

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию **Илаловой Регины Кашифовны** «*Геологическое строение, состав и условия формирования никеленосной коры выветривания гипербазитов Серовско-Маукского офиолитового пояса*», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.01 – Общая и региональная геология.

Диссертация Илаловой Р.К. посвящена важной теме, имеющей как фундаментальное, так и прикладное значение – никеленосным корам выветривания гипербазитов Урала. Коры выветривания, являясь уникальными с геологической точки зрения объектами, сформированными на границе лито-, гидро-, и атмосферы способны сохранять информацию об условиях своего образования. Наличие никелевой минерализации придает изучению выбранных автором объектов – гипербазитам Серовско-Маукского пояса, важное прикладное значение. Для решения поставленных в диссертации задач автором использован комплекс как традиционных геологических методов (картирование, описание обнажений, работа с материалом по скважинам, петрографический и минералогический анализы), так и современных аналитических (рентгено-флуоресцентный и рентгено-дифракционный методы, рамановская спектроскопия и микрорентгеноспектральный методы, а также термический анализ). Использованный комплекс методов представляется оправданным и соответствует современному уровню.

Диссертация состоит из Введения, 5-ти глав, Заключения и трех приложений. Список литературы содержит 107 наименований.

Содержание автореферата соответствует содержанию полного текста диссертации и содержит описание содержания глав, защищаемые положения, информацию о представлении основных идей диссертации научному сообществу на конференциях и в виде статей. Количество публикаций по теме диссертации соответствует требованиям ВАК.

Основная цель работы сформулирована автором как «реконструкция главных закономерностей континентального выветривания гипербазитов Серовско-Маукского офиолитового пояса на основе геологического строения и вещественного состава кор выветривания». На наш взгляд такая формулировка не совсем удачно отражает полученные в работе результаты. Представляется более правильным говорить об основных чертах геологического строения зон развития кор выветривания и реконструкции их геологической истории, что и сделано в диссертации.

Сформулированные в диссертации защищаемые положения в целом доказаны и обоснованы.

Первая глава является вспомогательной и содержит сведения об основных используемых терминах и историю открытия и изучения коры выветривания гипербазитов Серовско-Маукского пояса. Наличие подобной методической части – правильный и хороший ход автора. В числе прочего глава содержит несколько страниц описания открытия и

доразведки марганцевых и железных руд, развитых в районе изучаемой части Урала. Цель столь подробных описаний не ясна и только в последней главе (посвященной выводам) появляются намеки на то, что описываемые руды образовались при размыве кор выветривания. Даже если так, то здесь уместна была бы карта, если упомянутые на стр. 19 шесть участков, выделенных в ходе ГРП 1959 г – и есть те участки, которые исследованы в диссертации.

Во второй главе приведено описание геологического строения Серовско-Маукского офиолитового пояса. Глава содержит подглаву «Стратиграфия», но не содержит ни геологической карты, ни стратиграфической колонки. В тексте приводится только «Схематическая геологическая карта Серовского района» (рис. 2.1) - черно-белая и без условных обозначений и тектоническая схема (рис.2.2). Отсутствие хотя бы мелкомасштабных карт района работ представляется существенной недоработкой автора, поскольку не позволяет составить современное представление о геологической ситуации в регионе, тем более, что эти карты доступны в приличном качестве на сайте ВСЕГЕИ им. А.Карпинского.

Приведенные в приложении 1 геологические разрезы изучаемых автором объектов тоже вызывают вопросы. Кем составлены эти разрезы? Автором? Тогда это необходимо указать и/или указать, чьи материалы были использованы при их составлении. В условных обозначениях использован термин «керолитизация» - объяснение которого отсутствует в главе 1.

Материал, приведенный в разрезах, при этом очень интересен. А именно интересным представляется получение ответа на следующий вопрос. Из предложенных к рассмотрению шести разрезов, в двух отсутствуют дайки или иные интрузивные образования (объекты №2 и № 7, стр. 164), а в четырех – присутствуют в изобилии. Есть ли разница в минералогическом составе, рудной нагрузке, или еще чем-то между этими группами объектов, учитывая постулируемую в 3 защищаемом положении «подготовительную» роль метаморфизма в геологической истории массива? Этот вопрос следует рассматривать не как критику, а как исследовательский интерес, возникший вследствие изучения геологических материалов.

Также не безинтересно утверждение в выводах к главе 2 (стр. 43-44): «Более того, интрузивный магматизм определяет характер никелевого оруденения...» - каким образом?

