

3. Кенжин, Е. А. Исследования радиационного разогрева материалов,
4. используемых в реакторостроении // Вестник НЯЦ РК.- 2009.- N 2.- С. 158-163.
5. Комплекс исследовательского реактора ИГР. Технологический регламент. АК.65000.02.104 Д (2014 г.).
6. Реактор ИГР. Газовая система. Руководство по эксплуатации АК.65000.01.710 РЭ (2011 г.).

Научный руководитель: М.К. Жамбаева, магистр технических наук, преподаватель кафедры «Техническая физика и теплоэнергетика», Государственный университет имени Шакарима города Семей, Казахстан.

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ И МИКРОТВЕРДОСТИ ПОЛУЧЕННЫХ ОБРАЗЦОВ СИЛИЦИРОВАННОГО ГРАФИТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТАВА

Г.Е. Торехан

Государственный университет имени Шакарима города Семей

В настоящее время при производстве, разработке и внедрении прогрессивных технологий и новой техники важным аспектом научно-технического прогресса является поиск новых способов получения материалов и изделий с заданными или принципиально новыми свойствами. Одним из широко применяемых и востребованных керамических материалов в мире и в нашей стране является силицированный графит.

Силицированный графит – это высокотвёрдый, эрозионно- и коррозионностойкий материал, состоящий из карбида кремния, углерода и кремния [1,4]. Силицированный графит широко используется в металлургической, химической, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслях промышленности Казахстана. Также он находит свое применение в качестве узлов трения (уплотнительные кольца, подпятники, подшипники скольжения) в насосах, реакторах, сепараторах и другом оборудовании [5]. Однако главным направлением применения подобных материалов является ядерная энергетика [4]. Поэтому исследование различных свойств этого материала является весьма актуальной задачей. Целью настоящей работы является исследование изготовленных образцов силицированного графита, полученных методом порошковой металлургии с использованием компонентов на основе отходов промышленного производства.

В качестве исходных материалов для получения силицированного графита были использованы технический углерод (сажа) ГОСТ 7885-86 и кварцевый песок ГОСТ 22551-77. Предложенная технология получения силицированного графита включает в себя следующие основные стадии: подготовку сырьевых материалов (измельчение, смешение компонентов), прессование и спекание. Данные операции выполняются с использованием следующего оборудования: вибрационный стол FRITTSCH, на который последовательно устанавливается

шаровая мельница из корунда и набор сит для автоматического просеивания частиц, лабораторный гидравлический пресс 300-800-4Э. Спекание проводится в графитовом тигле на универсальном высокотемпературном стенде индукционного нагрева ВЧГ-135. Морфологию микроструктуры поверхности изучали на оптическом микроскопе «OLYMPUS-BX41M». Измерения микротвердости (Н_μ) образцов проводили по методу Виккерса на микротвердомере ПМТ-3М при нагрузках на индентор - 100 г в соответствии с ГОСТ 9450-76.

Для материаловедческих исследований были отобраны образцы А, В и С, которые представлены на рисунке 1. Из каждого образца были подготовлены металлографические шлифы.



а) образец А

в) образец В

с) образец С

Рис. 1. Исследуемые образцы

При анализе микроструктуры поверхностей образцов было обращено внимание на наличие на снимках трех структурных составляющих, отличающихся, по крайней мере, по цвету. Эти составляющие были условно обозначены как серая, белая и черная фазы которые указаны стрелками (рисунок 2а). Детальное исследование микроструктуры в различных участках поверхностей показало, что в любом участке сечения фиксируется наличие трех фаз, различающихся как по цвету, так и по контрасту это проиллюстрировано на рисунке 2б. Было установлено также, что в целом форма и средние размеры частиц каждой из фаз, как и характер взаиморасположения соседствующих частиц различных фаз сохраняются одинаковыми по всему сечению образца. Микротвердость серой фазы составляет от 20300 МПа до 23400 МПа.

