МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

СЕМИПАЛАТИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ШАКАРИМА

АГРО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

КАФЕДРА ХИМИИ И ЭКСПЕРТИЗЫ

**СИНТЕЗ СЛАБОСШИТОГО ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТА АЦЕТОУКСУСНЫЙ ЭФИР/АКРИЛОВАЯ КИСЛОТА И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЕГО С ИОНАМИ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ**

Дипломная работа студента IV курса

группы Е-412 Хабиева А.Т.

Научный руководитель к.х.н., доцент

Яшкарова М.Г.

СЕМИПАЛАТИНСК-2008

**РЕФЕРАТ**

Дипломная работа содержит: страниц, рисунок, таблиц, приложений, список литературы включаетнаименований.

**Тема:** **«Синтез слабосшитого полиэлектролита ацетоуксусный эфир/акриловая кислота и взаимодействие его с переходными металлами»**

Объектом исследования является новый полиэлектролит на основе ацетоуксусного эфира (АУЭ) и акриловой кислоты (АК), синтезированного реакцией присоединения Михаэля и последующей радикальной полимеризацией.

Цель работы: синтез слабосшитого полиэлектролита, исследование его свойств и изучение возможности его практического применения.

Работа выполнена на кафедре химии и экспертизы Семипалатинского

Государственного университета имени Шакарима. Синтез нового полиэлектролита проведен в Институте полимерных материалов и технологий (г. Алматы).

В работе были использованы методы гравиметрии, потенциометрического титрования.

Были исследованы:

1. Подобраны оптимальные условия синтеза: концентрация инициатора (ДАК), соотношение мономеров в исходной мономерной смеси, природа растворителя, концентрация сшивающего агента (бисакриламид), температура.

2) Определение состава сшитого полиэлектролита ацетоуксусного эфира/акриловой кислоты (АУЭ/АК).

3) Определение кинетики набухания и коэффициента набухания геля в воде.

4) Исследование взаимодействия сшитого полиэлектролита с некоторыми ионами Ме2+

5) Возможность практического использования гидрогелей, в частности, на основе сополимера ацетоуксусного эфира/акриловой кислоты.

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

* 1. Классификация и виды полиэлектролитов
	2. Различные факторы, влияющие на контракцию геля
	3. Перспективы использования полимерных гидрогелей

ГЛАВА 2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Получение и очистка исходных веществ

2.1. 1. Мономеры

2.1.2 Растворители

2.1.3 Слабо сшитые полимеры

2.2Методы исследования

ГЛАВА 3.РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

3.1 Определение кинетики набухания и коэффициента набухания

3.2 Исследование взаимодействия сшитого ПЭ с некоторыми ионами Ме2

ВЫВОДЫ

ПРИЛОЖЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

# ВВЕДЕНИЕ.

**Актуальность темы**

Известно, что число полиэлектролитов разнообразно, хотя и их количество ограничено. Синтез и исследование новых полиэлектролитов представляет большой теоретический и практический интерес. Поликислоты, содержащие в полимерной цепи кислотные группы, не найдены в биологических объектах и получить их можно непосредственным синтезом из соответствующих мономеров. Исследование полиэлектролитов и их взаимодействий самыми различными соединениями ( комплементарными макромолекулами, белками, ионами металлов, лекарственными веществами и т.д.) интересно с точки зрения моделирования процессов, протекающих в биологических системах, а также возможного использования в различных процессах - в процессах извлечения ионов металлов, разделения, очистки и концентрирования белков, иммобилизации и контролируемого высвобождения лекарственных веществ и т. д..

Данная работа посвящена синтезу нового полиэлектролита на основе ацетоуксусного эфира и акриловой кислоты и исследованию его взаимодействия с ионами переходных металлов.

**Цель работы**

1) Синтез сшитого ПЭ.

2) Определение состава сшитого ПЭ.

3) Определение кинетики набухания и коэффициента набухания геля в воде.

4)Исследование взаимодействия сшитого ПЭ с некоторыми ионами Ме2+

**Научная новизна темы**

Научная новизна данной работы в том, что исследуемый объект является совершенно новым полиэлектролитом, ранее еще не исследованным. Полученные результаты могут быть использованы при извлечении металлов из природных и сточных вод, создании гомогенных и гетерогенных полимерных катализаторов, биомедецинских препаратов, полупроницаемых мембран и полупроводников.

**Достоверность полученных данных**

В работе использовались химически чистые и чистые для анализа вещества. Растворители очищали перегонкой и бидистилляцией. Использованые методы исследования (гравиметрия и потенциометрия) отличаются высокой точностью, а использованые приборы произведены известной фирмой (аналитические весы – Mettler Toledo, рН - метр Mettler Toledo MPC 227, Швейцария).

**Практическая значимость**

Синтезированный полиэлектролит может быть использован для сорбции и разделения ионов металлов.

**ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ, СИМВОЛОВ И ОБОЗНАЧЕНИЙ**

**ЭЭАКК –** этиловый эфир аминокротоновой кислоты

**АК** – акриловая кислота

**ППГ –** поли - N – пропилен глицин

**ПИКЭИ –** поли – 1 - изопропилкарбоксилэтиленимин

**ПЭА -** полиэтиленаланин

**ИЭТ –** изоэлектрическая точка

**ИЭФ –** изоэлектрическое фокусирование

**ПЭГ -** полиэтиленгликоль

**ПЭЙ -** полиэтиленимин

**2М5ВП – 2** – метил – 5 – винил пиперидин

**ТПМК –** тройные полимер – металлические комплексы

**ПЭК –** полиэлектролитные комплексы

**П4ВП -** поли– 4– винил пиперидин

**ПВПБ -** поли– 4– винил пиридинбетаин

**ПВПД -** поливинилпирролидон

**С – ПЭК –** стехиометрические полиэлектролитные комплексы

**Н – ПЭК -** нестехиометрические полиэлектролитные комплексы

**БПЭ –** блокирующий полиэлектролит

**ЛПЭ –** лиофилизирующий полиэлектролит

**ГП2М5ВП –** гидрогельполи **- 2** – метил – 5 – винилпиридин

**ДДС –** додицилсульфат натрия

**ДБСNa –** додицилбензосульфанат натрия

**АУЭ –** ацетоуксусный эфир

**ПА -** полиамфолит

**ПЭ -** полиэлектролит

**η -** вязкость

**ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР**

**1.1 Классификация и виды полиэлектролитов**

Полиэлектролитами называют полимерные соединения, сочетающие в себе определенное количество функциональных групп (не менее 3х групп ).

В зависимости от характера функциональных групп полиэлектролиты делятся на поликислоты, полиоснования, полиамфолиты и полибетаины.

Поликислотами называют полимерные соединения, сочетающие в себе кислотные группы (например, - СООН)

Полиоснованиями называют полимерные соединения, сочетающие в себе основные группы (например, - ОН, - NH2)

Полиамфолитами называют полимерные соединения, сочетающие в себе кислотные и основные группы (например, - ОН и - СООН).

Полибетаинами называют полимерные соединения, сочетающие в себе кислотные и основные группы, находящиеся попарно друг около друга и способные образовывать циклические ряды, т.е. подобные органическим аминокислотам (например, - NH2 и - СООН группы, находящиеся попарно друг около друга в звеньях полимерной цепи).

Полиэлектролиты представляют собой большой практический и научный интерес и является одним из немногих классов органических соединений, не существующих в природе, т.е. получить их можно только соответствующими реакциями полимеризации.

В настоящее время применяются как сшитые, так и линейные полимеры, каждые из которых имеют определенные области применения.

Слабосшитые полиэлектролиты, имеющие одну связку на 30 – 70 звеньев полимерной цепи способны поглощать в себя сто, а то и больше тысячи раз от веса растворителя, что значительно превышает способности природных аналогов, таких как мхи и лишайники (в 5 -30 раз больше от своего веса поглощения воды).

При поглощении растворителя слабосшитый полиэлектролит набухает, расстояние между звеньями цепи увеличивается, вместе с тем уменьшается прочность образовавшегося геля. Тем самым исследователи поставили перед собой задачу: найти компромисс между степенью набухания геля, т.е. поглощающей способностью, и его механической прочностью.

Существует несколько способов повышения механической прочности геля, но в настоящее время наиболее часто используют способ внедрения линейного полимера в сетку сшитого. Данный способ подобен образованию органических катенанов и ротоксанов. Внедрение в сетку линейного полимера происходит случайным образом и на сегодняшний момент развития науки и техники не существуют методов управляемого синтеза полимера с заданной структурой, и поэтому в одних и тех же условиях могут получаться полимеры, имеющие различие в некоторых свойствах.

В таких случаях прибегают к упрощению, идеализации объекта, называемого статическим полимером, и вычисляют для него среднее значение кислотности (кислотных групп) или основности (основных групп), а также при вычислении других параметров, т.е. говорят об исследовании образцов.

**1.2 Различные факторы, влияющие на контракцию геля**

Отметим одно из важных свойств полимерного геля – это коллапс, т. е. резкое сжатие. Набухший гель сжимается в результате изменения на какое-нибудь внешнее воздействие, например, температуру, свет, действие различных электрических и магнитных полей, что связано в первую очередь с аморфной структурой самого слабосшитого полиэлектролита.

На коллапс геля также могут оказать влияние вещества, соприкасающиеся с сеткой данного геля. Отметим, что его структура может быть глобулярной, которая может разворачиваться при некотором изменении условий.

Для изучения факторов, влияющих на контракцию геля (тот же коллапс, но значительно нерезкий) отметим силы, воздействующие на него в набухшем состоянии.

Влияние ионной силы.

С увеличением ионной силы раствора гель теряет часть своей поглощенной воды и сжимается. Данный процесс является анологичным процессу высаливания. При этом возникают два конкурирующих процесса, т. е. с одной стороны ионы, содержащиеся в растворе пытаются образовать аквакомплексы (если растворитель – вода), с другой – гель пытается сорбировать во внутреннюю структуру воду, находящуюся в окружающем пространстве.

Влияние растворителя.

Как было сказано, растворитель также может влиять на «набухающую» способность геля. Существуют гели, набухающие приемущественно в органических растворителях, также существуют те, которые набухают – в неорганических, есть, которые набухают и в тех и других.

