



УДК 669.041:621.785

Поступила 22.07.2013

А. С. ПАНАСЮГИН, А. Р. ЦЫГАНОВ, С. В. ГРИГОРЬЕВ, З. Н. ЧИПУРКО, БНТУ,
Л. М. ГУЗОВА, ОДО «КАРЕЛЬСКИЙ МИНЕРАЛ»

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШУНГИТА ЗАЖОГИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В МЕТАЛЛУРГИИ

Методами электронной микроскопии микрозондового, рентгенофазового и элементарного анализов проведены исследования по изучению распределения по поверхности шунгита химических элементов, определены наиболее характерные площадки распределения кристаллографических фаз по поверхности образцов и их соотношение.

By electron microscopy, electron microprobe, X-ray diffraction and elemental analyzes carried out the research on the distribution of chemical elements over the surface of schungite, the most typical areas of distribution of crystallographic phases on the surface of samples and their relationship.

Расширение производства железуглеродистых сплавов является актуальным как в мире, так и в Республике Беларусь. Помимо качества железосодержащего сырья, на качество конечной продукции оказывают влияние характеристики углеродной составляющей.

В последнее время в связи с развитием аналитических и исследовательских методов одной из важнейших задач является разработка многоуровневой структурной систематики. Однако структурные исследования минеральных форм углеродистого вещества весьма сложные и иногда неоднозначные вследствие многообразия типов связи атомов углерода, структурной гетерогенности, наличия надмолекулярных образований и т. п.

Детальные исследования свойств поверхности порошков шунгитовых пород, а также различных композиций с шунгитовым наполнителем показали определяющую роль «шунгитового углерода» как активной составляющей сложных искусственных систем и природного композита, каким является шунгитовая порода.

В работе [1] дана критическая оценка исследованиям, проводимым на начальных стадиях шунгитовых минералов.

Отмечается, что шунгиты Карелии представляют интерес для создания новых стройматериалов, могут широко использоваться в химическом синтезе, газоочистке, водоподготовке, металлургии и медицине. К сожалению, на данный момент в этом плане наименее изучен шунгит Зажогинского месторождения.

Считается, что шунгитовые породы могут найти применение в следующих металлургических

процессах: при плавке чугуна, перепельного чугуна; в электрометаллургии ферросплавов (ферросилиция, ферросиликохрома и др.), цветных металлов; для производства SiC с целью последующей переработки в огнеупорные и химостойкие материалы, а также для использования в качестве наполнителя в огнеупорных массах; в желобных и ленточных массах в качестве упрочняющей добавки вместо металлургического кокса.

Цель данной работы – определить степень пригодности шунгита Зажогинского месторождения для использования в металлургии. Методами электронной микроскопии, микрозондового, рентгенофазового и элементного анализов были проведены исследования по изучению распределения по поверхности шунгита химических элементов, определены наиболее характерные площадки распределения кристаллографических фаз по поверхности образцов и их соотношение.

При проведении исследований использовали дифрактометр ДРОН-3 (Cu-K α -излучение), рентгенофлюоресцентный микроанализатор Inca Energy 350 (Oxford Instruments, Англия) и сканирующий электронный микроскоп Vega II LMV (Tescan, Чехия).

На рис. 1 показана карта распределения химических элементов по поверхности шунгита. Полученные данные позволили выделить наиболее характерные площадки с различным содержанием химических элементов. Нумерация площадок определялась ростом суммарного содержания (модулем) C-Si-O. Данные, иллюстрирующие тенденцию изменения суммарного содержания C-Si-O для различных площадок, приведены в таблице.

