

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи
УДК 661.183.12

АБДУТАЛИПОВА НЕЛЛЯ МУДАРИСОВНА

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ АМФОЛИТОВ
ПОЛИКОНДЕНСАЦИОННОГО ТИПА С ЗАРАНЕЕ ЗАДАНЫМИ
СВОЙСТВАМИ**

**05.17.06 – Технология и переработка пластических масс
и стеклопластиков**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

ТАШКЕНТ – 2012

Работа выполнена на кафедре Промышленной экологии Ташкентского химико-технологического института

Научный руководитель: кандидат химических наук, доцент
Турсунов Тулкун Турсунович

Официальные оппоненты: Доктор технических наук, профессор
Кодиров Т. Ж.

кандидат химических наук, доцент
Мирвалиев З.З.

Ведущая организация: Институт общей и неорганической химии
Академии наук Республики Узбекистан

Защита состоится «____» _____ 2012 г. в _____ часов на заседании объединенного специализированного Совета Д 067.24.02 при Ташкентском химико-технологическом институте по адресу: 100011, г.Ташкент, ул. А.Навои 32. e-mail: txti_info@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Ташкентского химико-технологического института

Автореферат разослан «____» _____ 2012 г.

**Ученый секретарь Объединенного
специализированного совета
доктор технических наук**

А.С. Ибодуллаев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность работы. В настоящее время внимание ученых и технологов направлено на поиски путей комплексного использования природных богатств и создания малоотходной или даже безотходной технологии с рациональным использованием вторичного сырья. Одним из эффективных путей решения данной проблемы является получение ионообменных полимеров на основе вторичных продуктов производства. Известно, что применение ионитов приводит к упрощению процессов разделения смесей ионов, очистки и концентрации растворов ионов цветных и редких металлов, которые содержатся в производственных и сбросных водах гидрометаллургических производств.

Большой практический интерес при производстве ионитов представляют производные фурана, в частности фурфурол, для производства которого в нашей республике имеются огромные запасы растительного сырья, в том числе отходы хлопкоочистительной промышленности. Наличие в его структуре гетероциклического фуранового ядра, позволяет получить ионообменные полимеры с универсальной химо- термостойкостью и механической прочностью.

В связи с обозначенным Президентом Республики Узбекистан направлением по наращиванию экспорта готовой конкурентоспособной продукции, расширению географии ее поставок, выходу на новые рынки, необходимо перейти на выпуск ионитов на базе местного сырья, с улучшенными показателями свойств. При этом в связи с последствиями мирового экономического кризиса необходимо минимизировать расходы на модернизацию производства и постараться сохранить достигнутые в регламентном производстве ионитов технико-экономические показатели.

Исходя из вышеизложенного, синтез новых ионообменных полимеров на основе фурфурола, исследование их эксплуатационных характеристик, а также изыскание конкретных объектов практического использования для очистки производственных вод различных химических производств представляет большой научно-технический и практический интерес.

Степень изученности проблемы. Ионообменному методу извлечения и разделения металлов посвящено огромное количество работ, однако решение этой проблемы продолжает оставаться первостепенной задачей для гидрометаллургической промышленности. В Республике Узбекистан ежегодно возрастает число отраслей народного хозяйства использующих ионообменные полимеры. До настоящего времени иониты ввозятся в Узбекистан из стран СНГ, применение которых сказывается на себестоимости выпускаемой продукции. Кроме того, большинство ввозимых ионитов, особенно, поликонденсационного типа, обладают низкими показателями, таких свойств как: химо-термостойкость, механическая прочность и другие, что ограничивает возможности и сферы их применения. Исследования последних лет в области создания конкурентно способной продукции направлены на эффективные способы модификации существующих ионитов

с целью придания им улучшенных показателей таких основных свойств, как повышенная термо- химостойкость, достаточно хорошие показатели кинетических, сорбционных и избирательных характеристик. Это в свою очередь решается применением современного подхода при получении продуктов и вопросов рационального использования, доступных исходных ресурсов и вторичных продуктов производств.

Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР. Данная работа является одним из разделов научно-исследовательской работы кафедры «Промышленная экология» - Очистка сточных, производственных и сбросных вод от сопутствующих и мешающих ионов некоторых металлов методом ионообменной хроматографии.

Цель исследования: разработка технологии производства амфотерных ионитов с улучшенными физико-химическими свойствами на основе фурфурола с установлением оптимальных параметров производства.

Задачи исследования. Из указанной цели исследования вытекает необходимость решения следующих задач:

- проведение литературного обзора и патентного поиска в области получения и изучения свойств амфолитов;
- изучение процессов получения амфолитов на основе вторичного материального ресурса хлопкоочистительной промышленности – фурфурола;
- определение оптимальных условий проведения синтеза ионитов на основе стирола (натриевой соли п-стиролсульфокислоты), фурфурола и ПЭПА;
- определение оптимальных условий проведения процессов сульфирования и фосфорилирования анионита АНФ;
- исследование структуры и свойств полученных амфолитов с использованием химических, физико-химических и физических методов;
- разработка технологии производства нового амфолита АНФС;

Объект и предмет исследования. Объектом исследования являются фурфурол, стирол, ПЭПА, натриевая соль п-стиролсульфокислоты, готовый продукт – амфотерные иониты. Предметом исследования является технология производства амфолитов на основе фурфурола, позволяющая увеличить экспортный потенциал химической промышленности Республики Узбекистан.

Методы исследования: химические и элементные методы анализа- трилонометрия, йодометрия, алкалометрическое титрование, физико-химические методы – фотоэлектроколориметрия, ИК- спектрометрия, потенциометрия, рН-метрия и др.

Основные положения, выносимые на защиту:

- новая ресурсосберегающая прогрессивная технология получения аминосульфатного амфолита АНФС;
- найденные оптимальные условия получения новых ионитов с учетом влияния температуры реакции, концентрации катализатора, исходных веществ и др.;
- оптимальные параметры проведения процессов сульфирования и фосфорилирования нового анионита АНФ;

- результаты исследований по выявлению практически ценных свойств синтезированных амфолитов с целью изыскания конкретных объектов их практического применения в некоторых областях различных производств.

Научная новизна диссертации заключается в том, что на основе результатов исследований впервые разработаны методы синтеза и эффективная ресурсосберегающая технология получения новых амфотерных ионообменных полимеров на основе доступного, дешевого сырья – фурфурола. Проведено комплексное исследование химических закономерностей получения ионитов в зависимости от температуры реакции, концентрации катализатора, соотношения исходных веществ и др., установлены оптимальные условия получения амфолитов, используя современные методы анализа. Установлено, что полученные амфолиты отличаются достаточно высокой обменной емкостью как в статических, так и динамических условиях сорбции ионов кальция, магния, меди, никеля, уранила и др., а также повышенной термо-химостойкостью и механической прочностью.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Разработана технология получения амфолита АНФС путем поликонденсации стирола, фурфурола и ПЭПА, с последующим сульфированием, наработаны опытные партии амфолитов АНФС. По своим физико-химическим свойствам полученные амфолиты превосходят промышленные марки некоторых полимеризационных амфолитов, что свидетельствует о существенной практической значимости полученных ионитов. Экономический эффект от выпуска 1 т амфотерного ионита АНФС по сравнению с катионитом КУ-2-8 составляет от 159,8 тыс. до 2,2 млн. сум в зависимости от состава амфолита.