Как же воздействуют разные растворители на полиэлектролиты? Во – первых, это взаимодействие между данным растворителем и ионогенными или неионогенными группами полиэлектролита. При этом между полимером и растворителем возникают Ван – дер – Ваальсовые силы межмолекулярного взаимрдействия. Это – ориентационные, индукционные, дисперсионные. Не исключено и образование водородных связей.

Влияние рН.

рН является также одним из фактором, влияющим или способствующим коллапсированию геля. Причина данного явления заключается в ионизации групп, находящихся в молекуле полиэлектролита. Для полиамфолитов и полибетаинов следует отметить изоэлектрическую точку, в которой заряд молекулы полиэлектролита равен нулю. Данной изоэлектрической точке соответствует определенное значение рН, при которой размеры молекулы резко уменьшаются и несвязанная вода обратно уходит в раствор. Следует отметить, что поликислоты лучше набухают в щелочной среде, а коллапсируют все же в кислой; для полиоснований картина обратная, т. е. они лучше набухают в слабокислой среде, а коллапсируют все же в слабощелочной среде. Определение ИЭТ для полиамфолитов проводят обычно рН – метрическим титрованием (скорее методом обратного титрования) кислотных и основных групп.

Влияние электрических и магнитных полей.

Полиэлектролиты обладают свойством создавать достаточно высокие индуцированные поля в окружающем себя пространстве благодаря высокой плотности заряда, при этом в данном месте может образоваться большая разность диэлектрической проницаемости. Влияние полей сводится к изменению направления этих полей, что способствует к «насильственному» перенаправлению кислотных и основных групп, а далее это приводит к изменению расстояния между цепями звеньев молекул, возможно и изменение конформации молекулы.

Влияние осмотического давления.

Что такое осмос вы, наверное, знаете (проникновение через полупроницаемую мембрану (перегородку) молекул растворителя). Полимер потому и набухает, что во внутренней структуре образуется избыточный заряд, который компенсируется увеличением расстояния между поляризованными группами полиэлектролита, благодаря сольватации ионогенных групп. Необходимо отметить, что данное влияние не управляется и является природным свойством. Влияние его возможно увеличить или уменьшить с помощью подбора, синтеза полиэлектролитов с заданными свойствами.

**1.3 Перспективы использования полимерных гидрогелей**

«Умные» водорастворимые полимеры и гидрогели способны обратимо реагировать на незначительные изменения свойств среды (рН, температура, ионная сила, присутствие определенных веществ, освещенность, электрическое поле), причем реакция системы легко видна невооруженным глазом (образование новой фазы в гомогенном растворе, резкое набухание или сжатие гидрогеля). Рассмотрены свойства подобных полимеров и гидрогелей. Обсуждается использование «умных» полимеров и гидрогелей для концентрирования белковых растворов, обезвоживания суспензий, создания мембран с регулируемой проницаемостью, выделения и очистки биомолекул, иммобилизации биокатализаторов, создания сенсорных систем и систем контролируемого выделения лекарств.

Общие замечания.

Если выше нами были вкратце затронуты фундаментальные вопросы, связанные с поведением гидрогелей в различных средах и под влиянием различных внешних воздействий, то теперь мы кратко остановимся на наименее изученных аспектах практического использования сильно набухающих гидрогелей.

 Охватить весь спектр применения гидрогелей в одной дипломной работе не представляется возможным: гидрогели уже нашли достаточно широкое применение как медико – гигиенические средства, как материал для контактных линз, как загустители водных сред и т. д.. Тем не менее, потенциальные возможности использования гидрогелей далеко не исчерпаны. В частности, возможность подшивки или включения в гели различных функциональных групп (например комплексонов) резко расширяет область их применения. В настоящем разделе мы ограничимся, в основном, рассмотрением возможных применений наиболее распространенных типов гидрогелей.

Применение гидрогелей в очистных и горнообагатительных технологиях.

Способность гидрогелей аккумулировать значительные количества воды (до нескольких литров на один грамм сухого полимера) определила наиболее очевидное их использование. В частности, в настоящее время налажен серийный выпуск различных медико – гигиенических средств (например, французская фирма Elf – Atochen производит одноразовые детские подгузники, содержащие сухой гидрогель).

Но дело не ограничивается способностью гидрогелей сильно набухать в средах различного состава и термодинамического качества. Например, гидрогели можно использовать в качестве рабочего вещества в очистных и горнообогатительных технологиях. В силу эффекта перераспределения концентраций низкомолекулярных ионов гидрогель может играть роль трехмерной мембраны. Это означает, что при погружении гидрогеля в водно – солевой раствор, может происходить процесс приемущественного поглощения чистой воды. При этом загрязняющие примеси остаются в окружающем гидрогель растворе.

 Использование эффекта обратимого коллапса гидрогеля под воздействием внешнего электрического тока позволяет отделить от него очищенную воду. Комбинация двух указанных эффектов позволяет организовать циклический режим, в котором на первой стадии она выделяется под действием электрического тока. Обратимость коллапса делает возможным многократное использование гидрогеля. Существенно, что данный цикл может быть задействован не только для одновалентных, но и для поливалентных металлов при определенном соотношении концентраций соли и геля.

Такой циклический режим может равным образом рассматриваться и как очистной, и как обогатительной. Действительно, в зависимости от поставленной цели в качестве ценной компоненты может рассматриваться либо чистая вода, либо концентрируемый вне гидрогеля обогащенный по примесям раствор. Подчеркнем, что в отличие от стандартной ионообменной технологии, рабочее вещество здесь является практически нерасходуемым материалом.

