис. 2

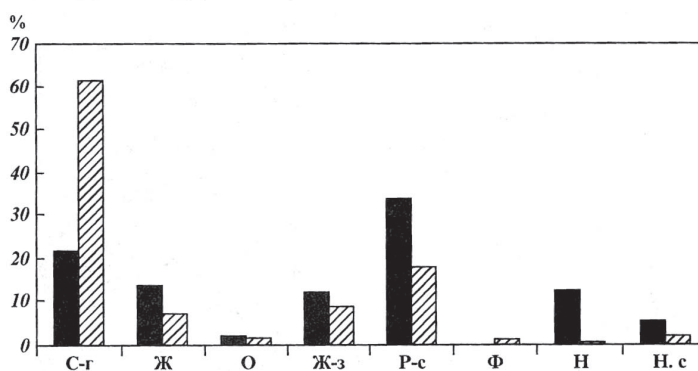


Рис. 5. Фотолюминесцентные особенности алмазов из россыпей МАР и СМАР

Цвет люминесценции: С-г – синеголубой, 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. 2

N+V, для которых установлен [8] легкий ($\delta^{13}\text{C} = -14,7\text{‰}$) изотопный состав углерода, а рентгеноспектральным анализом диагностирован эклогитовый состав включений. Такого типа алмазы не установлены в трубках Мир, Интернациональная и других Мирнинского кимберлитового поля (МКП). Во многих

россыпях (участки Тымтайдахский, Дачный, Искра и др.) отмечается [12, 15] 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 (изучено восемь россыпей). 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 ($1-2 \cdot 10^{19}$ см⁻³), чем в кристаллах трубки Таежная ($4-5 \cdot 10^{19}$ 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. Наиболее контрастным ореолом в пределах *Центрального россыпного поля* характеризуется (рис. 2–3) участок *Тымтайдахский* с пониженным (43,5 %) содержанием кристаллов октаэдрического и повышенным – переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому (35,4 %) и ромбододекаэдрическому (11,2 %) габитусам. 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, доказывает [12, 15], что не менее 30 % алмазов этой россыпи составляют кристаллы, отличающиеся от трубки Мир, что может свидетельствовать о существовании в пределах участка высокоалмазоносных кимберлитовых тел (по морфологическому критерию алмазоносности).

Моркокинский алмазоносный район (МАР) охватывает левобережье среднего течения р. Виллой и бассейн р. Моркока. В структурном плане он находится в пределах Сюдджерской седловины. Здесь развиты продуктивные на алмазы современные четвертичные образования. Россыпей и кимберлитовых тел промышленного значения пока не установлено, за исключением слабоалмазоносной трубки Моркока. Отметим, что в современном аллювии р. Аламджа увеличивается крупность и трещиноватость камней с преобладанием кристаллов октаэдрического габитуса. Нижнеморкокинский ореол в современном аллювии по типоморфным особенностям алмазов довольно близок к кристаллам из россыпей СМАР, при пониженном содержании ламинарных ромбододекаэдров, но с повышенным количеством плоскогранных октаэдров мирнинского типа и сравнительно невысоком (14,7 %) типично округлых алмазов уральского типа [12]. Не исключено, что алмазы могли поступать из палеоген-неогеновых галечников или реликтов высоких террас р. Марха, в нижнем течении р. Моркока, а также за счет размыва верхнепалеозойских отложений типа Чагдалинского ореола. Для последнего, находящегося в бассейновых осадках верхнего палеозоя, характерна ассоциация алмазов мирнинского типа. Ореол является полигенным за счет размыва не менее двух источников (кимберлитовых трубок или полей). Результаты

сравнительного изучения алмазов междуречья рек Моркока и Виллой свидетельствуют о высокой перспективности этой территории на поиски высокоалмазоносных кимберлитовых тел фанерозойского возраста, приуроченных к Виллойско-Мархинской зоне глубинных разломов.