Личный вклад автора. Автору принадлежит непосредственное проведение экспериментальных работ, обработка, обобщение, интерпретация и анализ полученных результатов, формулирование выводов, разработка технологической схемы и разового технологического регламента получения аминосульфатного амфолита АНФС, а также участие в проведении испытаний.

Реализация результатов. На опытной установке Института общей и неорганической химии Академии Наук Республики Узбекистан, имитирующей производственные условия, была отработана технология производства разработанных амфолитов. Полученные данные легли в основу технологических схем и расчета материальных балансов. Нарботанные партии амфолитов прошли испытания в процессах умягчения и деминерализации технических вод. Разработан и утвержден в установленном порядке временный технологический регламент на производство амфолита АНФС.

Апробация работы. Основные положения диссертации представлены на: Научно-технических конференциях Ташкентского химико-технологического института (Ташкент, 2009-2011); XVI международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных Ломоносов (Москва, 2009г.); Республиканской научно-практической конференции Актуальные

проблемы химии высокомолекулярных соединений (Бухара, 2010); Международной научно-технической конференции Современные техника и технология горно-металлургической отрасли и пути их развития, Навои-2010; VII Всероссийской интерактивной конференции (с международным участием) молодых учёных Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии, (Саратов, 2010); Санкт-Петербургской конференции Наука о полимерах, (Санкт-Петербург, 2010); Республиканской научно-технической конференции Актуальные проблемы инновационных технологий химической, нефтегазовой и пищевой промышленности (Кунград, 2010); IV-молодёжной конференции института общей химии российской академии наук (Москва, 2010); Всероссийской конференции с элементами научной школы для молодёжи Актуальные проблемы органической химии (2010, Казань); III – международная конференция Российского химического общества им. Д.И. Менделеева Ресурсосберегающие энергоэффективные технологии в химической и нефтехимической промышленности (Москва, 2011), на семинаре при Специализированном Объединенном совете Д. 067.24.02 при Ташкентском химико-технологическом институте.

Опубликованность результатов. По теме диссертационной работы опубликовано 12 статей, из них 2 научные статьи и 10 тезисов докладов.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 133 страницах компьютерного текста содержит 22 рисунка и 29 таблиц. Работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, приложения и списка использованной литературы из 178 наименований.

Автор выражает искреннюю благодарность доктору технических наук, профессору Р.А. Назировой за оказанную научно-методическую помощь и консультации при выполнении настоящей диссертационной работы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность работы, сформулирована цель и основные задачи исследования, отмечена научная и практическая значимость работы.

В первой главе дается практический анализ опубликованных за последние 20 лет работ по синтезу и исследованию свойств амфотерных ионообменных полимеров полимеризационного и поликонденсационного типов, а также показаны и обсуждены результаты научных работ по использованию фурфурола в качестве сшивающего агента при синтезе ионообменных полимеров.

Вторая глава диссертации посвящена методикам синтеза ионитов и методам изучения основных свойств полученных амфолитов. Здесь также приведены основные характеристики исходных веществ.

Третья глава диссертационной работы посвящена результатам и обсуждению закономерностей образования амфотерных ионитов путём поликонденсации стирола фурфурола и полиэтиленполиамина (ПЭПА) с

последующим введением ионогенных групп, а также амфолитов полученных на основе натриевой соли п-стиролсульфокислоты, фурфурола и ПЭПА. Изложены исследования кинетических характеристик реакций сульфирования и фосфорилирования.

Четвёртая глава диссертации посвящена изучению структуры, сорбционных, избирательных и эксплуатационных характеристик полученных амфолитов, таких как: статическая и динамическая обменная емкость, степень диссоциации ионогенных групп в зависимости от рН среды с использованием потенциометрического титрования, устойчивость амфолитов в воде и на воздухе, а также сорбционная и избирательная способность к ионам меди, никеля, уранила, молибдена и др.

Синтез и исследование ионитов полученных на основе стирола, фурфурола и ПЭПА

Поликонденсационные иониты в большинстве случаев получают из сложных смесей полифункциональных соединений неконтролируемого состава. С целью получения амфолитов поликонденсационного типа с регулируемыми свойствами и придания им улучшенных показателей нами предпринята попытка синтеза амфотерных ионообменных полимеров поликонденсационного типа и введения в их структуру ионогенных групп методом полимераналогичных превращений.

Представлялось целесообразным установить оптимальные условия синтеза амфолитов, в связи с чем было изучено влияние температуры реакции, концентрации катализатора и соотношения исходных веществ на процесс поликонденсации.

Процесс поликонденсации анионита «АНФ» на основе стирола, фурфурола и ПЭПА изучали при температурах: 70, 80, 90 и 100°C. При этом устанавливали продолжительность реакции, удельный объем анионита в воде и величину статической обменной емкости (СОЕ) по 0.1 н раствору HCl. На основании исследований определено, что анионит с лучшими свойствами получен при температуре 90°C при этом продолжительность реакции составляет 3.5-4 часа, величина СОЕ по 0.1 н. раствору HCl равняется 6,2 мг-экв/г, а удельный объем набухшего в воде анионита 3,5-3,8 мл/г.

Для получения амфолитов с различным числом поперечных связей были синтезированы различные образцы амфолитов. Поликонденсацию анионита проводили при мольном соотношении реагирующих веществ: стирола и фурфурола от 1:1 до 1:2 соответственно (табл.1., 2.).

Из табл. 1., 2. видно, что с увеличением содержания количества фурфурола обменная емкость постепенно снижается. Это можно объяснить уменьшением радиуса пор ионитов, где появляются геометрические препятствия для диффузии ионов, а также уменьшением набухаемости.

Таблица 1.

Зависимость свойств аминосульфатного амфолита «АНФС» от мольного соотношения стирола и фурфурола

Наименование показателей	Ед. изм.	Соотношение стирола к фурфуролу в молях			
		1:1	1: 1.25	1: 1.5	1:2
Удельный объём набухшего в воде амфолита в ОН-форме	мл/г	2.8-3.0	2.5-2.6	2.42	2.3
Насыпной вес	г/мл	0.6	0.58	0.57	0.56
СОЕ по 0.1 N растворам:	мг-экв/г				
NaOH	-//-	3,3-3,5	3,1-3,2	2,9	2,7
NaCl	-//-	1.8-2.0	1.6-1.7	1.6-1.68	1.0-1.2
HCl	-//-	5.0-5.2	4.8-4.9	4.0-4.2	3.1-3.3
H ₂ SO ₄	-//-	6.1-6.3	6.0	5.8	4.2-4.4
HNO ₃	-//-	4,5-4,8	4.0-4.2	3.9-4.0	2.8-3.0
CaCl ₂	-//-	2.8-3,2	2,2-2.4	1,6-1,8	1,0-1.2
MgCl ₂	-//-	1.8	1.5	1.1	1.0
CuSO ₄	-//-	3.1-3.2	2.9-3.1	2.75	2.6

Таблица 2.

