

## АГРЕГАЦИЯ МЕХАНОАКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

**Морозов А.В., Чупров И.В., Лыткина С.И., Галютин С.С., Мельников Д.А.**  
**Научный руководитель - д-р. техн. наук, профессор Мамина Л.И.,**  
**к.т.н., ст. преподаватель Безруких А.И., к.т.н., доцент Баранов В.Н.**

*Сибирский федеральный университет*

Для производства литейных форм и изделий (плавильные тигли, противопопригарные покрытия и т.д.) используют большое количество природных материалов. Применение исходных материалов, прошедших определенный ряд подготовительных операций на обогатительных фабриках, не обеспечивают требуемый уровень качества, производимых из них, изделий для производства конкурентоспособной продукции [1].

Возможность получения наноструктурированного материала путем его механоактивации максимальна при условии их обработки на оптимальных режимах в мельницах-активаторах, исключающих агрегирование частиц этих тел [2].

В проведенной научно-исследовательской работе определяли оптимальный режим обработки графита ГЛС-2 и композиций на его основе в планетарно-центробежной мельнице АГО-2 с целью получения наноструктурированных углеродсодержащих материалов для литейного производства.

Были поставлены и решены следующие задачи:

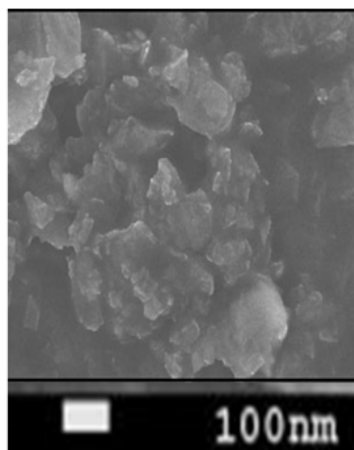
- исследовать процессы агрегации частиц исследуемого материала при его обработке в АГО-2;
- определить оптимальное время его обработки.

Основным исследуемым материалом, в связи с перспективой освоения графитов Красноярского края и выпуска изделий на их основе, был выбран скрытокристаллический графит Курейского месторождения ГЛС-2.

О наличии нанодисперсии в углеродсодержащем материале судили по результатам микроскопического анализа на растровом электронном микроскопе «JEOL JSM7001F». Для этого варьировали время механоактивации исследуемого материала в планетарной мельнице АГО-2, при соотношении массы мелющих тел к массе обрабатываемого материала (3:1), и подбирали так, чтобы добиться максимального количества нанодисперсии в массе обрабатываемых материалов. Результаты микроскопического исследования показали, что активированный графит ГЛС-2А, обработанный в мельнице-активаторе АГО-2 при различных режимах, содержит в своей структуре как микронные от 0,5 до 5 мкм так и наноразмерные от 10-100нм (рис.1) частицы, причем доля нанодисперсии в массе материалов колеблется от 10% до 20%. Однако, микроскопический анализ не позволяет, более точно, определить оптимальное время обработки материалов в АГО-2 с целью получения их максимальной дисперсности.

Для оценки агрегированности частиц исследуемого материала были приготовлены суспензии, которые готовили в следующем порядке. В сосуд емкостью 200 мл с предварительно засыпанным наполнителем, массой 50 г, порционно вводили соответствующее по массе количество жидкости, после каждого добавления смесь перемешивалась в краскомешалке до получения однородной суспензии. Время

перемешивания составляло 1-3 мин. Соотношение твердого и жидкого компонентов суспензии определялись как 2:3. Жидкими компонентами служили – глицерин, масло, вода.



1) 2) 3)  
Рисунок 1 – Фрагмент микроскопической фотографии скрытокристаллического графита ГЛС-2А

О наличии агрегированных частиц в наполнителе суспензий судили:

- по изменению величины седиментационной (кинетической) устойчивости этих суспензий через 3 и 24 часа;
- по изменению величины коэффициента трения, обеспечиваемого суспензиями в контакте трения;
- по изменению значений адгезии между частицами исследуемых материалов и соответствующих им жидким средам.

Кинетическую устойчивость суспензий определяли методом седиментационного анализа, который основан на зависимости скорости осаждения однородных частиц в жидкой среде.

Значения коэффициентов трения суспензий определяли на четырёхшариковой машине трения *МАСТ-1*.

Методом лежащей капли жидкости на подложке из соответствующего ей твёрдого материала определяли величину адгезии. Суть метода состоит в определении угла, образованного касательными плоскостями к межфазным поверхностям, ограничивающими смачивающую жидкость, вершина угла лежит на линии раздела трёх фаз. На рисунке 2 представлена схема разработанной установки для определения краевого угла смачивания.

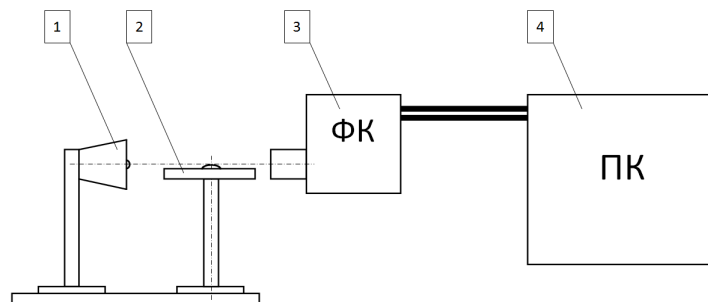


Рисунок 2 – Схема установки для определения краевого угла смачивания методом «лежащей капли»

Установка включает в себя источник света 1, испытываемую поверхность (образец) 2, фотокамеру 3 и персональный компьютер 4.

Образцы приготавливали путем запрессовки исследуемых материалов в матрицу диаметром 30 мм и высотой 5 мм в жёстком кольце. Каплю фотографировали, получившийся снимок переводили на ПК, где с помощью специальной программы производили расчет величины работы адгезии через зависимость между контуром капли и межфазным взаимодействием жидкой среды и твердой подложки.

Проведенные исследования позволили сделать вывод о том, что с увеличением времени активации ГЛС-2А до 20 мин значение коэффициента трения уменьшается с 0,3 ед. до 0,2 ед., что вероятно связано с увеличением дисперсности графитового материала в результате его механоподготовки, а увеличение краевого угла смачивания с  $95^{\circ}$  до  $120^{\circ}$  объясняется уменьшением величины адгезии на межфазной границе графит-глицерин, что можно связать с уменьшением площади контакта между этими фазами за счет увеличения дисперсности частиц графита. Анализ экспериментальных данных показал, что при механоактивации графита марки ГЛС-2 процессы укрупнения частиц (за счет их слипания друг с другом) не выявлены, что согласуется с известными литературными данными[3].

Список литературы:

1. Жуковский С.С. Технология литейного производства: формовочные и стержневые смеси. – Брянск: БГТУ, 2002. – 470 с.
2. Л.И. Мамина, И.А. Дибров «Опыт и перспективы освоения нанотехнологий в литейном производстве»//Литейщик России. – 2009. – №7. – С.37-41.
3. Ходаков Г.С. Физика измельчения. М.: Наука, 1972. – 307 с.