Третья глава посвящена результатам изучения вещественного состава пород коры выветривания. Эта глава наиболее подробно написана из всех остальных, что следует отметить как достоинство работы. К содержимому этой главы есть много мелких замечаний (например, не указано где сделан рентгено-флуоресцентный анализ, не указаны единицы измерения для значений в таблицах и прочее), что не портит общего положительного впечатления от содержимого главы.

Вызывает некоторые вопросы постулируемое автором обогащение двухвалентным железом верхних зон во всех изученных профилях - в большинстве объектов FeO в самых верхних горизонтах скорее относительно снижается. Fe₂O₃ действительно возрастает. На наш взгляд можно говорить о наличии положительной корреляции железа и алюминия, но не о накоплении FeO. В связи с вышесказанным, вывод о том, что увеличение содержания FeO

свидетельствует об участии восстановительного процесса (стр.54) в образовании минералов коры выветривания представляется не обоснованным.

Рис. 3.7. – стр. 58 –приведено два рисунка и не ясно, что отражает две колонки? Разные объекты? Рис. 3.8. полностью повторяет рисунок 3.7 при этом.

На страницах 72-75 автор приводит описание обнаруженных ею впервые для данных объектов бриндлейита и бертьерина. Обнаружение новых минералов – действительно важный и заслуживающий внимания результат. Логичным было бы дополнить эту часть выводами, если их возможно сделать, о том, что находки эти минералов говорят нам о характере гипергенеза. Какая-то дополнительная информация в них содержится, или нет?

Построенная автором генетическая схема несомненно является ценной частью работы. Размышление над информацией, в ней приводимой, вызывает дальнейшие геологические вопросы. Так, интересно было бы узнать, существуют ли гидротермальные изменения пород дайкового комплекса? Ведь если они «подготавливали» субстрат для гидротермальных растворов, то сами дайки должны быть изменены гидротермальными процессами. Упоминание «разрушения» даек диоритов появляется только на 84 странице и то мельком. Сделанный там же вывод о том, что кремний для образования осадочного кварца, поступал в коровые растворы за счет разрушения диоритов является просто не корректным, если под коровыми растворами предполагать гипергенные. Автор выделяет минимум две генерации пирита – есть ли между ними разница по составу? При анализе генетической схемы минералообразования и описания парагенетических ассоциаций остается не ясным вопрос источника никеля. С одной стороны, сначала говорится о том, что субстрат был изначально обогащен никелем, потом упоминается, что миллерит, как основной никелевый минерал, имеет своим источником гидротермальные растворы и потом упоминается никеленосный шамозит, образованный в гипергенную стадию. Является ли миллерит –основным минералом никеля и источником никеля для шамозита?

Подглава 3.5. посвящена анализу поведения РЗЭ в корях выветривания изученных объектов. Сделан вывод о том, что РЗЭ увеличивается в верхних горизонтах вследствие сорбции на глинистых минералах. При этом глинистые минералы образуются на гипергенном этапе, а максимальной концентрации РЗЭ достигают в инфильтрационной зоне (т.е. зоне вторичного обогащения). При этом характер спектра не изменяется (т.е. предполагать привнос РЗЭ из других источников сложно). Требуется пояснение.

Стр.81 – фотография миллерита – взята из работы Таловина и др 2013 без ссылок.

Раздел, посвященный изотопному составу серы и кислорода (таблицы 3.26, 3.27), вызывает как минимум один важный вопрос. Автор приводит ссылку на работу О.Мезенцевой (Мезенцева, Таловина, 2011), откуда взяты данные по сере и кислороду. Однако, в данной работе есть данные только по сере, но не по кислороду. Важным представляется нам некоторое противоречие, возникающее при сопоставлении выводов по изотопным данным и данным в предыдущей части по генетическому анализу. Ранее, в главе 3.4. образование миллерита отнесено автором к гидротермально-реликтовой стадии (таблица 3.16) и источником материала для него рассматриваются «низкотемпературные гидротермальные

растворы, отделявшиеся от магматического очага». При интерпретации изотопных данных по миллериту (стр. 96) указывается, что изотопные данные по сере в миллерите хорошо согласуются с условиями эвксинной озерно-болотной обстановки связанной с высоким содержанием органики. Что же явилось источником вещества для миллерита – гидротермальные магматические растворы, или озерно-болотные воды? Ответ на этот вопрос еще раз ставит вопрос об источнике самого никеля.