Зависимость свойств аминофосфатного амфолита «АНФФ» от мольного соотношения стирола и фурфурола

Наименование показателей	Ед. изм.	Соотношение стирола к фурфуролу в молях		
		1:1	1: 1.5	1:2
Удельный объём набухшего в воде амфолита в ОН-форме	мл/г	3.5-3.8	2.8-3.2	2.6-2.8
Насыпной вес	г/мл	0.68	0.6	0.5
СОЕ по 0.1 N растворам:	мг-экв/г			
NaOH	-//-	5,0-5,5	4.3-4.5	3.7-4.0
NaCl	-//-	1,0-1.2	0,7-0,78	0.5-0.57
HCl	-//-	4.8-5.0	4.0-4.2	3.5-3.9
H ₂ SO ₄	-//-	6,5	5,9-5,95	4,5-4,7
CaCl ₂	-//-	3,2-3,5	2,75-2,8	2,3-2,5
MgCl ₂	-//-	2,8-3,2	2,5-2,56	2,0-2,2
CuSO ₄	-//-	2,8	2,2	1,85

На основании проведённых исследований оптимальными условиями проведения поликонденсации анионита АНФ принято: температура реакции

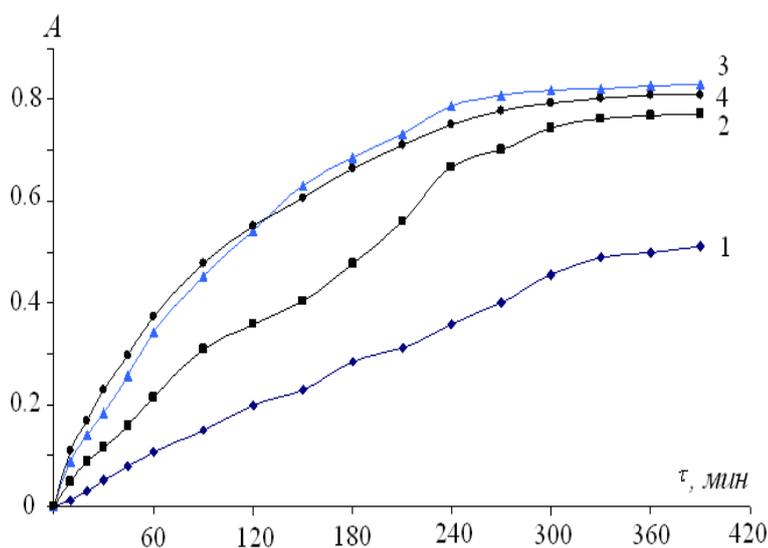
- 90 °С, количество катализатора $ZnCl_2$ – 10% от веса стирола и эквимольное соотношение фурфурола к стиролу в присутствии 10% ПЭПА от веса исходных веществ.

Введение ионогенных групп в структуру анионита АНФ на основе стирола, фурфурола и ПЭПА

Для получения амфотерных ионнообменных полимеров были использованы реакции химических превращений. Условия проведения реакций полимераналогичных превращений полученного анионита подбирали из опытов применительно к реакциям сульфирования и фосфорилирования высокомолекулярных полимеров.

Сульфирование анионита АНФ. В процессе сульфирования, вследствие воздействия сульфлирующего агента и связанного с этим выделения тепла и набухания, внутри зерен полимера возникают сильные натяжения, что мешает образованию каркаса ионита. Чтобы избежать растрескивания гранул, а также улучшения кинетических и механических свойств ионит перед сульфированием оставляли набухать в различных растворителях, таких как толуол, диметилформамид (ДМФА), дихлорэтан и серная кислота.

Лучший результат был достигнут при использовании серной кислоты, при этом величина обменной емкости по 0.1 N раствору NaOH составила 3,3-3,5 мг-экв/г, в связи с чем она и была выбрана оптимальной средой для набухания анионита АНФ.



1 - 50°C, 2 - 60°C, 3 - 70°C, 4 - 80°C

Рис.1. Зависимость степени сульфирования полимеров от продолжительности реакции при различных температурах

С целью подбора оптимальной температуры и времени сульфирования, при которых обменная емкость конечного продукта соответствовала бы содержанию серы в полимере, найдены зависимости степеней превращения реакции сульфирования от времени при различных температурах (рис.1.).

Для определения порядка реакции и лимитирующей стадии процесса были сняты кривые зависимости $-\ln(1-A)$ от

$K\tau$, где A - это степень сульфирования, τ -время проведения реакции, K -константа скорости реакции. Прямолинейный характер кривых в координатах $-\ln(1-A)$ от $K\tau$, а также условия проведения реакции сульфирования дают нам возможность предположить, что лимитирующей стадией процесса сульфирования анионита АНФ является пленочная диффузия, а процесс сульфирования анионита отнести к реакциям псевдопервого порядка. Невысокое значение энергии активации - 13,57 ккал/моль свидетельствует о том, что процесс сульфирования анионита АНФ протекает без существенных энергозатрат.

Также исследовано влияние природы сульфорирующего агента на свойства амфолита АНФС. В качестве сульфорирующих агентов были использованы хлорсульфоновая кислота, 5% олеум, химически чистая концентрированная серная кислота и техническая серная кислота. При использовании хлорсульфоновой кислоты степень превращения соответствует 45-50%, что приводит к снижению величины обменной емкости по 0.1 N раствору едкого натра до 2 мг-экв/г. Использование 5% олеума приводит к ухудшению механической прочности ионита. Наиболее приемлемыми в качестве сульфорирующего агента принята как химически чистая серная кислота, так и техническая серная кислота, при этом величина обменной емкости амфолита по 0.1 N раствору едкого натра составляет 3,0-3,3 мг-экв/г, а удельный объем набухшего в воде амфолита колеблется от 2,8 до 3 мл/г.

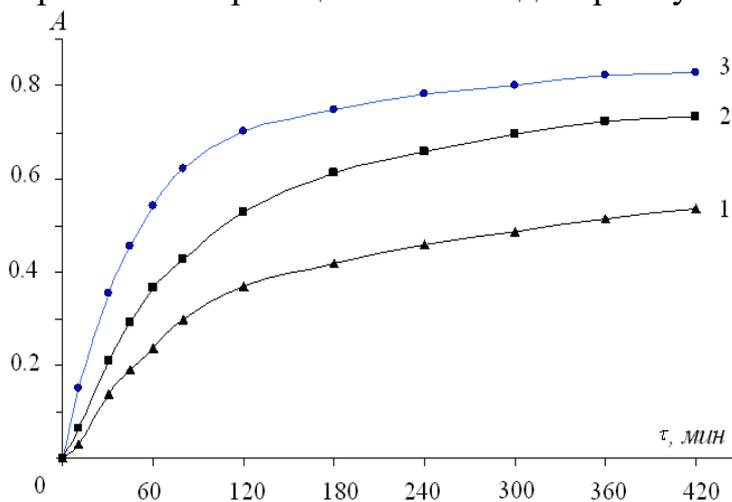
Таким образом, оптимальными условиями проведения сульфирования принято: время - 6 часов, температура - 70 °C при этом обменная емкость рассчитанная по содержанию серы в полимере и найденная алкалометрическим титрованием соответствуют друг другу.

Фосфорилирование анионита АНФ. Фосфорилирование анионита проводили треххлористым фосфором в присутствии катализатора треххлористого алюминия. Для установления оптимальных условий ведения процесса и достижения высокой степени превращения изучено влияние среды для предварительного набухания анионита, концентрации катализатора, продолжительности и температуры фосфорилирования.

Для изучения среды для набухания были использованы различные растворители, такие как ацетон, дихлорэтан, этиловый спирт, диметилформамид (ДМФА) и трёххлористый фосфор. Лучшие результаты достигнуты при использовании трёххлористого фосфора, который проникая вглубь частиц, значительно расширяет молекулярную сетку и облегчает процесс фосфорилирования.

Экспериментальным путем найдены значения степеней превращения реакции фосфорилирования. На основании этих данных построены зависимости степени фосфорилирования при различных температурах во времени (рис.2.). Обработка интегральных кривых показала, что при $\tau < 80$ минут наиболее адекватно процесс описывается уравнением $-\ln(1-A)=K\tau$. Из полученных данных следует, что в начальный период при $\tau < 80$ минут лимитирующей стадией является пленочная диффузия.