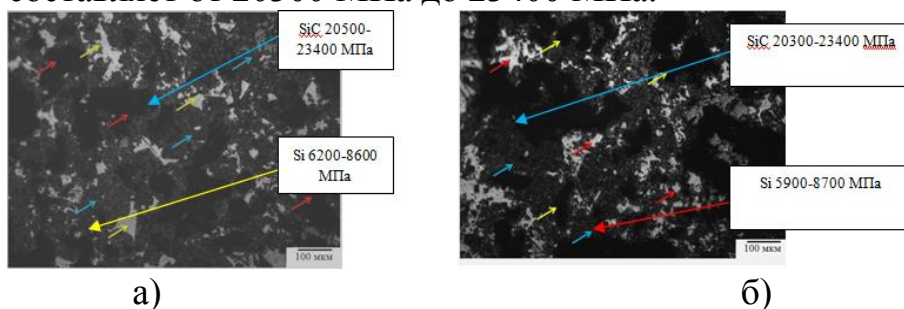


Рис. 2. Микроструктура поверхности образцов прототипа силицированного графита

Микроструктура образца А (при 1550 °С; состав шихты: 70 % SiO₂, 30 % сажа,) представляет собой двухфазную структуру, предположительно из карбида кремния с микротвердостью от 15100 МПа до 15900 МПа и Si(O₂) с микротвердостью от 5900 МПа до 8700 МПа. Плотность данного образца составила 2,14 г/см³. Как видно на рисунке 3 в процессе формирования материала образовались поры, средний размер которых составляет около 20-25 мкм.

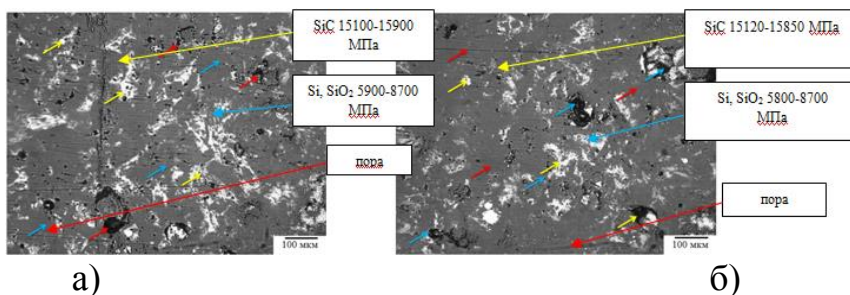


Рис. 3. Микроструктура поверхности образца А

Микроструктура образца В (при 1550 °С; состав шихты: 60 % SiO₂, 40 % сажа,) представляет собой двухфазную структуру, предположительно из карбида кремния с микротвердостью от 12570 МПа до 12980 МПа и Si(O₂) с микротвердостью от 5715 МПа до 8720 МПа. В структуре материала присутствуют включения, которые, скорее всего, представляют остатки фрагментов исходной шихты. Плотность данного образца составила 1,92 г/см³. Как видно на рисунке 4 образовались поры, средний размер которых составляет около 10-14 мкм.

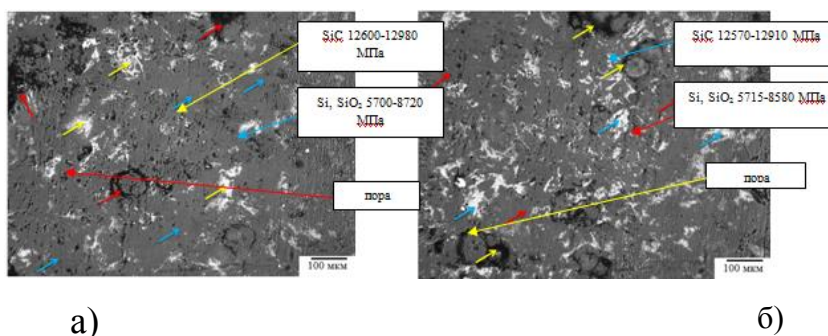


Рис. 4. Микроструктура поверхности образца В

Микроструктура образца С (при 1550 °С; состав шихты 40 % SiO₂, 60 % сажа) представляет собой двухфазную структуру, предположительно из карбида кремния с микротвердостью от 10300 МПа до 10700 МПа и Si(O₂) с микротвердостью от 5250 МПа до 8240 МПа. В структуре материала присутствуют включения, которые, скорее всего, представляют остатки фрагментов исходной шихты. Плотность данного образца составила 1,98 г/см³. В результате исследования структуры установлено, что внутренняя сторона образцов покрыта неглубокими язвами, имеются мелкие поры размером около 21-25 мкм (рисунок 5).

