

ОТЗЫВ

об автореферате кандидатской диссертации **И. В. Клепикова**
**«Алмазы Западного Приуралья: дефектно-примесный состав,
особенности морфологии и внутреннего строения»** по
специальности 25.00.05 – минералогия, кристаллография

Представленная к защите диссертация обобщает новый материал экспериментального исследования уральских алмазов. Особую научную ценность этой работы определяют два обстоятельства: во-первых, объектом изучения послужили алмазы пока еще редкого – туффизитового происхождения, а во-вторых, алмазы системно и квалифицировано исследованы комплексом наиболее информативных в отношении алмазов методов – оптической, катодолюминесцентной, фотолюминесцентной, ИК и радиоспектроскопии.

На защиту вынесено 4 научных вывода.

1. *Кристаллы алмаза месторождения «Рассольнинская депрессия» отличаются от кристаллов из аллювиальных россыпей Красновишерского района по морфологии, концентрации азотных дефектов и частоте встречаемости систем фотолюминесценции. Унимодальное распределение концентрации азотных дефектов и сходство морфологических особенностей кристаллов на месторождении «Рассольнинская депрессия» есть признак единственности их коренного источника.*

Автором исследованы алмазы двух коллекций, первая из которых представляет коренное туффизитовое месторождение, обозначенное диссертантом как Рассольнинская депрессия, вторая – позиционирована как коллекция аллювиально-россыпных алмазов. Проведено сопоставление коллекций по доле округлых алмазов, количеству плоскогранных октаэдров, кристаллов с «фрагментами граней куба», частоте встречаемости признаков механического износа и растворения (матировка, выкрашивание ребер и вершин, серповидные трещины, леденцовая скульптура), по валовой концентрации структурного азота (N_{tot}) и доле дефектов V1 (показателю степени агрегации азотных дефектов), по содержанию безазотных кристаллов, по характеру распределения алмазов по концентрациям N_{tot} и водородных дефектов, по частотам встречаемости систем фотолюминесценции.

Эта часть защищаемых выводов диссертанта является в его работе самой комплексной и геологичной, а, следовательно, системообразующей. Она формально выглядит логично, но при этом вызывает у нас большинство замечаний, поскольку плохо согласуется с современным знанием об уральской алмазоносности.

Во-первых, обсуждаемые автором алмазоносные объекты располагаются не в «Западном Приуралье» (надо же такое придумать!), а в Западно-Уральской структурной зоне, т. е. собственно на Урале, объединяясь в так

называемую полосу региональной алмазоносности Западного Урала, расположенную восточнее Предуральяского краевого прогиба.

Во-вторых, уже довольно давно известно, что на территории Северного и Среднего Урала нет в обычном смысле алмазоносных речных россыпей. Это стало понятно еще в 1990-е гг. В. Р. Остроумову, Г. Г. Морозову, В. Я. Колобянину, С. Н. Петухову. А в настоящее же время уральскую алмазоносность связывают исключительно с туффзитовой фацией мантийных кимберлит-лампроитов, а то, что принималось когда-то за речные россыпи, считается элювиальными и субэлювиальными производными алмазоносных туффзитов, т. е. их структурным элювием, иногда переотложенным в бортовые и подруловые части водотоков (Рыбальченко и др., 2011).

В-третьих, саму формацию, в которую входит туффзитовая фация правильнее называть не «флюидно-эксплозивной», а флюидизатно-эксплозивной, поскольку она является продуктом не флюидной, а флюидизированной псевдосжиженной системы, т. е. системы преимущественно твердофазной, но кинетически ведущей себя подобно жидкости.

В-четвертых, что касается «единственности» коренного источника алмазов. В этой связи можно напомнить, что к настоящему времени в пределах полосы региональной алмазоносности на Западном Урале известно около 20, если не больше коренных месторождений и проявлений алмазов. На двух из них уже подсчитаны запасы в категории С2 – Ефимовском на Рассольнинско-Дресвянском участке (это, вероятно и есть «Рассольнинская депрессия» диссертанта) и Рыбьяковское на участке Талица-Благодать. На остальных проявлениях пока ведутся поисково-разведочные работы. Похоже, что изученная автором коллекция «кристаллов из аллювиальных россыпей» как раз и имеет отношения к этим «остальным» проявлениям.