Добавим, что зависимости от конкретных задач здесь можно работать как в прямом (гидрогель поглощает только воду), так и в обратном режимах (гидрогель затягивает в себя примеси, а чистая вода остается снаружи). Например, в серии работ В. А. Кабанова с сотрудниками А. Р. Хохлова с сотрудниками был продемонстрирован очень красивый усложненный вариант обратного режима. Внутри полиэлектролитного гидрогеля резко снижается критическая концентрация мицеллообразования поверхностно – активных веществ (ПАВ). Соответственно, в некоем объеме гидрогеля концентрация таких мицелл намного выше, чем в эквивалентном объеме чистой воды. А подобные мицеллы обладают свойством поглощать ряд экологически неприятных примесей (бензол, хлорированные уклеводороды и т. д.). Существенно, однако, что эти примеси могут находиться не толбко в воде, но и в виде пара и из воздуха. Экологические следствия этого эффекта очевидны.

Электро - и хемомеханические преобразователи.

Как уже было упомянуто раньше, явление обратимого коллапса полиэлектролитного гидрогеля может происходить не только под воздействием электрического тока, но также и вследствие изменения состава термодинамического качества среды. Если исходить мз общих прндставлений о гидрогеле как об объекте, позволяющем моделировать поведение биологических систем, то это явление (а также построенные на его основе электро – и хемомеханические преобразователи) может рассматриваться как первый шаг на пути к созданию искусственной мускулатуры. Если внимательно проанализировать обзоры, то такая перспектива выглядит не столь уж отдаленной.

Напомним, что в первых вариантах «рН – мускул» в линейных полиэлектролитных машинах Качальского и Куна, представлял собой слабосшитую ленту из полиакриловой кислоты и «поддерживающего полимера» - поливинилового спирта, способную сжиматься и удлиняться при изменении рН окружающей среды. Следует отметить, что полиакриловая кислота и поливиниловый спирт образуют между собой интерполимерный комплекс, который, в принципе, сам мог бы оказаться рабочим телом рН – мускула (однако, в конце 50 – х годов интерполимерные комплексы вообще не были известны, так что нельзя предъявлять претензии авторам). Полезность системы тут под сомнение не ставится, но детальный механизм работы аналога цикла Карно зависит от того, что именно сокращается и удлиняется (или распадается и восстанавливается).

Казалось бы, детальный анализ рН – мускула мог бы и разрешить парадокс, связанный с противоречием между теориями Качальского (полное разворачивание) и Флори (Доннановский эффект). Действительно, можно попытаться вычислить степень удлинения ленты при полном и неполном разворачивании полиэлектролита при изменении рН среды. Почему – то этого сделано не было.

Дальнейшие исследования, проведенные в основном японскими авторами показали, что спектр воздействий на вещество гидрогеля, вызывающих его контракцию, может быть существенно расширен: сжатие гидрогеля может происходить также при изменении ионной силы окружающей среды, добавлении осадителя, поверхностно – активных веществ, под воздействием внешних электрических полей. Тут аналогия трехмерных обратимо набухающих гидрогелей и изначальных квазиодномерных «химических мускулов» вполне очевидна.

Простейший вид хемомеханического преобразования описан раньше, где образец гидрогеля совершал обратимый механический процесс перемещения груза в поле силы тяжести. Поступательное движение груза вначале обеспечивалось сжатием геля при воздействии на него осадителя (ацетона). Обратное движение имело место при уменьшении концентрации осадителя за счет разбавления его водой.

Каким бы ни был этот пример простым, он дает представление о работе целого класса устройств, которые объединяются под названием электро – и хемомеханических преобразователей. Для их работы характерно использование замкнутого цикла, на первой стадии которого производится обратимое сжатие геля под тем или иным воздействием. На второй стадии воздействие снимается, и гель возвращается в исходное равновесное состояние.

Пример организации циклического режима за счет температурных эффектов.

Температурно зависимые электронейтральные гидрогели представляют собой отдельный обширный класс соединений. Их подробное рассмотрение остается за рамки настоящего обзора. Однако, представляется интересным рассмотреть одну из перспективных возможностей их применения.

Диаграммы состояния в воде многих полужесткоцепных полимеров (поливинилпирролидон, но этот вопрос до конца не выяснен, или полиоксиэтилен, но тут частота экспериментов нарушается кристаллизационными затруднениями).

Комбинируя сополимеризацией гидрофильные и гидрофобные компоненты – такие как оксиэтилен и оксипропилен, - нетрудно подобрать состав и оптимальный метод сополимеризации, где применяется рисунок диаграммы сосуществования гидрогеля.

Такая диаграмма сосуществования позволяет осуществить аналог цикла Карно. А именно, ниже бинодали гель сильно набухает в воде, а выше коллапсирует. Предположим, что в ночное время суток система находится в атмосфере достаточно высокой влажности и при низкой температуре. Гель будет впитывать в себя влагу. По мере потепления система снизу пересечет бинодаль и отдаст аккумулированную жидкость. Это сокращение будет довольно резким фазовым переходом. При высокой температуре гель будет в сильно поджатом состоянии. НКТР и точки А1 и А2 задаются химическим составом и топологией сетки. Применение такого цикла для сельского хозяйства достаточно очевидно.