Прямолинейность зависимости $-\ln(1-A)$ от $K\tau$ свидетельствует также о протекании реакции по псевдопервому порядку, это также вытекает и из условий проведения



1- 55 °С, 2 -65 °С, 3 -75 °С

Рис.2. Зависимость степени превращения (А) от времени (τ) для реакции фосфорилирования анионита при различных температурах

реакции фосфорилирования, т.е. использование фосфора треххлористого в большом избытке. Далее по мере увеличения степени превращения, $\tau > 80$ минут возрастает влияние гелевой кинетики. Т.е. при $\tau > 80$ минут лимитирующей стадией данного процесса становится проникновение фосфора в гранулы полимера. Свидетельством данного факта является прямолинейность кривой фосфорилирования в координатах $A = f(\sqrt{\tau})$. Значение энергии активации процесса

фосфорилирования находили графическим методом из зависимости $\ln K = f(1/T)$ равное 11,2 ккал/моль для начальной стадии, а энергию активации диффузии из зависимости $\ln \bar{D} = f(1/T)$ равное 8,79 ккал/моль. Данные зависимости носят прямолинейный характер, что подтверждает правильность предположений и возможности нахождения по ним значений энергии активации процесса.

На основании полученных экспериментальных данных можно сделать вывод, что реакция фосфорилирования анионита протекает легко и с достаточно высокой степенью превращения соответствующее 80-82%.

Синтез и исследование амфолита на основе натриевой соли п-стиролсульфоокислоты, фурфурола и ПЭПА

Для сокращения количества стадий при получении амфолита была предпринята попытка получения ионита с аминосульфатными группами (АНФС-1) в одну стадию. Для синтеза амфолита были использованы натриевая соль п-стиролсульфоокислоты, фурфурол и ПЭПА.

Влияние температурного фактора на процесс поликонденсации амфотерного ионообменного полимера изучали при 70, 80, 90, 100, 110°C и мольном соотношении фурфурол : натриевая соль п-стиролсульфоокислоты 1:1 в присутствии 10г ПЭПА. В ходе исследований оптимальной температурой проведения поликонденсации выбрана температура 90 °С, при этом течении реакции наиболее гладкое, продолжительность составляет 4,5-5 часов и обменная емкость по 0,1 н. раствору NaOH 3,7-3,8 мг-экв/г.

Изучено влияние весового соотношения реагирующих веществ на свойства амфолита. Весовое соотношение п-стиролсульфо кислоты : фурфурола : ПЭПА варьировали в пределах от 21,2:9,6:10 до 21,2:19,2:2,5 грамм. Данные исследований приведены в табл.3.

Таблица 3.

Зависимость свойств амфолита АНФС-1 от соотношения реагирующих веществ

Наименование показателей	Ед. изм.	Массовое соотношение натриевой соли п-стиролсульфо кислоты : фурфурола : ПЭПА, в граммах		
		21,2:14,4:10	21,2:9,6:10	21,2:9,6:5
Удельный объём амфолита в ОН-форме	мл/г	3,2	3,0	2,5
Насыпной вес	г/мл	0,60	0.60	0,62
СОЕ по 0.1 N растворам:	мг-экв/г			
NaOH	-//-	3,4-3,5	3,7	3,65
NaCl	-//-	0,75	1	0,8
HCl	-//-	3,6	5,0	3,0
H ₂ SO ₄	-//-	4,8-5,0	5,4	4,3
HNO ₃	-//-	3,9-4,2	4,4	3,5
CaCl ₂	-//-	1,8	2	2,1
MgCl ₂	-//-	0,95-1	1,2	1,3
CuSO ₄	-//-	2,65	3	2,8

На основании экспериментальных данных установлены оптимальные соотношения реагирующих веществ, они находятся в интервале 21,2:9,6:10 до 21,2: 9,6:2,5 грамм.

Изучение структуры и физико-химических свойств полученных ионитов

Трёхмерное строение полученных ионообменных полимеров определило необходимость использования при исследовании структуры ИК-спектроскопических методов анализа. С этой целью были сняты ИК - спектры полученных ионитов, при анализе которых деформационные колебания в области 825-805 см⁻¹ были отнесены к 1,2,4 замещению в бензольном кольце. Полосы поглощения в области 800, 875, 740 см⁻¹ отнесены к колебаниям -СН=СН- групп фуранового кольца. Отсутствие полос поглощения в области 3000, 2500 см⁻¹ свидетельствует, что в структуре полученных амфолитов отсутствуют карбоксильные группы. О присутствии SO₃H- групп в спектре амфолита «АНФС» свидетельствуют полосы

поглощения 1150, 650-900 см^{-1} , также наблюдаются полосы поглощения в области 3500, 3000 см^{-1} соответствующие $=NH$, $\equiv N$ - группам. Полосы поглощения не окисленного амфолита «АНФФ» в области 750 см^{-1} , соответствуют $P-(OH)_2$ связи, полосы поглощения окисленного амфолита в области 1250, 1200, 2560 см^{-1} , соответствуют $PO(OH)_2$ группе.

Изучение природы функциональных групп полученных ионитов. Для установления функциональности и степени диссоциации ионогенных групп полученных амфолитов, а также расчета кажущихся констант диссоциации сняты кривые потенциометрического титрования аминосульфатного амфолита АНФС (рис.3.) и аминофосфатного амфолита АНФФ в Н- и ОН- формах (рис. 4.).

