

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию

Клепикова Игоря Вячеславовича

«АЛМАЗЫ ЗАПАДНОГО ПРИУРАЛЬЯ: ДЕФЕКТНО-ПРИМЕСНЫЙ СОСТАВ, ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ И ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ»,

представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 – минералогия, кристаллография

Диссертация И.В.Клепикова посвящена комплексному исследованию типоморфных особенностей алмазов Западного Приуралья с акцентом на изучение их дефектно-примесного состава, особенностей морфологии и внутреннего строения алмазов из двух типов объектов – современных аллювиальных россыпей Красновишерского района и месторождения «Рассольнинская депрессия», которые, по мнению, диссертанта имеют различную генетическую историю. Россыпные алмазы так называемого «уральско-бразильского» типа на Урале были обнаружены почти два века назад, они добывались и изучались в разное время с разной интенсивностью. Уральские кристаллы характеризуются отличным ювелирным качеством, что высоко ценится. Но до настоящего времени их коренные источники так и остаются не выявленными. Хотя имеются отдельные представления о вероятных коренных источниках алмазов Урала, связанных с так называемыми «флюидно-эксплозивными образованиями», их же называют туффизитами, однако, эта версия до сих пор не получила общего признания у специалистов. В связи с этим, детальные исследования непосредственно самих уральских алмазов, несущих главную информацию об их происхождении, являются весьма актуальными. Ценность рассматриваемой диссертации состоит в том, что И.В.Клепиков предпринял попытку изучения разных выборок кристаллов алмазов – явно россыпного генезиса и Рассольнинской депрессии, проведя их сравнение между собой и с аналогичными алмазами других объектов, что позволило установить новые типоморфные особенности алмазов Западного Приуралья. В целом, в работе было изучено более 650 кристаллов алмаза, в том числе 336 кристаллов из Рассольнинской депрессии коллекции ООО «Геокарта-Пермь», из современных аллювиальных россыпей Красновишерского района (144 кристалла, коллекция ВСЕГЕИ) и Горнозаводского района (бассейны рр Вижай и Усьва, 29 кристаллов из коллекций ВСЕГЕИ), а также для сравнения были изучены 164 кристалла из аллювиальных россыпей Анабарско-Оленекского междуречья (коллекция музея кафедры минералогии СПбГУ), сравнение с алмазами других регионов мира было проведено по опубликованным данным.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, также содержит список условных обозначений и список основных публикаций по теме диссертации.

Во введении коротко изложена попытка описать актуальность, которая оказалась в конечном счете весьма слабо сформулированной, отмечено лишь, что комплексные структурно-минералогические исследования и сравнительный анализ объектов Западного Приуралья не проводились. Далее приводятся цели и задачи исследования, перечисляются методы и объекты исследований, научная новизна, практическая значимость и защищаемые положения, обосновывается степень достоверности результатов и приводятся сведения о количестве публикаций по теме диссертации и опробации работы.

Целью диссертационной работы были «анализ и генетическая интерпретация минералогических особенностей кристаллов алмаза из месторождений алмазов двух типов западного Приуралья». В целом, представляется, что цель работы достаточно предметно сформулирована и содержит определенную степень ожидаемой новизны. Поставленные задачи в целом соответствуют обозначенной цели диссертации. Методы и объекты исследований перечислены, авторство коллекций алмазов в тексте указано.

Несмотря на относительно подробную информацию во введении, остается непонятной роль диссертанта в данной работе — в чем заключалось его «непосредственное участие» в проведении исследований, что конкретно было сделано самим диссертантом неясно.

В первой главе диссертации произведен обзор состояния исследований и анализ проблемы уральских алмазов, подразделенный на несколько частей, в которых рассмотрены история изучения (раздел 1.1), морфология (1.2), внутреннее строение (1.3), спектроскопические особенности уральских алмазов (1.4). Надо отметить, что в данном разделе история исследований довольно подробно отражена, но недостаточно рассмотрена содержательная составляющая современных исследований алмазов «уральско-бразильского типа». Например, монография В.И.Ракина «Морфология алмазов уральского типа» (2013) упоминается только с точки зрения краткого описания «авторского метода» морфологических исследований кривогранных алмазов, однако, совершенно не затрагивается научный результат данной работы. В диссертации почему-то анализируется классификация Ю.А.Орлова лишь первого издания (1973 г), в то время как имеется второе (уточненное) издание монографии (1984 г), в которую внесены уточнения, в том числе в классификацию включена дополнительная XI разновидность алмаза.

