ОРИГИНАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ СТАТЬЯ / FULL ARTICLE

https://doi.org/10.32454/0016-7762-2023-65-1-28-42
УДК 549.211

Check for updates

CC BY 4.0

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АЛМАЗОВ ИЗ КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ ТЕРРИТОРИЙ С ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТЬЮ РАСПОЛОЖЕНИЯ КИМБЕРЛИТОВЫХ ТЕЛ

Н.Н. ЗИНЧУК*, В.И. КОПТИЛЬ

Западно-Якутский научный центр (ЗЯНЦ) АН РС (Я)
5, ул. Тихонова, стр. 1, г. Мирный 678175, Якутия, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Приведены результаты сравнительного комплексного изучения алмазов из коренных источников территории с высокой плотностью расположения кимберлитовых тел Верхнемунского поля (Заполярная, Новинка, Комсомольская-Магнитная, Поисковая и др.), позволяющие отличать их от других полей Сибирской платформы. Для кимберлитов трубки Заполярная основными типоморфными особенностями алмазов является резкое преобладание додекаэдроидов с шагренью и полосами пластической деформации, преимущественно с лилово-коричневой окраской, значительная часть которых с кавернами. Это сближает их с другими телами Верхнемунского кимберлитового поля (Комсомольская-Магнитная, Новинка и Поисковая) и отличает от алмазов из эксплуатируемых месторождений Малоботуобинского, Далдыно-Алакитского и Средне-Мархинского алмазоносных районов.

Цель. Проанализировать особенности алмазов из коренных источников Верхнемунского кимберлитового поля с высокой плотностью расположения кимберлитовых тел.

Материалы и методы. В статье использован огромный материал, собранный за многие годы поисковых и разведочных работ, проводимых в различные годы многочисленными исследователями производственных и научных организаций на территории Западной Якутии. Комплексное изучение алмазов проводилось под руководством и с участием авторов.

Результаты. Проведенными исследованиями показано, что кимберлитовые породы Верхнемунского кимберлитового поля (ВМКП) отличаются от подобных пород центральных полей (Мирнинского, Далдынского и Алакит-Мархинского) низким содержанием ксенолитов осадочных пород, многие из которых подверглись высокотемпературному метаморфизму. В целом кимберлитовые породы поля характеризуются относительно слабыми вторичными изменениями. Поэтому в основной массе кимберлитов отдельных диатрем (Зимняя, Комсомольская-Магнитная, Новинка и Легкая) описываемого поля нередко сохраняется свежий оливин второй генерации, который обычно замещается более поздними монтичеллитом и периклазом.

Заключение. В целом проведенными исследованиями установлено, что алмазы из кимберлитовых тел Верхнемунского поля характеризуются комплексом типоморфных особенностей, позволяющих отличать их от кристаллов из других коренных месторождений Якутии. Для трубки Заполярная основной типоморфной особенностью алмазов является резкое преобладание додекаэдроидов с шагренью и полосами пластической деформации, преимущественно с лилово-коричневой окраской, значительная часть которых с кавернами. Это сближает их с другими кимберлитовыми телами Верхнемунского кимберлитового поля (трубки Комсомольская-Магнитная, Новинка и Поисковая) и отличает от алмазов из эксплуатируемых месторождений Далдыно-Алакитского, Малоботуобинского и Средне-Мархинского алмазоносных районов.

Ключевые слова: кимберлитовые трубки, типоморфные особенности алмазов, Верхнемунское поле, Сибирская платформа

Конфликт интересов: авторы заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Зинчук Н.Н., Коптиль В.И. Сравнительные особенности алмазов из коренных источников территорий с высокой плотностью расположения кимберлитовых тел. *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка*. 2023;65(1):28—42. https://doi.org/10.32454/0016-7762-2023-65-1-28-42

Статья поступила в редакцию 06.10.2022
Принята к публикации 29.12.2022
Опубликована 31.03.2023

* Автор, ответственный за переписку

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF DIAMONDS FROM AREAS WITH A HIGH DENSITY OF KIMBERLITE BODIES

NIKOLAY N. ZINCHUK*, VASILY I. KOPTIL

West-Yakutian Scientific Centre of RS (Y) AS, Mirny
5, build 1, Tikhonova str., Mirny 678175, Yakutiya, Russia

ABSTRACT

Background. This paper presents a comparative study into diamonds from kimberlite bodies of the Verkhnemunsky field (Zapolyarnaya, Novinka, Komsomolskaya-Magnitnaya and Poiskovaya), the results of which allow these minerals to be distinguished from those found in other fields of the Siberian platform. Diamonds from the Zapolyarnaya kimberlite pipe are characterized by an increased prevalence of dodecahedroids with shagreen and plastic deformation bands, mainly of a violet-brown color. A significant part of these diamonds contains cavities. In this respect, diamonds from the Zapolyarnaya kimberlite pipe are similar to other bodies of the Verkhnemunsky kimberlite field (Komsomolskaya-Magnitnaya, Novinka and Poiskovaya) and different from diamonds mined at the Malo-Botuobinsky, Daldyn-Alakitsky and Sredne-Markhinsky diamondiferous areas.

Aim. To analyze the characteristics of diamonds from the Verkhnemunsky field with a high density of kimberlite bodies.

Materials and methods. The research was based on a large amount of data and materials collected over long-term prospecting and exploration works carried out by industrial and research organizations in Western Yakutia. A comprehensive study of diamonds was conducted under the guidance and participation of the authors.

Results. Kimberlite ore bodies in the region under study were found to differ from similar ore bodies of the central fields (Mirninsky, Daldynsky and Alakit-Markhinsky) by a low content of xenoliths of sedimentary rocks, many of which underwent high-temperature metamorphism. In general, the kimberlite ore bodies of the field are characterized by relatively weak secondary changes. Therefore, the largest part of the kimberlites of individual diatremes (Zymnyaya, Komsomolskaya-Magnitnaya, Novinka and Legkaya) preserve fresh olivine of the second generation, which is usually replaced by later monticellite and periclase.

Conclusion. Diamonds from the Verkhnemunsky field are characterized by a set of typomorphic characteristics, which can be used to differentiate them from minerals in other Yakutia deposits. The main typomorphic characteristics of Zapolyarnaya diamonds include the pronounced predominance of dodecahedroids with shagreen and plastic deformation bands, mainly of a violet-brown color and numerous cavities. In terms of this feature, these diamonds are close to other kimberlite bodies of the Verkhnemunsky field (Komsomolskaya-Magnitnaya, Novinka and Poiskovaya) but different from those in the Daldyn-Alakitsky, Malobotuobinsky and Sredne-Markhinsky diamondiferous areas.

Keywords: kimberlite pipes, typomorphic features of diamonds, Verkhnemunsky field, Siberian platform

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

Financial disclosure: no financial support was provided for this study.

For citation: Zinchuk N.N., Koptil V.I. Comparative characteristics of diamonds from areas with a high density of kimberlite bodies. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration.* 2023;65(1):28—42. https://doi.org/10.32454/0016-7762-2023-65-1-28-42

Manuscript received 06 October 2022
Accepted 29 December 2022
Published 31 March 2023

* Corresponding author

Из всех известных коренных источников алмазов (кимберлиты, лампроиты, метаморфогенные и импактные) наиболее значимыми в качественном и количественном отношении являются кимберлиты. В настоящее время в мире известно более 2000 кимберлитовых тел, из которых алмазы установлены более чем в 300 трубках и дайках, хотя в промышленной эксплуатации находятся всего несколько десятков диатрем, часть которых отработана до экономически рентабельных глубин для открытой добычи руды.

Кимберлитовые трубки обычно по различным геолого-структурным и минерагеническим признакам объединены в кимберлитовые поля, различные по площади. Так, на Сибирской платформе (СП) среди более 25 кимберлитовых тел самым малым по площади и плотным по расположению кимберлитовых тел считается *Верхнемунское кимберлитовое поле* (ВМКП), выделенное [1—3, 8—12, 15—17] в пределах Муно-Тюнгского алмазоносного района, расположенного в бассейне рек Муна и Тюнг, где установлена также повышенная россыпная алмазоносность современной гидросети и открыты кимберлитовые трубки. Структура ВМКП определяется [14] дизъюнктивно-блоковой решеткой, проявленной ортогональной системой структурных элементов кристаллического фундамента и диагональной системой в структуре осадочного чехла.

