

О роли первичных минералов кимберлитов при решении геолого-поисковых задач

Зинчук Н.Н.

On the significance of primary kimberlite minerals for conducting geological researches **Zinchuk N.N.**

Западно-Якутский научный центр АН РС (Я), г. Мирный;

e-mail: nnzinchuk@rambler.ru

Приведены краткие сведения о результатах изучения алмазов и других первичных минералов кимберлитов (пироп, хромдиопсида, хромшпинелида, клинопироксена, пикроильменита и хромита) из диатрем Сибирской платформы (СП), что позволило определить их типоморфные особенности и выработать критерии районирования перспективных территорий.

Существует огромное количество методов изучения минералов, в том числе и индикаторных минералов кимберлитов (ИМК). В выборках гранатов анализировались в основном пиропы из перидотитовых парагенезисов и пироп-альмандиновые гранаты эклогитовых парагенезисов, реже альмандины [1-4]. В составах гранатов из трубок Далдынского поля (ДКП) проявляется тренд Cr_2O_3 –CaO в пределах лерцолитового поля, который для трубки Зарница обнаруживает дискретный характер с разрывом в интервале 8-9 % Cr_2O_3 . Гранаты пироксенитовых ассоциаций (с повышенной долей CaO, TiO_2 и Na_2O) слагают существенную долю концентратов. Составы гранатов из кимберлитовых трубок Алакит-Мархинского поля (АМКП) обычно образуют протяженный тренд в пределах лерцолитового поля, субкальциевые гранаты появляются в массовых количествах, начиная с 6 % Cr_2O_3 . В трубке Сытыканская более хромистые гранаты менее обогащены кальцием, что вместе с содержанием TiO_2 и Na_2O может свидетельствовать об их пироксенитовом источнике из гранат-шпинелевой фации мантии. Субкальциевые гранаты характерны для глубинных минеральных парагенезисов трубки Юбилейная, при тенденции обогащения TiO_2 на уровне гранатовой и гранат-шпинелевой фаций верхней мантии [5-7]. В составах гранатов из трубок Верхне-Мунского поля (Заполярная, Новинка и Деймос) лерцолитовый тренд хорошо выражен лишь до 6.5 % Cr_2O_3 . Гранаты из кимберлитовых трубок Накынского поля (НКП) на диаграмме Cr_2O_3 –CaO образуют протяженный лерцолитовый тренд до 10-12 % Cr_2O_3 и параллельный ему в области гарцбургитовых составов; дунитовые парагенезисы с низкими содержаниями CaO встречаются при содержаниях Cr_2O_3 10-12 % в кимберлитах трубки Ботуобинская и редки в трубке Нюрбинская. Обоим диатремам свойственны алмазоносные парагенезисы с альмандином (~24-26 % FeO). Особого внимания заслуживает *хромдиопсид*, являющийся весьма чутким индикатором условий магмообразования [8-10]. По составу клинопироксена существует зональность в пределах Сибирской платформы (СП): железистые (~4 % FeO), но малохромистые клинопироксены в кимберлитах отвечают гранат-шпинелевым и шпинелевым перидотитам. В трубках Долгожданная и Иреляхская глубинные Cr-диопсиды из перидотитов образованы в процессе магматического замещения силикатным железистым расплавом с уменьшением доли Cr_2O_3 и Na_2O . В трубке Айхал составы пироксенов очень близки к хромдиопсидам из трубки Юбилейная. Сравнительно малоглубинные ильмениты из метасоматитов в мантийных перидотитах также могут быть магнезиальными. Дополнительным показателем принадлежности к мантийным метасоматитам является повышенная хромистость *ильменитов*. Анализ состава ильменита из различных кимберлитовых трубок, специфика распределения концентраций основных компонентов (TiO_2 , MgO, NiO, Al_2O_3 , FeO, Fe_2O_3 , MnO, V_2O_5), а также высокозарядных элементов-примесей – Nb, Ta, Hf, Y и, как правило, REE, являются показателем условий фракционирования кимберлитового расплава в магматических камерах и в продвигающейся колонне кимберлитовых масс в основании литосферы. Важную роль в определении условий мантийного петрогенезиса,