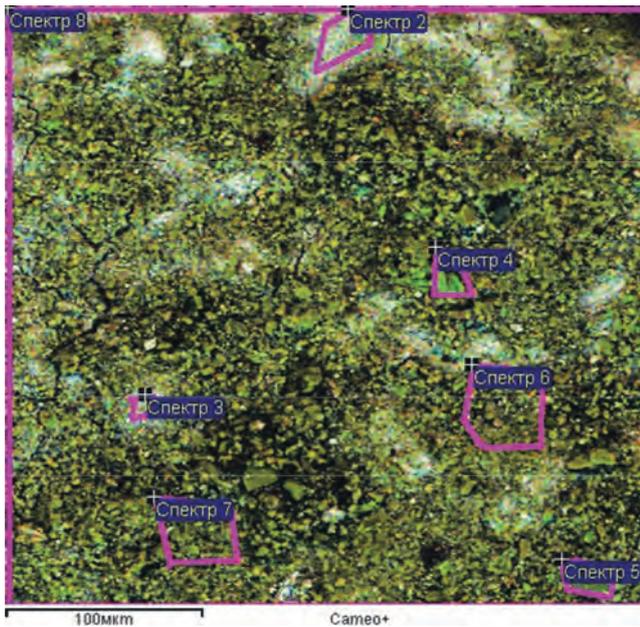


Рис. 1. Карта распределения химических элементов

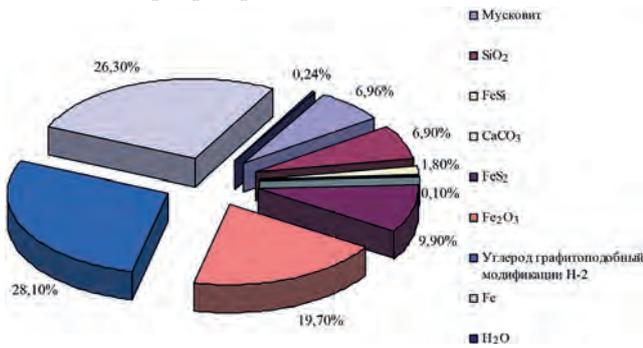


Рис. 3. Распределение фаз для площадки № 3

Изменение суммарного содержания C–Si–O

Номер площадки	Суммарное содержание C–Si–O
2	54,87
3	58,52
4	70,44
5	73,02
6	79,74
7	80,54
8	81,87

Исходя из данных исследований, в качестве элементов, которые вносят основной вклад в формирование кристаллографических фаз, были приняты калий, кальций, железо, кремний, углерод, кислород, сера и алюминий.

В ходе исследований были определены следующие фазы: мусковит $K(Al_{1,91}Fe_{0,09})(Si_3Al)O_{10}(OH)_2$; оксид кремния SiO_2 ; ферросилиций $FeSi$; карбонат кальция $CaCO_3$; пирит FeS_2 ; железа оксид Fe_2O_3 ; углерод графитоподобный; железо Fe ; вода H_2O .

На следующем этапе работы было рассчитано процентное соотношение обнаруженных фаз для площадок, выделенных на рис. 1.