В регионе широко распространены карбонатные породы среднего и верхнего кембрия, а также рыхлые образования четвертичного возраста. В виде небольших полей (преимущественно в пониженных частях бассейна р. Улаах-Муны) залегают древние алмазоносные галечники (железистые конгломераты) мезо-кайнозойского возраста. Отложения среднего кембрия выявлены в днищах долин Муны и Улаах-Муны; представлены они толщей пестроцветных карбонатных и глинисто-карбонатных пород (известняки, глинистые и доломитистые) оленекской, джахтарской и силигирской свит суммарной мощностью 215—240 м. В верхах силигирской свиты отмечаются прослои известковистых плоскогалечных конгломератов мощностью до 0,1 м. Образования верхнего кембрия развиты повсеместно и сложены карбонатными, реже глинисто-карбонатными породами (обломочные, водорослевые и оолитовые известняки) укугутской свиты, алевритисто-глинистыми и псевдоолитовыми известняками мархинской свиты, алевритистыми известняками с прослоями доломитов, водорослевых и оолитовых известняков, известняковых конгломератов моркокинской свиты суммарной мощностью 370—500 м. Изверженные породы района представлены кимберлитами и дайками долеритов. Последние развиты за пределами ВМКП и приурочены к разломам северо-западного и северо-восточного простирания.

Рассматриваемое поле — одно из самых небольших, известных на СП, однако оно характеризуется [5—7, 18—22] высокой плотностью кимберлитовых тел (одно тело приходится на 3—3,5 км^2). На его территории известно 16 трубок и 4 дайки; причем 10 трубок и одна дайка образуют цепочку северо-западного (305°) простирания. Менее четко выражена вторая цепочка из четырех диатрем также северо-западной ориентировки (290°). Обе цепочки тел кимберлитов приурочены [1, 4, 13, 18] к глубинным разломам, которые на уровне осадочного чехла ни геологическими, ни геофизическими методами не фиксируются. Форма кимберлитовых трубок на уровне современного среза достаточно разнообразна. Выделяются [5, 12] несколько морфологических групп трубчатых тел в ВМКП: а) изометрические, почти округлые (Зимняя, Легкая, 325 лет Якутии, Верхняя и Малая); б) удлиненные (Комсомольская-Магнитная и Поисковая); в) тела сложной конфигурации (Новинка и Заполярная). Мелкие трубки представляют собой простые тела, образованные одной фазой внедрения кимберлитового расплава. Более крупные диатремы имеют сложное строение; они обычно сложены породами, внедрившимися в несколько фаз. Поэтому кимберлитовые породы характеризуются здесь значительным разнообразием.

В таких диатремах выделяются кимберлитовые туфы и туфобрекчии, эруптивные брекчии и порфировые кимберлиты. Многообразны также состав и структуры мезостазиса кимберлитов. Туфовидная порода слагает значительную часть трубки Поисковая и практически полностью диатрему Верхняя. Отличительными особенностями этого типа пород являются сильная измененность вторичными процессами как вкрапленников, так и основной массы, кристаллокластическая структура, отсутствие признаков магматогенного облика основной массы и ее мелкоагрегатный серпентин-карбонатный состав. Этим же породам присуще исключительно низкое содержание (единичные знаки на килограммовую пробу) индикаторных минералов кимберлитов (ИМК): пиропа, пикроильменита и хромита.

Эруптивные кимберлитовые брекчии (ЭКБ) — весьма распространенные породы диатрем района. Среди них выделяются [1—5, 17—19, 24—27] две разновидности: с повышенным (трубка Малая) и низким (трубки 325 лет Якутии, Заполярная и небольшая часть Новинки) содержанием слюды. ЭКБ характеризуются увеличенным содержанием ксенолитов осадочных пород, переменным количеством и варьирующими размерами псевдоморфоз по оливину, хотя при этом довольно часто встречаются зерна неизмененного минерала. Основная масса кимберлитов сложена серпентином и развитым в подчиненном количестве карбонатом. Наблюдаются здесь и псевдоморфозы по оливину второй генерации и мелкие кристаллики перовскита. Оригинальное строение имеют ЭКБ верхних горизонтов трубки Легкая, которые содержат огромное количество округлых включений кимберлитов ранней генерации (автолитов), дифференцированных по размеру. В верхней части блока здесь размеры автолитов шаровидной формы обычно не превышают 1 см в поперечнике, а в нижней — доминируют крупношаровые обособления кимберлитов. Шаровые формы последних формируются вокруг зародышей, которыми обычно являются мелкие ксенолиты глубинных пород, зерна ИМК, а также обломки образований невыясненного происхождения. Глубже автолитовый блок породы сменяется крупнопорфировыми кимберлитами, содержащими много свежего оливина.

Порфировые кимберлиты (ПК), слагающие трубки Зимняя и Комсомольская-Магнитная, а также отдельные участки трубок Новинка и Заполярная, представлены массивными породами, в которых на фоне мелкопорфировой основной массы обособляются четко выраженные псевдоморфозы по оливину, причем нередки частично серпентинизированные вкрапленники оливина. Важно отметить, что массивные кимберлиты ВМКП в большинстве случаев гораздо меньше изменены вторичными процессами, чем кимберлитовые породы южных и северных районов [9, 11, 23]. По составу основной массы кимберлиты поля делятся [17, 28—31] на безмонтичеллитовые и монтичеллитовые. Первыми полностью сложена трубка Заполярная и отдельные участки диатрем Новинка и Комсомольская-Магнитная, тогда как монтичеллитовые выполняют всю трубку Новинка и большую часть Комсомольская-Магнитная. Нередко вместе с монтичеллитом в основной массе кимберлитов присутствуют апатит, перовскит и флогопит. По химическому составу кимберлиты ВМКП отличаются [3, 34] от подавляющего большинства кимберлитовых пород более южных полей повышенной магнезиальностью и низким содержанием карбонатной составляющей; исключением этого являются трубки Верхняя, Малая, 325 лет Якутии и наиболее мелкие тела района. Содержание K_2O в кимберлитах варьирует от десятых долей процента (трубка Легкая) до 66% (слюдистые кимберлиты трубки Малая). Повышено содержание фосфора в кимберлитах трубок Легкая и некоторых блоках пород диатрем Новинка, Комсомольская-Магнитная и Зимняя — благодаря наличию в мезостазисе пород мельчайших зернышек апатита. Кимберлиты подавляющего большинства трубок описываемого поля содержат мало ильменита, тем не менее содержание TiO_2 в них повышено за счет концентраций перовскита в мезостазисе. Особенно много перовскита в кимберлитах трубки Поисковая. Еще одна характерная особенность кимберлитовых пород ВМКП — сильнейшая окисленность железа (особенно в верхних частях диатрем), что связано как с различной интенсивностью гипергенного преобразования пород, так и преобладанием в этих трубках оксида трехвалентного железа над двухвалентным, обусловленного развитием вторичных минералов (амакинита и пироаурита).

Кимберлитовые породы ВМКП отличаются [10, 17, 33] от подобных образований центральных полей СП следующим: а) низким содержанием ксенолитов осадочных пород, многие из которых подверглись высокотемпературному метаморфизму; б) относительно слабыми вторичными изменениями кимберлитов (в основной массе часто встречаются свежие зерна оливина); в) наличием в отдельных диатремах (Комсомольская-Магнитная, Зимняя и Новинка) желваков (мегакрист)

энстатита, окруженных реакционными каймами; г) присутствием в кимберлитах ряда трубок двух мегакристов — хромистой и титанистой; д) широким развитием мощных келифитовых кайм вокруг граната из кимберлитового цемента и глубинных ксенолитов; е) низким содержанием в кимберлитах ильменита (за исключением трубок Зимняя и 325 лет Якутии); ж) специфичностью фазового состава вторичных минералов (наличие прожилков и жил брусита, таумасита и хантита, а также выделений пироаурита); з) высокой долей гранатов и хромшпинелидов алмазной ассоциации (кноррингитсодержащий гранат и высокохромистый хромшпинелид); и) преобладанием среди глубинных ксенолитов оливиновых разностей.

