

ОТЗЫВ

Официального оппонента доктора физико-математических наук Винса Виктора Генриховича на диссертационную работу Карповича Захара Алексеевича:

«Наращение кристаллов алмаза на лонсдейлитсодержащие фрагменты импактных алмазов Попигайской астроблемы в статических условиях высоких давлений и температур (экспериментальные данные)», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05. –

«Минералогия, кристаллография»

Целью работы диссертационной работы КАРПОВИЧА Захара Алексеевича является изучение взаимоотношений лонсдейлитсодержащих импактных алмазов Попигайской астроблемы с кубическим алмазом на основе экспериментального моделирования особенностей нарастания кристаллов алмаза на лонсдейлитсодержащие фрагменты в статических условиях высоких давлений и температур. Несмотря на многолетние исследования до сих пор остаются вопросы, касающиеся происхождения и эволюции импактных алмазов. Кроме того, до сих пор нет ответа и на более фундаментальный вопрос - что же такое лонсдейлит: самостоятельная фаза, или дефект структуры кубического алмаза. Все это указывает на **актуальность** оппонируемой работы.

В основу работы положены результаты экспериментальных исследований диссертанта на многопуансонном аппарате высокого давления типа «БАРС». В исследовании полученных образцов использован комплекс современных методов, включающий в себя оптическую и электронную микроскопию, рентгенофазовый анализы, ИК-спектроскопию. Изучение кристаллизации искусственного алмаза на импактных алмазах важно и для практических целей, учитывая огромные запасы алмазов Попигайского месторождения

Имеет смысл отметить личный вклад диссертанта в оппонируемую работу, заключающийся в разработке методики экспериментальных исследований для наращивания кристаллов алмаза на импактные кристаллы в системе на основе металл-углеродной системы и проведение опытов по росту кристаллов алмаза с добавлением серы, подготовке и проведению экспериментов на аппаратах высокого давления по наращиванию кристаллов алмаза на импактные кристаллы и их фрагменты, исследованию полученных образцов после опытов и анализе результатов исследований и обоснованию сформулированных защищаемых положений.

В первых двух главах диссертации (Глава 1 «Литературный обзор» и Глава 2 «Аппаратура, методика исследования») материал изложен достаточно полно и подробно. Однако его следовало бы дополнить последними достижениями отечественных

технологических компаний в выращивании НРНТ методом крупных совершенных монокристаллов алмаза:

- типа Ib – 1 монокристалл весом 129,4 карата в эксперименте;
- типа IIa – 2 монокристалла размерностью 46 и 48 каратов в одном эксперименте;
- типа IIb – 1 монокристалл весом 52 карата в эксперименте.

Также следовало бы подробнее осветить известные данные о импактных алмазах других регионов.

Экспериментальные главы диссертации посвящены **актуальным**, как в теоретических, так и практических аспектах проблемам вопросам: выяснению роли серы в алмазообразовании, изучению взаимодействия импактных алмазов Попигайской астроблемы с металл-углеродным расплавом и нарастанию алмазной фазы, влиянию различного содержания лонсдейлита в импактных алмазах на кристаллизацию алмаза и сопоставлению с наблюдаемыми в природе явлениями нарастания кубической фазы углерода на кристаллах импактных алмазов.

Практическое значение работы заключается:

- в изучении кристаллизации искусственного алмаза на импактных алмазах, что важно для практических целей, учитывая огромные запасы алмазов Попигайского месторождения, в частности, при изготовлении алмазного инструмента на металлических связках;
- разработанный метод выращивания синтетических кристаллов алмаза в металл-углеродной системе с малым содержанием серы на многопуансонном аппарате высокого давления типа «БАРС» может быть использован для получения алмазов и улучшения их свойств.

Не вызывает сомнений **научная новизна** работы, которая заключается:

- в разработке методики выращивания алмазов в системах Fe-Ni-S-C и Fe-Ni-C на затравках искусственных и импактных алмазов на многопуансонных аппаратах высокого давления типа «БАРС»;
- исследовании алмазов и сопутствующих им фаз,

В результате решения комплекса подчиненных главной цели задач автор выдвигает и обосновывает три основных защищаемых положения.

1. Введение серы в систему Fe-C в количестве 1 мас.% не увеличивает P-T параметры роста кристаллов алмаза, но существенно снижает концентрацию примесного азота. Алмазы растут в виде прозрачных, почти бесцветных кристаллов с содержанием примесного азота в диапазоне 20-40 ppm. Азот в алмазах находится, в основном, в азотно-вакансионных комплексах в разных состояниях заряда (NV^0 , NV^-) и, в меньшей степени, в A и H3 центрах.

