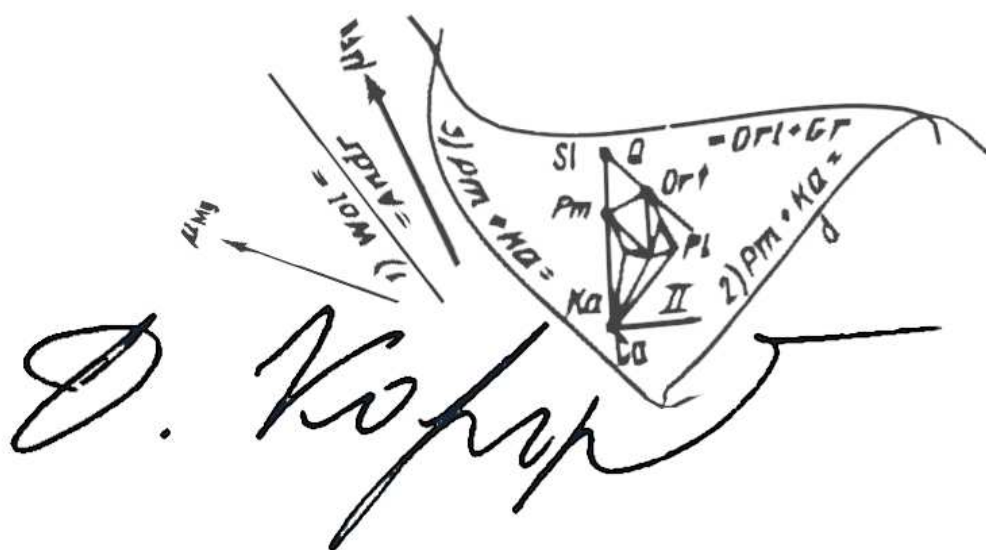


Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской  
академии наук  
(ИГЕМ РАН)

Всероссийская конференция,  
посвященная 120-летию со дня рождения выдающегося  
русского ученого академика Д.С. Коржинского

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПЕТРО- И РУДОГЕНЕЗА: НОВЫЕ РУБЕЖИ



Москва, ИГЕМ РАН, 7-9 октября 2019 года

УДК 553.21/24

ББК 26.3

Ф50

Физико-химические факторы петро- и рудогенеза: новые рубежи. Всероссийская конференция, посвященная 120-летию со дня рождения выдающегося российского ученого академика Д.С. Коржинского. Москва, 7-9 октября 2019 г. Материалы конференции. Электрон. дан. (1 файл: 14 Мб) – М.: ИГЕМ РАН, 2019.

В сборнике представлены материалы Всероссийской конференции, посвященной 120-летию со дня рождения выдающегося российского ученого академика Д.С. Коржинского. Доклады охватывают широкий спектр результатов экспериментального и теоретического моделирования магматических, метаморфических и гидротермальных систем, компьютерного моделирования геодинамических процессов, реконструкции закономерностей физико-химических режимов петро- и рудогенеза в различных геодинамических обстановках.

**Редакционный совет:** Акинфиев Н.Н., Аранович Л.Я., Арискин А.А., Бортников Н.С., Гирнис А.В., Добрецов Н.Л., Дубинина Е.О., Жариков А.В., Когарко Л.Н., Ковригина С.В., Петров В.А., Подлесский К.К., Сафонов О.Г., Силантьев С.А., Ханчук А.И., Чернышев И.В., Ярмолюк В.В.

ISBN 978-5-88918-057-9

© Коллектив авторов, 2019

© ИГЕМ РАН, 2019

***Организационный комитет:***

Председатель чл.-корр. РАН В.А. Петров, директор ИГЕМ РАН, Москва

Зам. председателя Устинов С.А., к.г.м.н., ИГЕМ РАН, Москва

Члены Организационного комитета:

Амплиева Е.Е., к.г.м.н., ИГЕМ РАН, Москва

Аникина Е.Ю., к.г.м.н., ИГЕМ РАН, Москва

Жариков А.В., д.т.н., ИГЕМ РАН, Москва

Каргин А.В., к.г.м.н., ИГЕМ РАН, Москва

***Программный комитет:***

Председатель академик РАН Н.С. Бортников, ИГЕМ РАН, Москва

Зам. председателя Аранович Л.Я., чл.-корр. РАН, ИГЕМ РАН, Москва

Члены Программного комитета:

Акинфиев Н.Н., д.х.н., ИГЕМ РАН, Москва

Арискин А.А., д.г.м.н., ГЕОХИ РАН, Москва

Гирнис А.В., д.г.м.н., ИГЕМ РАН, Москва

Добрецов Н.Л., академик РАН, ИГМ СО РАН, Новосибирск

Дубинина Е.О., д.г.м.н., ИГЕМ РАН, Москва

Когарко Л.Н., академик РАН, ГЕОХИ РАН, Москва

Лиханов И.И., д.г.м.н., ИГМ СО РАН, Новосибирск

Перчук А.Л., д.г.м.н., МГУ, Москва

Прокофьев В.Ю., д.г.м.н., ИГЕМ РАН, Москва

Соболев Н.В., академик РАН, ИГМ СО РАН, Новосибирск

Сафонов О.Г., профессор РАН, ИЭМ РАН, Черноголовка

Силантьев С.А., д.г.м.н., ГЕОХИ РАН, Москва

Смирнов С.З., д.г.м.н., ИГМ СО РАН, Новосибирск

Ханчук А.И., академик РАН, ДВГИДВО РАН, Владивосток

Чернышев И.В., академик РАН, ИГЕМ РАН, Москва

Ярмолюк В.В., академик РАН, ИГЕМ РАН, Москва

***Ученый секретарь конференции*** Подлесский К.К., к.г.м.н., ИГЕМ РАН, Москва

***Группа учёного секретаря:***

Гусева А.С., ИГЕМ РАН, Москва

Ковригина С.В., ИГЕМ РАН, Москва

Кондрашов И.А., ИГЕМ РАН, Москва

Лексин А.Б., ИГЕМ РАН, Москва

Яровая Е.В., ИГЕМ РАН, Москва

## Петрологическое и экспериментальное исследование процессов сиенитизации тоналитовых гнейсов на примере массива Мадиапала, комплекс Лимпопо, ЮАР

Селютина Н.Е.<sup>1,2</sup>, Варламов Д.А.<sup>1</sup>, Щербаков В.Д.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ИЭМ РАН, Черногоровка, nata-me98@mail.ru, dima@iem.ac.ru

<sup>2</sup>МГУ, Москва, vasily7@gmail.com

Массив сиенитов Мадиапала в Центральной Зоне (ЦЗ) неорхейского-палеопротерозойского комплекса Лимпопо (ЮАР) представляет собой небольшое тело среди ТТГ гнейсов Олдейз. Возраст сиенитов около 2.01 млрд. лет соответствует наиболее позднему этапу тектоно-термальной эволюции ЦЗ (Rigby, Armstrong, 2011). Ранней ассоциацией в сиенитах является ассоциация «калиевый полевой шпат + клинопироксен + титанит ± апатит», более поздняя ассоциация – «амфибол + альбит». Для того, чтобы оценить условия образования первичной ассоциации с помощью программного комплекса PERPLE\_X (версия 6.7.7 для Windows) (Connolly, 2005) для валовых химических составов сиенитов были рассчитаны диаграммы в координатах P-T, а также изоплеты магнетиальности и содержания Na в клинопироксене в ассоциации с щелочным полевым шпатом и сфеном. Условия образования первичной магматической сиенитовой ассоциации соответствуют температурному интервалу 930-960°C и давлениям 5.6-7.4 кбар. Оценки влияния активности K<sub>2</sub>O на гнейсы Олдейз посредством расчета диаграмм (псевдосечений) в координатах lg(aH<sub>2</sub>O) – lg(aK<sub>2</sub>O) показали, что преобразование ассоциации гнейса в сиенитовую ассоциацию возможно при постоянных P и T за счет увеличения активности K<sub>2</sub>O.

Геохимические данные (масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой и атомно-эмиссионный метод) позволили выявить два типа сиенитовых пород (сиениты и сиено-диориты), подтвердить коровую природу сиенитов и их тесную генетическую связь с вмещающими тоналитовыми гнейсами. Спектры распределения PЗЭ для сиенитов указывают на активную кристаллизационную дифференциацию внутри массива.

С целью воспроизвести минеральную ассоциацию сиенитов массива Мадиапала были проведены эксперименты по взаимодействию биотитового тоналитового гнейса Олдейз с флюидом H<sub>2</sub>O-CO<sub>2</sub>-(K, Na)Cl при температуре 850°C и давлении 6 кбар на установке высокого газового давления с внешним нагревом в ИЭМ РАН. В результате экспериментов удалось воспроизвести ассоциацию клинопироксен+титанит в ходе реакций титан-содержащего биотита с кварцем и плагиоклазом, инициированных флюидом. Эта ассоциация сосуществует с расплавом сиенитового состава, относительно обогащенного F, Cl, H<sub>2</sub>O, что подтверждено исследованиями закаленных стекол с помощью КР-спектроскопии. Этот результат согласуется с предлагаемой моделью формирования массива.

Таким образом, формирование сиенитов массива Мадиапала происходило при давлениях 6-7 кбар и температурах более 900°C в ходе активной проработки тоналитовых гнейсов Олдейз водно-углекислым флюидом, в котором ведущую роль играл калиевый солевой компонент. Так что определяющим фактором образования сиенитовой ассоциации являлась повышенная активность калия во флюиде. Итак, породы массива являются продуктом процесса сиенитизации тоналитовых гнейсов, по своей сути схожим с гранитизацией. Образование более поздних амфиболсодержащих ассоциаций происходило на фоне остывания сиенитовой магмы. Этой стадии соответствовала смена режима щелочных компонентов во флюиде, так что рост активности Na<sub>2</sub>O приводил к замещению ассоциации «клинопироксен+калиевый полевой шпат» ассоциацией «амфибол+альбит».

*Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФ №18-17-00206*

Connolly J. A. D. Computation of phase equilibria by linear programming: a tool for geodynamic modeling and its application to subduction zone decarbonation. // *Earth and Planetary Science Letters*. 2005. Т. 236. №. 1-2. С. 524-541.

Rigby M. J., Armstrong R. A. SHRIMP dating of titanite from metasyenites in the Central Zone of the Limpopo Belt, South Africa // *Journal of African Earth Sciences*. – 2011. – Т. 59. – №. 1. – С. 149-154.