Такой цикл может найти применение и в горно – металлургическом деле для организации «тихих взрывов»: процесс должен начинаться с засыпки сухого порошка в шурф – а дальше все должно развиваться естественным образом.

Гидрогели как носители лекарственных препаратов.

Этот аспект является одним из наиболее актуальных в плане практического использования гидрогелей. Действительно, с одной стороны, управляемое пролонгированное действие лекарственных препаратов обладает несомненными приемуществами с точки зрения лечебного эффекта. С другой стороны, этот эффект может быть реализован на уже существующих типах гидрогелей.

С точки зрения изучения фундаментальных физико – химических закономерностей эту проблему можно в целом считать решенной. Известны примеры как температурно – зависимых гидрогелей, так и гидрогелей чувствительных к изменению рН среды. На данном этапе речь скорее идет о проведении целенаправленных систематических исследований (как фармокологических, так и клинических) по динамике высвобождения лекарственных препаратов из набухшей сетки. Целью таких исследований следует считать подбор оптимальных характеристик гидрогеля по отношению к кислотно – щелочным свойствам пищеварительного тракта, а также тестовые испытания, призванные удовлетворить существующим медицинским стандартам.

Данной проблеме посвящена обширная литература, рассматривающая вопрос как с фармокологической точки зрения, так и с точки зрения физической химии полимеров. Поэтому мы не будем на нем подробно останавливаться, отметим только, что и здесь речь снова идет об управляемой (а точнее предсказуемой) контракции гидрогеля с выделением в окружающую среду несомого вещества. Отличие от ранее рассмотренных процессов состоит в том, что подбирается среда, обеспечивающая контракцию гидрогеля, а наоборот, гидрогель подбирается так, чтобы имело место его замедленное сжатие в естественной среде – человеческом организме.

Терапевтическое воздействие с использованием гидрогелей можно, в принципе, оказывать и другим способом, например, вводя лекарственные препараты в синтетические матрацы, создающие «искусственную невесомость» .Этот способ может найти применение при лечении сильных ожогов.

Гидрогели в биотехнологиях.

В настоящее время очень быстро развиваются различные приемы выращивания клеточных популяций на полимерных подложках или в контейнерах разного состава и конфигураций (от плоских подложек до полых волокон). При этом, одна из биологических проблем заключается в замене диффузии (которая в подобных устройствах затруднена) перфузией, чтобы обеспечить приток и отток продуктов клеточного метаболизма. В разряженных гидрогелях эта довольно неприятная инженерная проблема отпадает, ибо диффузии может препятствовать лишь слишком плотная упаковка растущих клеток. Следует учитывать только, что гель не должен избирательно удерживать или тормозить питательные вещества и отходы.

Значимость выращивания искусственных популяций клеток обусловлена важнейшими причинами:

1. Рост клеточной популяции сопровождается побочным, но чрезвычайно важным эффектом селекции по типу клеток, обусловленным адсорбцией. Механизм этого явления не вполне выяснен, однако, точно установлено одно: аномальные, в том числе, канцерогенные клетки в таких условиях не пролифелируют, рост их прекращается. Оставим профессионалам решение вопроса, чем обусловлено это явление – составом полимерного контейнера или деформацией самих клеток из – за адсорбции на носителе – мы привели фактические данные.

Применение гидрогелей как своего рода «гидропонной системы» для выращивания клеточных колоний само по себе не ново. Однако, в связи с вышесказанным, отчетливая перспектива устранения злокачественных клеток и подавления их роста возникает сразу, хотя о деталях говорить еще рано.

2. Цито – биохимический реактор. Можно выращивать в гидрогеле популяцию клеток, специфически «настроенную» на продукцию какого – либо фермента или иного белка «энергетической группы» , или определенной нуклеиновой кислоты и т. д. . Такой реактор легко запустить и постоянно поддерживать в рабочем состоянии; если эти реакторы работают на сплошных или волокнистых полимерных системах, то не видно причин, почему бы они не стали работать в более мягких условиях гидрогеля.

3.Имплантационная или трансплантационная хирургия. Допустим что какая – то ткань или орган вышли из строя и требуют замены или залечивания. Удобный пример – печень, она практически однородна по клеточному составу, в то время как операции на ней крайне затруднены. Можно вырастить достаточно большое количество клеток печеночной ткани и имплантировать ее вместо поврежденного участка. Благодаря высокой реакционной способности гидрогелей, регулируя их состав, можно предотвратить опасность несовместимости или отторжения.

Гидрогели как материал оптических элементов.

По своим оптическим свойствам сильно набухший гидрогель слабо отличается от воды, так как при степенях набухания порядка тысячи, концентрация собственно полимера в системе становится, очевидным образом, весьма низкой. Это означает, что набухший гель обладает достаточно высоким показателем преломления и малым поглощением в видимой области спектра. Если наряду с этим принять во внимание хорошие упруго – механические свойства набухшего геля, то становится очевидной перспективность его использования в качестве материала доя оптических элементов с управляемыми характеристиками.

