

ОТЗЫВ

официального оппонента Каргина Алексея Владимировича на диссертацию Ходня Марии Сергеевны на тему: «Флюидоразрывные карбонатные образования Накынского алмазоносного поля Якутии как признаки кимберлитоконтролирующих структур», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, по специальности: 25.00.11 – Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения

Диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, выполненная Ходня Марией Сергеевной, представляет собой законченную научную работу.

Актуальность темы диссертации определяется необходимостью решения проблем поиска месторождений алмаза коренного типа, связанных с кимберлитовым магматизмом, на закрытых территориях и направлена на разработку новых поисковых предпосылок и признаков, среди которых предлагается использовать анализ флюидоразрывных карбонатных образований, которые широко распространены в пределах алмазоносных минерагенических таксонов. Таким образом, актуальность работы не вызывает сомнений.

Цель исследований заключалась в выделении и анализе карбонатных флюидоразрывных образований, их связей с кимберлитами и использовании в качестве новых косвенных поисковых признаков коренных месторождений алмазов. В качестве объектов исследования были изучены брекчии и прожилки карбонатного состава флюидоразрывного происхождения, распространенные в нижнепалеозойских осадочных породах, вмещающих кимберлиты Накынского поля (Якутская алмазоносная провинция).

Фактический материал представлен большим объемом документации керна скважин, шлифами (250 штук), данными РФА и ICP-MS анализов, объемной базой данных по проявлениям тектоники, вторичной минерализации и взрывных образований, данные электронной микроскопии и электронно-зондового рентгеноспектрального микроанализа.

Методы исследования. В качестве основных методов исследования, помимо геологической документации керна, а также петрографического анализа шлифов, были использованы методы изучения минерального состава на основе дифрактометрии, термического анализа и электронной микроскопии; геохимический анализ элементного состава по рентген-радиометрическим и ICP MS анализам; использование возможностей современных геоинформационных систем.

Научная новизна и практическое значение диссертации заключается в выявлении условий формирования карбонатных прожилков и брекчий, а также их связь с кимберлитовым магматизмом; была показана близость данных образований с трубками взрыва кимберлитового или основного состава. Полученные новые научные данные позволили автору разработать новый подход в поисках коренных месторождений алмаза на закрытых территориях, что имеет высокое практическое значение, поскольку данные методы могут быть апробированы алмазодобывающими компаниями при поиске новых

проявлений кимберлитовых месторождений или в ходе переоценки уже разведанных территорий.

Защищаемые положения. В диссертации защищаются три положения, детальное рассмотрение которых будет приведено ниже. Результаты работы были опубликованы в трех статьях из перечня журналов списка ВАК РФ (одна статья за первым авторством диссертанта) и в девяти печатных работах (тезисы конференций, статьи в журналах, не входящих в перечень ВАК РФ).

Диссертация полностью отвечает названной специальности (25.00.11 – Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения) и требованиям, предъявляемым ВАК РФ, а автореферат соответствует ее содержанию. Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, списка используемой литературы (90 наименований), изложенных на 121 странице. Работа содержит 89 рисунков и 7 таблиц. Диссертация написана понятным профессиональным языком и представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу. Работа имеет четкую структуру, написана понятным научным языком и основана на обширном фактическом материале. Оформление диссертации не вызывает нареканий; количество опечаток минимально.

Далее рассмотрим содержание диссертации по главам, с перечислением защищаемых положений, их степени обоснованности и достоверности, а также отметим основные замечания.

Глава 1. «КРАТКИЙ ОЧЕРК ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ НАКЫНСКОГО ПОЛЯ». В главе на 17 страницах рассмотрено краткое геологическое строение района исследований, с перечислением основных структурных элементов кристаллического фундамента и осадочного чехла. Материал сопровождается геологическими и тектоническими картами, схемами. В качестве замечания к графическому материалу можно отметить нечитаемые на некоторых картах условные обозначения. Далее коротко приведены сведения об основных этапах магматизма на данной территории. Отметим, что приведенные на стр. 19 данные о возрасте формирования кимберлитов и базитов являются дискуссионными, поскольку автором не были учтены новые изотопные геохронологические данные по возрасту секущих кимберлиты базитов (Киселёв и др., 2014. Геология и геофизика).

Также в качестве основного замечания к главе можно отметить, что кимберлитам уделяется крайне малое внимание, несмотря на то, что они являются главным объектом поиска, в отличие от трубок взрыва основного состава. Тем более, что по кимберлитам данного района опубликовано достаточное количество научных работ, посвященных их строению, составу и происхождению.

