

## ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертационную работу Садовничева Романа Васильевича «Минералого-технологические особенности шунгитовых пород Максовского месторождения (Зажогинское рудное поле)», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 – Минералогия, кристаллография**

Шунгитовые породы, благодаря своим уникальным свойствам, представляют научный и практический интерес как комплексное минеральное сырье, которое может использоваться во многих областях народного хозяйства. Неоднородный текстурно-структурный рисунок и варьирующий состав пород влияют на их качество, и нередко определяют необходимость создания и применения рациональных технологий переработки этого вида сырья, базирующихся на информации об его вещественном составе. Поэтому актуальность и своевременность работы совершенно очевидны.

Диссертационная работа Садовничева Р.В. представляет собой результат научных и практических исследований, предметом которых являлись шунгитовые породы Максовского месторождения (Карелия). Она содержит 145 страниц текста, в том числе 17 таблиц, 46 рисунков и список литературы из 174 наименований; состоит из введения, пяти глав и заключения.

Цель работы – выявление основных геолого-минералогических факторов, влияющих на изменчивость качественных показателей шунгитового сырья, и обоснование эффективной технологии его переработки определяет новизну исследований. Автором решены следующие задачи: изучены особенности геологического строения Онежской палеопротерозойской структуры и Максовского месторождения шунгитовых пород; исследован химический, минеральный состав и текстурно-структурные особенности шунгитовых пород и проведено минералого-технологическое картирование месторождения; выделены основные морфологические разновидности и оценена структурная однородность кварца и углерода; исследованы закономерности распределения редких и редкоземельных элементов в породах; определены наиболее значимые технологические свойства шунгитовых пород с учетом выявленных геолого-минералогических факторов изменчивости качественных показателей шунгитового сырья и обоснована технология его переработки. Несомненным достоинством работы является использование комплекса физических методов исследования пород, отобранных непосредственно автором во время полевых работ, и грамотная интерпретация полученных результатов.

В главе 1 описано геологическое строение Онежской палеопротерозойской структуры, включая достаточно полную характеристику стратиграфии, магматизма и тектоники. Автором показано, что шунгитовое вещество (ШВ) присутствует в породах различного состава и генезиса заонежской свиты. Выявленные ранее специфические особенности углерода ШВ позволили автору принять собственную точку зрения на определение шунгитовых пород – докембрийские смешанные терригенно-вулканогенно-хемогенные углеродсодержащие образования, имеющие неоднородный минеральный состав и характеризующиеся широким диапазоном изменения содержания органического вещества. Проанализировав существующие классификации шунгитовых пород, автор

№ 98-11  
от 22.05.2019

остановился на общей классификации углеродсодержащих образований, согласно которой выделяются три типа пород по содержанию углерода.

В главе 2 даны краткая геологическая информация о Зажогинском рудном поле необходимые сведения о геологическом строении Максовского и Зажогинского месторождений. Также рассмотрены существующие представления о генезисе шунгитовых пород. Учитывая, что сегодня нет единого мнение о происхождении этих пород, автор попытался показать свое видение образования шунгитовых пород в целом.

В главе 3 приведено обоснование первого и второго защищаемых положений, по существу она является основной главой диссертации. Согласно первому защищаемому положению вариации химического состава шунгитовых пород «связаны с неоднородностью их строения, выраженной в дифференцированном характере распределения криптокристаллического кварца и шунгитового углерода (ШУ) и неравномерном развитии наложенной прожилково-цементной сульфидно-кварцевой минерализации». Рассмотрены массивные, прожилковые и брекчиевые породы. Исходя из заявления автора (стр.43), что метод оптической микроскопии неэффективен при работе с шунгитовыми породами, возникает вопрос, как выделены текстурные разновидности этих пород. Метод сканирующей электронной микроскопии не позволяет определять текстуры пород в целом, а метод рентгенографического анализа – это метод определения валового минерального состава пород, не дающий представление о характере срастания минералов. При этом следует отметить, что данные электронной микроскопии представляют определенный практический интерес, т.к. позволяют установить реальные микроморфоструктурные особенности пород, влияющие на их обогатимость. Автор детально проанализировал данные по химическому составу массивных, прожилковых и брекчиевых пород, установил закономерности распределения главных компонентов (кремнезема и углерода), форму нахождения - кварц и шунгитовый углерод, их разновидности, характер локализации в породах, имеющих разную текстуру. На основании этого сделан вывод, что варьирующее содержание кремнезема и ШУ в породах связано с неоднородностью их строения, обусловленного генезисом пород, в том числе вторичными (наложенными) процессами, в частности, образованием кварцевых и сульфидно-кварцевых прожилков.

В этой же главе приведены результаты минералого-технологического картирования Максовского месторождения. Автор справедливо отмечает, что основой картирования являются данные текстурного и химического анализов. Взяв в качестве основных критериев текстурный рисунок и химический состав пород, автор попытался провести картирование. Но в данном случае важное значение будет иметь и минеральный состав пород, в частности, не только соотношение главных минералов, но и количество, и взаимоотношение второстепенных и акцессорных минералов. Ведь известно, что при обогатительных процессах извлекаются не химические компоненты, а конкретные минералы, которые также определяют технологические свойства пород в целом. Стоит обратить внимание и на то, что конкретного результата минералого-технологического картирования - выделение типа (в данном случае хотя бы минерального) породы в работе не приведено. Тем не менее, приведенные данные могут представлять практический интерес при изучении и промышленном освоении Максовского месторождения.