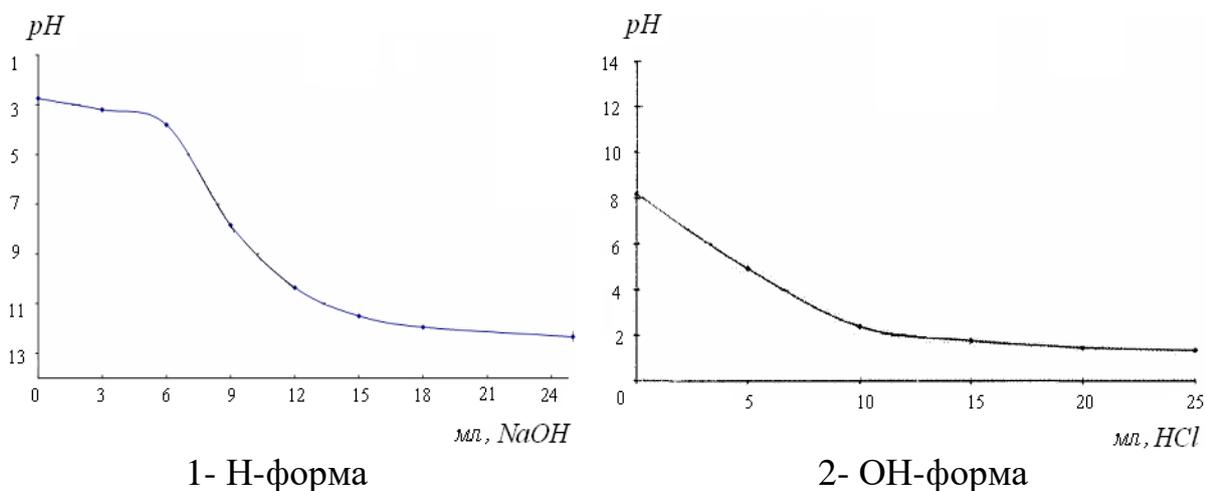


Рис. 3. Кривые потенциометрического титрования амфолита АНФС

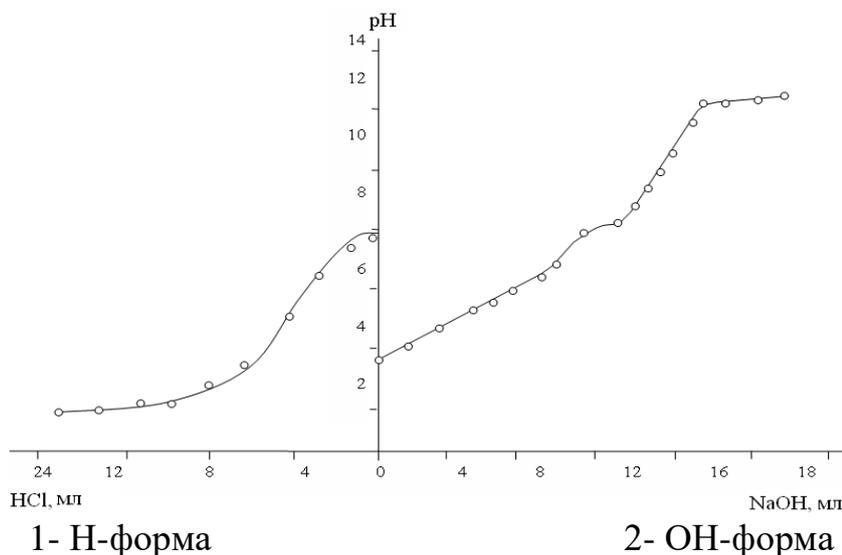


Рис.4. Кривые потенциометрического титрования амфолита АНФФ

Из рис. 3. видно, что характер кривых титрования амфолита АНФС и в Н-форме соответствует кривым титрования сильной кислоты, а в ОН-форме - соответствует кривым титрования слабого основания. Исходя из характера кривых, можно отметить, что

функциональные группы полученных аминосульфатного амфолита диссоциируют как в кислой, слабо- сильнощелочной и нейтральной средах, что позволит использовать амфолит для сорбции различных ионов в широком диапазоне рН-среды.

Кривые титрования аминофосфатного амфолита АНФФ в Н-форме (рис.4.) имеют два перегиба, что характеризует его как двухосновную кислоту, а в ОН - форме характеризует амфолит как слабое основание. Рабочий интервал амфолита находится в слабокислой, нейтрально и слабощелочной средах.

Кажущееся значение констант диссоциации активных групп амфолитов рассчитаны с применением уравнения Гендерсона-Гассельбаха, для АНФС они составляют в Н-форме $pK = 2.2-2.5$, в ОН-форме $pK = 8.2-8.5$, для АНФФ в Н-форме $pK_1 = 3,2-3.5$, $pK_2 = 7.2-7.5$, в ОН-форме $pK = 8.2-8.5$.

На основании химических методов анализа и данных ИК-спектроскопии структура полученных амфолитов может быть представлена следующим образом:

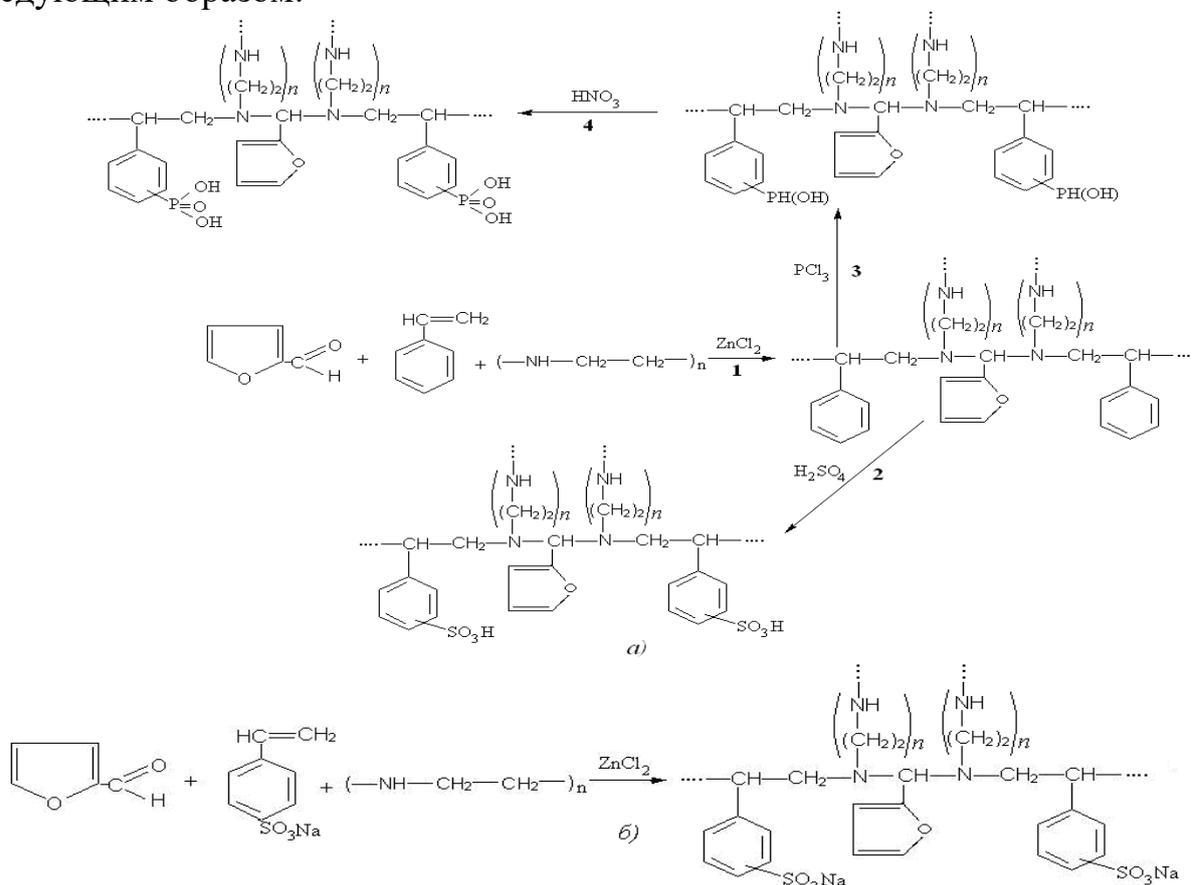


Схема. Иониты полученные на основе фурфурола: а) 1- получение анионита АНФ на основе стирола, фурфурола и ПЭПА, 2- сульфирование анионита АНФ, 3- фосфорилирование анионита АНФ, 4- окисление фосфорилированного анионита АНФ; б) – получение амфолита АНФС-1 на основе натриевой соли п-стиролсульфокислоты, фурфурола и ПЭПА

Учитывая, что ионообменная очистка сточных и производственных растворов на промышленных предприятиях проводится в динамических

условиях, была определена величина динамической обменной емкости полученных амфолитов. Величина полной динамической емкости и рабочей емкости для аминосульфатных амфолитов АНФС и АНФС-1и для аминокислотного амфолита АНФФ приведены в табл. 4.

Таблица 4.