Кимберлитовая трубка Заполярная имеет форму искаженной восьмерки, вытянутой в северо-западном направлении. Контакты кимберлитов с вмещающими осадочными породами верхнего кембрия выражены резко, причем северо-западная и южная его части более пологие, что указывает на быстрое сужение тела с глубиной и переход в дайку. Из выделяемых трех этапов внедрения пород кимберлитовые брекчии (КБ) первой фазы слагают пережим и небольшие по площади приконтактовые участки расширений диатремы. Кимберлиты второй фазы образуют юго-восточное, а третьей — северо-западное расширение. КБ пережима окрашены в серо-зеленый цвет и содержат большое количество (до 21%) псевдоморфоз по оливину первой группы. Брекчиям присуще более высокое содержание ксенолитов осадочных пород (до 7%), чем кимберлитам других фаз. В основной массе, кроме серпентинизированных выделений оливина, распространены зерна перовскита, флогопита, апатита и магнетита, промежутки между которыми заполнены кальцит-серпентиновым агрегатом. Кимберлит второй фазы — крупнопорфировая порода, содержащая много псевдоморфоз по оливину первой группы (до 18%) и относительно мало ксенолитов вмещающих пород (6%). Порода характеризуется повышенным содержанием автолитов. В основной массе наблюдаются зерна перовскита, магнетита, апатита и чешуйки флогопита.

В юго-западной части юго-восточного расширения трубки располагается блок атакситовых кимберлитов (АК), сложенных множеством (до 80%) псевдоморфоз по оливину и редкими зернами пиропа. АК свойственна дифференциация оливина по крупности зерен. Кимберлиты третьей фазы внедрения характеризуются наиболее высоким содержанием псевдоморфоз по оливину первой группы (в среднем 26%, а в отдельных блоках до 46%). Содержание ИМК в кимберлитах трубки Заполярная, по сравнению с породами большинства диатрем более южных районов низкое, но более высокое, чем в других трубках описываемого поля. Ведущими являются пиропы оранжево- и фиолетово-красного цвета. Соотношение цветовых разновидностей этого минерала (оранжево-красного, красного, малинового и фиолетово-красного) близкое в породах всех трех фаз внедрения. Отдельные участки кимберлитов верхних горизонтов пронизаны многочисленными прожилками гидротермальных минералов, в том числе брусита и хантита [10, 35]. Первый в виде волокнистых агрегатов (немалит) развит в юго-восточном и северо-западном расширениях. На отдельных участках прожилки брусита группируются в зоны мощностью до 2—5 м. В северо-западном раздуве трубки в верхних горизонтах хантит образует многочисленные прожилки и линзы мощностью от долей миллиметра до 5 см. Широко распространены в трубке ксенолиты кристаллических сланцев. Резко преобладают породы высоких ступеней метаморфизма (эклогитовой и гранулитовой фаций), представленные эклогитоподобными породами и альмандинсодержащими кристаллическими сланцами.

Всего в трубке Заполярная выделяются три рудных столба, заметно различающихся по типоморфным особенностям алмазов. Так, порфировый кимберлит (ПК) северо-западного рудного столба характеризуется (рис. 1 и 2) пониженной крупностью индивидов (средний вес 3,0 мг), повышенным (до 38,7%) суммарным содержанием кристаллов октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов, а также псевдогемиморфных индивидов, равных содержанию типичных округлых алмазов уральского (бразильского) типа (в основном с шагренью и полосами пластической деформации) I разновидности по классификации Ю.Л. Орлова [32] при максимальном (9,1%) содержании поликристаллических агрегатов VIII разновидности. Другими типоморфными особенностями являются повышенное (28,5%) содержание двойников и сростков, пониженное (38,3%) количество кристаллов с признаками природного травления (в основном за счет шрамов) при преобладании индивидов с кавернами (22,1%), пониженная степень прозрачности при максимальной (26,3%) роли полупрозрачных камней (рис. 3), повышенное (55,1%) содержание окрашенных кристаллов (в основном лилово-коричневых

Рис. 1. *Фото алмазов из кимберлитов трубки Заполярная (ВМКП)*
Fig. 1. *Photo of diamonds from kimberlites of the Zapolyarnaya tube (VMKP)*

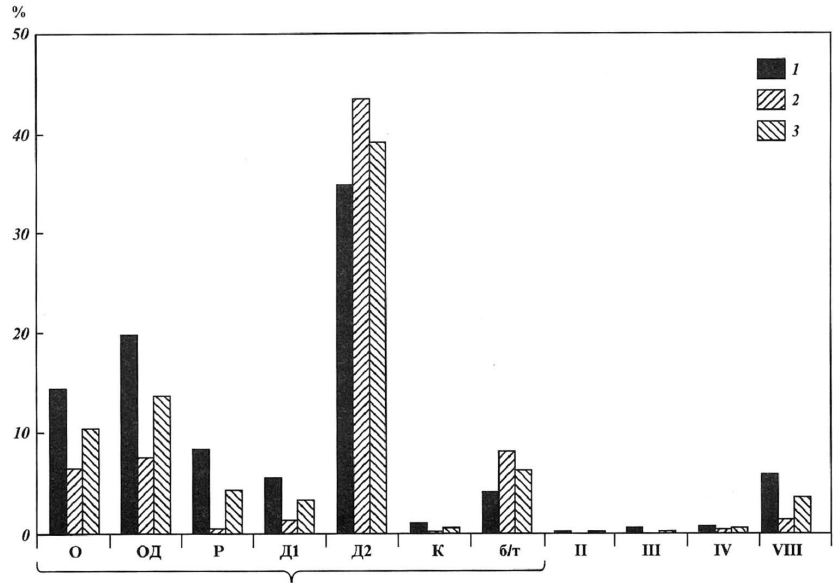

Рис. 2. *Типоморфные особенности алмазов из кимберлитовых тел Верхнемунского поля: 1 — 1У, УШ — разновидности алмазов по Ю.Л. Орлову [32]: О — октаэдры, ОД — переходные формы, Р — ламинарные ромбододекаэдры, Д1 — додекаэдры скрытослоистые, Д2 — додекаэдры с шагренью, К — кубы, б/т — осколки; 1—2 — трубки Заполярная и Поисковая соответственно, 3 — среднее по полю*
Fig. 2. *Typomorphic features of diamonds from kimberlite bodies of the Verkhnemunsky field: 1 — 1У, УШ — varieties of diamonds according to Yu.L. Orlov [32]: О — octahedra, ОД — transitional forms, Р — laminar rhombododecahedra, Д1 — hidden-layered dodecahedra, Д2 — dodecahedra with shagreen, К — cubes, б/т — fragments; 1—2 — Zapolyarnaya and Poiskovaya tubes, respectively, 3 — field average*

и дымчато-коричневых из-за пластической деформации) и до 66,5% с твердыми включениями (в основном сингенетическими графит-сульфидными). Следует также отметить повышенную степень сохранности (целостность) алмазов при преобладании (в сумме 54%) целых и в незначительной

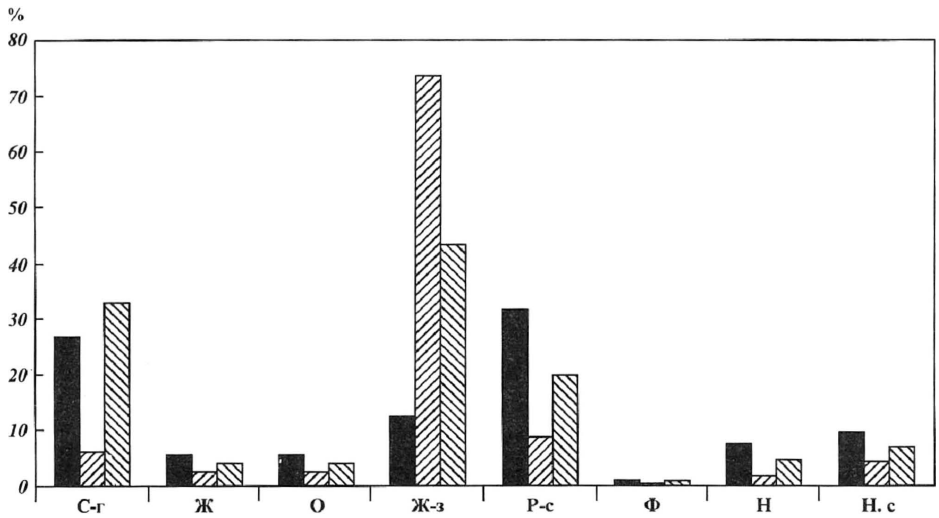

Рис. 3. *Фотолюминесцентные особенности алмазов из кимберлитовых тел Верхнемунского поля: цвет люминесценции: С-г — сине-голубой, Ж — желтый, О — оранжевый, Ж-з — желто-зеленый, зеленый, Р-с — розово-сиреневый, Ф — фиолетовый, Н — неопределенный, Н. с. — не светящиеся алмазы; прочие условные обозначения см. на рисунке 2*