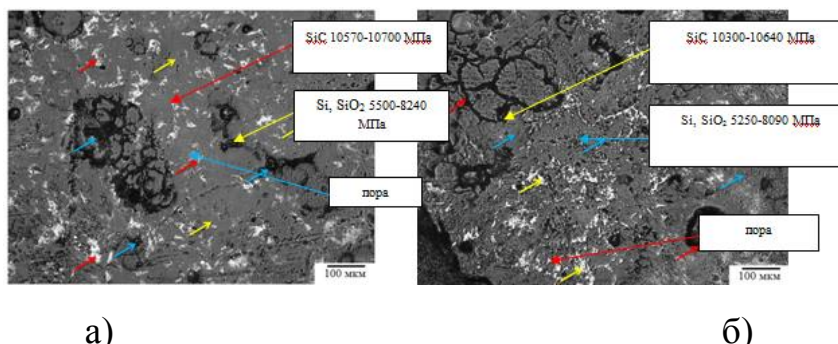


Рис. 5. Микроструктура поверхности образца С, полученного методом высокочастотного индукционного нагрева на стенде ВЧГ-135

При малых размерах пор, силицирование приводит к быстрому блокированию транспортных пор и полнота силицирования не достигается. При больших размерах пор, расплав кремния протекает через заготовку с высокой скоростью, что не благоприятствует образованию карбида кремния, частично вытекает из нее.

Проведя анализ экспериментальных данных по получению опытного образца силицированного графита можно сделать следующие выводы:

- отработаны технологические режимы спекания, оптимальная температура (1550 °С) и время процесса (50 мин с последующим охлаждением до комнатной в инертной среде рабочей камеры ВЧГ-135);
- выявлено, что структура полученного материала состоит из трех основных фаз, соответствующих силицированному графиту, это карбид кремния (SiC) с микротвердостью от 10840 МПа до 15900 МПа, свободный углерод (C) и кремний (Si) с микротвердостью от 5250 МПа до 8720 МПа.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Тарабанов А.С., Костиков В.И. Силицированный графит. - М.: Металлургия, 1977.- 208 с.
2. Гнесин Г.Г. Карбидокремниевые материалы. - М.: Металлургия, 1977.- 215 с.
3. Люлько В.Г. «Физико-химические основы и технология получения композиционных порошков термосинтезом в вибрирующем слое». - М.: Москва, 2004.- 517 с.
4. Гузман И.Я. Химическая технология керамики. - М.: ООО РИФ «Стройматериалы». 2003.- 406 с.
5. Брантов С.К., Кузнецов Н.Н. Электрофизические свойства композиционного материала на основе силицированной углеграфитовой ткани. - М.: Материаловедение, 2002.- 25-27 с.

Научный руководитель: М.К. Жамбаева, магистр технических наук, преподаватель кафедры Техническая физика и теплоэнергетика, Государственный университет имени Шакарима города Семей, Казахстан.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОПРАВочНОГО КОЭФФИЦИЕНТА САМОПОГЛОЩЕНИЯ В ТВЭЛАХ ВОТК-НОУ

Р.Р. Сабитова

Государственный университет имени Шакарима города Семей

Измеряемой величиной в гамма-спектрометрии обычно является число импульсов в пиках полного поглощения (ППП) энергии гамма-квантов, характерных для измеряемого радионуклида. Гамма-кванты, прежде чем попасть в детектор, проходят слой материала источника и могут поглотиться или поте-