продуцирующего кимберлитовые расплавы, играет *хромит*, тренды которого имеют четко выраженные зависимости от давления, которое коррелирует с хромистостью; выявлена тенденция обогащения хромом в ранних микрофенокристаллах, а Fe и Ti – на более поздних стадиях. Включения хромита в алмазах обычно высокохромисты (Cr_2O_3 более 60 мас. %). Для *хромитинелидов* трубки Зарница ДКП наблюдается расщепление тренда составов на обогащенный ульвошпинелевым компонентом и более характерный для расположенной рядом трубки Удачная [11-13]. Тренд составов хромитов из трубки Зарница, как и ильменитов, проявляет дискретный характер, а трубки Удачная – более непрерывный ряд составов, вплоть до 10 мас. % Cr_2O_3 – значений шпинелевой фации. Шпинелиды из трубки Айхал также обнаруживают сходный тренд расщепления, но он менее контрастен, чем в Юбилейной и некоторых других трубках поля. В Малоботуобинском алмазоносном районе (МБАР) кимберлитовые тела (за исключением трубки Интернациональная) отличаются редкой встречаемостью хромшпинелидов. Для трубки Нюрбинская НКП тренд обогащения ульвошпинелевым миналом очень крутой и состоит из двух отрезков [4-6]. В целом для каждого типа кимберлитовых пород, слагающих трубки, количество ИМК алмазной ассоциации пропорционально алмазоносности той или иной разновидности кимберлита.

Очень важным является комплексное изучение *алмаза* — минерала с широким набором физико-химических, кристалло-морфологических и других особенностей, отражающих своеобразие термодинамических и геохимических условий его образования, которые могут быть использованы в качестве типоморфных [1-4]. Алмазы из отдельных кимберлитовых тел существенно отличаются по ряду типоморфных особенностей. Зная свойства алмазов из кимберлитовых тел, можно решить вопрос о коренных источниках изучаемой россыпи или группы россыпей. В результате многолетних исследований алмазов из россыпей и кимберлитовых тел СП (Якутия, Красноярский край и Иркутская область) с применением минералогической классификации алмазов, предложенной Ю.Л. Орловым (Орлов, 1984), по которой выделяется 11 генетических разновидностей [2, 4], дана всесторонняя характеристика минерала. В природе мы видим смесь отдельных разновидностей алмазов. Так, в кимберлитовой трубке Интернациональная в МБАР преобладают бесцветные кристаллы октаэдрического габитуса I разновидности (71 %), реже переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому (23 %) при пониженном (меньше 1 %) содержании ламинарных ромбододекаэдров. В находящейся рядом в этом же районе кимберлитовой трубке имени XXIII съезда КПСС, характеризующейся в верхней части четко выраженной корой выветривания (КВ), они представлены бесцветными, реже лилово-коричневыми алмазами I разновидности. Среди них резко преобладают (до 82 %) кристаллы октаэдрического габитуса при невысоком (до 13 %) содержании кристаллов переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитуса. В трубках НКП (Нюрбинская и Ботуобинская) отмечаются бесцветные, реже эпигенетически бледно окрашенные в лилово- и дымчато-коричневые цвета кристаллы I разновидности при повышенной доле (по сравнению с другими месторождениями СП) алмазов IV разновидности с окрашенной в желтовато-зеленые и серые цвета оболочкой. В слабозеродированных диатремах, с развитой в верхней части толщей вулканогенно-осадочных пород, ярким примером которых является самая большая на СП (59 га) кимберлитовая трубка Юбилейная, среди бесцветных прозрачных и полупрозрачных кристаллов почти половину составляют разноцветные, окрашенные в различные цвета. Среди них свыше 30 % бледно-дымчато-коричневых, меньше розово-лиловых и лилово-коричневых окрашенных вследствие пластинчатой деформации. Характерно значительное количество индивидов с признаками природного травления (шрамы, матировка, коррозия, каверны и др.), количество которых по месторождению достигает 25 % всех алмазов. Возможно выделить четыре типа источников алмазов: *I тип первоисточника* – кимберлитовый, характерный для богатых кимберлитовых тел

