

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра высокомолекулярных соединений**

**КОКОШКО**  
Юлия Олеговна

**Получение гидрогелей на основе привитых сополимеров хитозана с  
акриламидом и малеиновой кислотой**

Дипломная работа

Научный руководитель:  
кандидат химических наук  
Е.К. Фомина

Допущена к защите

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

кандидат химических наук А.С. Боковец

Минск, 2025

## РЕФЕРАТ

Дипломная работа содержит 65 с., 31 рис., 6 табл., 65 литературных источников.

**Объектами исследования** являются привитые сополимеры хитозана с акриламидом и малеиновой кислотой.

**Цель работы:** установить условия синтеза привитых сополимеров хитозана с акриламидом и малеиновой кислотой, обеспечивающие получение гидрогелей с высокой сорбционной способностью.

**Методы исследования:** Фурье-ИК спектроскопия, рентгенофазовый анализ, ротационная вискозиметрия, атомно-абсорбционная спектрометрия, золь-гель анализ.

Были синтезированы привитые сополимеры хитозана с акриламидом и малеиновой кислотой посредством вещественного инициирования в бескислородной среде, а также радиационного инициирования  $\gamma$ -излучением в кислородной среде. Изучено влияние типа инициирования, массовых соотношений полимера и мономеров в реакционной смеси и количества инициатора на параметры прививки и свойства полученных сополимеров.

Структура привитых сополимеров хитозана с акриламидом и малеиновой кислотой изучена методами Фурье-ИК спектроскопии, рентгенофазового анализа. В соответствии с результатами Фурье-ИК спектроскопии сделано предположение, что активными центрами прививки являются первичные гидроксильные и аминогруппы хитозана.

Изучены сорбционные свойства гидрогелей на основе полученных сополимеров хитозана с акриламидом и малеиновой кислотой по отношению к ионам  $\text{Cu}^{2+}$ . Выявлено, что сорбционная способность привитых сополимеров по отношению к ионам меди возрастает при увеличении степени прививки и увеличении количества малеиновой кислоты в исходной реакционной смеси.

Для описания взаимодействия между поверхностью гидрогеля и ионов  $\text{Cu}^{2+}$  была выбрана модель Ленгмюра, так как для нее были получены более высокие коэффициенты корреляции. В соответствии с данной моделью центры сорбции были равномерно распределены по поверхности сорбента, сорбция являлась благоприятной и обратимой.

**Ключевые слова:** хитозан, акриламид, малеиновая кислота, вещественное инициирование, радиационное инициирование, радикальная прививочная сополимеризация, гидрогель, сорбционная способность, ионы меди.

## РЭФЕРАТ

Дыпломная работа змяшчае 65 с., 31 мал., 6 табл., 65 літаратурных крыніц.

**Аб'ектамі даследавання** з'яўляюцца прышчэпленыя супалімеры хітазану з акрыламідам і малеінавай кіслотой.

**Мэта работы:** вызначыць уплыў ўмоў сінтэзу прышчэпленых супалімераў крухмалу з акрыламідам і малеінавай кіслотой на сарбцыйныя ўласцівасці атрыманых палімерных гідрагеляў.

**Метады даследавання:** Фур'е-ІЧ спектраскапія, рэнтгенафазавы аналіз, ратацыйная вісказіметрыя, атамна-абсарбцыйная спектраметрыя, золь-гель аналіз.

Былі сінтэзаваны прышчэпленыя супалімеры хітазану з акрыламідам і малеінавай кіслотой пасродкам рэчыўнага ініцыявання ў бескіслародным асяроддзі, а таксама радыяцыйнага ініцыявання  $\gamma$ -выпраменьваннем у кіслародным асяроддзі. Вывучаны ўплыў тыпу ініцыявання, масавых суадносін палімера і манамераў у рэакцыйнай сумесі і колькасці ініцыятара на параметры прышчэпкі і ўласцівасці атрыманых супалімераў.

Структура прышчэпленых супалімераў хітазану з акрыламідам і малеінавай кіслотой вывучана метадамі Фур'е-ІЧ спектраскапіі, рэнтгенафазавага аналізу. У адпаведнасці з вынікамі Фур'е-ІЧ спектраскапіі выказана меркаванне, што актыўнымі цэнтрамі прышчэпкі з'яўляюцца першасныя гідраксільныя і амінагрупы хітазану.

Вывучаны сарбцыйныя ўласцівасці гідрагеляў на аснове атрыманых супалімераў хітазану з акрыламідам і малеінавай кіслотой ў адносінах да іёнаў  $\text{Cu}^{2+}$ . Выяўлена, што сарбцыйная здольнасць прышчэпленых супалімераў у адносінах да іёнаў медзі ўзрастае пры павелічэнні ступені прышчэпкі і павелічэнні колькасці малеінавай кіслаты ў зыходнай рэакцыйнай сумесі.

Для апісання ўзаемадзеяння паміж паверхняй гідрагеля і іёнаў  $\text{Cu}^{2+}$  была абраная мадэль Ленгмюра, бо для яе былі атрыманы больш высокія каэфіцыенты карэляцыі. У адпаведнасці з дадзенай мадэллю цэнтры сорбцыі былі раўнамерна размеркаваны па паверхні сарбенту, сорбцыя з'яўлялася спрыяльнай і зварачальнай.

**Ключавыя словы:** хітазан, акрыламід, малеінавая кіслата, рэчыўнае ініцыяванне, радыяцыйнае ініцыяванне, радыкальная прывівачная супалімерызацыя, гідрагель, сарбцыйная здольнасць, іёны медзі.

## ABSTRACT

The graduation thesis contains 65 p., 31 fig., 6 tables, 65 references.

**Objects of the study:** grafted copolymers of chitosan with acrylamide and maleic acid.

**Aim of the work** – to establish the conditions for the synthesis of grafted chitosan copolymers with acrylamide and maleic acid, providing hydrogels with high sorption capacity.

**Methods of the study:** FTIR spectroscopy, X-ray phase analysis, rotational viscometry, atomic absorption spectrometry, sol-gel analysis

Grafted copolymers of chitosan with acrylamide and maleic acid were synthesized by means of substance initiation in an oxygen-free environment, as well as radiation initiation by gamma radiation in an oxygen environment. The effect of the type of initiation, the mass ratios of polymer and monomers in the reaction mixture, and the amount of initiator on the grafting parameters and properties of the obtained copolymers was studied. The structure of grafted copolymers of chitosan with acrylamide and maleic acid has been studied by FTIR spectroscopy and X-ray phase analysis. In accordance with the results of FTIR spectroscopy, it was assumed that the primary hydroxyl and amino groups of chitosan are the grafting centers. The sorption properties of hydrogels based on the obtained copolymers of chitosan with acrylamide and maleic acid with respect to  $\text{Cu}^{2+}$  ions have been studied. It was found that the sorption capacity of the grafted copolymers with respect to copper ions increases with an increase in the degree of grafting and an increase in the amount of maleic acid in the initial reaction mixture. The Langmuir model was chosen to describe the interaction between the hydrogel surface and  $\text{Cu}^{2+}$  ions, as higher correlation coefficients were obtained for it. According to this model, the sorption centers were evenly distributed over the sorbent surface, and sorption was favorable and reversible.

**Keywords:** chitosan, acrylamide, maleic acid, substance initiation, radiation initiation, radical graft copolymerization, hydrogel, sorption capacity, copper ions.