Динамическая обменная емкость полученных амфолитов

Марка ионита	Удельный объем набухшего ионита мл/г		СОЕ по 0,1н. раствору NaOH мг-экв/г	ДОЕ, мг -экв/л по 0,1 н. раствору NaOH	
	H-форма	Na-форма		до проскока	Полная
АНФС	2,8	3,2	4,2	1700	2100
АНФС-1	2,8	3,1	4,0	1620	2070
АНФФ	3,5-3,8	4,4-4,5	4,8-5,5	1900	2800

Из данных табл. 4. видно, что полученные амфолиты обладают достаточно высокими показателями динамической обменной емкости и могут быть использованы в производственных условиях.

Исследование сорбции ионов металлов полученными ионитами

В ходе исследований физико-химических свойств полученных амфолитов (табл.1,2,3) было выявлено, что исследуемые амфолиты обладают достаточно высокой сорбционной способностью к ионам металлов. В связи с этим представляло интерес изучение сорбционной способности амфолитов АНФС, АНФС-1 и АНФФ к ионам меди, никеля, уранила в зависимости от pH-среды. С этой целью было изучено взаимодействие амфолитов АНФС, АНФС-1 и АНФФ в Na^+ , OH^- – формах с растворами солей сернокислой меди, нитрата никеля и ацетата уранила. Результаты исследований приведены в табл.5., 6.

Таблица 5.

Зависимость СОЕ амфолита АНФФ от pH-среды

Сорбируемый ион	Na^+ , OH^- - форма	
	pH растворов	Обменная емкость
СОЕ, по ионам Cu^{2+} , мг-экв/г	1.8	2.3-2.6
	2.25-4.8	2.8-3.4
	8-10	6.0-6.5
СОЕ, по ионам Ni^{2+} , мг-экв/г	2.25-4.8	2.6-3.5
	8-10	4.2-4.9
СОЕ, по ионам UO_2^{2+} , мг/г	3.5-4.0	250-280
	8-10	

На основании проведенных исследований по способности к сорбции амфолитов исследуемые ионы могут быть расположены в следующем порядке:

для АНФФ: $UO_2^{2+} > Cu^{2+} > Ni^{2+}$,
 для АНФС: $Na^+ > Cu^{2+} > Ca^{2+} > Mg^{2+}$,
 для АНФФ и АНФС: $SO_4^{2-} > Cl^- > NO_3^{2-}$.

Таблица 6.

Зависимость СОР аминосульфатных амфолитов от рН-среды

Сорбируемый ион	АНФС		АНФС-1	
	рН растворы	Сорбировано, мг/г	рН растворы	Сорбировано, мг/г
MoO_4^{2-}	1,8-2	372	1,8-2	372
	3,5-4	389	3,5-4	389
	9,5-10	358	9,5-10	358
UO_2^{2+}	2,5-3	252	2,5-3	240
	4,65-4.7	260	4,65-4.7	253
	9,5-10	236	9,5-10	232

Из данных таблиц видно, полученные амфолиты обладают достаточно высокой сорбционной способностью по отношению к исследуемым металлам.

Полученные амфолиты АНФС и АНФФ были использованы также в процессах умягчения различных вод некоторых районов нашей республики. Данные исследований по умягчению вод амфолитами в Na-форме приведены в табл. 7.

Таблица 7.

Умягчение воды амфолитами в Na-форме

№	Амфолит	Котельный цех экспериментального завода «Бектемир-спирт» г. Ташкент		Кашкадарьинская область, район Камаша		Навоинская область г.Навои седьмой микрорайон	
		Жесткость мг-экв/л					
		до	После	до	После	До	после
1.	АНФС	4,5	1,5	11,9	5,5	11,5	5,3
2.	АНФФ		0,9-1,2		3,2		2,8

Из данных таблицы видно, что полученные амфолиты можно успешно использовать для умягчения жесткой технической воды.

Десорбция синтезированных ионитов. Изучена одна из основных стадий ионообменного процесса - десорбция поглощенных ионов. Изучение сорбирующей способности полученных амфолитов проводили по 0,1н. раствору NaOH, в качестве десорбирующих агентов использовали воду, 10% H_2SO_4 и 5 % NaOH. При этом амфолиты, сорбиовавшие ион натрия при промывке раствором серной кислоты выделяют 95% от общего количества

сорбированного натрия. Данный факт свидетельствует о достаточно хорошей регенерационной способности.

Сравнительные характеристики сорбционных способностей известных марок аминокарбоксильных полиамфолитов с полученными приведены в табл.8.

Таблица 8.

Сравнительные характеристики полученных амфолитов с промышленными марками

№	Марка ионита	СОЕ, по 0,1 N растворам, мэкв/г		СОЕ, по иону Cu^{2+} мэкв/г
		НСl	NaOH	
1.	АНКБ-50	4,80	-	3,20
2.	АНКБ-2	7,50	-	4,25-5,80
3.	АНКБ-1	4,38	3,38	3,42
4.	АНКБ-7	5,16	4,00	4,15
5.	АНФС	5,0-5,2	4,2	3,1-3,2
6.	АНФФ	5,0	5,2	2,5

Из данных таблицы видно, что полученные амфотерные ионообменные полимеры не уступают по своим сорбционным и комплексообразующим свойствам полимеризационным маркам промышленных амфолитов.

Исследование термической устойчивости синтезированных ионитов.

В производственных условиях иониты часто приходится использовать в водных растворах кислот, щелочей при повышенных температурах. В связи с чем было исследовано поведение ионитов при нагревании на воздухе, в воде и водных растворах кислот и щелочей.

Данные по исследованию термической устойчивости амфолитов на воздухе при нагревании в течении определённого времени приведены в табл.9.

Таблица 9.

Влияние температуры на СОЕ полученных амфолитов

Ионит	T, °C	Время, час	СОЕ по 0.1н НСl, мг-экв/г		Потери в весе, %
			до	После	
АНФС	150	10	5,0-5,2	4,7-4,8	8
	200			4,5	9,8
	250			4,1	14
АНФФ	150	10	4,5-5,0	4,2	4,6
	200			4,0	7,2
	250			3,8	10

Из данных таблицы видно, что величина обменной ёмкости амфолита АНФС в результате термообработки в течении 10 часов при 150°C

практически не изменяет своего значения, дальнейшее нагревание в воде и повышение температуры не значительно снижают величину обменной емкости.

О термостойкости амфолитов в воде можно косвенно судить по изменению рН водной вытяжки. Водные вытяжки после термообработки амфолитов в течение 10 часов имели слабокислую реакцию (рН=4.8-5.6). Удельный объем испытуемых образцов амфолитов почти не меняется, следовательно, существенных изменений в каркасе амфолитов не происходит.

Химическая устойчивость. Изучение химостойкости амфолитов в растворах кислот и щелочей (табл. 10.) показало, что кипячение испытуемых амфолитов в 5N растворе H_2SO_4 и 5 N растворе NaOH уменьшило обменную емкость амфолитов 1,6 и 1,8% для АНФС; на 0,9 и 1,1% для АНФФ.

Таблица 10.

Устойчивость ионитов к действию кислот и щелочей

Ионит	Т, °С	Время, мин	Среда			
			5 N H_2SO_4		5 N NaOH	
			СОЕ после нагрева, мг-экв/г	Потери в весе, %	СОЕ после нагрева, мг-экв/г	Потери в весе %
АНФС	100	30	4,8-4,9	1,7	4,5-4,6	1,8
АНФФ			4,4-4,5	0,9	4,2-4,3	1,1-1,2

По результатам исследований термо-химостойкости полученных амфолитов можно с уверенностью сказать, что полученные иониты являются термически и химически устойчивыми.

