

«Утверждаю»
Директор
ИГ КарНЦ РАН
д.г.-м.н. В.В. Щипцов



ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии Карельского научного центра РАН на диссертационную работу **Лебедевой Юлии Михайловны** «Метасоматические процессы при высоких температурах и давлениях в Лапландском гранулитовом поясе (на примере Порьегубского покрова)», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.04 – петрология, вулканология

Проблема формирования земной коры в раннем докембрии была и остается одной из важных и ведущих проблем современной геологической науки. При этом изучение метасоматических процессов, в первую очередь, формировавшихся в высокотемпературных (НТ) и высокобарических (НР) условиях и роли флюидов в этом процессе в общем объеме современных исследований занимает весьма скромное положение. И это определяет несомненную актуальность и своевременность рассматриваемой в диссертации тематики.

Структура Лапландского гранулитового пояса и его Кандалакшско-Умбинского фрагмента на протяжении последних десятилетий стала объектом повышенного внимания отечественных и зарубежных специалистов, прежде всего, как наиболее представительный пример становления и развития плитотектонических процессов в палеопротерозое (1.9 млрд. лет) с сопутствующим НР/НТ метаморфизмом. Не меньшее внимание привлекали и породы с экзотическим ортопироксен-силлиманит-кварцевым парагенезисом о. Паленого в районе Порьей губы. Итогом этих посещений явилась публикация целого ряда интересных и вполне результативных работ, посвященных различным аспектам геологии и петрологии этого, по сути, геологического памятника.

Однако, представленная диссертация выгодно отличается от этих работ системным, комплексным подходом к детальному геологическому изучению этого объекта, в основе которого лежит целенаправленный сбор и детальная обработка большого объема фактического материала с использованием самых современных методов исследования.

В вводной главе, на основании данных предыдущих исследователей, дается характеристика геологии и геодинамики Лапландского гранулитового

пояса и его разобщенных фрагментов – Кандалакшско-Умбинского и в его составе Порьегубского тектонического покрова. Для последнего подчеркивается исключительно большая роль в его формировании сдвиговых деформаций и пространственной связи с ними метасоматических процессов.

В серии сдвиговых зон Порьегубского покрова и связанных с ними разнообразных метасоматитов непосредственным объектом детального изучения стали метасоматиты с Opx-Sill-Qtz парагенезисом в выделенной автором в результате детального картирования сдвиговой зоне СЗ простираения, включающая участки о. Паленый – губа Костариха – о. Наумиха (вновь обнаруженный объект).

Весьма положительным результатом диссертационной работы является детальная геологическая, петрографическая и петрологическая характеристика вмещающих метасоматиты пород, среди которых автором выделяются две сближенные стадии гранулитового метаморфизма: M_1 – умереннобарического ($P=6.0-6.7$ кбар, $T=800-890^\circ \text{C}$) и M_2 – сопровождаемого метасоматозом высокобарического ($P=8.1-9$ кбар, $T=770-860^\circ \text{C}$). Результаты этих исследований, изложенные в первом защищаемом положении, представляются вполне обоснованными.

Особое место в диссертации занимают главные разделы, посвященные соответственно характеристике приуроченных к сдвиговым зонам метасоматических процессов и термодинамическим исследованиям метаморфических и метасоматических пород.

Метасоматиты в традиционном плане классифицируются на метасоматиты, образование которых связывается с процессами кислотного выщелачивания и процессами компенсационной базификации. Здесь автор демонстрирует завидную компетентность в пользовании целого арсенала методов и приемов при изучении метасоматитов при детальной кропотливой обработке обширного фактического материала. В результате итоговые выводы этого раздела, воспроизводящие концепцию эволюции метасоматических процессов при пиковом НР/НТ метаморфизме и ретроградных стадиях, представляются достаточно обоснованными.

В разделе термобарометрические исследования диссертант демонстрирует совершенство в знании и практическом использовании TWQ метода (Verma, 1991) и широко использует этот метод в определении P-T условий метаморфических пород M_1 и M_2 (значения P и T ранее приводились) и метасоматических ($P=9.4-11.3$ кбар, $T=805-901^\circ \text{C}$) пород с барическими условиями, превышающими (!) таковые в метаморфических породах.

Трудно поверить тому, какой колоссальный объем исследований был проведен диссертантом. Были отобраны и проанализированы 46 образцов (!!) разных пород и получено с использованием тонкого петрографического изучения около 120 «пучков» (состояний равновесия) при 3-4 независимых реакциях. Следует отметить, что получению столь эффективных результатов в немалой степени способствовало присутствие в экзотических парагенезисах целого букета минералов, пригодных для использования в TWQ методе. Их

оказалось достаточным и для определения P-T условий метаморфических пород, исключив воспринимаемый проблематичным для этих целей амфибол.

Цепочка исследований продолжена определением возрастов выделяемых событий U-Pb методом цирконов с соответствующим анализом генераций цирконов с учетом их соотношений с породообразующими минералами, а для метасоматических пород были дополнительно проведены определения возрастов Sm-Nd и Rb-Sr методами. В результате возраст метаморфизма M_1 оценивается – не моложе 1916 млн лет, M_2 – около 1912 млн лет, метасоматоза – около 1913 млн лет и по Sm-Nd и Rb-Sr методам соответственно около 1885 и около 1870 млн лет.

И завершающим аккордом в комплексной интерпретации полученных результатов явилось построение P-T тренда эволюции процессов метаморфизма и метасоматоза в породах Порьегубского покрова.

Общие результаты исследований НР/НТ метасоматитов этого района сформулированы во втором защищаемом положении, полностью соответствующие материалам диссертации.