Далдыно-Алакитский алмазоносный район (ДААР) находится в бассейне верхнего течения рек Марха и Алакит, а в структурном плане – на юго-западном склоне Анабарской антеклизы, на который наложилось северо-восточное крыло Тунгусской верхнепалеозойской синеклизы. Здесь широко развиты карбонатные породы нижнего палеозоя, терригенные отложения верхнего палеозоя, сложно интродуцированные телами траппов (Алакит-Мархинское кимберлитовое поле – АМКП), а также установлено около 120 кимберлитовых тел. Этот район характеризуется незначительными масштабами россыпной алмазоносности, несмотря на наличие высокоалмазоносных трубок, причем только некоторые из них (Удачная и Айхал) образуют промышленные россыпи ближнего сноса (ручьи Пироповый и Мелкоильменитовый). Отмечаются низкие концентрации алмазов в современном аллювии верхнего течения р. Марха (между устьями рек Сохолоох и Далдын), в бассейнах р. Сохолоох-Мархинской (ручей Кинг-Юрх) и р. Сохолоох-Алакитской. 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. Следует отметить, что для данного региона находки даже нескольких кристаллов мелких классов в терригенных отложениях могут являться прямым признаком наличия алмазоносных кимберлитовых тел. По результатам исследования типоморфных особенностей алмазов четко оконтуривается восточная граница Далдынского поля, где по р. Эйкит-Мархинской отмечается высокое содержание желто-оранжевых кубов II разновидности с механическим износом [12].

Среднемархинский 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 который наложился северо-западный борт Виллойской синеклизы. Эта территория характеризуется более широким проявлением россыпной алмазоносности по сравнению с ДААР. Детально изучена алмазоносность современных отложений более чем на 300-километровом участке р. Марха, ниже устья р. Ханья. Установлена повсеместная продуктивность отложений левых притоков р. Марха в районе Энердекской излучины (реки Накын, Ньимилемэ, Конончан, Дяхтар-Юрэгэ) современного возраста (от I до VI террасы р. Марха). Алмазы из современных россыпей характеризуются комплексом типоморфных особенностей, позволяющих отличать их от индивидов других регионов. К ним, в первую очередь, относится высокое содержание кристаллов октаэдрического, переходного от октаэдрического габитуса, а также ламинарных ромбододекаэдров (соотношение октаэдры: переходные формы: ламинарные ромбододекаэдры равно 1:1:1) при низком (не более 8 %) количестве округлых алмазов уральского (бразильского) типа, являющихся неблагоприятным фактором алмазоносности, что позволяет высоко оценивать потенциальную алмазоносность коренных источников алмазов региона. Среди алмазов из россыпей в количестве до 5 % присутствуют псевдоромбододе-

каэдры мархинского типа без преломления по гранному шву, полностью отсутствующие в кимберлитовых телах ДААР, но обнаруженные в примерно таком же количестве в трубках Ботубинская и Нюрбинская (Накынское кимберлитовое поле). Также в современных россыпях бассейна р. Марха в количестве 3–4 % присутствуют алмазы с оболочкой IV разновидности, являющиеся редкостью в трубке Удачная (менее 1 %), но характерные для трубки Айхал (5–10 %) и трубок Ботубинская, Нюрбинская (3,8–12,8 %). Для алмазов из россыпей присуща преобладающая (рис. 4 и 5) сине-голубая фотолюминесценция, сравнительно высокая степень сохранности (целостность) и ультраосновная ассоциация включений. Установлено заметное отличие алмазов двух участков долины р. Марха (выше и ниже участка Подпорожный). Отмечается различие фотолюминесцентных особенностей алмазов из современного аллювия р. Марха от трубок Ботубинская и Нюрбинская, где преобладают кристаллы с розово-сиреневым свечением, при подчиненном количестве камней с сине-голубым свечением. Сравнение комплекса типоморфных особенностей алмазов из россыпей среднего течения р. Марха и кимберлитовых тел Накынского поля позволяет предположительно оценить роль известных коренных месторождений района в формировании россыпей не более чем в 10–20 %. Это свидетельствует о существовании в регионе еще не открытых кимберлитовых тел среднепалеозойского возраста, характерными особенностями которых являются (рис. 4): высокое содержание ламинарных ромбододекаэдров, в основном с занозистой штриховкой, преобладающей сине-голубой фотолюминесценцией и значительным количеством сингенетических включений ультраосновного парагенезиса; и повышенное качество алмазного сырья. Следует отметить, что алмазы из современных отложений левых притоков р. Марха в среднем течении рек Накын, Коночан, Икээ, Нымилиме и др., расположенных в поле развития терригенных образований мезозойского возраста, по своим типоморфным особенностям близки к кристаллам из современных отложений р. Марха. Среди них присутствуют также псевдоромбододекаэдры мархинского типа, встречающиеся в трубках Ботубинская и Нюрбинская. Вместе с тем среди последних присутствуют морфогенетические разновидности алмазов, не зафиксированные в вышеуказанных кимберлитовых телах Накынского поля. Выполненный анализ типоморфных особенностей алмазов СМАР свидетельствует о полигенности их россыпных ореолов, коренными источниками которых, несомненно, являются высокоалмазные (по морфологическому критерию алмазности) кимберлитовые тела среднепалеозойского возраста. Можно предположить, что в СМАР (рис. 4 и 5), по аналогии с МБАР (рис. 2 и 3), существует не менее двух групп трубок, резко различающихся по типоморфным особенностям алмазов.

