

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

ФАЛКО
Алина Олеговна

**СИНТЕЗ ГИДРОФОБНЫХ КОЛЛОИДНЫХ МАГНИТНЫХ
НАНОЧАСТИЦ И ИХ СОЛЮБИЛИЗАЦИЯ ПОСРЕДСТВОМ
НИКАПСУЛЯЦИИ АМФИФИЛЬНЫМ ПОЛИМЕРОМ**

Дипломная работа

Допущена к защите

«___» _____ 2019 г.

Зав. кафедрой неорганической
химии

кандидат химических наук,

доцент

_____ Василевская Е. И.

Руководитель

д. х. н., зав. лаб. нанохимии

_____ Артемьев М. В.

Рецензент

к. х. н.

_____ Ващенко С. В.

Дипломник

_____ Фалко А. О.

Минск, 2019

РЕФЕРАТ

Объем дипломной работы составляет 57 страниц, включая 14 рисунков и 1 таблицу. При написании работы было использовано 65 литературных источника. Ключевые слова: **коллоидные магнитные наночастицы, гибридные ансамбли магнитных и люминесцентных наночастиц, лиганды, агрегативная устойчивость, конъюгация.**

Объект исследования: гидрофобные и гидрофильные анизотропные магнитные наночастицы различной размерностей и гибридные ансамбли магнитных и люминесцентных наночастиц.

Цель исследования: получение анизотропных коллоидных гидрофобных магнитных наночастиц магнетита (смешанного оксида железа (II, III)) контролируемой формы и размера методами высокотемпературного синтеза, их солубилизация посредством инкапсуляции амфифильным полимером и исследование физико-химических характеристик коллоидных растворов магнитных наночастиц, а также их комплексов с люминесцентными квантовыми точками.

Задачи исследования: разработка методов синтеза гидрофобных магнитных наночастиц магнетита контролируемого размера и формы в неводной среде; разработка методики солубилизации гидрофобных магнитных наночастиц различного типа в воде методом инкапсуляции амфифильным полимером ПМАТ; разработка методик формирования гибридных ансамблей коллоидных магнитных и люминесцентных наночастиц в водной среде.

В результате выполнения работы разработаны методики коллоидно-химического синтеза наночастиц магнетита в неводной среде, методики солубилизации наночастиц магнетита в воде методом инкапсуляции амфифильным полимером на основе полималеинового ангидрида и формирования гибридных ансамблей магнитных и люминесцентных наночастиц (квантовых точек) CdSe. Исследованы морфология и магнитная восприимчивость наночастиц магнетита в зависимости от методики синтеза

и природы поверхностных лигандов. Распределение наночастиц магнетита по размерам исследовано при помощи просвечивающей электронной микроскопии. Средний гидродинамический размер солюбилизованных наночастиц установлен с помощью метода ДРС. Экспериментально установлено влияние типа гидрофобной лигандной оболочки на поверхности наночастиц на их способность к солюбилизации в водных растворах посредством инкапсуляции амфифильным полимером. Исследована магнитная восприимчивость в зависимости от условий синтеза и метода солюбилизации в водных растворах. Разработана методика получения конъюгатов МНЧ и люминесцентных квантовых точек и показана возможность экстракции комплексов МНЧ с КТ во внешнем магнитном поле.

РЭФЕРАТ

Аб'ём дыпломнай працы складае 57 старонак, уключаючы 14 малюнкаў і 1 табліцу. Пры напісанні працы было выкарыстана 65 літаратурных крыніцы. Ключавыя словы: **калоідныя магнітныя наначасціцы, гібрыдныя ансамблі магнітных і люмінесцэнтных наначасціц, ліганды, агрэгациўная ўстойлівасць, кан'югацыя.**

Аб'ект даследавання: гідрафобныя і гідрафільныя анізатропныя магнітныя наначасціцы рознай памернасці і гібрыдныя ансамблі магнітных і люмінесцэнтных наначасціц.