фанерозойского возраста, характеризуется резким преобладанием алмазов I разновидности, представленных ламинарными кристаллами октаэдрического, ромбододекаэдрического и переходного между ними габитусов и образующих непрерывный ряд, а также присутствием алмазов с оболочкой IV разновидности, серых кубов III разновидности, поликристаллических агрегатов VIII-IX разновидностей, а в отдельных месторождениях (трубка Юбилейная) – равномерно окрашенных в желтый цвет кубоидов II разновидности. *II тип первоисточника* – алмазы кимберлитового генезиса, характерные для кимберлитовых тел с убогой алмазонасностью и кимберлитовых жил; он выделяется по преобладанию додекаэдроидов с шагренью и полосами пластической деформации «жильного» типа, типичных округлых алмазов «уральского» («бразильского») типа и присутствию бесцветных кубоидов I разновидности. *III тип первоисточника* – алмазы невыясненного генезиса, характерные, в основном, для россыпей северо-востока СП, коренные источники которых до настоящего времени не обнаружены. Кристаллы этих источников представлены графитизированными ромбододекаэдрами V разновидности, сложенными двойниками и сростками додекаэдроидов VII разновидности с легким ($\delta^{13}\text{C}=-23\text{‰}$) изотопным составом углерода и равномерно окрашенными кубоидами II разновидности с изотопным составом углерода промежуточного ($\delta^{13}\text{C}=-13.60\text{‰}$) состава, образующими ассоциацию «эбеляхского» («нижнеленского») типа. *IV тип первоисточника* – алмазы взрывных кольцевых структур импактного генезиса, представленные поликристаллами алмаза типа карбонадо с примесью гексагональной модификации углерода – лонсдейлита (якутит). Полученные данные позволили разделить СП на четыре субпровинции: Центрально-Сибирскую – ЦСАСП (центральная часть платформы) с преобладанием I типа первоисточника; Лено-Анабарскую – ЛААСП (северо-восток) с преобладанием кристаллов III типа первоисточника невыясненного генезиса; Тунгусскую – ТАСП (юго-запад платформы) с преобладанием типичных округлых алмазов уральского (бразильского) типа, источником которых, возможно, были докембрийские терригенные формации платформы и ее складчатого обрамления; Алданскую – ААСП (юго-восток) с находкой единичных округлых алмазов.

Таким образом, всестороннее исследование алмазов из всех разновозрастных коллекторов и кимберлитовых диатрем позволили выработать систему анализа их типоморфных особенностей и провести, кроме регионального, среднемасштабное районирование. Так, в россыпях первой субпровинции отмечается высокое содержание кристаллов октаэдрического и ромбододекаэдрического габитусов. В пределах ЛААСП выделяется две алмазонасные области: Кютюнгинская (Приленская) и Анабаро-Оленекская. В россыпях первой области устанавливаются кристаллы октаэдрического габитуса (ассоциация «кютюнгинского» типа), характерные для богатого типа первоисточника кимберлитового генезиса. В россыпях Лено-Анабарской области наблюдается преобладание алмазов из первоисточника невыясненного генезиса (ассоциации «эбеляхского» типа) с преобладанием кристаллов II, V и VII разновидностей, типичных округлых алмазов во всех возрастных и генетических типах алмазонасных отложений. Тунгусская субпровинция разделяется на две области: Байкитскую и Саяно-Тунгусскую. Для россыпей последней типично доминирование округлых алмазов «уральского» («бразильского») типа и присутствие значительного количества (до 10 %) балласов. В россыпях Байкитской области преобладают кристаллы октаэдрического габитуса ассоциации «мирнинского типа», характерной для богатых кимберлитовых трубок. Алмазонасность кимберлитов определяется многими факторами, главными из которых являются: геолого-тектонические особенности районов распространения кимберлитового магматизма; состав вещества верхней мантии, генерирующего кимберлитовые расплавы; глубина заложения корней магматических очагов; скорость миграции (подъема) кимберлитового расплава в