Глава 2. «ФЛЮИДРАЗРЫВНЫЕ КАРБОНАТНЫЕ БРЕКЧИИ И ПРОЖИЛКИ». Глава 2 (25 стр.) включает в себя несколько разделов, которые содержат большой объем фактических данных. В этой главе показано «*флюидоразрывное происхождение карбонатных брекчий и прожилков, распространенных в нижнепалеозойских осадочных породах Накынского поля*», что было «*установлено по петрографическим, минералогическим и геохимическим данным (разный состав обломков, примесь вулканического стекла, кристаллокластов, акцессориев, концентрация микропримесей и*

др.) и положению в тектонических структурах». Полученный вывод является первым защищаемым положением. В тексте главы приведена характеристика всех разновидностей эндогенных и экзогенных брекчий карбонатного состава, которые были обнаружены автором в ходе проведения исследований. Также приведена исчерпывающая информация по составу и строению флюидизитовых карбонатных прожилков. Материал главы подробно иллюстрирован фотографиями керна скважин и шлифов, при необходимости были использованы данные полуколичественного рентгенофазового анализа. Стоит отметить, что глава 2 имеет четкую структуру с последовательным приведением фактических данных, которые доказывают первое защищаемое положение: «Флюидоразрывное происхождение карбонатных брекчий и прожилков, распространенных в нижнепалеозойских осадочных породах Накынского поля, установлено по петрографическим, минералогическим и геохимическим данным (разный состав обломков, примесь вулканического стекла, кристаллокластов, акцессориев, концентрация микропримесей и др.) и положению в тектонических структурах». Таким образом, первое защищаемое положение основано на обширном фактическом материале, достоверность которого не поддается сомнению.

Положение обосновано корректно. В качестве небольшого замечания как к данной главе, так и к всей диссертации в целом, можно отметить, что большая часть фотографий керна и микрофотографий шлифов не имеют условных обозначений. Было бы полезным, если бы автор выделил на фотографиях те структурные элементы, которые обсуждаются в тексте. Дополнительно отметим, что приведенные в конце главы выводы о том, что формирование кимберлитов могло быть связано с фреатовулканизмом [что в последствии несколько раз встречается в других частях диссертации и активно используется в главе 5] выглядит несколько спекулятивно, поскольку в диссертации полностью отсутствуют какие-либо фактические доказательства этого процесса при формировании кимберлитов Накынского поля, несмотря на то, что на сегодняшний день существуют отчетливые текстурно-структурные критерии, позволяющие реконструировать основной тип формирования кимберлитовой трубки взрыва.

Глава 3. «СВЯЗЬ ФЛЮИДРАЗРЫВНЫХ КАРБОНАТНЫХ БРЕКЧИЙ И ПРОЖИЛКОВ С КИМБЕРЛИТАМИ И ЭРУПТИВНЫМИ БРЕКЧИЯМИ БАЗИТОВ». В главе на 26 страницах рассмотрены: черты сходства флюидоразрывных карбонатных образований с кимберлитами; характеристики карбонатных брекчий и прожилков, связанных с эруптивными брекчиям базитов; сравнительные геохимические данные, а также результаты детального картирования компонентов флюидоразрывных карбонатных образований. Разделы главы основаны на обширном фактическом материале и детальном изучении петрографии, минерального и химического составов флюидоразрывных карбонатных образований и карбонатных брекчий. Отметим, что автор использует комплекс петрографических, минералогических, геохимических и микроструктурных данных, которые позволяют надежно соотнести изученные карбонатные образования с кимберлитовыми или основными трубками взрыва. В качестве основных критериев близости изученных образований к кимберлитам используются находки минералов, типичных кимберлитам, обломки ювенильного кимберлитового материала, а также обогащение рядом несовместимых элементов. При этом карбонатные брекчии и прожилки, связанные с эруптивными брекчиям базитов обладают рядом отличий в составе от таковых,

связанных с кимберлитами. В качестве основных отличий можно отметить появление алюмосиликатных минералов в цементе брекчий.

Отметим, что для полноты исследований необходимо было сопоставить не только валовые геохимические характеристики исследуемых образований с кимберлитами, но и состав минералов – флогопита и граната. Например, автор на стр. 59 предполагает, что «Зерна флогопита указывают на кимберлитовый материал прожилка», однако флогопит скорее является типоморфным минералом щелочно-ультраосновного магматизма в целом, т.е. он может встречаться также в составе кимберлитов, лампрофиоров, карбонатитов, которые часто могут ассоциировать с кимберлитами или лампрофирами, а также в составе щелочных пикритов.

В разделе главы, посвященной сравнительным геохимическим данным, приведены результаты исследования геохимического состава валовых проб карбонатных брекчий и прожилков, которые были сопоставлены с составами кимберлитов и основных пород Накынского поля.