При анализе литературы почему-то не рассматривается работа, имеющая непосредственное отношение к рассматриваемой тематике: Голобурдина М.Н., Лукьянова Л.И., Лепехина Е.Н. Щелочно-ультраосновные породы района горы Благодать (западный склон Среднего Урала). Региональная геология и металлогения, № 59, 2014. С. 28-41. В данной работе описывается выделенный среднепалеозойский кимберлитовый чикманский комплекс, в котором была выявлена убогая алмазоносность, причем в статье указывается, что алмазы по типоморфным особенностям не отличаются от алмазов россыпных месторождений района. Таким образом, для россыпей Красновишерского района алмазоносный магматизм чикманского комплекса можно рассматривать, как вероятный коренной источник алмазов «уральских» алмазов.

Вторая глава посвящена описанию возможностей разных методов и отчасти приводится информация об использовании методов в данной работе. К сожалению ни во введении, ни в данном разделе не указано количество аналитических работ, выполненных тем или иным методом, в связи с этим не ясно, сколько кристаллов было исследовано инструментально каждым из перечисленных методов, неясно, насколько одинаковы выборки кристаллов, изученных разными методами. В данном разделе было бы ожидаемо увидеть не только перечень методов, но и изложение общей методики исследований, тогда восприятие последующего текста диссертации выглядело бы более логически обоснованным и понятным.

Насколько видно из перечня и описания использованных методов, гониометрические исследования кристаллов в данной работе не проводились. Поэтому остается неясным, каким образом была определена принадлежность существенно растворенных целых кристаллов алмаза и их обломков к той или иной разновидности кристаллов, группе кристаллов.

В разделе 2.1. «Коллекции алмазов и подготовка образцов» не указан принцип подбора кристаллов в коллекции и принцип отбора кристаллов для распиловки на пластины и шлифовки. В связи с этим не ясна представительность изученных коллекций алмазов (разделе приводятся только данные о количестве кристаллов), поэтому неочевидна корректность статистического сравнения коллекций между собой и с кристаллами других регионов мира.

К сожалению, в работе не приводится единая геологическая карта-схема фактического материала, на которой были бы четко обозначены ВСЕ ИССЛЕДОВАННЫЕ алмазоносные объекты Западного Приуралья. Например, неясно, где находятся в геологическом и географическом смысле алмазоносные объекты на рр. Усьва и Вижай, которые существенно отличаются по своим физическим характеристикам от алмазов Рассольнинской депрессии. На схемах алмазоносности Урала и расположения промышленных россыпей Вишерского алмазоносного района, показанных в главе 1, отсутствует масштаб, что затрудняет восприятие геологического материала.

Третья глава посвящена описанию минералогических особенностей и выявлению типоморфизма алмазов уральского типа Красновишерского района, в конце раздела

приводится сравнительный анализ алмазов из аллювиальных россыпей Красновишерского района с алмазами Анабаро-Оленекского междуречья.

Данная глава содержит большой объем фактурного материала, богато иллюстрированного изображениями кристаллов алмаза, разделенных на группы по морфологии. Автор сделал особый акцент в описании на тонкие детали морфологии поверхности кристаллов, обратив большое внимание на тетрагональные углубления на поверхности алмазов, провел детальный анализ приуроченности этих морфологических элементов среди алмазов аллювиальных россыпей и кристаллов Рассольнинской депрессии. В результате выявлено, что алмазы изученных двух выборок имеют существенные отличия по степени механического износа и скульптуре поверхностей. При этом, алмазы аллювиальных россыпей района характеризуются по мнению И.В.Клепикова более широким разнообразием. В качестве замечания к данному разделу, несмотря на красочность и обилие изображений алмазов, хотелось бы отметить недостаточность разрешения иллюстраций, что во многих случаях не позволяет различить на фактурном материале описываемые морфологические элементы, так как изображения представлены, как правило, в виде фототаблиц с мелким масштабом.

Далее рассмотрены спектроскопические особенности уральских алмазов на основе изучения методами ИК-поглощения и фотолюминесценции. Здесь приведены результаты в виде графиков распределений, гистограмм сравнения и таблицы со спектроскопическими характеристиками данных флюоресценции для исследованных выборок кристаллов, на основе которых И.В.Клепиков пришел к заключению о том, что алмазы аллювиальных россыпей и кристаллы Рассольнинской депрессии по спектроскопическим характеристикам отличаются более широким многообразием аллювиальных алмазов, в то время как кристаллы Рассольнинской депрессии являются более единообразными.