Таким образом, результаты комплексного исследования типоморфных особенностей алмазов из современных россыпей ЦСАС СП позволяют выделять алмазные области, районы и поля, для которых можно прогнозировать тип первоисточников, уровень их потенциальной алмазности, а также качество алмазного сырья. Наблюдается четкая корреляция алмазности современных россыпей с фрагментами распространения неогеновых долин. Результаты комплексного минералогического исследования алмазов из современных россыпей ЦСАС и их сравнение с кристаллами из кимберлитовых тел этого региона свидетельствуют о том, что каждый из четырех рассмотренных алмазных районов характеризуется определенным комплексом их типоморфных особенностей и набором минерало-

гических ассоциаций. В целом по типоморфным особенностям алмазов современные россыпи ЦСАС аналогичны кристаллам из известных в алмазных районах кимберлитовых диатрем. Протяженность россыпей современного возраста, сформированных как за счет непосредственного размыва кимберлитовых тел, так и разновозрастных древних вторичных коллекторов, составляет до 300 и более километров (россыпи среднего течения р. Виллой и среднего течения р. Марха) и выходит за пределы алмазного района. Их алмазность заметно снижается вниз по течению указанных водотоков I порядка. 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 балласами VI разновидности (тунгусского и уральского типа), часть из которых с признаками травления, не характерными для кристаллов из трубок среднепалеозойского возраста, а также механического износа. Они могут являться региональным фоном, на который наложены мирнинская и накынская минералогические ассоциации алмазов. Доля алмазов этого минералогического фона увеличивается вверх по течению р. Виллой выше устья р. Малая Ботубия, причем особенно заметно выше Улу-Тюгинской петли. Следует отметить полигенность минералогических ассоциаций алмазов из современных россыпей в пределах отдельных алмазных районов (МБАР, СМАР и Муно-Тюнгского) с широким проявлением россыпной алмазности, достигающей промышленных концентраций. Локальный прогноз их коренных источников возможен при более крупномасштабных исследованиях с использованием электронной базы данных по кристалльному минералогическому изучению алмазов с детальной геологической привязкой и с привлечением и анализом всех имеющихся геологических материалов по этим территориям, что определяет стратегию ведения алмазопоисковых работ. Комплекс особенностей алмазов из россыпей МБАР по морфологии, окраске, твердым включениям, внутреннему строению, фотолюминесценции, примесному составу свидетельствует о множественности первоисточников и наличию в пределах района еще не открытых кимберлитовых тел. Среди них могут быть месторождения с высоким содержанием алмазов, поскольку среди кристаллов из россыпей редко встречаются округлые алмазы, являющиеся по морфологическому критерию отрицательным фактором алмазности. Анализ изменения типоморфных особенностей алмазов по направлению от кимберлитовой трубки Мир по временным (лог Хабардина) и постоянным (реки Ирелях, Малая Ботубия и Виллой) водотокам показал сначала накопление в отдельных ловушках октаэдрических крупных алмазов, а затем постепенное уменьшение размера и концентрации кристаллов, что позволяет сравнительно легко проследить по руслу водотоков полезного компонента из других источников. Отмечено существование регионального минералогического фона типичных округлых алмазов в ассоциации с желтыми кубами II разновидности в россыпях, который не затушевывается даже при наложении на него алмазов из высокоалмазных кимберлитовых тел фанерозойского возраста МКП, имеющих совпадающие с ним по площади россыпные ореолы позднепалеозойского, мезозойского и современного возрастов. Результаты сравнительного изучения алмазов междуречья Моркока-Виллой свидетельствуют о высокой перспективности этой территории на поиски высокоалмазных кимберлитовых тел фанерозойского возраста, приуроченных к Виллойско-Мархинской зоне глубинных разломов. Несмотря на наличие в ДААР высокоалмазных ким-

