

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра общей химии и методики преподавания химии

ОСТАПОВИЧ
Наталья Викторовна

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОКОМПОЗИТНЫХ ЧАСТИЦ ЖЕЛЕЗА МЕТОДОМ
ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ И ИХ
ИССЛЕДОВАНИЕ

Дипломная работа

Научный руководитель:
старший преподаватель,
А.Н. Кудлаш

Допущена к защите

«___» _____ 2019 г.

Зав. кафедрой общей химии

и методики преподавания химии

кандидат химических наук, доцент В.Н. Хвалюк

Минск, 2019

РЕФЕРАТ

Дипломная работа 75 с., 58 рис., 6 табл., 45 источников

ЖЕЛЕЗО, НИКЕЛЬ, НАНОЧАСТИЦЫ, БИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ НАНОКОМПОЗИТЫ, МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА

Объект исследования – магнитные нанокompозитные частицы железа и биметаллического сплава Fe-Ni, синтезированные методом химического осаждения в водных растворах.

Цель исследования – разработка методик синтеза и подбор условий для получения магнитных нанокompозитных частиц Fe и сплава Fe-Ni, проведение физико-химического исследования продуктов синтеза.

Идея работы состоит в изучении возможности получения в водных растворах магнитных наночастиц Fe, биметаллического сплава Fe-Ni, а также в подборе наиболее благоприятных условий синтеза нанокompозитных порошков.

Результаты работы. Получены и исследованы магнитные нанокompозитные частицы Fe и FeNi методом химического восстановления солей Fe(II) и Ni(II) в растворах. В качестве восстановителя был использован щелочной раствор борогидрида натрия. Размер, морфология, состав и магнитные характеристики нанокompозитов были исследованы методами просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии (ПЭМ и СЭМ), рентгенофазового и флуоресцентного анализа (РФА, РФЛА) и магнитометрии.

Установлено, что синтезированные образцы состоят из агрегированных преимущественно сферических частиц, средний размер которых изменяется в интервале от 24 до 63 нм. Полученные порошки нанокompозитов имеют слабую степень закристаллизованности вследствие малых размеров частиц и проявляют ферромагнитное поведение. Показано, что прокаливание продуктов синтеза в инертной атмосфере позволяет зафиксировать на рентгенограммах кристаллические фазы, характерные для металлического Fe⁰ и сплава FeNi₃.

Исследование магнитных свойств полученных нанокompозитов показало, что они могут быть отнесены к магнитотвердым материалам. Установлено, что значение намагниченности насыщения для НЧ Fe составляет 30,3 эме/г, а кэрцитивная сила равна 480 Э, тогда как для биметаллического сплава FeNi₃ эти величины составляют 10,5 эме/г и 120 Э, соответственно.

Область применения.

Магнитные наночастицы перспективны для применения в таких областях, как хранение информации с высокой плотностью записи, в производстве магнитооптических дисков, в качестве катализаторов, сенсоров, в биомедицине.

РЭФЕРАТ

Дыпломная праца 75 с, 58 мал., 6 табл., 45 крыніц
ЖАЛЕЗА, НІКЕЛЬ, НАНАЧАСЦІЦЫ, БІМЕТАЛІЧНЫЯ
НАНАКАМПАЗІТЫ, МАГНІТНЫЯ УЛАСЦІВАСЦІ

Аб'ект даследавання – магнітныя нанакампазітныя часціцы жалеза і біметалічнага сплаву Fe-Ni, сінтэзаваныя метадам хімічнага асаджэння ў водных растворах.

Мэта даследавання – распрацоўка метадык сінтэзу і падбор умоў для атрымання магнітных нанакампазітных часціц Fe і сплаву Fe-Ni, правядзенне фізіка-хімічнага даследавання прадуктаў сінтэзу.

Ідэя працы складаецца ў вывучэнні магчымасцяў атрымання ў водных растворах магнітных наначасціц Fe, біметалічнага сплаву Fe-Ni, а таксама ў падборы найбольш спрыяльных умоў сінтэзу нанакампазітных парашкоў. Вынікі працы.

