

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ХИМИЧЕСКИЙ
Кафедра физической химии

ТИМОНЕНКОВА Алина Сергеевна

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ КОМПОЗИТОВ
МАГНИТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С МЕТАЛЛОРГАНИЧЕСКИМИ
ПОЛИМЕРАМИ**

Магистерская диссертация
специальность 1-31 80 06 «Химия»

Научный руководитель
Паньков Владимир Васильевич
Доктор химических наук, профессор

Допущена к защите
«___» _____ 2021 г.
Зав. кафедрой физической химии
_____ А. В. Блохин
Доктор химических наук, профессор

Минск, 2021

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация в объеме 60 страниц содержит 23 рисунка, 3 таблицы и 76 источников.

Ключевые слова: МАГНИТНЫЕ КОМПОЗИТЫ, МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИЕ КООРДИНАЦИОННЫЕ ПОЛИМЕРЫ, МЕТОД ПОСЛОЙНОЙ СБОРКИ.

Объектом исследования являются композиционные материалы на основе металлорганических каркасных структур и магнитных наночастиц.

Предмет исследования – методы получения композитных материалов на основе МОКП и их физико-химические характеристики.

Методы исследования: рентгенофазовый анализ, сканирующая электронная микроскопия, динамическое лазерное светорассеяние, ИК-спектроскопия.

Цель исследования – разработка методов получения новых композиционных материалов, состоящих из металлорганического каркасного соединения (МОКП) и магнитных наночастиц и исследование их структуры, магнитных и сорбционных свойств физико-химическими методами.

В ходе выполнения работы разработана лабораторная методика синтеза однофазного фумарата алюминия с кристаллической структурой, соответствующей литературным данным. Разработана методика стабилизации магнетита цитрат-ионами, позволяющая получить монодисперсный образец с размером частиц около 30 нм. Предложены пути оптимизации методики формирования оболочки (полиэлектролит/магнетит)₆ на фумарате алюминия, позволяющие сократить время получения композита. На примере полистиролсульфоната показано, что адсорбция полиэлектролитов на МОКП не связана с их проникновением в микропоры, а происходит на поверхности частиц; для перезарядки частиц МОКП в суспензиях требуется не более 2,5 % масс. полиэлектролита. На основе фумарата алюминия получены композиты: МОКП с оболочкой из 6 бислоев полиэлектролит/магнетит и композит, в котором частицы магнетита включены в объем микрочастиц МОКП. Установлено содержание магнетита в композитах, охарактеризована кристаллическая структура композитов, сорбция воды. Результаты исследования магнитных свойств свидетельствуют, что частицы магнетита в составе композита сохраняют свою первоначальную дисперсность и проявляют суперпарамагнитные свойства.

Полученные композиты могут найти применение в области катализа, доставки лекарств, в пищевой промышленности, разделении смесей.

РЭФЕРАТ

Магістарская дысертацыя ў аб'ёме 60 старонак змяшчае 23 малюнкi, 3 табліцы і 76 крыніц.

Ключавыя словы: МАГНІТНЫЯ КАМПАЗІТЫ, МЕТАЛАРГАНІЧНЫЯ КААРДЫНАЦЫЙНЫЯ ПАЛІМЕРЫ, НАНАЧАСЦІЦЫ, МЕТАД ПАСЛОЙНАЙ ЗБОРКІ.

Аб'ектам даследавання з'яўляюцца кампазіцыйныя матэрыялы на аснове металарганічных каркасных структур і магнітных наначасціц.

Прадмет даследавання - метады атрымання кампазіцыйных матэрыялаў на аснове МАКП і іх фізіка-хімічныя характарыстыкі.

Метады даследавання: рэнтгенафазавы аналіз, сканавальная электронная мікраскапія, дынамічнае лазернае святлорассейванне, ІЧ-спектраскапія.