Простейшим оптическим элементом такого рода являетсяконтактная линза, в настоящее время уже реализованная на практике. Следующим этапом является создание линзы с управляемым фокусным расстоянием. В каком – то смысле такая линза будет полным аналогом хрусталика в глазах млекопитающих – ее фокусное расстояние может варьироваться заданным образом различными способами, в том числе и естественно – биологическим.

Вопрос можно поставить и более широко. Обратимый коллапс гидрогеля позволяет говорить о разработке адаптивных оптических систем, в том числе и с перестраиваемой конфигурацией поверхности. Строгая теория здесь может быть построена на основе рассмотрения гидрогеля как совокупности микроинтерферометров Фабри – Перо. Изменения формы поверхности и ее общей конфигурации можно достигнуть либо подвергая гидрогель локальному воздействию электрического тока, либо создавая соответствующее распределение механических деформаций.

Такие оптические элементы могут найти применение для коррекции волнового фронта в системах формирования изображения, послужить основой для практического решения решения задачи обращения волнового фронта и так далее. Таким образом, и для технических применений в оптике на первый план выступает возможность управлять характеристиками гидрогеля посредством внешних воздействий.

Возможности использования гидрогеля в высоких технологиях.

Высокая чувствительность гидрогеля к небольшим изменениям характеристик внешней среды позволяет говорить о его использовании в технологиях, где предъявляются повышенные требования к управляемости рабочего вещества (гидрогели как «intelligent materials»). Остановимся кратко на двух примерах использования гидрогелей в высоких технологиях: в лазерной и полупроводниковой технике.

Гидрогель может быть использован как стабилизатор оптически активной среды в мощных перестраиваемых лазерах на красителях. Известно, что одним из факторов, ограничивающих мощность лазера на основе жидких активных сред, являются конвективные потоки, развивающиеся вследствие неравномерного нагрева среды. Такие потоки делают невозможной устойчивую генерацию когерентного излучения. Высокая прозрачность гидрогеля позволяет, с одной стороны, использовать его как раствор красителя. С другой стороны, поскольку гидрогель является полимерной сеткой, то вопрос о конвективных сетках отпадает сам собой. В перспективе детальное исследование взаимодействие гидрогеля с оптически активными средами может послужить основой для направленного и планового изменения спектральных характеристик таких сред.

Рассмотрим возможность применения гидрогеля как материала для полупроводниковых элементов. Локальное внешнее воздействие на набухшую сетку позволяет получать заданное распределение плотности сеточного заряда. Если же исходный гидрогель был полиамфолитным, то можно говорить и о дизайне областей с различным знаком проводимости в пределах одного образца. Технически это можно сделать используя инжектирование в полиамфолитный гидрогель веществ, образующих нерастворимые соединения либо с анионными, либо с катионными группами.

Здесь можно говорить о прямой аналогии с изготовлением транзисторов на базе монокристалла кремния, в различные участки которого вводятся либо донорные, либо акцепторные примеси. Отличие состоит в том, что в случае геля исходный «монокристалл» обладает подвижными зарядами обоих знаков. Выбор типа проводимости осуществляется за счет химического подавления проводимости одного из типов. Дальнейшая работа такого органического транзистора по своим физическим принципам мало отличается от существующего: роль р – п и п – р переходов могут играть двойные электрические слои, спонтанно развивающиеся на границах областей с различным знаком проводимости.

Информационные системы на базе гидрогелей могут рассматриваться как одна из простейших моделей биологических систем. Действительно, все информационные процессы, протекающие в живой клетке, могут быть сведены к переносу элементарного заряда между соответствующими звеньями поликислот и полиоснований. Именно такие процессы и можно моделировать при помощи гидрогеля.

Общие закономерности.

Мы рассмотрели только некоторые принципиальные возможности практического использования сильнонабухающих гидрогелей. Тем не менее, даже из приведенных конкретных примеров видны широкие перспективы, существующие как в ближайшем, так и в более отдаленном будущем. Несмотря на разнообразие технологий, которые могут быть реализованы на основе гидрогелей, можно выделить один, общий для них всех аспект. Гидрогели обладают высокой чувствительностью к внешним воздействиям. У них ярко выражены такие свойства как программируемость управляемость. В то же время это «мягкие» системы, способные работать в разнообразных искусственных и природных условиях, включая сложные живые организмы. А это значит, что в предвидимом будущем гидрогели могут стать особенно перспективными материалами для целого ряда новых технических и биомедецинских решений.