берлитовых тел, из-за незначительного эрозионного среза диаметром (первый десяток метров) эта территория характеризуется незначительными масштабами россыпной алмазоносности, хотя некоторые диатремы (Удачная и Айхал) образуют промышленные современные россыпи ближнего сноса (ручьи Пироповый и Мелкооильменитовый). В СМАР протяженность россыпей современного возраста, сформированных за счет размыва как непосредственно кимберлитовых тел, так и разновозрастных древних вторичных коллекторов составляет до 300 км и более (россыпи среднего течения р. Вилой и р. Марха). По подобным признакам поискового прогнозирования возможно обнаружение высокоалмазоносных кимберлитовых тел в ЦСАС. Важное значение имеет использование типоморфных особенностей кристаллов 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 алмазоносного материала. Выполненное на примере СП минералогическое районирование территорий россыпной алмазоносности по типоморфным особенностям алмазов показывает возможности локализации перспективных площадей и поиска коренных источников этого минерала, который является значительно более устойчивым в экзогенных условиях, по сравнению с другими мантийными образованиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аргунов К. П., Зинчук Н. Н. Некоторые вопросы онтогении природных алмазов//Сб.: Исследование высокобарических минералов. – М.: ИФЗ РАН, 1987. – С. 166–186.
2. Афанасьев В. П., Иванюк И. Н., Коптиль В. И., Харьков А. Д. Типоморфизм алмазов из кимберлитовых жил и возможные источники алмазоносных россыпей севера Западной Якутии//Докл. АН СССР. Сер. геол. – 1974. – Т. 214. – № 2. – С. 425–428.
3. Афанасьев В. П., Зинчук Н. Н., Похиленко Н. П. Поисковая минералогия алмаза. – Новосибирск: Гео, 2010. – 650 с.
4. Афанасьев В. П., Зинчук Н. Н., Харьков А. Д., Соколов В. Н. Закономерности изменения мантийных минералов в коре выветривания кимберлитов//Сб.: Минералогия зоны гипергенеза. – М.: Наука, 1980. – С. 45–54.
5. Бартошинский З. В. Сравнительная характеристика алмазов из различных алмазоносных районов Западной Якутии//Геология и геофизика. – 1961. – № 6. – С. 40–50.
6. Бобриевич А. П., Бондаренко М. И., Гневушев М. А. и др. Алмазные месторождения Якутии. – М.: Госгеолтехиздат, 1959. – 527 с.
7. Бобриевич А. П., Илупин И. П., Козлов И. Т. и др. Петрография и минералогия кимберлитовых пород Якутии. – М.: Недра, 1964. – 190 с.
8. Богатых М. М., Пономаренко Г. А., Серенко В. П. Вещественный состав и условия формирования кимберлитовых пород трубки Сытыканская//Бюлл. научно-технич. информации. – Якутск: ЯФ СО АН СССР. – С. 3–13.
9. Боткунов А. И. Некоторые закономерности в распределении алмазов в трубке Мир//ЗВМО. – 1983. – Ч. 93. – Вып. 4. – С. 424–435.
10. Гневушев М. А., Бартошинский З. В. К морфологии якутских алмазов//Труды ЯФ СО АН СССР. Сер. геол. – 1959. – Вып. 4. – С. 74–92.
11. Зинчук Н. Н., Зувев В. М., Коптиль В. И., Черный С. Д. Стратегия ведения и результаты алмазопроисковых работ//Горный вестник. – 1997. – № 3. – С. 53–57.
12. Зинчук Н. Н., Коптиль В. И. Типоморфизм алмазов Сибирской платформы. – М.: Недра, 2003. – 607 с.
13. Зинчук Н. Н., Савко А. Д., Крайнов А. В. Кимберлиты в истории Земли//Труды НИИ геологии ВГУ. Учебное пособие. – Воронеж: ВГУ, 2013. – Вып. 68. – 100 с.
14. Зинчук Н. Н., Савко А. Д., Шевырев Л. Т. Тектоника и алмазоносный магматизм. – Воронеж: ВГУ, 2004. – 426 с.
15. Зинчук Н. Н., Спецюз З. В., Зуенко В. В., Зувев В. М. Кимберлитовая трубка Удачная (вещественный состав и условия формирования). – Новосибирск: НГУ, 1993. – 147 с.
16. Малич Н. С., Масайтис В. Л., Сурков В. С. Сибирская платформа. – Л.: Недра, 1987. – 431 с.
17. Милашев В. А. Кимберлиты и глубинная геология. – Л.: Недра, 1990. – 167 с.
18. Орлов Ю. Л. Минералогия алмаза. – М.: Наука, 1984. – 264 с.
19. Помазанский Б. С. Внутреннее строение кристаллов алмаза трубок Наканского поля//Сб.: Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения. – Воронеж: ВГУ, 2001. – С. 413–422.
20. Францессон Е. В. Петрология кимберлитов. – М.: Недра, 1968. – 198 с.
21. Харьков А. Д., Зинчук Н. Н., Крючков А. И. Геолого-генетические основы шлихо-минералогического метода поисков алмазных месторождений. – М.: Недра, 1995. – 348 с.
22. Харьков А. Д., Зинчук Н. Н., Крючков А. И. Коренные месторождения алмазов Мира. – М.: Недра, 1998. – 555 с.