Атрыманы і даследаваны магнітныя нанакампазітныя часціцы Fe і FeNi метадам хімічнага аднаўлення салеяў Fe(II) і Ni(II) у растворах. У якасці аднаўляльніка быў выкарыстаны шчолачны раствор борагідрыду натрыю. Памер, марфалогія, склад і магнітныя характарыстыкі нанакампазітаў былі даследаваны метадамі электроннай мікраскапіі, якія прасвечваюць і скануюць рэчыва (ПЭМ і СЭМ), рэнтгенафазавага і рэнтгенафлуарэсцэнтнага аналізу (РФА, РФЛА) і магнітаметрыі.

Устаноўлена, што сінтэзаваныя ўзоры складаюцца з аграгаваных пераважна сферычных часціц, сярэдні памер якіх змяняецца ў інтэрвале ад 24 да 63 нм. Атрыманыя парашкі нанакампазітаў маюць слабую ступень закрышталізацыі з прычыны малых памераў часціц і праяўляюць ферамагнітныя ўласцівасці. Паказана, што праграванне прадуктаў сінтэзу ў інэртнай атмасферы дазваляе зафіксаваць на рэнтгенаграмах крышталічныя фазы, характэрныя для металічнага Fe⁰ і сплаву FeNi₃.

Даследаванне магнітных уласцівасцяў атрыманых нанакампазітаў паказала, што яны могуць быць аднесены да магнітацвёрдых матэрыялаў. Устаноўлена, што значэнне намагнічанасці насычэння для НЧ Fe складае 30,3 эма/г, а каэрцытыўная сіла – 480 Э, тады як для біметалічнага сплаву FeNi₃ гэтыя велічыні складаюць 10,5 эма/г і 120 Э, адпаведна.

Сфера выкарыстання.

Магнітныя наначасціцы перспектыўныя для выкарыстання ў такіх галінах, як захоўванне інфармацыі з высокай шчыльнасцю запісу, у якасці каталізатараў, сэнсараў, у біямедыцыне.

ABSTRACT

Graduate diploma work 75 p., 58 fig., 6 tables, 45 ref.

IRON, NICKEL, NANOPARTICLES, BIMETALLIC NANOCOMPOSITES, MAGNETIC PROPERTIES

The object of study is the magnetic nanocomposite of iron and bimetallic iron-nickel particles, prepared in aqueous solutions by chemical deposition.

The aim of the research is the development of synthesis methods and selection of conditions for obtaining the magnetic nanocomposite particles of Fe and Fe-Ni alloy, conducting a physicochemical study of synthesized products.

The idea of the work is to study the possibility of obtaining magnetic Fe nanoparticles and bimetallic Fe-Ni alloy in aqueous solutions, and also to select the most favorable conditions for the synthesis of nanocomposite powders.

Results of the work.

Bimetallic magnetic nanocomposite Fe and FeNi particles were obtained and investigated by chemical reduction of Fe(II) and Ni(II) salts in solutions. An alkaline solution of sodium borohydride was used as a reducing agent. The size, morphology, composition, and magnetic characteristics of nanocomposites were studied by the methods of transmission and scanning electron microscopy (TEM and SEM), X-ray diffraction analysis (XRD), X-ray fluorescence analysis (XRF), and magnetometry.

It was established that the synthesized samples consist of spherical aggregated particles, the size of particles varies in the range from 24 to 63 nm. The obtained nanocomposite powders have a weak degree of crystallization due to small particle sizes and exhibit a ferromagnetic behavior. It has been shown that calcination of the synthesized products in an inert atmosphere makes it possible to state on the X-ray diffraction the crystalline phases characteristic for metallic Fe and the FeNi₃ alloy.

The study of the magnetic properties of the obtained nanocomposites has shown that they can be attributed to hard magnetic materials. It is established that the value of the saturation magnetization for Fe nanoparticles is 30.3 emu/g, and the coercitivity is 480 Oe, whereas for the bimetallic FeNi₃ alloy these values are 10.5 emu/g and 120 Oe, respectively.

Application area.

Magnetic nanoparticles are promising for use in areas such as storing information with a high recording density, in the production of magneto-optical disks, as catalysts, sensors, in biomedicine.