В то же время, объединение кристаллов алмаза из разных современных аллювиальных месторождений (АР) в одну выборку может существенно исказить реальную картину распределения алмазов и влияет на результаты сравнительного анализа с алмазами Рассольнинской депрессии (РД). Для большей информативности и корректности сравнения гораздо лучше было данные по алмазам из разных россыпных месторождений рассмотреть в качестве отдельных выборок и показать их отдельно на графических материалах. В связи с этим, а также учитывая недостаточно существенные статистические различия характеристик алмазов АР и РД, анализ их различия не представляется столь однозначным.

В последнем подразделе главы И.В.Клепиков сравнил уральские аллювиальные алмазы с россыпными анабарскими кристаллами и пришел к выводу, что и те, и другие имеют множественные источники, но относятся к одному генетическому типу. При этом, в работе проведены исследования с применением ЭПР только для алмазов Анабарско-Аленекского района (Якутия) (стр. 78-82). Не ясно, почему была выбрана именно эта коллекция для изучения с помощью ЭПР, так как работа главным образом посвящена изучению уральских алмазов, а уральские алмазы не были исследованы этим методом. Чем это обосновано? Что выполненные исследования ЭПР по другому объекту дают в конечном счете для проблемы уральских алмазов?

Однако, в целом, вывод об одном генетическом типе уральских и якутских россыпных алмазов Анабара не противоречит предыдущим исследованиям, а полученные данные хорошо дополняют проведенные ранее исследования.

В четвертой главе описывается внутреннее строение и дефектно-примесный состав некоторых морфологических типов кристаллов уральских алмазов. Глава также весьма богато иллюстрирована фактическим материалом, приводятся результаты исследований выпиленных пластин из кристаллов алмазов и пришлифовок кристаллов, далее изученных с помощью взаимодополняющих методов флюоресценции и катодолуминесценции. Здесь И.В.Клепиков обосновывает ростовой механизм образования тетрагональных углублений на поверхности уральских алмазов. В целом, можно вполне согласиться с предложенным механизмом образования тетрагональных морфологических элементов за счет проявления

пирамид роста граней $\{100\}$ в результате полицентрического регенерационного роста граней $\{111\}$. В то же время, на представленных красочных иллюстрациях далеко не всегда видны описываемые особенности внутреннего строения в достаточных деталях и отсутствуют кристаллографические направления, что не дает возможности убедиться в однозначности сделанных выводов. Очевидно, что не были в необходимой мере задействованы возможности сканирующей электронной микроскопии, позволяющей обеспечить необходимое разрешение для выяснения деталей роста кристаллов алмаза. На представленной схеме роста и растворения (рис. 53) «нормальный» и «тангенциальный» механизмы роста представлены в обоих случаях на самом деле как случаи переменного механизма роста с различной степенью и последовательностью проявления обоих механизмов. Расположение и ориентировка тетрагональных углублений на поверхности кристаллов представлены недостаточно внятно, имеются тетрагональные значки со штриховкой и без нее. В целом, предложенный подход к объяснению механизма роста кривогранных алмазов представляется интересным, но не до конца проработанным и проиллюстрированным.

Неясным в диссертации является постоянное выделение разных групп кристаллов то по одному признаку, то по другому, в которых присутствуют отдельно взятые группы с нарушенным принципом группирования или без логики выделения. Например, в разделе 4.2 выделены 4 группы: 1) кубоиды I разновидности по классификации Ю.Л.Орлова, 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 $\{111\}$. В разделе 4.3 выделены, вероятно, «по морфологии» (как представляется из текста, стр. 132, 1-й абзац) следующие группы для детального исследования и описания: 1) низкоазотные кристаллы, подвергшиеся пластической деформации; 2) кристаллы алмаза IV разновидности; 3) уплощенный додекаэдрон; 4) удлинённые кристаллы. Не ясно, в чем состоят принципы и необходимость группирования кристаллов в каждом из случаев. По количеству и содержанию выделенных групп уральских алмазов в данной диссертации трудно представить все многообразие и цельную логическую цепь/сеть группирования уральских алмазов. В связи с этим в определенной степени теряется ценность большого объема проведенных исследований, включая важные данные о внутреннем строении и спектроскопических характеристиках уральских алмазов.

