

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра радиационной химии и химико-фармацевтических технологий

Хвостова Варвара Александровна

**Оптимизация условий получения микро- и нанодисперсий
диоксида кремния ионообменным методом**

Дипломная работа

Научный руководитель:
Кандидат химических наук, доцент
Кимленко Ирина Михайловна

Допущена к защите
«__» _____ 2025 г.
Заведующий кафедрой радиационной химии и
химико-фармацевтических технологий
Кандидат химических наук, доцент
Кимленко Ирина Михайловна

Минск, 2025

РЕФЕРАТ

Дипломная работа 41с., 16рис., 3табл., 24источн.

Ключевые слова: ДИОКСИД КРЕМНИЯ, ЖИДКОЕ СТЕКЛО, КРЕМНЕЗОЛЬ, ДИСПЕРСИИ, ИОННЫЙ ОБМЕН, ФИБАН, СУЛЬФОУГОЛЬ.

Цель: подбор оптимальных условий получения микро- и нанодисперсий диоксида кремния методом ионного обмена.

Объект исследования - микро- и нанодисперсии диоксида кремния, полученные ионообменным способом.

В ходе работы использованы методы ионного обмена, лазерной дифракции, турбидиметрии, вискозиметрии, атомно-силовой электронной микроскопии.

В результате работы с помощью гранулированного и волокнистого катионитов получена серия образцов кремнезольей на основе раствора силиката натрия в различных режимах. Показано, что динамический режим с контролем скорости протекания раствора является предпочтительным. Полученные системы сохраняют устойчивость в течение длительного времени. Установлено, что волокнистый катионит ФИБАН позволяет получать коллоидные системы с меньшим размером частиц и большей однородностью по сравнению с гранулированным сульфоуглем. Изучено влияние стабилизирующей добавки в виде неионогенного ПАВ (ПЭГ) на основные свойства суспензий. Показано, что добавки ПЭГ приводят к увеличению размера частиц при сохранении высокой степени однородности. Методом АСМ показано, что ПЭГ способствует уменьшению шероховатости поверхности образцов. Установлена зависимость вязкости кремнезольей от скорости сдвига. Результаты свидетельствуют об их псевдопластическом характере, что может положительно сказаться на последующем использовании полученных систем в процессе химико-механической полировки кремниевых пластин.

Работа выполнена в рамках ГПНИ «химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биооргхимия».

РЭФЕРАТ

Дыпломная работа 41с., 16мал., 3табл., 24крыніцы.

Ключавыя словы: ДЫАКСІД КРЭМНІЮ, ВАДКАЕ ШКЛО, КРЭМНЕЗОЛЬ, ДЫСПЕРСІІ, ІОННЫ АБМЕН, ФІБАН, СУЛЬФАВУГАЛЬ

Мэта: падбор аптымальных умоў атрымання мікра- і нанадысперсій дыаксиду крэмнію метадам іоннага абмену.

Аб'ект даследавання - мікра- і нанадысперсіі дыаксиду крэмнію, атрыманыя іонаабменным спосабам.

У ходзе работы выкарыстаны метады іоннага абмену, лазернай дыфракцыі, турбідыметры, вісказіметры, атамна-сілавой электроннай мікраскапіі.

У выніку работы з дапамогай грануляванага і кудзелістага катыянітаў атрымана серыя проб крэмнезоляў на аснове раствору сілікату натрыю ў розных рэжымах. Паказана, што дынамічны рэжым з кантролем хуткасці праходжання раствору з'яўляецца пераважным. Атрыманыя сістэмы захоўваюць устойлівасць на працягу доўгага часу. Устаноўлена, што кудзелісты катыаніт ФІБАН дазваляе атрымаць калоідныя сістэмы з меншым памерам часціц і большай аднастайнасцю у параўнанні з грануляваным сульфавуглем. Вывучаны ўплыў стабілізуючай дабаўкі ў выглядзе неіонагеннага ПАВ (ПЭГ) на асноўныя ўласцівасці суспензій. Паказана, што дабаўкі ПЭГ прыводзяць да павелічэння памеру часціц пры захаванні высокай ступені аднастайнасці. Метадам АСМ паказана, што ПЭГ спрыяе змяншэнню шурпатасці паверхні ўзораў. Усталяваная залежнасць глейкасці крэмнезоляў ад хуткасці зруху. Вынікі сведчаць аб іх псеўдапластычным характары, што можа становіцца адбіццям на наступным выкарыстанні атрыманых сістэм у працэсе хіміка-механічнай паліроўцы крэмніевых пласцін.

Работа выканана ў рамках ДПНД «хімічныя працэсы, рэагенты і тэхналогіі, біярэгулятары і біяаргхімія».

ABSTRACT

Diploma thesis: 41p., 16figs., tabs., 24sources.

Keywords: SILICON DIOXIDE, LIQUID GLASS, SILICA SOL, DISPERSIONS, ION EXCHANGE, FIBAN, SULFONATED COAL

The aim of the work is to select the optimal conditions for obtaining micro- and nanodispersions of silicon dioxide by ion exchange.

The object of this study are micro- and nanodispersions of silicon dioxide obtained by the ion exchange method.

The methods of ion exchange, laser diffraction, turbidimetry, viscometry, and atomic force electron microscopy were used in the course of the work.

As a result of this work, a series of silica sol samples were obtained using granular and fibrous cation exchangers, based on a sodium silicate solution under various conditions. It was demonstrated that the dynamic mode with controlled solution flow rate is preferable. The resulting systems maintain stability for a long time. It has been established that the fibrous cation exchanger FIBAN allows for the production of colloidal systems with smaller particle sizes and greater homogeneity compared to granular sulfonated coal. The influence of a stabilizing additive in the form of a non-ionic surfactant (PEG) on the main properties of the suspensions was studied. It has been shown that PEG additives lead to an increase in particle size while maintaining a high degree of homogeneity. It was demonstrated that PEG contributes to reducing the surface roughness of the samples using the AFM method. The dependence of silica sol viscosity on shear rate has been established. The results indicate their pseudoplastic nature, which could positively impact the subsequent use of the obtained systems in the chemical-mechanical polishing of silicon wafers.

Acknowledgments: the investigation has been carried out within the State Program of Research "Chemical Processes, Reagents and Technologies, Bioregulators and Bioorganic Chemistry"