

## ОТЗЫВ

### официального оппонента

на диссертацию Культенко Светланы Юрьевны «Физико-химические условия образования корундов месторождения Сутара и особенности их генезиса (ЕАО, Россия)», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.04 – петрология, вулканология

Диссертация состоит из введения, 5 глав и заключения, имеет общий объем 169 страниц, содержит 76 рисунков, 46 таблицы, 1 приложение и список используемой литературы из 133 наименований.

**Актуальность работы** не вызывает сомнений, поскольку вопросы сырьевой базы ювелирной отрасли РФ и перспектив ее развития относятся к важной государственной задаче. Исследования С.Ю. Культенко направлены на комплексное изучение корундов золоторудного месторождения Сутара (Еврейская Автономная Область) для выявления особенностей их генезиса и анализа физико-химических условий корундообразования. Тем самым сделан важный шаг в вопросе пересмотра перспектив данного проявления камнесамоцветного сырья и отнесения его к разряду рентабельных.

Во **Введении** диссертант детально обосновывает актуальность выбранной темы исследования, формулирует цель и задачи, решение которых необходимо для достижения поставленной цели. Приведено описание фактического материала и методов исследования, сформулированы основные защищаемые положения, отмечены научная новизна и практическая значимость работы. Показано соответствие результатов работы защищаемым научным специальностям и приведены сведения, подтверждающие апробацию работы.

#### **Глава 1. Генетические типы месторождений корунда (литературный обзор).**

Приведено описание главных мировых месторождений корунда, сосредоточенных в странах Юго-Восточной Азии и Африки, а также Австралии и Южной Америки. Выполнена классификация корундовых месторождений по четырем генетическим классам: магматические, пегматитовые, метаморфогенные и метасоматические. Особое внимание уделено описанию типовых метасоматических месторождений: магнезиальных скарнов, связанных с гранитами; алюмосиликатных эндоскарнов, локализуемых в эндоконтактах сиенитовых массивов с вмещающими их мраморами; плагиоклазитов, слюдитов и марундитов, образованных в корундовых метасоматитах за счет алюмосиликатных пород в процессе биметасоматической десиликации; связанных с вторичными кварцитами.

## **Глава 2. Геологический очерк района месторождения Сутара.**

В Разделе 2.1. рассмотрено геологического строения юго-западной части Малохинганского террейна, входящего в состав Буреинского супертеррейна, в котором расположен район исследований. Дается подробное описание пород верхнего архея, раннего кембрия, ордовика, средне-позднего карбона, позднепермско-раннетриасовых интрузий, меловой системы. В основе приведенной систематизации использование материалов А.Ф. Васькина, представленных в издании Государственной геологической карты Российской Федерации (1999). Чисто в стилистическом плане стоило бы один раз в начале раздела четко сказать об этом, а не повторять практически в каждом абзаце раздела фразу «по данным А.Ф. Васькина». Также приведены сведения о геологической изученности района на золото и другие полезные ископаемые (со второй половине XIX века) и корунд (с 30-х годов XX века).

## **Глава 3. Петрография и геохимия магматических и метасоматических пород месторождения Сутара.**

В пределах Сутарской площади диссертантом отобраны и изучены образцы гранитов, гранитогнейсов, гнейсов и мраморов. В главе приведено описание петрографических характеристик из собранного представительного набора, состоящего из 300 шлифов и аншлифов. Более детально были исследованы граниты месторождения Сутара, исходя из факта, что коренные выходы марундитов и корундовых плагиоклазитов здесь приурочены к контакту гранитов с карбонатными породами. Рассмотрены калиевые субщелочные граниты, гранатовые граниты, турмалинсодержащие граниты, альбитизированные граниты и высокоглиноземистые граниты Биробиджанского комплекса. Сделан принципиальный вывод о том, что обогащение гранитов биробиджанского комплекса алюминием произошло при захвате ксенолитов высокоглиноземистых сланцев хинганской серии и гнейсов амурской серии и могло быть связано с кислотным (фтор-хлористым) характером флюидных систем, которые сопровождали образование гранитов.

## **Глава 4. Корунды месторождения Сутара.**

Изучена корундовая минерализация с привлечением отобранных образцов марундитов и корундов из россыпи месторождения Сутара, показано, что они имеют идентичные - метасоматические условия образования. Выделены два типа формирования корунда: более ранний высокотемпературный, с которым ассоциируются марундиты первого типа, и последующий низкотемпературный, к которому отнесены марундиты второго типа. На основании изучения первичных флюидных включений в корундах

сделан вывод о том, что в качестве первичной корундовой минерализации рассматриваются корундовые плагиоклазиты, в образовании которых участвовал существенно-углекислотный, относительно маловодный флюид, сформированный в результате термического воздействия магмы на карбонаты. Дальнейшее воздействие флюида привело к преобразованию плагиоклаза в маргарит и образованию марундитов. Остался открытым вопрос, о каких растворенных компонентах в углекислоте идет речь, за счет которых происходит смещение волнового числа линии для  $\text{CO}_2$  в низкочастотную область.