земную кору; сохранность алмазов в условиях земной коры (в диатремах); содержание «пустого» материала в кимберлитовых телах. Состав глубинных (мантийных) минералов (пироп, пикроильменит и др.), кристалломорфология и физические свойства алмазов дифференцированы на уровне провинции, поля и каждой трубки. Индивидуальные особенности состава и физических свойств ИМК выявляются на статистическом уровне. Исследование алмазов из разновозрастных коллекторов и кимберлитовых диатрем позволило выработать систему анализа их типоморфных особенностей и провести районирование территорий, выделяя перспективные площади для проведения прогнозно-поисковых работ. Результаты такого районирования по алмазам и другим ИМК с учетом ряда критериев (морфологических, структурно-тектонических, палеогеографических и др.) служат основой для прогнозирования как кимберлитовых тел, так и россыпей.

Комплексное изучение алмазов – это фундаментальные исследования, позволяющие уточнять условия генезиса алмазосодержащих пород, а также решать чисто прикладные задачи для геолого-поисковых работ и технологического извлечения алмазов из кимберлитов. Установление особенностей вещественно-индикационных параметров кимберлитового магматизма различной продуктивности позволяет выявлять типоморфные признаки первичных минералов кимберлитов и решать вопрос о коренных источниках алмазов в россыпях.

Список литературы

1. *Афанасьев В.П., Елисеев А.П., Надолинный В.А. и др.* Минералогия и некоторые вопросы генезиса алмазов V и VII разновидностей (по классификации Ю.Л. Орлова) // Вестник Воронежского госуниверситета. Серия: Геология. 2000. № 5 (10). С. 79-97.
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.* Основные литодинамические типы ореолов индикаторных минералов кимберлитов и обстановки их формирования // Геология рудных месторождений. 1999. Т. 41. № 3. С. 281-288.
4. *Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Харьков А.Д., Соколов В.Н.* Закономерности изменения мантийных минералов в коре выветривания кимберлитовых пород // Минерагения зоны гипергенеза. М.: ИГЕМ АН СССР. 1980. С. 45-54.
5. *Зинчук Н.Н., Борис Е.И., Яныгин Ю.Т.* Особенности минерагении алмаза в древних осадочных толщах (на примере верхнепалеозойских отложений Сибирской платформы). М.: МГТ. 2004. 172 с.
6. *Зинчук Н.Н., Дукардт Ю.А., Борис Е.И.* Тектонические аспекты прогнозирования кимберлитовых полей. Новосибирск: Сибтехнорезерв, 2004. 166 с.
7. *Зинчук Н.Н., Котельников Д.Д., Соколов В.Н.* Изменение минерального состава и структурных особенностей кимберлитов Якутии в процессе выветривания // Геология и геофизика. 1982. № 2. С. 42-53.
8. *Зинчук Н.Н., Савко А.Д., Шевырев Л.Т.* Тектоника и алмазоносный магматизм. Воронеж: ВГУ, 2004. 282 с.
9. *Котельников Д.Д., Зинчук Н.Н.* Геологическая интерпретация результатов изучения глинистых минералов в осадочном чехле земной коры // Вестник Воронежского госуниверситета. Серия: Геология. 2001. № 12. С. 45-51.
10. *Котельников Д.Д., Зинчук Н.Н.* Условия накопления и постседиментационного преобразования глинистых минералов в осадочном чехле земной коры // Бюллетень МОИП. Отдел геологич. 2001. Т. 76. № 1. С. 45-53.
11. *Котельников Д.Д., Зинчук Н.Н.* Об аномалии общей схемы преобразования разбухающих глинистых минералов при погружении содержащих их отложений в стратиферу // Вестник Воронежского госуниверситета. Серия: Геология. 2003. № 2. С. 57-68.
12. *Харьков А.Д., Квасница В.Н., Сафронов А.Ф., Зинчук Н.Н.* Типоморфизм алмаза и его минералов-спутников из кимберлитов. Киев: Наукова думка, 1989. 183 с.
13. *Rosen O.M., Serenko V.P., Spetsius Z.V. et al.* Yakutian kimberlite position in the Siberian craton and composition of the upper and lower crust // Geologiya and Geofizika. 2002. V. 43. № 1. P. 3-26.