

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра высокомолекулярных соединений

Барковская
Александрина Петровна

**Модификация, структура и свойства композиционных мембран для
наночистки**

Дипломная работа

Научный руководитель:
старший научный
сотрудник,
кандидат химических наук
Е.С. Буртъ

Допущена к защите

«_____» _____ 2025 г.

Заведующий кафедрой _____

кандидат химических наук А.С. Боковец

Минск, 2025

Реферат

Объем дипломной работы составляет 59 страниц. Работа содержит 28 рисунков, 6 таблиц. При написании дипломной работы использовано 46 литературных источников.

Ключевые слова: нанофильтрация, ультрафильтрация, композиционная мембрана, модификация, структура, транспортные свойства, полисульфон, карбоксиметитил- β -циклодекстрин, 2-гидроксипропил- β -циклодекстрин, полиамидный слой, межфазная поликонденсация.

Объектами исследования являются: ультрафильтрационные мембраны на основе ПС; ультрафильтрационные мембраны на основе ПС, модифицированные водными растворами β -циклодекстринов методом физической адсорбции; композиционные нанофильтрационные мембраны с селективным слоем на основе полиамида, полученные методом межфазной поликонденсации; композиционные нанофильтрационные мембраны с промежуточным слоем на основе β -циклодекстринов и с селективным слоем на основе полиамида, полученные методом межфазной поликонденсации.

Цель исследования: изучение закономерностей формирования слоев на основе циклодекстринов на свойства тонкопленочных композиционных мембран для нанофильтрации.

Используемые методы исследования включают оценку структуры и свойств мембран для нанофильтрации и ультрафильтрации.

Сформовано и оценено более 40 мембран. Установлено, что нанесение слоя из β -циклодекстринов способствует повышению гидрофильности поверхности как УФ, так и НФ мембран. Показано, что формирование слоя из β -циклодекстринов вызывает снижение удельной производительности УФ мембран при одновременном повышении селективности по ПВП К-30 и БСА. Установлено, что формирование промежуточного слоя на основе β -циклодекстринов приводит к повышению удельной производительности НФ-мембран при одновременном повышении коэффициентов задерживания по MgSO_4 , Na_2SO_4 , MgCl_2 , но в общем снижается селективность по NaCl , LiCl , сульфадиметоксину, витамину B_{12} . Подобрана НФ мембрана с промежуточным слоем из 1 % ГП- β -ЦД для разделения смеси солей $\text{MgSO}_4/\text{LiCl}$, обладающая оптимальными транспортными свойствами.

Областью применения результатов дипломной работы являются процессы нанофильтрации и ультрафильтрации.

Рэферат

Аб'ём дыпломнай працы складае 59 старонак. Праца змяшчае 28 малюнкаў, 6 табліц. Пры напісанні дыпломнай работы выкарыстана 46 літаратурных крыніц.

Ключавыя словы: нанафільтрацыя, ультрафільтрацыя, кампазіцыйная мембрана, мадыфікацыя, структура, транспартныя ўласцівасці, полісульфон, карбоксиметыл- β -цыкладэкстрын, 2-гідроксіпрапіл- β -цыкладэкстрын, поліамідны пласт, міжфазная полікандэнсацыя.

Аб'ектамі даследавання з'яўляюцца: ультрафільтрацыйныя мембраны на аснове ПС; ультрафільтрацыйныя мембраны на аснове ПС, мадыфікаваныя воднымі растворамі β -цыкладэкстрынаў метадам фізічнай адсорбцыі; кампазіцыйныя нанафільтрацыйныя мембраны з селектыўным пластом на аснове поліаміду, атрыманыя метадам міжфазнай полікандэнсацыі; кампазіцыйныя нанафільтрацыйныя мембраны з прамежкавым пластом на аснове β -цыкладэкстрынаў і з селектыўным пластом на аснове поліаміду, атрыманыя метадам міжфазнай полікандэнсацыі.

Мэта даследавання: вывучэнне заканамернасцяў фарміравання слаёў на аснове цыкладэкстрынаў на ўласцівасці тонкаплёнкавых кампазіцыйных мембран для нанафільтрацыі.

Метады даследавання, якія выкарыстоўваюцца, уключаюць ацэнку структуры і ўласцівасцяў мембран для нанафільтрацыі і ультрафільтрацыі.

Сфарміравана і ацэнена больш за 40 мембран. Устаноўлена, што нанясенне пласта з β -цыкладэкстрынаў спрыяе павышэнню гідрафільнасці паверхні як УФ, так і НФ мембран. Паказана, што фарміраванне пласта з β -цыкладэкстрынаў выклікае зніжэнне ўдзельнай прадукцыйнасці УФ мембран пры адначасовым павышэнні селектыўнасці па ПВП К-30 і БСА. Устаноўлена, што фарміраванне прамежкавага пласта на аснове β -цыкладэкстрынаў прыводзіць да павышэння ўдзельнай прадукцыйнасці НФ-мембран пры адначасовым павышэнні каэфіцыентаў затрымлівання па MgSO_4 , Na_2SO_4 , MgCl_2 , але ў агульным зніжаеца селектыўнасць па NaCl , LiCl . Падабрана НФ мембрана з прамежкавым пластом 1% ГП- β -ЦД для падзелу сумесі соляў $\text{MgSO}_4/\text{LiCl}$, якая валодае аптымальнымі транспартнымі ўласцівасцямі.

Вобласцю выкарыстання вынікаў дыпломнай працы з'яўляюцца працэсы нанафільтрацыі і ультрафільтрацыі.

Abstract

The volume of the thesis is 59 pages. The work contains 28 figures and 6 tables. 46 literary sources were used when writing the thesis.

Keywords: nanofiltration, ultrafiltration, composite membrane, modification, structure, transport properties, polysulfone, carboxymethyl- β -cyclodextrin, 2-hydroxypropyl- β -cyclodextrin, polyamide layer, interfacial polycondensation.

The objects of research are: ultrafiltration membranes based on PS; ultrafiltration membranes based on PS modified with aqueous solutions of β -cyclodextrins by physical adsorption; composite nanofiltration membranes with a selective polyamide-based layer obtained by interfacial polycondensation; composite nanofiltration membranes with an intermediate layer based on β -cyclodextrins and with a selective polyamide-based layer, obtained by the interfacial polycondensation method.

The purpose of the study: to study the patterns of formation of layers based on cyclodextrins on the properties of thin-film composite membranes for nanofiltration.

The research methods used include studying the structure and properties of nanofiltration and ultrafiltration membranes.

More than 40 membranes have been prepared and evaluated. It was found that the application of a layer of β -cyclodextrins enhanced the hydrophilicity of the surface of both UF and NF membranes. It was shown that the formation of a layer of β -cyclodextrins caused a decrease in the UF membrane flux while increasing selectivity. It was found that the formation of an intermediate layer based on β -cyclodextrins led to an increase in the flux of NF membranes with an increase in coefficients for rejection MgSO_4 , Na_2SO_4 , MgCl_2 , but in general, selectivity for NaCl , LiCl , sulfadimethoxine, and vitamin B_{12} decreased. The NF membrane with the intermediate layer obtained from 1 % HP- β -CD solution characterized by the optimal performance during separation of $\text{MgSO}_4/\text{LiCl}$ mixture.

The scope of application of the thesis results is the processes of nanofiltration and ultrafiltration.