Механическая прочность. Низкая механическая прочность ионитов ограничивает применение их в некоторых областях промышленности. Получение ионитов на основе фурфурола дает возможность получать ионообменные полимеры, отличающиеся повышенной механической прочностью.

В табл. 11. представлены результаты исследований механической прочности амфолитов АНФС и АНФФ.

Таблица 11.

Механическая прочность полученных ионитов

Испытание	Встряхивание в течении 6 часов:		Чередование 20 циклов сорбции и десорбции, %
	в сухом состоянии, %	в воде, %	
АНФС	98	96	96
АНФФ	98,5	98	98

Полученные данные свидетельствуют, о достаточно высоких механических показателях синтезированных амфолитов

Описание предполагаемого процесса получения амфолита АНФС

Изучение сорбционных, физико-химических и механических свойств полученных амфолитов в лабораторных условиях позволили разработать предполагаемую технологическую схему получения ионитов и на основании этой схемы разработать технологический регламент получения аминосульфатного амфотерного ионита АНФС (рис. 5.).

Периодический процесс получения анионита на основе стирола, фурфурола в присутствии ПЭПА и амфолита на его основе состоит из следующих стадий: подготовка и загрузка сырья; поликонденсация стирола с фурфуролом в присутствии ПЭПА; слив анионита; сушка анионита; грануляция полученного анионита; набухание анионита; сульфирование анионита.



Рис.5. Технологическая схема получения амфолита АНФС

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Синтезированы и исследованы новые поликонденсационные полифункциональные иониты на основе стирола, фурфурола и ПЭПА, а также на основе натриевой соли п-стиролсульфокислоты, фурфурола в присутствии ПЭПА. Изучено влияние температуры реакции, концентрации катализатора, соотношение исходных веществ, природы и количества растворителя и других факторов влияющих на процесс поликонденсации с

вышеуказанными соединениями и установлены оптимальные условия синтеза ионитов.

2. Проведены и изучены реакции сульфирования и фосфорилирования анионита АНФ в результате которых получены аминосульфатный и аминофосфатный амфолиты. Изучено влияние температуры, времени, природы растворителя на процесс полимераналогичных превращений. Установлены высокие степени превращения. Амфолиты на основе сульфированного и фосфорилированного анионита АНФ отличаются высокими показателями физико-химических свойств.

3. Подробно с применением химических и физических методов анализа (ИК-спектроскопии, потенциометрического титрования, фотоколориметрии и т.д.) изучены структура, физико-химические свойства полученных ионитов. Установлено, что синтезированные иониты отличаются повышенной термической устойчивостью в воде, в водных растворах кислот и щелочей и на воздухе. Исследована скорость сорбции ионов Na^+ , NO_3^{2-} , Cl^- , SO_4^{2-} , а также кинетика сорбции Ca^{2+} на синтезированных амфолитах. Показано, что полученные иониты обладают лучшими кинетическими свойствами по сравнению с некоторыми марками ионитов поликонденсационного типа.

4. На синтезированных ионитах изучена сорбция ионов меди, никеля, уранила, молибдена и др. в зависимости от различных параметров (рН среды, ионной формы) и установлена возможность практического применения полученных ионитов в гидрометаллургии, водоподготовке, деминерализации технической воды.

5. Лабораторные исследования эксплуатационных свойств полученных амфолитов, позволили разработать предполагаемую технологическую схему процесса получения аминосульфатного амфолита АНФС на основании которой разработан временный технологический регламент и получена опытная партия амфолита.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Абдуталипова Н.М., Турсунов Т.Т., Назирова Р.А., Муталов Ш.А. Синтез и исследование поликонденсационных ионитов с амино-сульфатными группами // Научно-техн. конф. ТХТИ / Умидли кимёгарлар -2009. **2009**. – С. 5-6.
2. Абдуталипова Н.М. Амфотерные Иониты на основе вторичных продуктов производства. XVI междунар. научная конф. студентов, аспирантов и молодых учёных Ломоносов-**2009**, М.: МГУ-2009.
3. Абдуталипова Н.М., Турсунов Т.Т., Назирова Р.А., Мухамедова М.А. Исследование комплексобразующей способности ионитов поликонденсационного типа // VII Всероссийская интерактивная конф.(с

- международным участием) молодых учёных / Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии, Саратов **2010**. - С.235-236.
4. Абдутаалипова Н.М., Рахимова Л.С., Турсунов Т.Т., Назирова Р.А. Исследование химической и термической устойчивости полученных ионитов // Республиканская научно-прак. конф. / Актуальные проблемы химии высокомолекулярных соединений, Бухара.: БГУ- **2010**.- С.31-32.
 5. Абдутаалипова Н.М., Турсунов Т.Т., Пулатов Х.Л., Назирова Р.А., Мухамедова М.А. Сульфированные полиамфолиты поликонденсационного типа // Ж. Химия химическая технология. **2010**. - С.60-62.
 6. Абдутаалипова Н.М., Рахимова Л.С., Турсунов Т.Т., Назирова Р.А. Сульфированные амфолиты на основе отходов производства // Международная научно-тех. конф. / Современные техника и технология горно-металлургической отрасли и пути их развития, Навои-**2010**.- С. 354.
 7. Абдутаалипова Н.М., Турсунов Т.Т, Назирова Р.А., Йигитов Ф., Низамов Т. Изучение свойств аминосульфатных ионитов поликонденсационного типа// Сб.трудов республиканской научно-тех. конф. /Актуальные проблемы инновационных технологий химической, нефтегазовой и пищевой промышленности. 28-29октября 2010, Кунград-**2010**.- С.212-213.
 8. Абдутаалипова Н.М., Турсунов Т.Т, Назирова Р.А., Пулатов Х.Л. Модификация ионообменных полимеров фурановыми соединениями // Всероссийская конференция с элементами научной школы для молодёжи «Актуальные проблемы органической химии» 6-8 октября, **2010**, Казань С.136.
 9. Абдутаалипова Н.М., Пулатов Х.Л., Турсунов Т.Т., Назирова Р.А. Получение ионообменных полимеров на основе вторичных материальных ресурсов. // Санкт-Петербургская конф. «Наука о полимерах» Санкт-Петербург-**2010**.-С.44.
 10. Абдутаалипова Н.М., Зайнитдинова Б.З., Бердиева М.И., Муталов Ш.А., Турсунов Т.Т., Назирова Р.А., Самиков А. Исследование свойств ионообменных полимеров поликонденсационного типа на основе фурфурола // Сб. тр. III международная конференция «Ресурсосберегающие и энергоэффективные технологии в химической и нефтехимической промышленности» 25 октября Москва - **2011**. - С.6-7
 11. Абдутаалипова Н.М., Зайнитдинова Б.З., Турсунов Т.Т., Назирова Р.А., Бабажанов Р.А., Самиков А. Исследование функциональности ионитов полученных на основе фурфурола // Сб. тр. Республиканской научно-тех конф. 19-20 октябрь «Актуальные проблемы инновационных технологий химической, нефтегазовой и пищевой промышленности» Ташкент, ТХТИ, **2011**. - С.30-31.
 12. Абдутаалипова Н.М., Турсунов Т.Т, Назирова Р.А. Изучение реакции фосфорилирования анионита на основе стирола, фурфурола и полиэтиленполиаминна // Журнал Химия и Химическая технология, №1 **2012** С.35-37.