**Список использованных литератур**

1. Бектуров Е.А., Кудайбергенов С.Е., Хамзамулина Г.Э. Катионные полимеры. Алма-Ата, Наука. 1986.158с.
2. Семчиков Ю.Д., Жильцов С.Ф., Камаева В.Н. Введение в химию полимеров. М., 1988. 150с.
3. Кушнер В.П. Конформационная изменчивость и денатурация биополимеров. Л.,1977. 275с.
4. Лебедев В.С., Гавурина Р.К. Высокомолекулярные соединения. 1964, т-6, № 8, с.1353 – 1358.
5. Шаяхметов Ш.Ш., Кудайбергенов С.Е., Бектуров Е.А. – Изв. АН Каз ССР. Сер. хим., 1979, № 3, с.67-70
6. Кудайбергенов С.Е., Шаяхметов Ш.Ш., Бектуров Е.А. – Высокомол. соед., 1980. Т.Б22. с91-94.
7. Текфорд Ч. Физическая химия полимеров. М., 1965, 772 с.
8. Лебедев В.С., Логинова Н.Н., Гавурина Р.К. – Высокомол. соед., 1964, Т.6, №7, с1174-1180.
9. Кабанов В.А. и др. – Высокомол. соед., 1977, Т.Б 19, с 95.
10. Жаймина Г.М., Бимендина Л.А., Бектуров Е.А. – Изв.АН Каз ССР. Сер. хим., 1982, №6.
11. Грассели Дж., Снейвили М., Балкин Б. Применение спектроскопии КР в химии. М., 1984. 261 с.
12. Барабанов В.П., Вяселева Г.Я., Ярошевская Х.М. – Высокомол. соед., 1978, Т.Б 20, с760.
13. Таусарова Б.Р. и др. – Изв. АН СССР, Сер. хим., 1975, №7, с 1549.
14. Бектуров Е.А., Сулейменов И.Э. Полимерные гидрогели. Алматы. «Гылым». 1998. 238с.
15. Тагер А.А. Физикохимия полимеров. М.: «Химия», 1978. с.453
16. Khoklov A.R., Philippova O.E. // Solvents and Self – Organization of Polymers. NATO ASI Series E: 1996. v.327 p.197
17. Хохлов А.Р., Доминтонова Е.Е. // Успехи Физ. Наук. 1997. Т.167. № 2. с.113
18. Бектуров Е.А., Кудайбергенов С.Е. Физикохимия растворов полимеров – Алматы: «Санат», 1993. с.248
19. Kazanskii K.S., Dubrovski S.A.// Adv. Polym. Sci. 1992. V. 104. p.97
20. H.Bronsted, J. Kopesek. HY-Sensitive Hydrogels. ACS. Polyelectrolyte gels, 1992. P 285
21. Шибалович В.Г., Кайденова И.Ю. Исследование влияния природы ионогенных групп на водопоглощающую способность полиакрилатных гидрогелей // в сб.: Тез. Докл. III Всесоюзн. Конф. по водорастворимым полимерам: Иркутск 1987. с.37
22. Казанский К.С. и др. Термодинамика сильнонабухающих полимерных гидрогелей //в сб.: Тез. Докл. III Всесоюзн. Конф. по водорастворимым полимерам: Иркутск 1987. с.62
23. Агафонов О.А. и др. Гидрогели для повышения влагоемкости почв и песков // в сб.: Тез. Докл. III Всесоюзн. Конф. по водорастворимым полимерам: Иркутск 1987. с.167
24. Филиппова О.Е. Высокомолек. соед. Серия С, 2000, Е.42, № 12, с 2328-2332.
25. Нуркеева З.С. водорастворимые и водонабухающие полимеры виниловых эфиров гликолей и аминоспиртов // Автореф. Док. Дисс. М.: 1993. с.45
26. Ергожин Е.Е., Рафиков С.Р., Уткелов Б.А., Нурахметов К.Н. // Докл. АН СССР. 1989. Т 308. с.1380
27. Бектуров Е.А., бимендина Л.А., Мамытбеков Г.К. комплексы водорастворимых полимеров и гидрогелей. Алматы «Гылым». 2002. 220с.
28. Яцимирский К.Б. Биологические аспекты координационных соединений. Киев, 1979, 268с.
29. Бектуров Е.А., Бимендина Л.А., Кудайбергенов С.Е. Полимерные комплексы и катализаторы. Алма-Ата, Наука, 1982, 191с.
30. Бек М. Химия равновесий реакций комплексообразования. М. 1973, 359с.
31. Желиговская Н.Н., Черняев И.И. Химия комплексных соединений. М., ВШ, Ciardelli F., Tsuchida E., Wohrle D. macromolecule Metal Complexes. Springer-Vertag, Berlin, 1996
32. Wohrle D. // 7-th Intern. Symp. “Makromolekle-Metal Complexes”. Leiden. The Nitherlands. 1997. I 116
33. Nsuchida E., Abe K.// Adv. Polym.Sci/ 1982. V.45.P.1
34. Saegusa T., Kobayashi S., Yfeashi K., Yamada A. //Polym.J. 1978. V.10 P.403
35. Guilbaut L.J., Murano M., Harnwood H.J. // J.Macromol. Sci.Chem. 1973. V.7.P.1065
36. Nishide H., Tsuchida E. // Macromol.Chem. 1976. B. 177.S.2453
37. Nishide H., Tsuchida E. // Macromol.Chem. 1976. B. 177.S.2295
38. Utkelov B.F., Ergozhin E.E. // Macromok.Chem.Macromol.Sump.1989. V.26.P.233
39. Utkelov B.A., Nurachmetov K.N., Ergozhin E.E. //Macromok.Chem.Rapid Commun. 1990. V.11.P.1