Обоснование второго защищаемого положения базируется на результатах изучения реального строения кварца и шунгитового углерода, проведенного современными физическими методами. Кварц исследовался рентгеноструктурным анализом, позволившим определить параметр кристаллической структуры, объем элементарной ячейки, области когерентного рассеяния, индекс кристалличности и степень совершенства структуры минерала. Для сравнения по этой же методике был проанализирован кварц (горный хрусталь) месторождения Желанное и кварц из силицитов Койкарской структуры Карельского кратона. Изучение структурной однородности шунгитового углерода пород проводилось методами синхронного термического анализа и Рамановской спектроскопии.

Изучение реального строения кварца трех морфологических разновидностей шунгитовых пород и образцов сравнения позволило автору выявить практически типоморфные особенности минерала, которые в свою очередь дают основания говорить о двух генерациях кварца - ранней терригенно-хемогенной и пневматолито-гидротермальной. По этой части работы есть несколько замечаний. 1. Не могу согласиться с автором и исследователями, на работы которых он ссылается (стр.73), что параметры кристаллического строения кварца могут быть критерием технологической оценки сырья. К шунгитовым породам, которые, как сам автор утверждает, отличаются переменным содержанием кварца и ШУ, это утверждение не применимо. 2. Следует четко определиться с понятиями минерал и порода. Кварц - минерал, но силицит (стр.78 и далее) и кварциты (стр.82) - это породы и говорить о параметрах их кристаллической структуры или индексе кристалличности нельзя. 3. Утверждение автора "...различие степени упорядоченности кристаллической структуры кварца различного генезиса напрямую связаны с текстурными особенностями пород..." не корректно, они определяются генезисом этих пород.

Шунгитовый углерод в изученных породах, как показывает автор, также представлен тремя разновидностями, отличающимися особенностями реального строения и в данном случае, видимо, состава, что подтверждено Рамановской спектроскопией (КРС). Это действительно может сказаться на обогащении шунгитового сырья.

Глава 4, посвященная геохимии шунгитовых пород, дополняет подраздел 3.1 и, наверное, более уместно было бы этот материал привести вместе. Приведены данные по распределению элементов - примесей в массивных, прожилковых и брекчиевых породах, а также в обломочной составляющей пород и жильном кварце, проанализировано распределение в породах редких, в том числе редкоземельных металлов, выявлена форма их нахождения (самостоятельные минералы - монацит, апатит, циркон и изоморфная примесь в породообразующих минералах). Установленная прямая корреляция глинозема с редкими элементами позволили автору сделать вывод о том, что формирование редкометалльно-редкоземельной минерализации шунгитовых пород было связано "... с поступлением терригенного алеврито-глинистого материала в бассейн осадконакопления на стадии формирования органо-минерального протовещества". Однако весьма сомнительно, что такая корреляция даст основание сократить затраты на расчет химического состава пород, в том числе прогнозировать содержание элементов-примесей, т.к. они присутствуют не только в алюминийсодержащих фазах.

В главе 5 приведено обоснование третьего защищаемого положения о возможном способе повышения качества шунгитового сырья методом оптической (фотометрической) сепарации. Природная контрастность кварца и ШУ - главных породообразующих фаз действительно определяет перспективность этого метода обогащения шунгитовых пород, позволяющего селективно выделить из них кварц, существенно кварцевые обломки (куски), шунгитовые агрегаты (куски) и куски породы, обогащенные сульфидами. Автор показал это на примере пород разных текстур. Повторяясь еще раз, хочу отметить, что при обогащении полезных ископаемых, в том числе шунгитового сырья, важное значение имеет их минеральный состав, а не только химический. Поэтому негативным фактором, влияющим на качество и технологические свойства шунгитовых пород и, следовательно, на области их использования, будет не только переменный химический состав. Минералогические факторы (фазовая неоднородность шунгитового углерода, присутствие нескольких разновидностей кварца, глинистых минералов, гидроксидов железа, сульфидов, характер срастания минералов и их количественное соотношение) также могут негативно влиять на обогатимость.

Оценивая работу в целом, следует отметить, что она выполнена вполне профессионально, представляет законченное исследование, имеющее практическую значимость. Результаты работы могут быть использованы при геолого-технологической переоценке шунгитовых объектов Зажогинского рудного поля. Методические подходы автора к изучению шунгитовых пород и породообразующих фаз и также методики анализа могут использоваться в практике лабораторных минералогических исследований данного вида сырья. Защищаемые положения доказаны, опубликованы в печати, в том числе в изданиях, рекомендованных ВАК, доложены на совещаниях и конференциях различного ранга. Автореферат полностью соответствует диссертационной работе, которая отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Садовничий Роман Васильевич достоин присуждения искомой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 - Минералогия, кристаллография.

Заведующий минералогическим отделом Федерального государственного бюджетного учреждения "Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М.Федоровского", доктор геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 - Минералогия, кристаллография, доцент

119017 Москва, пер. Старомонетный, д.31.

Тел +7 (495) 951-74-49. E-mail: vims-ozhogina@mail.ru

 Ожогина Елена Германовна