По тексту раздела можно сформулировать несколько замечаний. На стр. 64 автор указывает, что «флюидизиты отличают более высокие содержания хрома, никеля и ванадия. Это сближает их с кимберлитами, для которых характерны высокие концентрации этих сидерофильных элементов [Харьков и др., 1998]». Однако данные выводы, в соответствии с таблицей 3.1, актуальны только для хрома, концентрации никеля и ванадия перекрываются с таковыми в неизмененных вмещающих карбонатных породах и посткимберлитовых породах основного состава. Дополнительно стоит отметить, что при интерпретации геохимических данных (табл. 3.1) стоит приводить расширенные статистические данные (или исходные данные в формате приложения). Также в таблице 3.2 приведены геохимические данные, позволяющие сопоставить концентрации ряда редких элементов в флюидизитовых прожилках и вмещающих породах. Из этих данных делается вывод, что *«Во всех образцах флюидизитов выявлены повышенные содержания стронция, иттрия, ниобия, редкоземельных элементов, урана и тория по сравнению с вмещающими породами ... Указанная особенность свойственна кимберлитам Якутской алмазонасной провинции ...»*. Вероятно, в таком случае следовало указать концентрации данных элементов в кимберлитах (учитывая литературные данные), а для полноты исследований привести данные по концентрациям этих элементов в пост-кимберлитовых брекчиях основного состава.

Далее в тексте приведены результаты детального картирования компонентов флюидоразрывных карбонатных образований. Детальное картирование основано на объемной базе данных основных петрографических характеристик, указывающие на взрывное происхождение объектов исследования. По мнению рецензента, создание подобной базы данных имеет важное практическое значение, которое позволит использовать данные настоящих исследований при поиске кимберлитовых объектов. Результаты детального картирования компонентов взрывных карбонатных брекчий и прожилков показывают, что они более разнообразны вблизи кимберлитов и эруптивных брекчий базитов. При этом было выявлено, что большая часть изученных взрывных карбонатных брекчий и прожилков приурочены именно к кимберлитовому магматизму.

По результатам главы было выделено *второе* защищаемое положение «Флюидоразрывные карбонатные брекчии и прожилки имеют сходные петрографо-минералогические и геохимические признаки с кимберлитовыми брекчиями и эруптивными брекчиями базитов. Области наибольшего разнообразия их минеральных компонентов маркируют участки проявления взрывных магматических образований». Положение обосновано корректно, подтверждается обширным фактическим материалом. Кроме указанных выше замечаний рекомендационного характера, замечаний к данному защищаемому положению нет.

Глава 4. «ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ФЛЮИДРАЗРЫВНЫХ КАРБОНАТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ». В главе на 23 страницах показаны основные закономерности размещения флюидоразрывных карбонатных образований в пределах района. В главе рассмотрены основные методологические аспекты исследований; закономерности пространственного размещения флюидоразрывных карбонатных образований в пределах кимберлитовых полей, кустов и индивидуальных тел. При этом были рассмотрены закономерности, сопряженные с кимберлитовыми телами, а также показаны проявления изученных взрывных образований в пределах нескольких поисковых площадей. Глава основана на обширном фактическом материале. В положительном аспекте стоит отметить ясное изложение большого количества фактических данных, что доказывает умение автора работать с базами данных и эффективно их использовать.

На основании полученных данных было сформулировано *третье* защищаемое положение: «Интенсивное телескопированное проявление эруптивных брекчий базитов и карбонатных флюидовзрывных образований маркирует участки кимберлитовмещающих тектонических нарушений, что следует использовать при поисках коренных алмазных месторождений на закрытых территориях». С одной стороны, в основе защищаемого положения лежит большой объем фактических данных, с другой стороны, имеется ряд замечаний.

Они касаются использованной в положении терминологии. Автор интенсивно пользуется термином «телескопированный». Если обратиться к геологическим словарям, то термин «телескопированный» означает «Рудные месторождения, в которых нормальный направленный снизу вверх диапазон от высоко- до низкотемпературных минеральных ассоциаций сокращен в вертикальном направлении» (согласно толковому словарю геологических терминов) или «телескопирование руд (рудоотложений)» - это «наложение или совмещение в пределах узкого интервала рудного тела или месторождения минеральных ассоциаций, отличающихся по температуре образования и обычно обособленных в пространстве. Обусловлено стадийным рудоотложением с наложением низкотемпературных стадий на высокотемпературные. Обратные взаимоотношения редки». Таким образом, использование данного термина в контексте «Интенсивное телескопированное проявление эруптивных брекчий базитов и карбонатных флюидовзрывных образований...» означает, что проявления эруптивных брекчий, сформированные в менее температурных условиях, наложены на более ранние, более высокотемпературные проявления брекчий карбонатных флюидовзрывных образований. К сожалению, в тексте диссертации нет никаких оценок температур формирования тех и других объектов. Дополнительно отметим, что в основном тексте диссертации в названиях