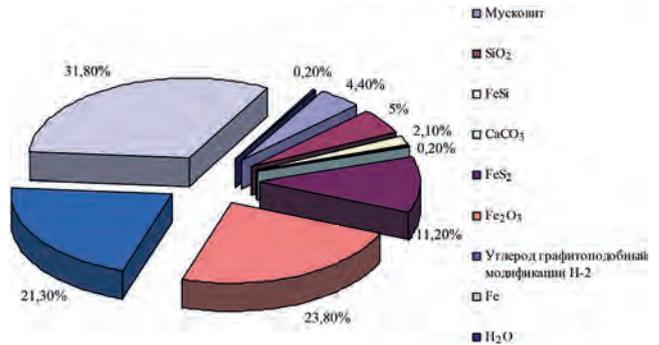


Рис. 2. Распределение фаз для площадки № 2

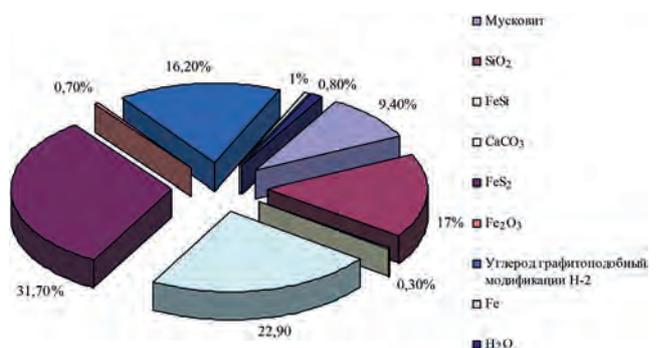


Рис. 4. Распределение фаз для площадки № 4

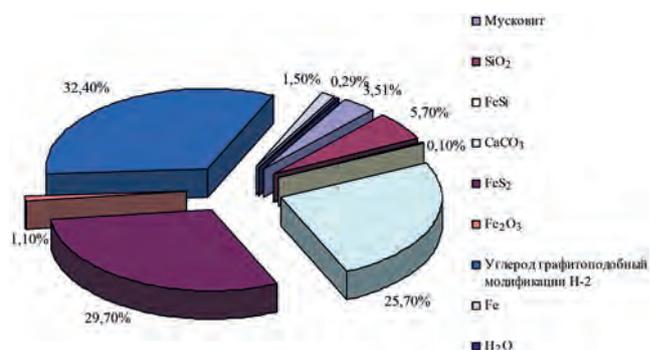


Рис. 5. Распределение фаз для площадки № 5

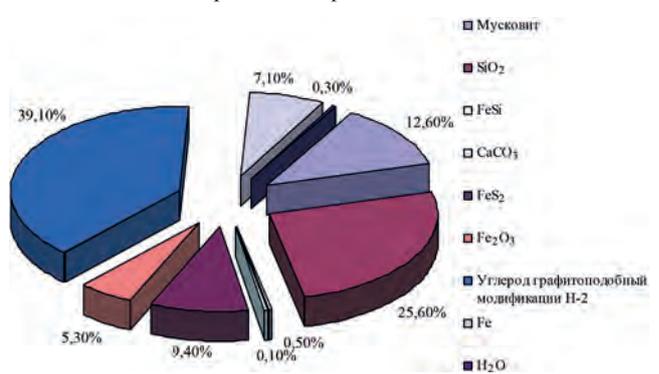


Рис. 6. Распределение фаз для площадки № 6

Полученные данные представлены на рис. 2–8.

Было показано, что выявленные фазы распределены по поверхности неравномерно и их содержание для исследованных площадок может находиться в следующих пределах: мусковит – 3,5–14,7%; оксид кремния SiO_2 – 5,0–29,0; ферросилиций $FeSi$ – 0,1–2,1; карбонат кальция $CaCO_3$ – 0,1–25,7; пирит FeS_2 – 8,8–31,7; железа оксид Fe_2O_3 –