Сравнительный анализ алмазов из россыпей Западного Приуралья с кристаллами из различных регионов мира, включая месторождения Архангельской провинции, Анабарского района, Сьерре-Лионе, Зимбабве, Калимантан указывает не схожесть внутреннего строения и спектроскопических особенностей кристаллов алмаза с пирамидами роста граней $\{100\}$. При этом анализе кажется несколько странным, что не были проанализированы классические бразильские кривогранные алмазы.

Оценивая качество подготовки диссертации, отмечу, что компоновка работы и стилистика изложения весьма неудачны, наблюдается невыдержанность морфологических оборотов по тексту, синтаксис часто тоже невыдержан, что затрудняет понимание смысла и не всегда позволяет оценить правильность изложения материала. Например, «...травление происходило уже после полного растворения кристалла.» (стр. 55, 2-й абзац); «Поверхность кристалла также есть поверхность растворения, так как сечет ростовые зоны регенерации» и многие другие. Компоновка результатов и описание исследований с иллюстрацией фактурной части в диссертации весьма неудачны, приходится искать иллюстрирующие доказательные элементы в разных частях текста, что путает даже самого автора. Например, рисунок 47з упоминается и для кристалла 126-76, и для 610-66, на многих упомянутых рисунках не видно описываемых элементов, например тот же рисунок 47з, рис. 50д, е, рис. 51з и многие другие.

Относительно защищаемых положений и заключения диссертации. В большей степени можно согласиться с содержанием защищаемых положений и заключения, хотя следует отметить неудачность формулировок и недостаточность глубины интерпретации

полученных данных. При этом, с окончательным выводом в 3-м защищаемом положении «Наличие таких кристаллов (с пирамидами роста граней {100}) – характерный признак источников алмазов с преобладанием кристаллов кривогранных форм» нельзя согласиться, так как из такого положения следует, что даже наличие одного подобного кристалла будет свидетельствовать о преобладании кривогранных алмазов в источнике, что не отражает известную реальность. Четвертое защищаемое положение, по сути, и не требует доказательства, так как представляет собой перечисление зарегистрированных новых спектральных полос, что является само по себе техническим результатом, не получившим в данной работе научной интерпретации. Кстати, в первой части формулировки 4-го защищаемого положения не конкретизируется тип обнаруженных полос (912 и 933 нм), поэтому данная формулировка в отрыве от текста диссертации теряет смысл.

Научная новизна диссертационной работы И.В.Клепикова определяется выявлением отличительных особенностей морфологии, внутреннего строения и спектроскопических характеристик алмазов Рассольнинской депрессии и алмазов аллювиальных россыпей Красновишерского района, обосновывающим единственность источника алмазов РД. Доказана ростовая природа тетрагональных углублений на поверхности уральских алмазов; получены новые данные по характеру распространения кристаллов алмаза с пирамидами роста граней {100} среди объектов уральского типа, что в целом имеет значение для обоснования механизма формирования алмазов уральского типа. Выявлены новые системы флюоресценции для уральских алмазов.

Несмотря на указанные выше замечания, полученные И.В.Клепиковым данные о внутреннем строении и спектральных характеристиках уральских алмазов существенно дополняют представления об алмазах уральско-бразильского типа. Защищаемые положения подтверждаются объемным фактическим материалом и современными методами исследований. Результаты, изложенные в диссертации И.В.Клепикова могут быть использованы при поисках коренных источников и выяснении условий образования месторождений алмазов уральско-бразильского типа, включая дальнейшие работы на территории Западного Приуралья. Диссертация соответствует специальности 25.00.05 «минералогия, кристаллография», содержание автореферата отвечает содержанию диссертации. В целом, диссертация И.В.Клепикова соответствует критериям, изложенным в Постановлении Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» и требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата наук. И.В.Клепиков заслуживает присвоения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 «минералогия, кристаллография».

Шумилова Татьяна Григорьевна
доктор геолого-минералогических наук, заведующая
лаборатории минералогии алмаза, главный
научный сотрудник ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,
167000, г. Сыктывкар, ул. Первомайская 54,
тел. 8(8212)24-09-70
E-mail: shumilova@geo.komisc.ru



Подпись Т. Г. Шумилова
удостоверяю.
Начальник общего отдела
ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН
Шумилова
«1» сентября 2020 г.