глав используется термин «флюидоразрывные карбонатные образования», тогда как в тексте защищаемого положения используется термин «*карбонатные флюидовзрывные образования*»... Также данное несоответствие было выявлено и в других главах. Рецензент надеется, что автором диссертационной работы под интенсивным телескопированным проявлением эруптивных брекчий базитов и карбонатных флюидовзрывных образований подразумевается их пространственное наложение (что в целом показано в тексте главы). Возможно, автору не стоило искусственно усложнять дополнительной терминологией защищаемое положение, а использовать более простые и подходящие формулировки. Например, «*Интенсивное пространственное наложение проявлений эруптивных брекчий базитов и карбонатных флюидовзрывных образований...*». В противном случае следует привести расшифровку данного термина в авторском понимании.

Глава 5. «УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ФЛЮИДРАЗРЫВНЫХ КАРБОНАТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ». В главе на семи страницах в кратком виде представлена модель формирования флюидоразрывных карбонатных образований. В главе на основании полученных в диссертации выводов была составлена пространственно-временная схема образования кимберлитов, эруптивных брекчий базитов и карбонатных брекчий в центральной части Накынского поля. Раздел базируется на том, что механизмы формирования кимберлитовых и базитовых трубок взрыва были различны – в одном случае это фреатомагматический тип извержений, что характерно для кимберлитов, и магмотогенная модель формирования брекчий основного состава - в другом случае. В результате этих различий магмы имели приповерхностные очаги на различном уровне. Однако отметим, что краткое представление материала главы, ограниченное количество моделей формирования кимберлитов, так же как и ограниченное количество литературных источников, не позволяют достоверно судить о параметрах образования кимберлитовых трубок взрыва. Например, предположение, что кимберлитовые магмы внедряются в результате фреатических взрывов, базируется на основании литературных источников, которые были опубликованы в нерецензируемых изданиях. Вопросы, связанные с формированием кимберлитовых трубок взрыва, необходимо решать непосредственно с использованием структурно-текстурных особенностей кимберлитов. Как уже было отмечено выше, в диссертации полностью отсутствуют какие-либо фактические данные по самим кимберлитовым телам Накынского района. По мнению рецензента, автор затрагивает очень сложную в научном смысле проблематику, решение которой требует более глубокого уровня изучения как самой проблемы, так и существующих в научной литературе моделей. Поэтому представленный в главе материал выглядит несколько спекулятивным.

Глава 6. «ФЛЮИДРАЗРЫВНЫЕ КАРБОНАТНЫЕ БРЕКЧИИ И ПРОЖИЛКИ КАК ПОИСКОВЫЕ ПРИЗНАКИ КИМБЕРЛИТОВЫХ ПОЛЕЙ, КУСТОВ И ТЕЛ». В главе на трех страницах подведены коротко основные критерии выделения основных минерагенических таксонов кимберлитового магматизма – поле, куст, трубка, с учетом полученных в данной работе выводов. Существенных замечаний к главе нет.

После шестой главы представлено заключение диссертации, где в тезисной форме представлены основные выводы работы. Представленные выводы полностью отражают содержание диссертации.

Автореферат работы полностью отражает основное содержание диссертации.

Заключение оппонента. Отмеченные замечания нисколько не умаляют хорошего впечатления от работы, практически все они носят рекомендательный, уточняющий характер. Актуальность, научная новизна, значимость диссертационной работы, обоснованность и достоверность научных положений и выводов сомнений не вызывают. Совокупность защищаемых положений диссертации показывает, что в ней представлено решение задачи, имеющей важное научное и практическое значение – использование флюидоразрывных карбонатных образований Накынского алмазоносного поля Якутии в качестве признаков кимберлитоконтролирующих структур. Важно отметить, что по результатам работы в центральной части Накынского поля выделено несколько участков площадью в первые квадратные километры, в которых вероятно открытие мелких тел алмазоносных кимберлитов.

Рассматриваемая диссертация полностью отвечает всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Ходня Мария Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 – Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения.

Кандидат геолого-минералогических наук,
заместитель директора по научной работе,
ФГБУН Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии РАН (ИГЕМ РАН),
119017, Москва, Старомонетный переулок, 35,
Телефон: +74992308243
e-mail: kargin@igem.ru

Я, Каргин Алексей Владимирович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку, включая размещение на сайте организации, проводящей рассмотрение диссертации.


и.о.з. 2019.

Каргин Алексей Владимирович

Подпись Каргина Алексея Владимировича

ПОДТВЕРЖДАЮ *Нар. В.в.з. с.с.с.с.*