2. При 5.5 ГПа и 1450°C в системе Fe-Ni-C на импактные лонсдейлитсодержащие паракристаллы алмаза происходит нарастание кубической алмазной фазы. Рост лонсдейлита не имеет места. Соотношение лонсдейлит/алмаз в затравочных паракристаллах сохраняется неизменным.
3. В системе Fe-Ni-C при 5.5 ГПа и 1450°C ориентация нарастающих микрокристаллов кубической алмазной фазы зависит от содержания лонсдейлита в исходных импактных паракристаллах: при 0-25 мол.% формируются параллельные и субпараллельные индивиды, при 45-55 мол.% – разноориентированные микрокристаллы новообразованной кубической фазы алмаза. Образование сростка субпараллельных микрокристаллов алмаза соответствует подобным образованиям на природных импактных алмазах Попигайской астероидной метеоритной группы с малым содержанием лонсдейлита.

В целом защищаемые положения и их аргументация не вызывают возражений оппонента. Однако хочется сделать несколько замечаний, касающихся первого защищаемого положения.

1. Оно могло быть намного существеннее, если бы исследования по каталитическим свойствам серы: а именно предположение, что сера могла выступать в роли катализатора образования азотсодержащих ТУВ, не входя в их состав, но связывая азот системы в азотсодержащих ТУВ и таким образом выступая геттером азота, были доведены до логического завершения.
2. При формулировании самого защищаемого положения, следовало не указывать конкретное численное содержание примесного азота, поскольку из приведенных ИК спектров оно трудно определяемо; а вместо этого ограничиться фразой «почти бесцветных кристаллов с пониженным содержанием примесного азота»
3. Кроме того, для его более четкого изложения экспериментальных данных, в следствие которых формулируется защищаемое положение, имело бы смысл убрать из текста диссертации параграф 3.3.1. Поскольку далее, в параграфе 3.3.3 содержатся такие же данные по ИК спектроскопии выращенных в системе Fe-C-S алмазов, изложенные, однако, более корректно и подробно, к тому же дополненные данными по поглощению алмазов в УФ и видимом диапазонах.
4. Обращает на себя очень вольное толкование диссертантом разделение алмазов на типы по физической классификации. В частности, к алмазам типа IIa отнесены даже кристаллы с содержанием азота более 30 ppm. Хотя граница разделения алмазов на типа I и II весьма условна, тем не менее, к алмазам типа IIa принято относить кристаллы с содержанием азота не превышающим 3-4 ppm. Возможно, в

силу геолого-минералогической специфики это и допустимо, но было бы корректнее кристаллы с содержанием азота от 4 до 40 ppm относить не типу IIa, а описывать их, как «алмазы с пониженной концентрацией азота».

В качестве замечания также следует заметить, что перенос результатов экспериментального моделирования на природный процесс требует определенной осторожности.

К сожалению, в диссертации содержатся и оформительские ошибки. В частности, в ряде случаев не выделены показатели степеней (например, концентрация азота указана как: 2×10^{20} см⁻³), а некоторые расчетные формулы приведены в трудночитаемом виде, как например на стр. 76: (....формулу NC (ppm) = $22 \times \mu_{1344}$ (см⁻¹) от [Woods et al.,1990], где NC – концентрация азота в форме C, а μ_{1344} – поглощение в линии 1344 см⁻¹,.....)

В качестве пожелания, считаю, что в дальнейших исследованиях интересно было бы провести опыты с затравками импактных алмазов в металл-углеродных системах с серой.

Тем не менее, отдельные недостатки не снижают положительного впечатления о работе в целом, и рецензируемую диссертацию следует рассматривать как детальный труд, который разрешает ряд спорных моментов в вопросах эволюции импактных алмазов Попигайской астроблемы после их образования, выдвигает качественно новые положения и на основе изучения взаимодействия искусственного алмаза и металл-углеродных сплавов с импактными алмазами позволит дать практические рекомендации. Рассматриваемая диссертация является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на высоком экспериментальном и теоретическом уровнях с использованием современных методов исследования. Основные защищаемые положения обоснованы. Автореферат соответствует тексту диссертации, сохраняет структуру диссертации и отражает ее основные положения. Результаты и выводы диссертации нашли отражение в авторских работах, опубликованных в печати. Основные результаты исследований, позволяющие сформулировать защищаемые положения, опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК.

Рассмотренная диссертационная работа **З.А. Карповича «Наращение кристаллов алмаза на лонсдейлитсодержащие фрагменты импактных алмазов Попигайской астроблемы в статических условиях высоких давлений и температур (экспериментальные данные)»** соответствует п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор **Карпович Захар Алексеевич**, заслуживает присуждения

искомой ученой степени **кандидата геолого-минералогических наук** по специальности 25.00.85 – минералогия, кристаллография.

Официальный оппонент,

доктор физико-математических наук, зам.директора ООО «ВЕЛМАН»

Винс Виктор Генрихович

Адрес: г. Новосибирск, ул. Зеленая горка 1/3, офис 012; тел. +7-913-928-0574,

e-mail: vgvins@gmail.com

Я, Винс Виктор Генрихович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой Диссертационного совета и их дальнейшую обработку

Подпись



В.Г.Винс

Подпись Винса В.Г. удостоверяю

Директор ООО «ВЕЛМАН»

06 сентября 2022 г.



Е.Н.Винс