

СИНТЕЗ НОВЫХ НАНОКОМПОЗИТНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ВОЛОКОН С ОСАЖДЕННЫМ СЛОЕМ ДИОКСИДА МАРГАНЦА

Бондарь Ю.В., Бужук Л.А., Сливинский В.М., Богачева Д.О.

ГУ «Институт геохимии окружающей среды НАН Украины», г. Киев, Украина

Разработка и внедрение в практику новых функциональных материалов для извлечения тяжелых металлов и радионуклидов из загрязненных природных и технологических вод, изучение их физико-химических и сорбционных свойств представляет актуальную технологическую задачу.

Особый интерес представляет синтез современных материалов на основе диоксида марганца. В качестве сорбента для тяжелых металлов и радионуклидов, а также в процессах каталитического окисления как органических, так и неорганических загрязнителей хорошо зарекомендовал себя диоксид марганца со структурой бирнессита (birnessite) – $\delta\text{-MnO}_2$. Бирнессит имеет слоистую структуру с типичным межслоевым расстоянием $\sim 7 \text{ \AA}$, где каждый слой представляет собой сетку соединенных вершинами октаэдров $[\text{MnO}_6]$. Марганец в бирнессите находится в степенях окисления +4 и +3 (возможно, и +2). Присутствие Mn в низких степенях окисления приводит к появлению отрицательного заряда на металлоксидных слоях, который компенсируется за счет вхождения различных катионов (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} и др.) и молекул воды в межслоевое пространство, что придает бирнесситу ярко выраженные катионообменные и каталитические свойства.

Синтетический диоксид марганца со структурой бирнессита получают в виде тонкодисперсного порошка, что ограничивает его использование в технологических процессах. Последние достижения нанотехнологии позволяют решить эту проблему путем синтеза композитных материалов, в которых тонкодисперсная неорганическая фаза тем или иным образом закреплена на твердой подложке (матрице).

Волокнистые полимеры с ионообменными функциональными группами являются перспективной твердой подложкой для синтеза композитных материалов. Ионообменными группы, закрепленные на поверхности волокна, служат центрами формирования неорганической фазы. Подбирая природу функциональных групп, плотность распределения, можно создавать условия для формирования неорганических наночастиц, а также контролировать их размер, морфологию, особенности роста на поверхности. Ультрадисперсные неорганические частицы химически закреплены на поверхности волокна (через функциональные группы) и не подвержены агломерации в условиях эксплуатации сорбента. Синтезированные композитные волокна, таким образом, объединяют уникальные свойства неорганической фазы (селективность, высокая скорость химических реакций) и технологические свойства волокнистой матрицы (высокая удельная поверхность, низкое сопротивление фильтрующего слоя).

В работе представлены результаты синтеза композитных волокон путем *in situ* формирования слоя MnO_2 на поверхности модифицированных полиакрилонитрильных волокон. Формирование слоя MnO_2 подтверждено результатами электронно-микроскопического, инфракрасного и рентгенофазового исследований. Показано, что диоксид марганца на поверхности волокон формируется в виде равномерного слоя, состоящего из плотно прилегающих друг к другу наноагрегатов (30—40 нм). Рентгенофазовый анализ позволил диагностировать диоксид марганца как $\delta\text{-MnO}_2$ (диоксид марганца со структурой бирнессита). Апробирование композитных волокон в процессе каталитического окисления двухвалентного железа в растворе продемонстрировало их высокую эффективность. Окисленное железо осаждается на поверхность волокон в виде мелкодисперсного осадка, и композитные волокна, таким образом, выполняют не только функцию окисления Fe(II) до Fe(III), но и функцию фильтрующего слоя.