В-пятых, что касается конкретных выводов диссертанта. Сопоставление алмазов из коренного месторождения и «аллювиальных россыпей» осуществлено им по совокупности «морфологических особенностей» (табл. 1), валовой концентрации азотных дефектов и степени их агрегации (рис. 1), характеру распределения алмазов по валовой концентрации структурного азота и условной концентрации водородных дефектов (рис. 2), спектрам фотолюминесценции (табл. 2) проведено вполне профессионально, но очень уж схоластично. Сам автор увидел в полученных результатах значимое различие алмазов в сопоставляемых коллекциях, однако нам это так не кажется. Например, в табл. 1 видно, что морфологические особенности алмазов из «рудной» и «аллювиальной» коллекций какие-то не очень разные – в обоих резко преобладают округлые алмазы с «реликтами» октаэдрических и кубических граней. Более или менее значительное расхождение коллекций намечается по частоте встречаемости серповидных трещин, но такие трещины вовсе не являются непременно признаком россыпных алмазов. Они образуются при ударных деформациях, конечно, но не обязательно в условиях речного переноса. Поля распределений точек

алмазов сопоставляемых коллекций на рис. 1 сильно перекрываются при том, что сгущения точек вообще совпадают. В таких условиях ни по одному статистическому критерию достоверно разделить поля вряд ли удастся. Распределения на рис. 2 немного различаются, но тоже как-то невнятно. В случае концентрации N_{tot} у «аллювиальных» алмазов появляется вторая мода, но по главной моде и рассеянию вокруг него графики похожи. В случае оценки концентрации водородных дефектов не совпадают, но немного, перекрываясь процентов на 90. В картине встречаемости систем в спектрах ФЛ тоже нет контраста – системы одни и те же, а частоты для подавляющего большинства или совпадают, или различаются не принципиально. В общем из всего этого следует, что изученные диссертантом алмазы из «рудной» и «аллювиальной» коллекций, хотя и демонстрируют нетождественность, но, скорее, генетически однотипны. Получается, что диссертант своими данными прекрасно проиллюстрировал выше приведенный тезис о генетическом однообразии алмазов в обеих коллекциях – алмазы в них туффиитовые, но, разумеется, из разных объектов, что и обеспечивает некоторую вариацию их свойств.

2. Четырехугольные углубления на поверхности кристаллов алмаза из россыпей западного Приуралья – это проявление полицентрического регенерационного роста граней (111) в направлении [100]. Они являются индикатором сложного внутреннего строения кристалла и смены механизма его роста.

Анализ оптических изображений и картин катодолюминесценции вырезанных из алмазов пластин вкрест направления [100] на участках с четырехугольными углублениями привел автора к следующим выводам. На этапе тангенциального роста граней (111) появляется комбинационная штриховка, сформированная рельефом слоев (111). В дальнейшем формируется поверхность полицентрического роста с гранями торможения (100), в результате чего и образуются четырехугольные углубления ростового происхождения. При последующем растворении таких кристаллов на ростовой рельеф накладываются ямки травления.

Приведенный диссертантом материал впечатляет, конечно, как результат тонких экспериментов. Но не понятно, почему это должно считаться типоморфным признаком алмазов именно «из россыпей». Очевидно же, что все выявленные детали микроморфологии имеют отношение к «дороссыпной», т. е. первичной ростовой их истории. Или автор на основании описанных подробностей хотел показать, что «россыпные» алмазы имели коренным источником не «Рассольнискую депрессию»? Тогда почему нет аналогичных данных по алмазам «рудной» коллекции? Кстати, похожие формы микроморфологии уральских алмазов уже отмечались и именно для алмазов из туффиитовых месторождений.

3. Для современных аллювиальных россыпей западного Приуралья характерна ассоциация кристаллов алмаза с пирамидами роста граней

(100): 1) кубоиды II разновидности по Ю. Л. Орлову; 2) кубоиды с прозрачным ядром и внешней зоной, насыщенной включениями; 3) кристаллы с совместным ростом пирамид граней (100) и (111); 4) кристаллы с последовательным ростом пирамид граней (100) и (111). Наличие таких кристаллов – характерный признак источников с преобладанием кристаллов кривогранных форм.