Мэта даследавання - распрацоўка метадаў атрымання новых кампазіцыйных матэрыялаў, якія складаюцца з металарганічнага каркаснага злучэння (МАКП) і магнітных наначасціц і даследаванне іх структуры, магнітных і сарбцыйных уласцівасцей фізіка-хімічнымі метадамі.

У ходзе выканання работы распрацавана лабараторная метадыка сінтэзу аднафазнага фумарату алюмінію з крышталічнай структурай, якая адпавядае літаратурным дадзеным. Распрацавана метадыка стабілізацыі магнетыту цытрат-іонамі, якая дазваляе атрымаць монадысперсную пробу з памерам часціц каля 30 нм. Прапанаваны шлях аптымізацыі метадыкі фарміравання абалонкі (поліэлектраліт/магнетыт)₆ на фумараце алюмінію, які дазваляе скараціць час атрымання кампазіту. На прыкладзе полістыролсульфанату паказана, што адсорбцыя поліэлектралітаў на МАКП не звязаная з іх пранікненнем у мікрапоры, а адбываецца на паверхні часціц; для перазарадкі часціц МАКП ў завісі патрабуецца не больш 2,5% мас. поліэлектраліту. На аснове фумарата алюмінія атрыманы кампазіты: МАКП з абалонкай з 6 біслоя ў поліэлектраліт/магнетыт і кампазіт, у якім часціцы магнетыту ўключаны ў аб'ём мікрасасціц МАКП. Выяўлена масавая доля магнетыту ў кампазітах, ахарактарызаваная крышталічная структура кампазітаў, сорбцыя вады. Вынікі даследавання магнітных уласцівасцей сведчаць, што часціцы магнетыту ў складзе кампазіту захоўваюць сваю першапачатковую дысперснасць і праяўляюць суперпарамагнітныя ўласцівасці.

Атрыманыя кампазіты маюць патэнцыял для прымянення ў вобласці каталізу, дастаўкі лекаў, у харчовай прамысловасці, падзеле сумесяў.

ABSTRACT

Master's thesis consists of 60 pages and contains 23 figures, 3 tables and 76 sources.

Key words: MAGNETIC COMPOSITES, METAL-ORGANIC FRAMEWORK, NANOPARTICLES, LAYER-BY-LAYER ASSEMBLY METHOD.

The object of research is composite materials based on metal-organic frameworks and magnetic nanoparticles.

The subject of the research is methods of obtaining composite materials based on MOFs and their physical and chemical characteristics.

Research methods: X-ray phase analysis, scanning electron microscopy, dynamic laser light scattering, IR spectroscopy.

The purpose of the study is to develop methods for obtaining new composite materials consisting of an metal-organic frameworks (MOFs) and magnetic nanoparticles and to study their structure, magnetic and sorption properties by physico-chemical methods.

In the course of the work, a laboratory technique for the synthesis of single-phase aluminum fumarate with a crystal structure corresponding to the literature data was developed. A method for the stabilization of magnetite by citrate ions has been developed, which makes it possible to obtain a monodisperse sample with a particle size of about 30 nm. Ways to optimize the method of shell formation (polyelectrolyte/magnetite)₆ on aluminum fumarate are proposed, allowing to reduce the time of composite production. Using the example of polystyrene sulfonate, it is shown that the adsorption of polyelectrolytes on the MOF is not associated with their penetration into micropores, but occurs on the surface of the particles; no more than 2.5% of the mass of the polyelectrolyte is required to recharge the MOF particles in suspensions. On the basis of aluminum fumarate, composites were obtained: MOF with a shell of 6 polyelectrolyte/magnetite bilayers and a composite in which magnetite particles are included in the volume of MOF microparticles. The content of magnetite in the composites was determined, the crystal structure of the composites, and the sorption of water were characterized. The results of the study of magnetic properties indicate that the magnetite particles in the composite retain their original dispersion and exhibit superparamagnetic properties.

The resulting composites can be used in the field of catalysis, drug delivery, in the food industry and in the separation of mixtures.