40. Davankov V.A., Semechkin A.V. // J.Chromatogr. 1977. V.41.P.313
41. Trochimczuk A.W. // MMC-7, 7-th Intern.Symp.Macromolecule-Metal Complexes.Leiden.The Netherlands. 1997. S105
42. Ferruti P., Barbucci R. // Adv.Polym.Sci.1984.V.58.P.57
43. Ferruti P.// Polym.Materials Encyclopedia (ed.J.Salamone) CRC Press, Boca Raton. 1996.V.5.P.3334
44. Casolarco M. //Polym.Materials Encyklopedia (ed.J.Salamone) CRC Press. Boca Raton. 1996.V.5.P.7979
45. Casolaro M., Bignotti F., Sartore L., Penco M. //Polymer. 2001. V.42,P.903
46. Hill I.R.C., Garnett M.C., Bignotti F., Davis S.S. //Biochim.Biophys.Acta. 1999.V.161.P.1427
47. Анненков В.В. Реакции комплексообразования с участием поливинилазолов. //А.р. дисс.д-ра хим.наук. Иркутск. 2001. 48с.
48. Анненков В.В., Аласур И.А., Даниловцева Е.Н. и др. //Высокомол. соед.1999. Т.А41. с.1404
49. Анненков В.В., Даниловцева Е.Н., Луненок О.В., Аласур И.А., Сараев В.В. // Изв. РАН. Сер.хим.2001.№ 8.с.1317
50. Annenkov V.V., Mazyar N.L., Kruglova V.A., Ananiev S.M. //Abstr. YII Intern.Conf. “The problems of salvation and complex formation in solytion”. Ivanovo. 1998. P.354
51. Chan W.C. // Polym.Int.1995.V.38.P.319
52. Kudaibergenov S.E. Polyamfolytes: Synthesis, Characterization and Application. Cluver Academic/Plenum Press New York. 2002.214p.
53. Kudaibergenov S.E., Khamitzanova G., Bimendina L.A.//Abstr. Intern.Symp. “Makromolecule-metal complexes”. New York.2001.P24
54. Kudaibergenov S.E., Koizhaganova R.B., Diduch A.G., Zhumadilova G.T., Bimendina L.A. // Abstr.7-th Pacific Polym.Conf. Microsymp. Sensitive polymers and smart gels. Brazile. Mexico.2001
55. Koizhaganova R.B., Kudaibergenov S.E., Geckeler K. //Macromol.Chem.Rapid Commun. (to be publ.)
56. Khamitzhanova G., Moution J., Yasharova M. // Proceed. Intern.Monitoring Conf., Semipalatinsk, 2002
57. Kudaibergenov S.E., Koizhaganova R.B., Diduch A.G., et al // J.Phys.Chem.
58. Lee W.F., Tu Y.M. // J.Appl.Polym.Sci.1999.V.72.P.1221
59. Rivas B.L., Maturana H.A., Molina M.J. Gomes-Anton M.R., Pierola I.F.// J.Appl.Polym.Sci 1998. V.67.P.1109
60. Оспанова А.К. «Физико-химические основы образования координационных соединений металлов IB, IIB и YIB подгрупп с полиэтиленимином и унитиолом». //А.р.дисс.д-ра хим.наук. Алматы.2002
61. Оспанов Х.К., Оспанова А.К. Электрохимические и термодинамические свойства унитиола и унитиолатных комплексов. Алматы. «Қазақ университеты».2002.328с.
62. Усанович М.И. Исследования в области теории растворов и теории кислот и оснований. Алматы. «Наука». 1970. 365с.
63. Пирсон Р.Дж. Жесткие и мягкие кислоты и основания. //Успехи химии. 1971. Т.40.с.1259
64. Зезин А.Б., Кабанов В.А. // Успехи химии. 1982.Вып.9.с.1447
65. Кабанов Н.М., Кокорин А.И., Рогачева В.Б., Зезин А.Б. Высокомол.соед.1979. Т.А21.с.209
66. Кабанов Н.М.Кожевникова Н.А., Кокорин А.И., Рогачева В.Б., Зезин А.Б., кабанов В.А. // Высокомол.соед.1979.Т.А21.с.1891
67. Кабанов Н.М., Хван А.М., Рогачева В.Б., зезеин А.Б., Кабанов В.А. // Высокомол.соед.1979.Т.Б21.с535
68. Sarac A.S., Ustamehmetoglu B., Mustafaev M.I., Erbil C., Uzelli G. // J.Polym.sci.part A: Polym.chem.1995.V.33.P.1581
69. Ustamehmetoglu B., baykeln S., Sunmez G., Sarac A.S. // J.Polym.sci.Part A: Polym.Chem. 1999.V.37.P.1115
70. Bronstein L.m., Platonova O.A., Yakin A.N. et al. // Langmuir.1998. V.14.P.259
71. Бектурганова Г.К., Бимендина Л.А., мамытбеков Г.К., Бектуров Е.А. // изв.МН-АН РК.Сер.хим. 1998 №3.с22
72. Bimendina L.A., Bekturganova G.K., Bekturov E.A. // 8-th Intern.Conf.Polymer Based Adv.Adv.Techn. (POC’98).1998
73. Bimendina L.A., Bekturganova G.K., Nolendina A.K., Bekturov E.A. //MRC. Boston.1998
74. Macromolecular Interactions.Eds.Ratajizak H.,Orwille W.J. Thomas Willey Interscience Publ.1981
75. Джумадилов Т.К., Бектуров Е.А., Бектурганова Г.К. Ион-дипольные комплексы неионных полимеров. Алматы. «Эверо». 2002. 179с.
76. Molyneux P. Sunthetic Polymers in Water. London. 1975.V.4.Ch.7