REFERENCES

1. Argunov K. P., Zinchuk N. N. Some issues of natural diamonds ontogeny//Coll.: Investigation of high-barometric minerals. – Moskva: IFZ RAN, 1987. – P. 166–186. (In Russian).
2. Afanasev V. P., Ivaniv I. N., Koptil V. I., Harkiv A. D. Typomorphism of diamonds from kimberlite veins and possible sources of diamondiferous placers of the north of Western Yakutia//Rep. of the USSR AS. Geol. series. – 1974. – V. 214. – № 2. – P. 425–428. (In Russian).
3. Afanasev V. P., Zinchuk N. N., Pohilenko N. P. Prospecting mineralogy of diamond. – Novosibirsk: Geo, 2010. – 650 p. (In Russian).
4. Afanasev V. P., Zinchuk N. N., Harkiv A. D., Sokolov V. N. Regularities of mantle minerals alteration in the crust of weathering of kimberlites//Coll.: Minerageny of hypergenesis zone. – Moskva: Nauka, 1980. – P. 45–54. (In Russian).
5. Bartoshinskij Z. V. Comparative characteristics of diamonds from various diamondiferous regions of Western Yakutia//Geology and geophysics. – 1961. – № 6. – P. 40–50. (In Russian).
6. Bobrievich A. P., Bondarenko M. I., Gnevushev M. A. et al. Diamond deposits of Yakutia. – Moskva: Gosgeoltekhizdat, 1959. – 527 p. (In Russian).
7. Bobrievich A. P., Ilupin I. P., Kozlov I. T. et al. Petrography and mineralogy of kimberlite rocks of Yakutia. – Moskva: Nedra, 1964. – 190 p. (In Russian).
8. Bogatyh M. M., Ponomarenko G. A., Serenko V. P. Material composition and conditions of formation of pipe Sytykansкая kimberlite rocks//Bul. of science-technical information. – Yakutsk: SB YS of the USSR AS. – P. 3–13. (In Russian).
9. Botkunov A. I. Some regularities in distribution of diamonds in pipe Mir//ZVMO. – 1983. – P. 93. – Iss. 4. – P. 424–435. (In Russian).
10. 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).
11. 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).
12. Zinchuk N. N., Koptil V. I. Typomorphism of the Siberian platform diamonds. – Moskva: Nedra, 2003. – 603 p. (In Russian).
13. Zinchuk N. N., Savko A. D., Krajinov A. V. Kimberlites in the Earth history//Proceedings of VSU geological SRI. Tutorials. – Voronezh: VGU, 2013. – Iss. 68. – 100 p. (In Russian).
14. Zinchuk N. N., Savko A. D., Shevyrev L. T. Tectonics and diamondiferous magmatism. – Voronezh: VGU, 2004. – 426 p. (In Russian).
15. Zinchuk N. N., Specius Z. V., Zuenko V. V., Zuev V. M. Kimberlite pipe Udachnaya (material composition and conditions of formation). – Novosibirsk: NGU, 1993. – 147 p. (In Russian).
16. Malich N. S., Masajtis V. L., Surkov V. S. Siberian platform. – Leningrad: Nedra, 1987. – 431 p. (In Russian).
17. Milashev V. A. Kimberlites and deep geology. – Leningrad: Nedra, 1990. – 167 p. (In Russian).
18. Orlov Ju. L. Mineralogy of diamond. – Moskva: Nauka, 1984. – 264 p. (In Russian).
19. Pomazanskij B. S. Internal structure of diamond crystals of the Nakh field pipes//Coll.: Problems of diamond geology and some ways of their solution. – Voronezh: VGU, 2001. – P. 413–422. (In Russian).
20. Francesson E. V. Petrology of kimberlites. – Moskva: Nedra, 1968. – 198 p. (In Russian).
21. Harkiv A. D., Zinchuk N. N., Kryuchkov A. I. Geologic-genetic fundamentals of heavy concentrate-mineralogical method of diamond deposits prospecting. – Moskva: Nedra, 1995. – 348 p. (In Russian).
22. Harkiv A. D., Zinchuk N. N., Kryuchkov A. I. Primary diamond deposits of the World. – Moskva: Nedra, 1998. – 555 p. (In Russian).

Рукописотримано 13.09.2016.