Fig. 3. *Photoluminescent features of diamonds from kimberlite bodies of the Verkhnemunsky field: luminescence color: С-г — blue-blue, Ж –yellow, О — orange, Ж-з — yellow-green, green, Р-с — pink-lilac, Ф — purple, Н — indeterminate, Н.с. — non-luminous diamonds; other symbols see Figure 2*

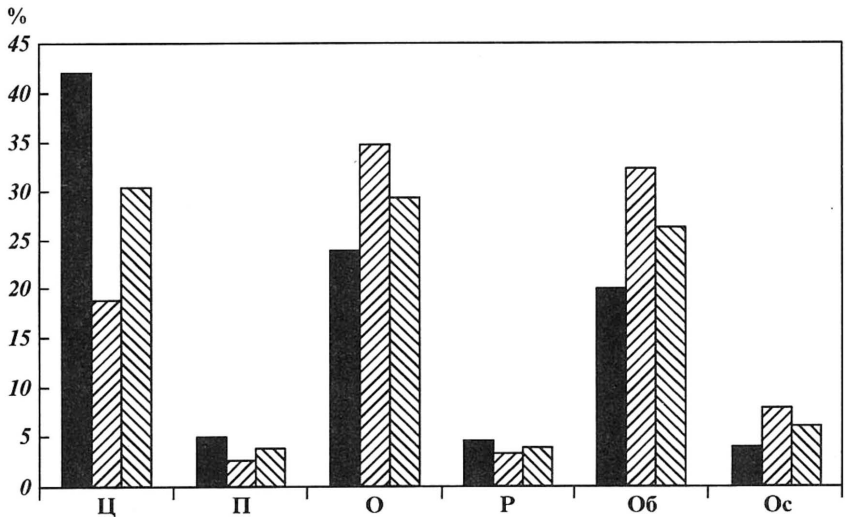

Рис. 4. *Сохранность (целостность) алмазов из кимберлитовых тел Верхнемунского поля: Ц — целые кристаллы, П — поврежденные, О — обломанные, Р — расколотые, Об — обломки, Ос — осколки; прочие условные обозначения см. на рисунке 2*

Fig. 4. *The safety (integrity) of diamonds from kimberlite bodies of the Verkhnemunsky field: Ц — whole crystals, П — damaged, О — broken, Р — split, Об — fragments, Ос — fragments; other symbols see Figure 2*

степени поврежденных камней (рис. 4). Комплекс типоморфных особенностей определяет пониженные параметры качества алмазного сырья.

Порфировый кимберлит (ПК) юго-восточного рудного столба характеризуется повышенной ролью алмазов класса -4+2 мм (3,8% по количеству и 41,1% по массе), минимальным (24,1%) с количеством кристаллов октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов, а также псевдогемиморфных индивидов при преобладании (55,2%) типичных округлых алмазов (в основном с шагренью и полосами пластической деформации) и с увеличивающейся в три раза долей высококачественных скрытослоистых додекаэдроидов I разновидности.

Другими типоморфными особенностями алмазов являются низкое (всего 11,1%) содержание двойников и сростков и максимальное (52,3%) количество индивидов с признаками природного травления (в основном кавернами — 26,6%), повышенная степень прозрачности и пониженное (40,6%) количество лилово-коричневых камней. Преобладают (37%) кристаллы с розово-сиреневой фотолюминесценцией. Количество камней с твердыми включениями пониженное (51,9%). Целых и в незначительной степени поврежденных индивидов — 38,9%. Комплекс типоморфных особенностей алмазов определяет повышенные параметры качества алмазного сырья при средней стоимости одного карата примерно в полтора раза выше по сравнению с ПК северо-западного рудного столба. В отличие от этого, автолитовая кимберлитовая брекчия (АКБ) характеризуется в основном промежуточными значениями основных типоморфных особенностей алмазов между порфировыми кимберлитами северо-западного и юго-восточного рудных столбов. Среди кристаллов около половины (46,6%) составляют типичные округлые алмазы уральского (бразильского) типа (преимущественно додекаэдроиды с шагренью и полосами пластической деформации), треть которых с кавернами, при повышенном (6,2%) содержании кристаллов с коррозией (преимущественно на кристаллах октаэдрического габитуса).

Форма кимберлитовой трубки Новинка неправильная с резким пережимом посередине, длинная ось ориентирована в северо-западном направлении. Вмещающими породами диатремы являются известняки чукукской свиты верхнего кембрия. Контакты кимберлитового тела с вмещающими породами резкие и наклонены внутрь трубки. Северо-восточная часть диатремы сочленяется с вмещающими породами посредством брекчированной зоны мощностью 4—5 м, сложенной субориентированными плитчатыми обломками известняков, сцементированными карбонатизированным кимберлитом крупнопорфирового строения. По мере приближения к вмещающим породам количество карбонатного материала в цементе постепенно увеличивается, и на расстоянии 2 м от монолитных известняков цемент становится полностью карбонатным. Внутренняя морфология трубки сложная. Наличие резкого пережима примерно посредине диатремы — явное доказательство сочленения двух самостоятельных тел. Выделяются [10, 17, 36] породы трех фаз внедрения (рис. 2). В первую образовались КБ, сохранившиеся в виде узкой зоны на контакте с вмещающими породами обоих расширений. Кимберлиты второй фазы слагают бóльшую часть северо-западного расширения, а третьей — юго-восточного. КБ представлены серыми и зеленовато-серыми породами, состоящими из псевдоморфоз по оливину и редких реликтов оливина первой (до 21%) и второй (10—22%) групп, перовскита и магнетита, редко превышающего первые проценты. Массивные кимберлиты второй фазы насыщены зернами серпентинизированного оливина первой группы (до 27%). В состав основной массы кроме перовскита, магнетита и оливина второй группы входят мелкие чешуйки флогопита и зерна апатита. ПК заключительной фазы наименее изменены вторичными процессами. Они сформированы в разной степени серпентинизированным оливином первой группы (до 26%), единичными выделениями пиропа, пикроильменита, энстатита, заключенными в карбонат-серпентиновом мезостазисе. Количество ксенолитов осадочных пород редко превышает первые проценты. Почти все они подверглись термальному воздействию кимберлитового расплава с образованием высокотемпературных роговиков монтичеллитового, монтичеллит-флогопитового и апатит-флогопитового состава [37].

Содержание ИМК (пиропа, пикроильменита и хромшпинелидов) довольно низкое, однако в ряде изученных проб установлены повышенные количества хромита. Породы первой фазы внедрения содержат пикроильменита и хромита на порядок меньше, чем двух других фаз. Характерной особенностью ПК является повышенное содержание фенокристов оливина и пиропа, а также редких желвачков энстатита. В составе вторичных минералов доминируют брусит и таумасит [10, 17, 38]. Участок, насыщенный бруситовой минерализацией, приурочен к северо-восточной части юго-восточного расширения диатремы. Таумасит образует в кимберлите отдельные желваки размером до 3—5 см в поперечнике, а иногда выделяется в виде ветвящихся, часто пересекающихся прожилков мощностью от 1 до 4 мм. Повышенное количество этого минерала приурочено к метаморфизованным ксенолитам карбонатных пород, где в результате воздействия сернокислых гидротермальных растворов происходило выщелачивание известняков и образование в пустотах таумасита. Гнезда последнего иногда окружены зоной метаморфизованной породы, сложенной монтичеллитом, гранатом гроссуляр-андрадитового состава, флогопитом и хлоритом. Ксенолиты кристаллических сланцев, большинство из которых принадлежит к гранулитовой фации метаморфизма, обычно

приурочены к КБ, в то время как в ПК они единичны и несут следы термального воздействия кимберлитового расплава [39].