#### **Глава 5. Количественная физико-химическая модель образования корундовых плагиоклазитов, марундитов и корундов.**

Глава является главной в диссертационной работе, т.к. в ней приводится оценка физико-химических условий формирования корундовой минерализации. В основу постановки модели физико-химического процесса кристаллизации корунда положена схема диффузионного биметасоматоза, разработанная Д.С. Коржинским и его последователями, происходящего на контакте алюмосиликатных и карбонатных пород. При этом дается определение биметасоматоза как процесса «диффузии определенных компонентов из алюмосиликатных пород в карбонатные породы и в обратном направлении». Верное по сути, оно не отражает важный фактор, что биметасоматоз может протекать только при участии постмагматических или поровых растворов, через которые компоненты двух химически неравновесных горных пород обмениваются компонентами друг с другом. Именно этот момент может вызвать у неподготовленного читателя претензии к предложенной диссертантом модели, назвав ее «инфильтрационной», а не «моделью диффузии». Однако именно такая постановка задачи, когда флюид циркулирует между породами двух резервуаров, являясь агентом растворения, переноса и переотложения компонентов, наиболее точно отвечает процессу биметасоматоза и может считаться важным достоинством работы. Выравнивание химических потенциалов изначально термодинамически контрастных пород позволяет получить метасоматическую зональность с уменьшением числа сосуществующих фаз, близкую к наблюдаемой в природных объектах, и ряд подвижности основных компонентов, принципиально отвечающий классическим представлениям (Коржинский, 1955). При этом никак не комментируются изменения фугитивности  $\text{HCl}$  и  $\text{O}_2$ , представленные в расчетных таблицах.

Построены две модели образования диаспора в корунде в присутствии водного и углекисло-водного флюида с добавкой углеводородов. Присутствие рис. 5.3 в разделе

5.8.1 свидетельствует, что в задаче 1 использовался не «чисто водный флюид», как было изначально заявлено, а флюид, содержащий небольшое количество CO<sub>2</sub>. Хорошее совпадение результатов расчета задачи 1 с экспериментальными данными (Naas, 1972), делают обоснованными выводы решения задачи 2, когда использование в модели углекислотного, относительно маловодного флюида позволило оценить температуру образования диаспора в первичных включениях корундов.

В **Заключении** кратко изложены наиболее важные результаты исследования, которые еще раз подчеркивают фундаментальность выполненной работы.

#### **Научная новизна работы**

Проведено детальное исследование марундитов и корундов из россыпи месторождения Сутара: определены их минеральный и химический состав, получены новые данные о составе первичных включений. Разработана физико-химическая модель образования корундосодержащих пород, позволившая определить температуру и условия химизма среды (флюидов и пород), благоприятные для кристаллизации корунда.

Основное содержание и научные положения по диссертации изложены в 14 статьях и тезисах докладов, в том числе 4 статьи опубликовано в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК, в которых диссертант является первым автором.

**Защищаемые положения** отвечают цели и задачам выполненного исследования, они хорошо обоснованы и аргументированы. Осталось только не представлена позиция диссертанта, относительно условий, при которых происходит смена существенно углекислотного относительно маловодного флюида на хлоридный флюид при образовании высоких содержаний корунда.

#### **Практическая значимость**

Предложенные диссертантом подходы могут быть рекомендованы для решения вопросов, касающихся генезиса корунда и локального прогноза камнесамоцветного сырья не только в Дальневосточном, но и в других регионах. Приуроченность корундовой минерализации к высокоглиноземистым гранитам, секущим карбонатные породы, открывает дальнейшие перспективы для нахождения аналогичных корундовых проявлений в районах с подобным геологическим строением.

#### **Общие замечания по работе**

1. В списке Принятых сокращений приводится размерность глиноземистости, железистого номера, коэффициента агпаитности и др. в молях. Поскольку данные определения представляют отношения мольных количеств, то результатом является безразмерная величина, или выраженная в процентах, если соотношения умножить на

100%. При этом, определение железистости дается как сумма  $Fe_2O_3+FeO+MgO+TiO_2$ , хотя обычно под железистостью понимается отношение содержания железа к приведенной сумме. Впрочем, кроме появления железистости в одной из таблиц, больше этот параметр нигде не используется в работе.

2. Список литературы не всегда выполнен по ГОСТу, в нем отсутствуют некоторые авторы (Киевленко и др., 1982; Аносов, 1860). Ссылка на работу Sajeev K., Osanai Y. (2004) оказался под одним 100 номером с Reid R., Prausnitz J., Sherwood T. (1977).

### Заключение

Суммируя все вышеизложенное, можно констатировать, что, несмотря на высказанные замечания, представленная диссертационная работа является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Текст диссертации написан доходчиво, грамотно, прекрасно иллюстрирован и аккуратно оформлен. Автореферат полностью соответствует основному содержанию диссертации.

В целом представленная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.04 – петрология, вулканология.

Официальный оппонент  
Заведующий лабораторией  
геохимии окружающей среды и  
физико-химического моделирования,  
доктор геолого-минералогических наук



Чудненко Константин Вадимович

664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1А  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии наук (ИГХ СО РАН)  
e-mail: [chud@igc.irk.ru](mailto:chud@igc.irk.ru)  
раб. тел. 8(3952) 427079

Я, Чудненко Константин Вадимович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.



Подпись *Чудненко К. В.*  
ЗАВЕРЯЮ *Орлов 2.01.14*  
Зав. канцелярией  
ИГХ СО РАН