Из менее принципиальных замечаний к главе 3 хочется упомянуть если бы описание генетической характеристики кор выветривания (стр. 100 и далее) содержало зарисовки и/или иллюстрации строения описываемых объектов, то их восприятие было бы сильно проще. В описании объектов №2, 4 говорится о размыве, как вероятной причине отсутствия верхних наиболее измененных зон. Каких-либо геологических свидетельств, кроме наличия перекрывающего горизонта, не приведено. При этом говорится о том, что Устейский массив испытывал поднятия. На каких геологических данных основаны эти предположения?

Глава 4 предлагает читателю ознакомиться с результатами изучения химического состава и условий образования хлоритов и, несомненно, является изюминкой работы. Глава ясно и понятно написана, дополнена хорошими и четкими иллюстрациями. Автор использовал современные, дополняющие друг друга методы, дающие согласованные значения. Подобные подтверждения особенно важны при использовании геотермометров. Постулируемая зависимость состава хлоритов и температуры вполне обоснована и доказана. Не совсем ясна природа низкотемпературных гидротермальных растворов – являются ли они собственно гипергенными, или это все же эндогенные растворы? Первое предположение (что более низкотемпературная часть – это собственно гипергенные растворы, а не вторая генерация гидротермальных растворов), представляется нам более подходящей, однако интерпретация данных - несомненная прерогатива автора.

В пятой главе приводятся аргументы в пользу наличия в регионе низкоградного метаморфизма, как рудоподготовительного процесса перед гидротермальным и затем гипергенным. Эта часть вынесена автором в обоснование третьего защищаемого положения. Основными аргументами является наличие низкоградного метаморфизма на древних платформах и орогенных областях, а также широкое развитие процессов тектономагматической активизации Урала в триасе. Кроме того, автор приводит данные предшественников о наличии проявлений такового метаморфизма на Халиловском месторождении (Южный Урал) и Черемшанском месторождении (Средний Урал).

Вывод о наличии метаморфической стадии основан на тех же петрографических данных, что первое и второе защищаемые положения (наличие хлорита и талька, в качестве продуктов изменения первичных минералов). «Подготовка» субстрата, упоминаемая автором, состояла по-видимому, в создании зон трещиноватости (проницаемости), по которым смогли широко распространиться гидротермальные растворы. Интерпретация полученных в ходе исследования данных является несомненной прерогативой автора и постулирование наличия этапа НГМ, как этапа геологической истории кор выветривания, не имеет принципиальных возражений у оппонента.

В качестве повода для размышлений, не снижающих ценности первичных наблюдений автора и сделанных ею выводов, хотелось бы предложить в дальнейшем рассмотреть возможность иной интерпретации данных главы 5.

Минералогические изменения, приписываемые метаморфизму (развития хлорита и талька), не специфичны для регионального метаморфизма и вполне могли являться частью гидротермальных изменений. Со ссылкой на работу Б.Михайлова – признанного авторитета в изучении кор выветривания, приводятся данные о параметрах гидротермального процесса, приведшего к формированию кварца на Черемшанском месторождении – до 440°C. Такие значения температуры раствора вполне соответствуют выводам автора главой выше о параметрах гидротермальных растворов. Кроме того, минералы, отнесенные автором к НГМ реликтовым (таблица 3.16), а именно хлорит и тальк, вполне могли образоваться на предыдущей стадии океанического выветривания, на которой образовались хризотил, бастит и лизардит. Т.е. описанные для изученных в работе объектов петрографические особенности, по нашему мнению, вполне могут объясняться гидротермальным этапом преобразования пород, тем более, что параметры этого этапа убедительно показаны автором.

Не смотря на наличие значительного количества замечаний, представленная работа является важной и ценной попыткой систематизации существующих и новых, полученных в данной диссертации, данных по региональной геологии Урала. Она несомненно основана на оригинальном авторском материале и использует современные методы исследований, соответствующие международному уровню развития науки. Диссертация **Илаловой Регины Кашифовны «Геологическое строение, состав и условия формирования никеленосной коры выветривания гипербазитов Серовско-Маукского офиолитового пояса»**, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по содержанию и оформлению. Илалова Р.К. заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.01 – Общая и региональная геология.

Доцент кафедры региональной геологии, кандидат геолого-минералогических наук, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»,

Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9

n.alfimova@spbu.ru

Надежда Аркадьевна Алфимова