Кимберлитовые породы северо-западного расширения трубки (вторая фаза) по содержанию большинства петрогенных оксидов мало отличаются от кимберлитов юго-восточного расширения (третья фаза), хотя для некоторых оксидов различия заметны. Это относится прежде всего к MgO и CO_2; в северо-западном расширении содержание MgO меньше, а CO_2 больше, чем в юго-восточном. Если в кимберлитах северо-западного тела при пересчете CaO и CO_2 на кальцит получается дефицит CaO, что указывает [3, 10, 40] на присутствие в породе определенного количества доломита, то в кимберлитах юго-восточного расширения при аналогичных пересчетах остается избыточный CaO. Последний входит в состав монтичеллита — распространенного минерала этих кимберлитов. За счет монтичеллита и пониженного содержания карбонатного вещества повышается магнезиальность кимберлитов третьей фазы. Среди алмазов трубки Новинка октаэдры составляют 21%, комбинационные кристаллы — 14,5, округлые с шагренью и полосами пластической деформации — 27, типичные округлые — 35, «двуликие янусы» — 6,7%. По классификации Ю.Л. Орлова [32] они распределяются следующим образом (в %): 1 разновидность — 90,3; 1У — 0,7; УШ — 7,9; двойники и сростки составляют 24%, кристаллы со структурами травления — 49,8; целые — 46,1; окрашенные — 14,7; с включениями других минералов — 63,7%. Преобладают алмазы с сине-голубой (23,5%) и розово-сиреневой (30,2%) фотолюминесценцией.

Кимберлитовая трубка Комсомольская-Магнитная находится на правом склоне р. Улаах-Муна в 250 м северо-западнее трубки Новинка. В плане она имеет форму вытянутого овала с сужением посередине, что может свидетельствовать о двух подводящих каналах. Длинная ось трубки ориентирована в широтном направлении. Вмещающими породами служат известковистые образования верхнего кембрия. Контакты диатремы с боковыми породами четкие и довольно крутые. Трубка выполнена тремя разновидностями кимберлитов: брекчиями, массивными монтичеллитовыми и безмонтичеллитовыми кимберлитами. КБ слагают узкую полосу в северной части трубки на контакте с вмещающими породами. Структура породы литокристаллокластическая. Она содержит повышенное количество ксенолитов вмещающих пород (в среднем 27% по объему, а на отдельных участках до 45%). Цементом обломочного материала служит карбонат-серпентиновый агрегат, в котором заключены псевдоморфозы серпентина по оливину П, редкие зерна перовскита и магнетита. Массивные кимберлиты без монтичеллита развиты в восточной части диатремы. В них наблюдается повышенное количество псевдоморфоз по оливину (среднее 27%, а в отдельных участках — до 50% объема породы). Значительная часть псевдоморфоз представлена крупными выделениями (1,5—4 см). По размеру их можно отнести к группе мегакристов. Массивные кимберлиты с монтичеллитом слагают бóльшую часть трубки, характеризуясь повышенным количеством в различной степени серпентинизированных зерен оливина 1 (в среднем 2%). Размер зерен оливина нередко превышает 1—2 см в поперечнике. Основная масса пород состоит из агрегата серпентина, кальцита и чешуйчатых выделений флогопита. Кимберлиты описываемой диатремы содержат мало ИМК, причем количество пиропа в них почти на порядок выше, чем пикроильменита. В массивных кимберлитах восточной части трубки содержание пиропа и пикроильменита несколько выше, чем в породах западной части. Алмазы из кимберлитов трубки Комсомольская-Магнитная и расположенной в этом же поле диатремы Зимняя имеют довольно близкий облик и свойства, описанные для других трубок ВМКП.

На правом склоне долины р. Улаах-Муна расположена **кимберлитовая трубка Поисковая**, состоящая из двух тел — восточного и западного. Восточное тело имеет форму груши, длинная ось которой ориентирована в широтном направлении. С глубиной оно существенно сужается, переходя в 200 м от поверхности в дайку. Форма западного тела — неправильный овал с ориентировкой длинной оси на северо-восток. Контакты кимберлитовых тел с вмещающими карбонатными породами нижнего кембрия резкие. В верхней части восточного тела расположен крупный ксенолит вмещающих пород, занимающий треть площади тела. Восточное тело сложено КБ и массивным кимберлитом, а западное только последней породой. Обе разновидности кимберлита подверглись интенсивной серпентинизации, поэтому свежий оливин здесь встречается редко. Характерной особенностью обеих разновидностей кимберлитов является повышенное содержание измененного оливина, небольшой (0,2—5,0 мм) размер его зерен и отсутствие четких границ между оливином 1 и П. Цементом породы служит карбонат-серпентиновый агрегат с повышенным количеством

перовскита. Кимберлиты трубки Поисковая принадлежат к низкоспутниковым, в которых количество пиропа, пикроильменита и хромшпинелида в отдельности редко превышают 0,006%. Количество зерен граната алмазной ассоциации составляет всего 0,4%, что для кимберлитов с относительно повышенной алмазоносностью слишком мало. Из вторичных минералов самыми распространенными являются серпентин и кальцит. В переменных количествах в диатреме встречены также пироаурит, хантит, гидромагнезит, таумасит, точилинит и франколит [10, 35]. Ксенолиты глубинных пород редки, и приурочены они преимущественно к массивным кимберлитам. Представлены ксенолиты почти полностью серпентинизированными ультрабазитами, первичный минеральный состав которых был существенно оливиновым.

Алмазоносность кимберлитов диатремы повышена при относительно равномерном распределении алмазов (пониженные содержания кристаллов отмечены в приконтактовой части трубки). Алмазы трубки Поисковая по большинству своих типоморфных особенностей (рис. 5) стоят несколько особняком среди других кимберлитовых тел ВМКП (рис. 2—4), причем характеризуются породы очень низким содержанием кристаллов октаэдрического габитуса, наиболее широким распространением среди них минералов с признаками природного травления, очень низким количеством двойников и сростков, в том числе и агрегатов VIII разновидности, преобладанием индивидов с зеленой фотолюминесценцией, основную массу которых составляют безазотные алмазы типа IIa, низкой степенью сохранности (целостностью) кристаллов, преобладанием алмазов с эклогитовой ассоциацией включений, очень высоким содержанием окрашенных камней и низким качеством алмазного сырья.

Таким образом, проведенными исследованиями показано, что кимберлитовые породы ВМКП отличаются от подобных пород центральных полей (Мирнинского, Далдынского и Алакит-Мархинского) низким содержанием ксенолитов осадочных пород, многие из которых подверглись высокотемпературному метаморфизму. В целом кимберлитовые породы поля характеризуются относительно слабыми вторичными изменениями. Поэтому в основной массе кимберлитов отдельных диатрем (Зимняя, Комсомольская-Магнитная, Новинка и Легкая) описываемого поля нередко сохраняется свежий оливин второй генерации, который обычно замещается более поздними монтичеллитом и периклазом. В кимберлитовых породах упомянутых диатрем отмечены повышенные количества апатита, перовскита и позднего флогопита). В этих же диатремах установлено наличие желваков (мегакристов) энстатита (размером 0,5—0,6 см), окруженных широкими (1—4 мм) реакционными

Рис. 5. *Фото алмазов из кимберлитов трубки Поисковая (ВМКП)*
Fig. 5. *Photo of diamonds from kimberlites of the Search tube (VMKP)*

каймами, сложенными амфиболом, монтичеллитом, флогопитом, серпентином и карбонатом.

В кимберлитах ряда трубок установлено присутствие мегакристов двух групп — хромистой и титанистой. Первая группа представлена высокохромистым гранатом (до 7% Cr_2O_3), нередко с повышенным содержанием титана (TiO_2 иногда превышает 1%), высокомагнезиальным оливином, редко крупными (до 1 см) выделениями хромшпинелида. Титанистая группа включает желваки низкохромистого оранжевого граната и ильменита (трубка Зимняя) и пластинчатые кристаллы флогопита. Для кимберлитов поля характерно широкое развитие мощных келифитовых кайм вокруг граната из кимберлитового цемента и глубинных ксенолитов, сложенных флогопитом, шпинелью, орто- и клинопироксенами и некоторыми другими минералами. Относительно широко распространены здесь глубинные породы и мегакристы граната с признаками глубинного плавления (трубки Зимняя, Новинка, Комсомольская-Магнитная и Заполярная). Раскристаллизованные участки микропорций расплава в этих породах сложены орто- и клинопироксенами, хромшпинелидом, флогопитом, амфиболом, реже оливином. Более поздние фазы представлены серпентином, хлоритом и кальцитом. В целом характерно низкое содержание в кимберлитах ильменита (за исключением трубок Зимняя и 325 лет Якутии).