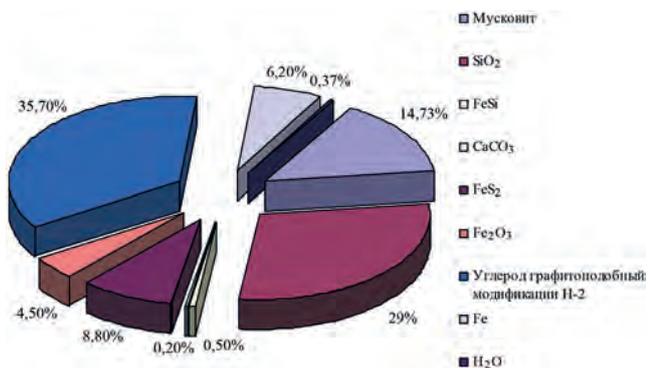


Рис. 7. Распределение фаз для площадки № 7

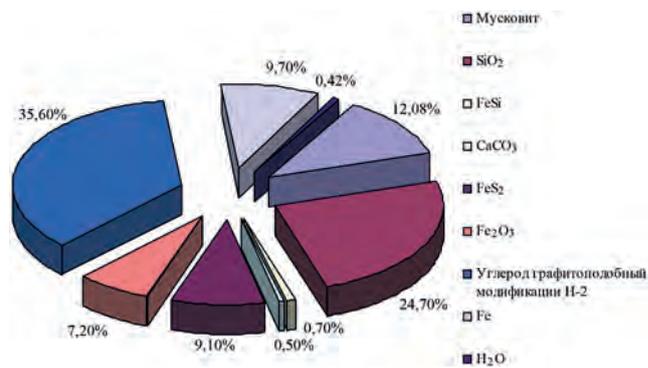


Рис. 8. Распределение фаз для площадки № 8

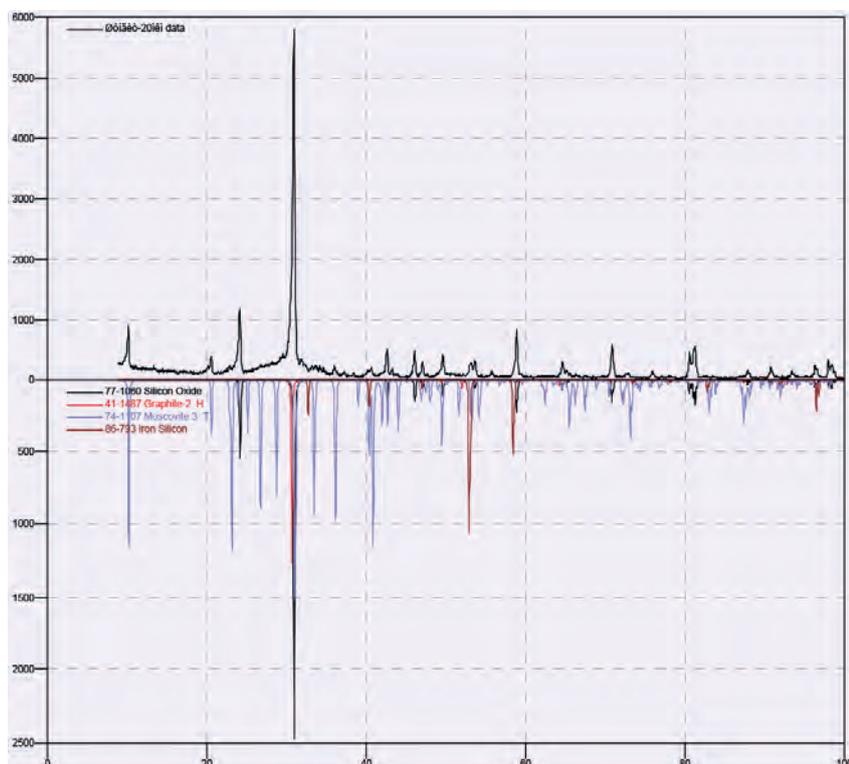


Рис. 9. Результаты рентгенофазового анализа

0,7–21,3; углерод графитоподобный – 16,2–39,1; железо Fe – 0,8–31,8; H₂O – 0,2–1,0%.

В большинстве работ, посвященных исследованию шунгитовых пород, углерод декларируется как «шунгитовый углерод» и описывается как материал аморфной структуры. В представленных для изучения образцах углерод содержится в виде хорошо окристаллизованной кристаллографической фазы.

Данная фаза характеризуется как графитоподобная модификации Н-2 (учетный номер по базе ASTM 41-1487), совпадение с учетом расположения характеристических линий и их интенсивностей составляет, несмотря на то что исследовался природный минерал, 98,5% (рис. 9), содержание аморфного углерода при количественном анализе определено не более 4,7–5,2 мас.% от общей массы фазы.

На рис. 10 показаны усредненные показатели по выделенным площадкам с учетом среднеквадратического отклонения соотношения кристаллографических фаз.

Таким образом, установлено, что, хотя шунгит имеет не стабильное распределение фаз по поверхности, но усредненные значения дают основания полагать, что исследованный материал может быть использован не только как источник углерода при производстве железоуглеродистых сплавов, но и как источник кремния в виде добавок оксида кремния и ферросилиция.

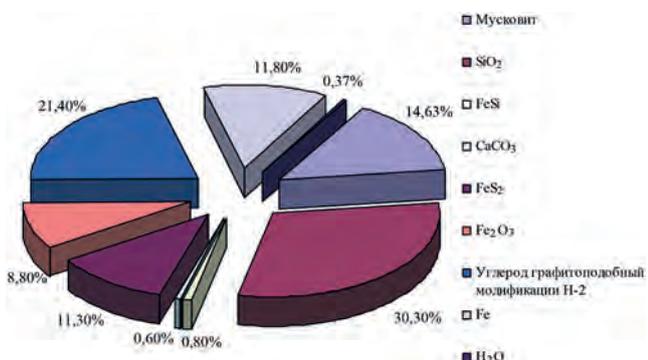


Рис. 10. Среднее распределение фаз по поверхности

Литература

1. Калинин Ю. К., Калинин А. И., Скоробогатов Г. А. Шунгиты Карелии – для новых стройматериалов, в химическом синтезе, газоочистке, водоподготовке и медицине. Санкт-Петербург, 2008.