Автором установлено, что среди **первой** группы «россыпных» алмазов встречаются кубы и кубоиды типа IaA+Ib с валовой концентрацией азотных дефектов 20–300 ppm. Для них характерны бесцветные внешние зоны с системами ФЛ N3 и H3 (дефекты A, B1, деформационные) и желтоцветные центральные области с желтой ФЛ, обогащенные C-дефектами. Особенностью этих алмазов является появление в спектре ФЛ сложной полосы с максимумом около 700 нм, обусловленной центрами 635.1 и 636.8 нм. **Вторая** группа алмазов представлена кубоидами, напротив, с прозрачными ядрами и желтоватыми внешними зонами, насыщенными включениями. Такие алмазы отвечают типу IaA с валовой концентрацией структурного азота 200–500 ppm. Для внутренней части кристаллов характерны центры N3 и H3. Желтая ФЛ и центры систем 635.1 и 636.8 нм отвечают внешним зонам с микровключениями. **Третья** группа кристаллов имеет кубооктаэдрический габитус, с множеством микровключений в пирамидах роста куба, валовой концентрацией 600–1500 ppm, азотными дефектами B1-типа и системой 3107 водородных дефектов. В спектрах ФЛ регистрируются центры N3 и S-дефекты. **Четвертая** группа кристаллов – с последовательной сменой октаэдра с секториальной зональностью кубом с концентрической зональностью. Или наоборот. Габитус таких кристаллов в зависимости от последовательности нарастания форм варьируется от кубического до октаэдрического. По спектроскопическим свойствам алмазы этой группы аналогичны алмазам третьей группы.

В целом исследованные уральские кубоиды II разновидности автор отождествил с желто-оранжевыми кубоидами в очень необычных североякутских россыпях и не менее своеобразных россыпях в Южной и Западной Африке и на островах Малазийского архипелага.

Что тут можно прокомментировать? Экспериментально все сделано на хорошем уровне, но, так же, как в случае второго защищаемого положения, непонятно, почему описанные свойства должны характеризовать именно «россыпные» алмазы. Тем более, что сам автор считает, что «наличие таких кристаллов – характерный признак источников (коренных, надо понимать) алмазов с преобладанием кристаллов кривогранных форм». Это ведь и есть диагноз коренного туффзитового источника. Остается только предположить, что диссертант алмазы второй коллекции называет «аллювиальными» или «россыпными» лишь условно и только потому, что они им противопоставляются «единственному» коренному уральскому месторождению – «Рассольническая депрессия».

4. В кристаллах с совместным или последовательным образованием октаэдрической и кубической форм полосы ФЛ при 912 и 933 нм приурочены к пирамидам нарастания граней (111), а полоса 926 нм – к пирамидам нарастания граней (100). В алмазах II разновидности по Ю. Л. Орлову впервые установлены линии ФЛ 800, 820.5, 840, 860, 869 нм, которые приурочены к зонам с желтой окраской.

Диссертантом в ходе исследований пластин и монокристаллов впервые исследована фотолюминесценция в ближней ИК-области в диапазоне 800–1050 нм. Установлено, что при возбуждении секторов <111> и <100> в спектрах появляются две общие линии 700.3 и 787 нм, гораздо более интенсивные в случае секторов куба, плюс две линии при 912, 933 нм – для секторов октаэдра и линия при 926 нм – для секторов куба. Тем самым диссертант значительно расширил знания о реальной структуре природных алмазов II разновидности.

Заключение

Представленная к защите диссертация, несмотря на некоторые замечания с нашей стороны, является полноценным научным достижением. Полученные диссертантом результаты многократно апробировались на научных конференциях и достойно представлены в его собственных публикациях. В качестве ненавязчивой рекомендации можно посоветовать автору повнимательнее отнестись к публикациям своих предшественников, среди которых были и остаются большие мастера своего дела. Тем более, что это при желании легко достижимо. Можно ожидать, что к защите следующей своей диссертации он еще больше разовьется не только как исследователь и писатель научных статей и книг, но и как читатель.

Мы считаем, что диссертация Игоря Вячеславовича Клепикова отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 25.00.05 – минералогия, кристаллография, а ее автор вполне заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Главный научный сотрудник лаборатории
петрографии Института геологии Коми НЦ
УрО РАН, доктор г.-м. н.
Силаев Валерий Иванович

Старший научный сотрудник лаборатории
Экспериментальной минералогии Института геологии
Коми НЦ УрО РАН, кандидат г.-м. н.
Сухарев Александр Евгеньевич