Для кимберлитовых пород ВМКП характерен специфический фазовый состав вторичных минералов, выражающийся наличием прожилков и жил брусита, гнезд и прожилков таумасита и хантита, а также повсеместных выделений пироаурита. Для пород поля отмечена высокая доля гранатов и хромшпинелидов алмазной ассоциации (кнорринготсодержащий гранат и высокохромистый хромшпинелид). Отмечен несколько необычный состав ксенолитов глубинных пород (резкое преобладание существенно оливиновых разновидностей, очень редкие находки эклогитов, пироксенитов и слюдистых типов пород), которые представлены нодулями деплетированной мантии. Возраст кимберлитов поля большинством исследователей принимается как среднепалеозойский по аналогии с возрастом кимберлитовых пород других центральных полей СП на том основании, что кимберлиты рвут осадочные породы нижнего палеозоя, а в трубках не обнаружены ксенолиты траппов. Более обоснованно о возрасте кимберлитов района можно судить по данным определения времени внедрения кимберлитов трубки 325 лет Якутии. По соотношению изотопов свинца и урана в цирконах получены значения 443,2 и 440,2 млн лет, что не противоречит геологическим данным.

В региональном магнитном поле кимберлитовые тела ВМКП располагаются в бортовой части обширной отрицательной аномалии, обусловленной неоднородностью строения фундамента. На фоне плавно изменяющегося магнитного поля четко фиксируются аномалии, связанные с известными кимберлитовыми телами. Все кимберлитовые трубки, дайки и жилы были зафиксированы магнитной сьемкой масштаба 1:5000, кроме диатремы Малая, которая оказалась расположенной между профилями сьемки. Карбонатные породы нижнего палеозоя являются слабомагнитными, а поэтому трубки и создают аномалию магнитного поля, положительная направленность которых характерна для большинства диатрем. Преобладают трубки, имеющие дефицит плотности по сравнению с вмещающими породами. Все открытые кимберлитовые диатремы алмазоносны, однако наибольшая продуктивность установлена для трубок Заполярная, Новинка, Комсомольская-Магнитная и Поисковая. Среди алмазов этой территории преобладают (до 85%) мелкие кристаллы (-1 + 0,5 мм) при заметном количестве (до 25%) зерен размером -2 + 1 мм. По кристалломорфологии преобладают (40—75%) округлые алмазы; октаэдрические и переходные формы в сумме составляют 14—33%; остальная часть камней представлена обломками, сростками кристаллов и агрегатами. Исключением является трубка Новинка, в которой количество октаэдров и переходных форм в сумме превышает 40%. Бесцветные алмазы составляют более 60%, остальные окрашены преимущественно в дымчато- и лилово-коричневые тона; 50—65% камней содержат твердые включения (графит, сульфиды, реже гранат, оливин, хромит, омфацит и магнетит). До 65% кристаллов в той или иной степени трещиноваты. Абсолютное большинство алмазов обладает заметными признаками травления (шрамы, каверны и черепитчатые скульптуры). Около 40—50% алмазов — низкокачественные технические камни при доле ювелирных алмазов, редко превышающей 10—15%. В трубке Поисковая более 60% кристаллов являются безазотными.

В целом проведенными исследованиями установлено, что алмазы из кимберлитовых тел Верхнемунского поля характеризуются комплексом типоморфных особенностей, позволяющих отличать их от кристаллов из других коренных месторождений Якутии. В целом для трубки Заполярная основными типоморфными особенностями

алмазов являются резкое преобладание додекаэдроидов с шагренью и полосами пластической деформации, преимущественно с лилово-коричневой окраской, значительная часть которых с кавернами. Это сближает их с другими кимберлитовыми телами Верхнемунского кимберлитового поля (трубки Комсомольская-Магнитная, Новинка и Поисковая) и отличает от алмазов из эксплуатируемых месторождений Далдыно-Алакитского, Малоботуобинского и Средне-Мархинского алмазоносных районов. В то же время алмазы из трубок Заполярная, Новинка и Комсомольская-Магнитная по своим особенностям близки, но отличаются от таковых из трубки Поисковая.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Афанасьев В.П., Елисеев А.П., Надолинный В.А., Зинчук Н.Н., Коптиль В.И., Рылов Г.М., Томиленко А.А., Горяйнов С.В., Юрьева О.П., Сонин В.М., Чепуров А.И.* 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.* Минерагения древних россыпей алмазов восточного борта Тунгусской синеклизы // Геология и геофизика. 1987. № 1. С. 90—96.
3. *Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Коптиль В.И.* Полигенез алмазов в связи с проблемой коренных россыпей северо-востока Сибирской платформы // Доклады Академии наук. 1998. Т. 361. № 3. С. 366—369.
4. *Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Логвинова А.Н.* Особенности распределения россыпных алмазов, связанных с докембрийскими источниками // Записки Российского минералогического общества. 2009. Т. 138. № 2. С. 1—13.
5. *Василенко В.Б., Зинчук Н.Н., Кузнецова Л.Г.* Геодинамический контроль размещения кимберлитовых полей центральной и северной частей Якутской кимберлитовой провинции (петрохимический аспект) // Вестник Воронежского госуниверситета. Геология. 2000. № 3 (9). С. 37—55.
6. *Дукардт Ю.А., Борис Е.И.* Авлакогенез и кимберлитовый магматизм. Воронеж: ВГУ, 2000. 161 с.
7. *Егоров К.Н., Зинчук Н.Н., Мишенин С.Г., Серов В.П., Секерин А.П., Галенко В.П., Денисенко Е.П., Барышев А.С., Меньшагин Ю.В., Кошкарев Д.А.* Перспективы коренной и россыпной алмазоносности Юго-Западной части Сибирской платформы // Сб.: Геологические аспекты минерально-сырьевой базы Акционерной компании «АЛРОСА»: современное состояние, перспективы, решения. Дополнительные материалы по итогам региональной научно-практической конференции «Актуальные проблемы геологической отрасли АК «АЛРОСА» и научно-методическое обеспечение их решений», посвященной 35-летию ЯНИГП ЦНИГРИ АК «АЛРОСА». Мирный: МГТ. 2003. С. 50—84.
8. *Зинчук Н.Н.* Состав и генезис глинистых минералов в верхнепалеозойских осадочных толщах восточного борта Тунгусской синеклизы // Геология и геофизика. 1981. № 8. С. 22—29.
9. *Зинчук Н.Н.* Геолого-вещественные модели коренных месторождений алмазов в связи с прогнозно-поисковыми работами // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. Вып. 19. Пермь: ПГНУ. 2016. С. 217—240.
10. *Зинчук Н.Н.* Характеристика породообразующих минералов кимберлитовых пород // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. Вып. 20. Пермь: ПГНУ. 2017. С. 69—87.
11. *Зинчук Н.Н.* О древних источниках алмазов в россыпях // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2018. № 4. С. 44—54.
12. *Зинчук Н.Н.* Особенности минералов слюд в кимберлитах // Вестник Воронежского университета. Геология. 2018. № 2. С. 29—39.
13. *Зинчук Н.Н.* Типоморфные свойства индикаторных минералов кимберлитов и их использование при прогнозировании месторождений алмаза на Сибирской платформе // Отечественная геология. 2021. № 2. С. 41—56.
14. *Зинчук Н.Н.* Докембрийские источники алмазов в россыпях фанерозоя // Вестник Воронежского ун-та. Геология. 2021. № 3. С.50—61.
15. *Зинчук Н.Н.* Геологические исследования при поисках алмазных месторождений // Вестник Воронежского университета. Геология. 2021. № 4. С. 35—52.
16. *Зинчук Н.Н., Афанасьев В.П.* Генетические типы и основные закономерности формирования алмазоносных россыпей // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 1998. № 2. С. 66—71.
17. *Зинчук Н.Н., Бардухинов Л.Д.* О специфике изучения алмаза при прогнозно-поисковых работах (на примере Сибирской платформы) // Руды и металлы. 2021.№ 3. С. 59—75.
18. *Зинчук Н.Н., Борис Е.И.* О концентрации продуктов переотложения кор выветривания в верхнепалеозойских осадочных толщах восточного борта Тунгусской синеклизы // Геология и геофизика. 1981. № 8. С. 22—29.
19. *Зинчук Н.Н., Борис Е.И., Стегницкий Ю.Б.* Структурно-формационное и минерагеническое районирование территорий развития погребенных кор выветривания и продуктов их переотложения в алмазоносных регионах (на примере Якутской кимберлитовой провинции) // Геология и геофизика. 1998. Т. 39. № 7. С. 950—964.
20. *Зинчук Н.Н., Борис Е.И., Яныгин Ю.Б.* Особенности минерагении алмаза в древних осадочных