В следующем разделе диссертационной работы автор касается более сложных общегеологических проблем по выяснению происхождения метасоматических флюидных потоков. Используя метод TWQ, автору удается обнаружить природные соотношения минералов, позволяющие рассчитать активность воды во флюиде для метаморфических и метасоматических пород. Расчеты показали высокую активность воды как при метаморфизме (0.49-0.65), так и при метасоматических процессах (0.53-0.76), что, с одной стороны, превышает расчетные данные, полученные при предыдущих исследованиях в этом комплексе, и, с другой стороны, показывает, что активность воды в подобных геологических ситуациях, очевидно, выше, чем оценивается существующими современными представлениями. Этот вывод диссертанта заслуживает особого внимания.

Результаты комплексных изотопно-геохимических исследований, включающих изучение изотопного состава кислорода в метаморфических породах, изотопного состава аргона во флюидных включениях в минералах метасоматитов, изотопного состава углерода графитов, а также полученные параметры изотопных систем $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0.7031-0.7060$ и $\epsilon\text{Nd}(t)=+1 - +4.3$, позволили диссертанту сделать вывод о наиболее вероятном мантийном источнике флюидов.

Эти весьма интересные, значимые, достаточно обоснованные и убедительные результаты обобщены в третьем защищаемом положении диссертации.

Приведенные ниже замечания отражают не недостатки работы, а пожелания автору по возможности иметь их в виду при вероятном продолжении этих весьма перспективных исследований.

Сдвиговой тип деформаций исследованной зоны демонстрируется в основном на микроуровне. Неплохо было бы показать, вероятно, присутствующие макро-признаки. Имеется в виду направление сдвигов и их лево- или правосторонний характер.

Отмечается непостоянство объема при метасоматозе в сдвиговой зоне и определяя его как существенную черту, отличающуюся от «классического» метасоматоза, учитывая это, не следовало бы обратить внимание на большую вероятность трансдукционного характера сдвига (зона растяжения), способствующего формированию такого объема метасоматитов.

Характерной особенностью НР/НТ метасоматоза в исследованной зоне является высокая активность Mg и дифференциальное его поведение относительно Fe. Остается непонятным баланс выноса-привноса Mg в условиях инертного (до определенной степени) его поведения в метасоматитах кислотного выщелачивания и наращивание его количества при образовании базификатов, в которых Mg сохраняет ведущую роль.

Были бы желательны какие-либо комментарии о природе входимости в Орх варьирующих, но высоких содержаний Al_2O_3 .

Недостаточно корректным представляется частое использование термина бластомилонитизированные метасоматиты. Смысл этого термина непонятен. Выходит, что метасоматиты подверглись наложенным процессам метаморфизма одной или более фаз? Вообще использование термина милонит (порода катакластического метаморфизма) к проявлениям динамометаморфизма в глубинных зонах при пластическом состоянии пород является, по меньшей мере, проблематичным. Вероятно, более приемлемым в этих случаях может стать термин «тектонобластез».

Диссертант приходит к выводу, что метасоматоз на прогрессивной – пиковой стадии происходил в условиях компрессии. Очевидным представляется проявление в этой зоне сверхдавления (до 11.4 кбар), значительно превышающего литостатическое (метаморфизм M_1 или M_2 с максимальным $P=9.1$ кбар). Такой эффект в современной литературе при динамометаморфизме отмечается с годами все чаще и чаще. Что в этих случаях является фактором сверхдавления – тектоническое давление, а может быть, высокое давление флюидов? На рис. 4.7, к сожалению, остались нерасшифрованными значения $a(H_2O)=6177, 8659$ бар и т.д. Вероятно, эти вычисленные давления флюидов (воды) в больших долях или полностью соответствующие значениям общего давления. Если такое предположение верно, то значимость этого ожидаемого вывода трудно переоценить.

Заключение

Подводя итоги анализа диссертационной работы Ю.М. Лебедевой, следует констатировать ее несомненную актуальность, выдвигаемые положения и результаты проведенных исследований характеризуются высокой степенью достоверности, обоснованности и новизны. Очевиден и большой личный творческий вклад соискателя.

Научные задачи и проблемы, поставленные перед диссертантом в начале исследований благодаря тщательной скрупулезной обработке огромного объема фактического материала при высококвалифицированном использовании целого ряда современных методов исследования, следует считать решенными. И качество, и значимость этих исследований значительно превышает уровень обычных кандидатских диссертаций.

Содержания автореферата и диссертации при различающихся формах изложения материала полностью соответствуют. С достаточной полнотой материалы диссертации изложены в 6 опубликованных автором статьях в ведущих рецензируемых научных журналах.

Как уже отмечалось, диссертационная работа производит очень хорошее впечатление и высоко оценивается. Она полностью отвечает требованиям ВАК к кандидатским диссертациям. Ю.М. Лебедева, эрудированный и высокопрофессиональный специалист, несомненно, заслуживает присвоения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Главный научный сотрудник
Института геологии КарНЦ РАН,
доктор геол.-мин. наук

О.И. Володичев

Отзыв рассмотрен на заседании Ученого совета ИГ КарНЦ РАН и одобрен в качестве официального отзыва ведущей организации 24 февраля 2015 г., протокол № 2.

Председатель Ученого совета
д.г.-м.н

В.В. Щипцов

Ученый секретарь
к.г.-м.н

А.В. Первунина

Володичев Олег Иванович
Главный научный сотрудник
лаборатории петрологии и тектоники
ФГБУН Института геологии КарНЦ РАН,
доктор геол.-мин. наук,
старший научный сотрудник (звание),
Почтовый адрес:
ул. Пушкинская, 11
г. Петрозаводск,
Карелия 185910
Телефон: 8142769824
Эл-почта: volod@krc.karelia.ru

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

Врио старшего
документовед



Т.А. Мухоморова Л.В.
02.2015