Р Е З Ю М Е

диссертации Абдудалиповой Нелли Мударисовны на тему «**Разработка методов получения амфолитов поликонденсационного типа с заранее заданными свойствами**» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 – «Технология и переработка пластических масс и стеклопластиков»

Ключевые слова: фурфурол, стирол, полиэтиленполиамин, натриевая соль п-стиролсульфокислоты, хлористый цинк, аминосульфатный амфолит, аминофосфатный амфолит, сорбция, десорбция, комплексообразование, жесткость воды, термо-химостойкость, набухаемость.

Объекты исследования: очистка производственных вод от ионов металлов, деминерализация производственных вод в теплоэнергетике, в водоподготовке, а также умягчения технических вод в различных регионах Республики Узбекистан.

Цель работы: Получение, изучение свойств и применение амфотерных ионообменных полимеров.

Методы исследования: элементный анализ, трилометрия, йодометрия, алкалометрическое титрование, фотоэлектроколориметрия, ИК-спектрометрия, потенциометрия, рН-метрия, и др.

Полученные результаты и их новизна: получены и исследованы новые амфотерные ионообменные полимеры путем поликонденсации стирола, фурфурола и полиэтиленполиамина с последующим введением ионогенных групп, а также путем поликонденсации натриевой соли п-стиролсульфокислоты фурфурола и полиэтиленполиамина. Использование в качестве сшивающего агента – фурфурола, обусловлено доступностью получения его в условиях нашей Республики и получения ионитов на его основе с повышенной термо-химостойкостью.

Практическая значимость: разработаны методы получения новых амфотерных ионитов, обладающие достаточно высокой обменной емкостью по отношению к ионам кальция, магния, меди, никеля, уранила и др. в широком интервале рН-среды, что дает возможность использовать их в процессах очистки производственных вод от ионов тяжелых металлов и умягчении различных вод.

Степень внедрения и экономическая эффективность: результаты лабораторных исследований основных эксплуатационных свойств полученных амфолитов позволяют использовать их в теплоэнергетике, гидрометаллургии, водоподготовке и других предприятиях не только при обычной, но и повышенной температуре и агрессивной среде.

Область применения: в гидрометаллургии, водоподготовке и других предприятиях народного хозяйства нашей Республики, где требуется деминерализация и очистка производственных вод от ионов меди, никеля, уранила, молибдена и др.

Техника фанлари номзоди илмий даражасига талабгор Абдудалипова Нелля Мударисовнанинг 05.17.06 – «Пластик масса ва шишапластиклар технологияси ва уларни қайта ишлаш» ихтисослиги бўйича «**Олдиндан хоссалари белгиланган поликонденсацион типдаги амфолитлар олиш усуллари яратиш**» мавзусидаги диссертациясининг

РЕЗЮМЕСИ

Таянч сўзлар: фурфурол, стирол, полиэтиленполиамин, п-стиролсульфокислота натрийли тузи, рух хлорид, амфолит, сорбция, десорбция, комплекс ҳосил қилиши, сувнинг қаттиқлиги, термокимёвий барқарорлик, бўқиш даражаси.

Тадқиқот объектлари: ишлаб чиқариш сувлари металл ионларидан тозалаш, иссиқлик энергетикасида сувлари деминераллаштириш, сувлари ишлатишга тайёрлаш, қолаверса Ўзбекистон Республикасининг ҳар хил туманларидаги техник сувларини юмшатиш.

Ишнинг мақсади: амфотер хоссага эга бўлган ионитларини олиш, хоссаларини ўрганиш ҳамда уларнинг қўлланилиши.

Тадқиқот усули: кимёвий таҳлил усулларидан – элементар анализ, трилометрия, йодометрия, алкаиметрик титрлаш, физик-кимёвий усуллардан - фотоэлектрокалориметрия, ИҚ-спектрометрия ва потенциометрик титрлаш, рН-метрия.

Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги: фурфурол билан стирол ва полиэтиленполиаминнинг ўзаро поликонденсацияси асосида ва кейинчалик ионоген гуруҳлари киритилган, қолаверса п-стиролсульфокислотаси натрий тузининг, фурфурол, ПЭПАнинг асосида поликонденсация йули билан янги ионитлар олинди ва тадқиқ қилинди. Кўприк ҳосил қилувчи сифатида фурфуролни қўллаш, бир томондан, унинг бизнинг Республикамиз шароитида топиш мумкинлиги ва бошқа томондан, олинган амфолитларнинг термик ва кимёвий барқарорлиги юқори бўлиши билан шартланади.

Амалий аҳамияти: рН-муҳитининг кенг оралиқларида кальций, магний, никел, мис, уранил ва бошқа ионларга нисбатан юқори алмашинув сифимларга эга бўлган янги амфолитлар олиш усуллари ишлаб чиқилди. Бу эса уларни турли оқова сувлари оғир металл ионларидан тозалаш ва сувларни юмшатиш жараёнларида қўллашга имкон беради.

Татбиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги: олинган амфолитларнинг асосий эксплуатацион хоссаларини ўрганиш бўйича олиб борилган тажриба тадқиқотлари натижалари уларни оқова сувларни оғир метал ионларидан тозалашда, иссиқлик энергетикасида, сувларни тайёрлашда, гидрометаллургияда ва бошқа корхоналарда турли сувларни юмшатишда нафақат оддий, балки юқори ҳароратларда, агрессив муҳитида қўллаш имконини беради.

Қўлланиш соҳаси: гидрометаллургияда, сувларни тайёрлаш ва турли сувларни деминераллаштириш эҳтиёжи бўлган Республикамиз халқ

хўжалигининг корхоналарида ва оқова сувларни мис, никел, уранил, молибден ва бошқалар ионларидан тозалаш.

RESUME

Thesis of Abdutalipova Nellya Mudarisovna on the scientific degree competition of the doctor of philosophy (PhD) in technical science specialty 05.17.06 – «Technology, processing of plastics and fibreglasses» subject: **«Development of methods of obtaining and researching of polycondensation type ampholyte with given properties»**

Key words: Furfural, poliethylenpolyamin, styrene, sodium salt of p-sulfonic, zinc chloride, amphoter ion, sorption, desorption, sodium, magnesium, calcium, copper, nickel, uranium, water hardness, thermal and chemical stability, swelling capacity.

Objects of research: Purification of water from heavy metal ions, demineralization water production in the heat energetics, in water treatment, as well as softening the water hardness in different regions of our Republic. **Objective of research:** Production, study properties and application of ampholyte.

Research methods: Elemental analysis, trilonometry, iodimetry, alkalometric titration photoelectrocalorimeter, infrared spectrometry, potentiometric titration, pH-metry, nephelometry, etc.

The achieved results and their novelty: Obtained and investigated a new not described in the literature ampholyte by polycondensation of styrene and furfural polymer, sodium salt of p-sulfonic.

- Use as brige-formative furfural due to its availability in conditions of our Republic, and high thermo-chemical stability of obtained cation.

Practical significance: Developed method for obtaining a new amphoter cation, which has a sufficiently high exchange capacity in the Na-form with respect to ions of calcium, magnesium, copper, nickel, uranium and others in a wide range of pH-environment, which makes it possible to use it during purification and removing heavy metal ions from industrial waters and in processes of softening various waters.

The degree of implementation and economic efficiency: the results of laboratory studies of fundamental performance properties of the obtained cation can be used in heat-energetics, water-preparation in different water softening processes not only normal but in higher temperature too, also in the process of purification of industrial water from ions of heavy metals.

Sphere of usage: water treatment and in all enterprises of national economy of our Republic, where required water demineralization and purification of water from ions of copper, nickel, uranium and others.