толщах (на примере верхнепалеозойских отложений Сибирской платформы). М.: МГТ, 2004. 172 с.
21. *Зинчук Н.Н., Зуев В.М., Коптиль В.И., Чёрный С.Д.* Стратегия ведения и результаты алмазопоисковых работ // Горный вестник. 1997. № 3. С. 53—57.
22. *Зинчук Н.Н., Мельник Ю.М., Серенко В.П.* Апокимберлитовые породы // Геология и геофизика. 1987. № 10. С. 66—72.
23. *Зинчук Н.Н., Савко А.Д., Шевырев Л.Т.* Историческая минерагения в 3-х томах: Т. 1. Введение в историческую минерагению. Воронеж: ВГУ. 2005. 590 с.
24. *Зинчук Н.Н., Савко А.Д., Шевырев Л.Т.* Историческая минерагения в 3-х томах: Т. 2. Историческая минерагения древних платформ. Воронеж: ВГУ. 2007. 570 с.
25. *Зинчук Н.Н., Савко А.Д., Шевырев Л.Т.* Историческая минерагения в 3-х томах: Т. 3. Историческая минерагения подвижных суперпоясов. Воронеж: ВГУ. 2008. 622 с.
26. *Котельников Д.Д., Зинчук Н.Н.* Типоморфные особенности и палеогеографическое значение слюдистых минералов // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 1996. № 1. С. 53—61.
27. *Котельников Д.Д., Зинчук Н.Н.* Особенности глинистых минералов в отложениях различных осадочных формаций // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 1997. № 2. С. 53—63.
28. *Котельников Д.Д., Зинчук Н.Н.* Условия накопления и постседиментационного преобразования глинистых минералов в отложениях терригенной формации // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел геологический. 2001. Т. 76. № 1. С. 45—53.
29. *Котельников Д.Д., Зинчук Н.Н.* Об аномалии общей схемы преобразования разбухающих глинистых минералов при погружении содержащих их отложений в стратисферу // Вестник Воронежского госуниверситета. Серия геология. 2003. № 2. С. 57—68.
30. *Котельников Д.Д., Зинчук Н.Н., Кузьмин В.А.* Морфогенетические разновидности каолинита в корах выветривания и осадочном чехле земной коры. Статья 1. Механизм образования каолинита в корах выветривания различных петрохимических типов пород // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2006. № 5. С. 19—25.
31. *Мацюк С.С., Зинчук Н.Н.* Оптическая спектроскопия минералов верхней мантии. М.: Недра, 2001. 428 с.
32. *Орлов Ю.Л.* Минералогия алмаза. М.: Наука, 1984. 264 с.
33. *Савко А.Д., Шевырев Л.Т., Зинчук Н.Н.* Эпохи мощного корообразования в истории Земли. Воронеж: ВГУ. 1999. 102 с.
34. *Харькив А.Д., Зуенко В.В., Зинчук Н.Н., Крючков А.И., Уханов А.В., Богатых М.М.* Петрохимия кимберлитов. М.: Недра, 1991. 304 с.
35. *Хитров В.Г., Зинчук Н.Н., Котельников Д.Д.* Применение кластер-анализа для выяснения закономерностей выветривания пород различного состава // Доклады АН СССР. 1987. Т. 296. № 5. С. 1228—1233.
36. *Afanas'ev V.P., Zinchuk N.N., Griffin V.L., Natapov L.M., Matuchyan G.A.* Diamond prospects in the Southwestern plankt of the Tungusk Sineklise // Geology of ore Deposits. 2005. T. 47. No. 1. P. 45—62.
37. *Grachanov S.A., Zinchuk N.N., Sobolev N.V.* The age of Predictable primary diamond sources in the Northeastern Sibirian Platform // Eart Sciences. 2015. Vol. 465. No. 2. P. 1297—1301.
38. *Serov I.V., Garanin V.K., Zinchuk N.N., Rotman A.Ya.* Mantle Sources of the kimberlite Vorcanism of the Sibirian Platform // Petrology. 2001. T. 9. No. 6. P. 576—588.
39. *Vasilenko V.B., Kuznetsova L.G., Volkova N.I., Zinchuk N.N., Krasavchikov V.O.* Diamond potential estimation based on Kimberlite major element chemistry // Jornal of Geochecal Exploration. 2002. T. 76. No. 2. P. 93—112.
40. *Vasilenko V.B., Kuznetsova L.G., Zinchuk N.N.* On the Correlation between the Compositions of mantle Inclusions and Petrochemical Warieties of kimberlites in Yakutian Diatremes // Petrology. 2001. T. 9. No. 6. P. 576—588.

REFERENCES

1. Afanasiev V.P., Yeliseev A.P., Nadolinny V.A., Zinchuk N.N., Koptil V.I., Pilov G.M., Tomilenko A.A., Goryanov S.V., Yurieva O.P., Sonin V.M., Chepurov A.I. Mineralogy and some issues of variety V and VII diamonds genesis (by classification of Y.L.Orlov) // Bulletin of Voronezh SU. Geology. 2000. № 5 (10). pp. 79—96 (In Russian).
2. Afanas'yev V.P., Zinchuk N.N. Nineragеny of ancient placers of diamonds on the eastern side the Tunguska syneclise // Geology and geophysics. 1987. No. 1. pp. 90—96 (In Russian).
3. Afanas'yev V.P., Zinchuk N.N., Koptil' V.I. Poligines of diamonds in connection nith the problem of primary placers of the north-cast of the Siberian platform // Reports of the Academy of Sciences. 1998. T. 361. No. 3. pp. 366—369 (In Russian).
4. Afanas'yev V.P., Zinchuk N.N., Logvinova A.N. Distribution features of placer diamonds associated with the Precambrian source // Notes of the Russian Mineralogical Society. 2009. T. 138. No. 2. pp. 1—13 (In Russian).
5. Vasilenko V.B., Zinchuk N.N., Kuznetsova L.G. Geodynamic control of kimberlite fields' allocation of central and northern part of Yakutian kimberlite province (petrochemical aspect) // Bulletin of Voronezh Un. Geol. Series. 2000. № 3 (9). pp. 37—55 (In Russian).
6. Dukardt Yu.A., Boris Ye.I. Avlacogenesis and kimberlite magmatism. Voronezh: VGU, 2000. 161 p. (In Russian).
7. Egorov K.N., Zinchuk N.N., Mishenin S.G., Serov V.P., Sekerin A.P., Galenko V.{., Denisenko E.P., Baryshev A.S.,

Men'shagin Y.V., Koshkarev D.A. Perspectives of primary and placer diamondiferousness of so-western part of the Sibirian Platform // Collection:Geological aspects of the mineral resource base of the Joint Stock Company "ALROSA": current state, prospects, solution. Additional materials based on the resurts of the regional scientific and practical conference "Actual problems of the geological industry of AK "ALROSA" and scientific and methodological support of their solutions dedicated to the 35-th anniversary of YANIGP TsNIGRI AK "ALROSA". Mirny: MGT. 2003. pp. 50—84 (In Russian).

