

МЕТОДИКА ВЫДЕЛЕНИЯ И ИЗУЧЕНИЯ СОСТАВА И СТРОЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ

Соколов В.Н., Чернов М.С., Крупская В.В.

Исследования в области наук о нанотехнологиях и наноматериалах показали, что когда средний размер частиц материала, слагающих твердые тела, становится менее 100 нм, может происходить существенное изменение свойств таких материалов [1]. Выделяют следующие типы наноматериалов: 1 – нанокристаллы и нанокластеры; 2 – наночастицы; 3 – нанотрубки и нановолокна; 4 – нанодисперсии (коллоиды); 5 – наноструктурированные поверхности и пленки; 6 – нанопористые структуры.

Нанокристаллы и нанокластеры представляют собой частицы упорядоченного строения размером от 1 до 5 нм. Собственно наночастицы имеют диаметр от 5 до 100 нм. Нитевидные и пластинчатые наночастицы могут иметь один или даже два линейных размера, превышающих пороговое значение, но их свойства остаются характерными для вещества в нанокристаллическом состоянии [2].

Применительно к горным породам под термином наноструктура понимается пространственная организация вещества породы, сложенная наноструктурными элементами – нанокристаллами, наночастицами нанослоями и др.

Наноматериалы широко встречаются в природе. Глинистые породы, содержащие наночастицы глинистых и неглинистых минералов, оксидов железа, органического вещества с размерами меньше 100 нм, являются одним из типичных представителей природных наноматериалов со своими наноструктурами [3, 5].

Ранее проведенные исследования минеральных наночастиц и наноструктур в глинистых грунтах [4-6] показали, что в образцах глинистых грунтов слагающих верхнюю часть геологического разреза района г. Москвы, а также в образцах нелитифицированных современных гидротермальных глинистых грунтов (юг п-ва Камчатка) содержание наночастиц изменяется от первых процентов до 30-35%. В образцах гидротермальных глинистых грунтов содержание наночастиц изменяется от 5-10 % до 24-29 %, причем оно в большей степени зависит от степени гидротермальных преобразований, которая влияет на общую дисперсность грунтов, чем от содержания глинистых минералов в образце.

В основе методики деспиргации образцов глинистых грунтов для выделения из них ультрадисперсной фракции (<0,1 мкм) наночастиц лежит метод П.Ф.Мельникова – растирание образца глинистого грунта с 5 % водным раствором $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ [7].

Серия методических экспериментов позволила отработать методику диспергации для выделения наночастиц, при этом устранить «человеческий фактор» и

максимально сохранить природное состояние частиц. Диспергация образцов проводится в несколько этапов. 1) Замачивание образца в небольшом количестве дистиллированной воды, не менее 2 часов. 2) Добавление 10 мл 5 % водного раствора $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ на каждые 10-15 г грунта. 3) Размешивание образца в дистиллированной воде с помощью магнитной мешалки, 20 минут. 4) При необходимости диспергация суспензии в ультразвуковой ванне, не более 3 минут.

Минеральный состав, микро- и наностроение ультрадисперсной фракции минеральных наночастиц изучались с помощью комплекса современных прецизионных методов, включающих рентгеновскую дифрактометрию (дифрактометр Rigaku Ultima IV, Япония), инфракрасную спектроскопию, термический анализ, просвечивающую электронную микроскопию, растровую электронную микроскопию (РЭМ LEO 1450VP, Германия), микрозондовый анализ (ЭДС INCA ENERGY 300, Великобритания).

Работа выполнена с применением оборудования, приобретенного в рамках реализации Программы развития Московского университета.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 17-05-01045 А).

Список литературы

1. Гусев. А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.: Физматлит, 2005. 416 с.
2. Третьяков Ю.Д. Проблема развития нанотехнологий в России и за рубежом. // Вестник РАН. 2007. Т. 77. № 1. С.3-10.
3. Наноминералогия. Ультра- и микродисперсное состояние минерального вещества / Под ред. Н.П.Юшкина и А.М.Асхабова. СПб.: Наука. 2005. 581 с.
4. Рычагов С.Н., Соколов В.Н., Чернов М.С. Гидротермальные глины как высокодинамичная коллоидно-дисперсная минералого-геохимическая система. // ДАН. 2010. Т. 435. № 4. С. 806-809.
5. Соколов В.Н., Чернов М.С., Шлыков В.Г., Разгулина О.В., Юрковец Д.И., Крупская В.В. Минеральные наночастицы в дисперсных грунтах. // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. 2008. № 9. С. 88-92.
6. Соколов В. Н., Чернов М. С. Минеральные наноструктуры глинистых пород // Доклады Академии наук. 2013. Т. 449, № 2. С. 196-198.
7. Мельников П.Ф. Исследования по разработке метода подготовки засоленных и карбонатных грунтов к гранулометрическому анализу // Ученые записки, выпуск 177. «Грунтоведение», книга 4. М: из-во Московского университета, 1956, с. 111-138.