Задачы даследавання: распрацоўка метадаў сінтэзу гідрафобных магнітных наначасціц магнетыту кантраляванага памеру і формы ў неводным асяроддзі; распрацоўка метадыкі салюбілізацыі гідрафобных магнітных наначасціц рознага тыпу ў вадзе метадам інкапсуляцыі амфіфільным палімерам ПМАТ; распрацоўка метадык фарміравання гібрыдных ансамбляў калоідных магнітных і люмінесцэнтных наначасціц ў водным асяроддзі.

У выніку выканання работы распрацаваны метадыкі калоідна-хімічнага сінтэзу наначасціц магнетыту ў неводным асяроддзі, метадыкі салюбілізацыі наначасціц магнетыту ў вадзе метадам інкапсуляцыі амфіфільным палімерам на аснове паліmaleінавага ангідрыду і фарміравання гібрыдных ансамбляў магнітных і люмінесцэнтных наначасціц (квантавых кропак) CdSe. Даследаваны марфалогія і магнітная ўспрымальнасць наначасціц магнетыта ў залежнасці ад метадыкі сінтэзу і прыроды павярхнёвых лігандаў.

Размеркаванне наначасціц магнетыту па памерах даследавана пры дапамозе прасвечваючай электроннай мікраскапіі. Сярэдні гідрадынамічны памер салюбілізаваных наначасціц усталяваны з дапамогай метаду ДРС. Эксперыментальна вызначаны ўплыў тыпу гідрафобнай лігандной абалонкі на паверхні наначасціц на іх здольнасць да салюбілізацыі ў водных растворах з дапамогай інкапсуляцыі амфіфільным палімерам.

Даследавана магнітная ўспрымальнасць у залежнасці ад умоў сінтэзу і метаду салюбілізацыі ў водных растворах. Распрацавана метадыка

атрымання кан'югатаў МНЧ і люмінесцэнтных квантавых кропак і паказана магчымасць экстракцыі комплексаў МНЧ з КТ ў знешнем магнітным полі.

SUMMARY

The volume of the thesis is 57 pages, including 14 figures and 1 table. When writing the work was used 65 literary sources. Keywords: **colloidal magnetic nanoparticles, hybrid ensembles of magnetic and luminescent nanoparticles, ligands, aggregative stability, conjugation.**

The object of study: hydrophobic and hydrophilic anisotropic magnetic nanoparticles of various dimensions and hybrid ensembles of magnetic and luminescent nanoparticles.

Objective: to obtain anisotropic colloidal hydrophobic magnetic magnetite nanoparticles (mixed iron oxide (II, III)) of controlled shape and size using high-temperature synthesis methods, solubilizing them by encapsulating with amphiphilic polymer and studying the physicochemical characteristics of colloidal solutions of magnetic nanoparticles and their complexes with luminescent quantum dots.

Research objectives: development of methods for the synthesis of hydrophobic magnetic magnetite nanoparticles of controlled size and shape in a non-aqueous medium; development of a technique for solubilizing hydrophobic magnetic nanoparticles of various types in water by encapsulating with amphiphilic polymer PMAT; development of methods for the formation of hybrid ensembles of colloidal magnetic and luminescent nanoparticles in an aqueous medium.

As a result of this work, methods for the colloid-chemical synthesis of magnetite nanoparticles in a non-aqueous medium, methods for solubilizing magnetite nanoparticles in water by the method of encapsulation by amphiphilic polymer based on polymaleic anhydride and the formation of hybrid ensembles of magnetic and luminescent nanoparticles (quantum dots) CdSe were developed. The morphology and magnetic susceptibility of magnetite nanoparticles are investigated depending on the synthesis method and the nature of the surface ligands.

The size distribution of magnetite nanoparticles was investigated using transmission electron microscopy. The average hydrodynamic size of the solubilized nanoparticles is established using the DLS method. The effect of the type of hydrophobic ligand shell on the surface of nanoparticles on their ability to solubilize in aqueous solutions by means of encapsulation with an amphiphilic polymer was established experimentally.

The magnetic susceptibility was investigated depending on the conditions of synthesis and the method of solubilization in aqueous solutions. A technique for the preparation of conjugates of MNPs and luminescent quantum dots has been developed, and the possibility of extracting complexes of MNPs with QDs in an external magnetic field has been shown.