8. Zinchuk N.N. Composition and genesis of clay minerals in the Upper Paleozoic sedimentary strata of the castern side of the Tunguska syneclise // Geology and geophysics. 1981. No. 8. pp. 22—29 (In Russian).
9. Zinchuk N.N. Geological-material models of primary Diamond deposits in connection with forecast-prospecting works //Probleme of mineralogy, petrografi and metalogeni. Scientifie tchtenie of storage P.N.Tchirvinski.Series 19. Perm: PGNU. 2016. pp. 217—240 (In Russian).
10. Zinchuk N.N. Specific Features of basic kimberlite mass composition //Probleme of mineralogy, petrografi and metalogeni. Scientifie tchtenie of storage P.N.Tchirvinski.Series 20. Perm: PGNU. 2017. pp. 69—87 (In Russian).
11. Zinchuk N.N. About procamrian soures of diamonds placers // Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration. 2018. № 4. pp. 44—54 (In Russian).
12. Zinchuk N.N. Features of micactous Formations in kimberlite // Proceedings of Voponezh state university. Series: Geology. 2018. № 2. pp. 29—39.
13. Zinchuk N.N. Tipomorphic properties of kimberlite indicator minerals and their use in forecasting diamond deposits on the Sibirian platform // Otechestvenaya geologiya. 2021. № 2. pp. 41—56 (In Russian).
14. Zinchuk N.N. Precambrian sources of Diamonds in Phanerozoic placers // Vestnik Voronezskogo universiteta. Geologiya.2021. № 3. pp. 50—61 (In Russian).
15. Zinchuk N.N. Geological research in Prospecting for Diamond deposits // Vestnik Voronezskogo universiteta. Geologiya.2021. № 4. pp. 35—52 (In Russian).
16. Zinchuk N.N., Afanas'ev V.P. Genetic types and basis pafferns of diamondiferous pacer formation // Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration. 1998. № 2. pp. 66—71 (In Russian).
17. Zinchuk N.N., Barduchinov L.D. Diamond study features in forecasting and prospecting (Siberian platform) // Ores and metals. 2021. № 3. pp. 59—75 (In Russian).
18. Zinchuk N.N., Boris E.I. Koncentration of Weathering crust vedeposition products in the Upper Peleozoic sedimentary strata of the eastern side of the Tunguska syneclise // Geology and geophysics. 1981. № 8. pp. 22—29 (In Russian).
19. Zinchuk N.N., Boris Y.I., Stegnitsky Y.B. Structural-formational and mineragenetic zoning of the territory of buried crusts of weathering and products of their redeposition in diamondiferous regions (on the example of Yakutian kimberlite province) // Geology and geophysics. 1998. V.39. № 7. pp. 956—964 (In Russian).
20. Zinchuk N.N., Boris Ye.I., Yanygin Yu.B. Peculiarities of diamond mineralogene in ancient sedimentary talits by the example of the upper Paleozoic Sediments the Siberian platform // Moscow: MGT, 2004. 172 p. (In Russian).
21. Zinchuk N.N., Zuyev V.M., Koptil' V.I., Chornyy S.D. Diamond management strategy and results // Mountain Herald. 1997. No. 3. pp. 53—57 (In Russian).
22. Zinchuk N.N., Mel'nik Yu.M., Serenko V.P. Apokimberlite rocks // Geology and geophysics. 1987. No. 10. pp. 66—72 (In Russian).
23. Zinchuk N. N., Savko A. D., Shevyrev L. T. Istoricheskaja mineragenija. T. 1. Vvedenie v istoricheskuju mineral ageniju. Voronezh: VSU. 2005. 590p.
24. Zinchuk N. N., Savko A. D., Shevyrev L. T. Istoricheskaja mineragenija. T. 2. Istoricheskaja mineragenija drevnih platform. Voronezh: VSU. 2007. 570 p.
25. Zinchuk N. N., Savko A. D., Shevyrev L. T. Istoricheskaja mineragenija. T. 3. Istoricheskaja mineragenija podvizhnyh superpojasov. Voronezh: VSU. 2008. 622 p. (in Russian).
26. Kotel'nikov D.D., Zinchuk N.N. Typomorphic features and paleogeographical significance of micaceous minerals // Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration. 1996. No. 1. pp. 53—61 (In Russian).
27. Kotel'nikov D.D., Zinchuk N.N. Features of Clay minerals in sediments of various sedimentary farms // Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration. 1997. No. 2. pp. 53—63 (In Russian).
28. Kotel'nikov D.D., Zinchuk N.N. Conditions for the accumulation and post-sedimentations transformation of clay minerals in sediments of terrigens formatation // Bulletin of the Moscow Society of Naturalists. Department of Geology. 2001. T. 76. No. 1. pp. 45—53 (In Russian).
29. Kotel'nikov D.D., Zinchuk N.N. Anomalies of the generals of transformation of swellable clay minerals wher the sediments containing them are immersed in the stratosphere // Bulletin of the Voronezh State University. Geology Series. 2003. No. 2. pp. 57—68 (In Russian).
30. Kotel'nikov D.D., Zinchuk N.N., Kuz'min V.A. Morphogenetic varieties of kaolinite in weathering crusts and sedimentary cover of the cartc Mechanism of kaolinite formation in the weathering crusts of varions petrochemical teaks of rocks // Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration. 2006. No. 5. pp. 19—25 (In Russian).
31. Matsyuk S.S., Zinchuk N.N. Optical Spectroscopy of minerals of the upper mantle. Moscow: Nedra, 2001. 428 p. (In Russian).

32. Orlov Yu.L. Mineralogy of diamond. Moscow: Nauka, 1984. 264 p. (In Russian).
33. Savko A.D., Sheverev L.D., Zinchuk N.N. Epochs of powerful crust formation in the history of the Earth. Voronezh. VGU. 1999. 102 p. (In Russian).
34. Khar'kiv A.D., Zuyenko V.V., Zinchuk N.N., Kryuchkov A.I., Ukhanov A.V., Bogatykh M.M. Petrochemistry of kimberlites. Moscow: Nedra, 1991. 304 p. (In Russian).
35. Khitrov V.G., Zinchuk N.N., Kotel'nikov D.D. Application of cluster-analysis for clearing out regularities of various composition rocks' weathering // Reports of the Academy of Sciences of the USSR. 1987. T. 296. No. 5. pp. 1228—1233 (In Russian).
36. Afanas'ev V.P., Zinchuk N.N., Griffin V.L., Natapov L.M., Matuchyan G.A. Diamond prospects in the Southwestern plankt of the Tungusk Sineklise // Geology of ore Deposits. 2005.T. 47. No. 1. pp. 45—62.
37. Grachanov S.A., Zinchuk N.N., Sobolev N.V. The age of Predictable primary diamond sources in the Northeastern Sibirian Platform // Eart Sciences. 2015. Vol. 465. No. 2. pp. 1297—1301.
38. Serov I.V., Garanin V.K., Zinchuk N.N., Rotman A.Ya. Mantle Sources of the kimberlite Vorcanism of the Sibirian Platform // Petrology. 2001. T. 9. No. 6. pp. 576—588.
39. Vasilenko V.B., Kuznetsova L.G., Volkova N.I., Zinchuk N.N., Krasavchikov V.O. Diamond potential estimation based on Kimberlite major element chemistry // Jornal of Geochecal Exploration. 2002. T. 76. No. 2. pp. 93—112.
40. Vasilenko V.B., Kuznetsova L.G., Zinchuk N.N. On the Correlation between the Compositions of mantle Inclusions and Petrochemical Warieties of kimberlites in Yakutian Diatremes // Petrology. 2001. T. 9. No. 6. P. 576—588.

ВКЛАД АВТОРОВ / AUTHORS CONTRIBUTIONS

Зинчук Н.Н. — внес вклад в разработку концепции статьи, проводил исследования, подготовил текст статьи, окончательно утвердил публикуемую версию статьи и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Коптиль В.И. — внес вклад в разработку концепции статьи, подготовил текст статьи, проводил анализ результатов, окончательно утвердил публикуемую версию статьи и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Nikolay N. Zinchuk — contributed to the development of the concept of the article, conducted research, prepared the text of the article, finally approved the published version of the article and agreed to take responsibility for all aspects of the work.

Vasiliy I. Koptil — contributed to the development of the concept of the article, prepared the text of the article, analyzed the experimental results, finally approved the published version of the article and agreed to take responsibility for all aspects of the work.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Зинчук Николай Николаевич* — доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик АН РС (Я); председатель Западно-Якутского научного центра (ЗЯНЦ) Академии наук Республики Саха (Якутия).
5, ул. Тихонова, стр. 1, г. Мирный 678175, Якутия, Россия
e-mail: nnzinchuk@rambler.ru
тел.: +7 (980) 663-01-86
SPIN-код: 8104-4799
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9682-3022

Коптиль Василий Иванович — кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник ЗЯНЦ АН РС (Я).
5, ул. Тихонова, стр. 1, г. Мирный 678175, Якутия, Россия
e-mail: nnzinchuk@rambler.ru
тел.: +7 (980) 663-01-86

Nikolay N. Zinchuk* — Dr. of Sci. (Geol.-Min.), Prof., Academician of the Academy of Sciences of the Sakha Republic (Yakutia); Chairman of the West Yakut Scientific Center of the Academy of Sciences of the Sakha Republic (Yakutia).
5, bld 1, Tikhonova str., Mirny 678175, Yakutiya, Russia
e-mail: nnzinchuk@rambler.ru
tel.: +7 (980) 663-01-86
SPIN-code: 8104-4799
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9682-3022

Vasily I. Koptil — Cand. of Sci. (Geol.-Min.), Leading researcher of the West Yakut Scientific Center of the Academy of Sciences of the Sakha Republic (Yakutia).
5, bld. 1, Tikhonova str., Mirny 678175, Yakutiya, Russia
e-mail: nnzinchuk@rambler.ru
tel.: +7 (980) 663-01-86

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author