

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева
Институт химических и биологических технологий
Кафедра химических технологий органических веществ и полимеров

Мугали А.Е.

Исследование сорбционных свойств различных металлов полимерными
гидрогелями гигиенических средств

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

специальность 5В072100 – Химическая технология органических веществ

Алматы 2019 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

ОТЗЫВ

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на дипломную работу Мугали Айданы Ериккызы

специальность 5B072100 – Химическая технология органических веществ

Тема: Исследование сорбционных свойств различных металлов полимерными гидрогелями гигиенических средств


Выполненная Мугали А.Е. дипломная работа посвящена исследованию кинетики набухания полимерных гидрогелей, набухания полимерных гидрогелей в воде, исследованию зависимости светопропускания растворов металлов (ФЭК), исследованию сорбции металлов полимерными гидрогелями (на примере меди и железа) на основе акриловых мономеров. Также в работе был исследован гидрогель, извлеченный из памперсов и шарики гидрогеля.

Студентка детально раскрыла актуальность темы дипломной работы. Актуальностью данной темы является то, что впервые исследована кинетика набухания полимерных гидрогелей из памперсов и шарики гидрогеля из полиакриловой кислоты, извлеченные из памперсов и шариков синтезированного гидрогеля, а также была изучена их сорбционная способность металлов (на примере меди и железа).

Студенткой Мугали А.Е. на высоком профессиональном уровне были проведены соответствующие экспериментальные работы по исследованию кинетики набухания полимерных гидрогелей, их сорбционной способности металлов (на примере меди и железа), приведены рекомендации по их использованию.

В процессе работы над дипломной работой студентка проявила трудолюбие, усердие, аналитические и творческие способности, большую самостоятельность в принятии решений, проявила отличные знания по профессиональным дисциплинам, ответственность в подготовке текстовых и графических материалов.

Дипломная работа выполнена на высоком научно-техническом уровне и заслуживает высокой оценки, а студентка Мугали А.Е. присвоения степени бакалавра по специальности 5B072100 – «Химическая технология органических веществ».

Научный руководитель
Доктор PhD  Хабиев А.Т.
«21» 05 2019 г.

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К.И. САТПАЕВА

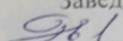
СЭТБАЕВ
УНИВЕРСИТЕТИ



ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКОЙ И
БИОЛОГИЧЕСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ

КАФЕДРА ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ
ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И ПОЛИМЕРОВ

«Допущен к защите»
Заведующий кафедрой

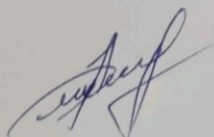
 Г.Ж.Елигбаева

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

на тему: «Исследование сорбционных свойств различных металлов
полимерными гидрогелями гигиенических средств»

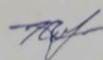
по образовательной программе 5В072100 – Химическая технология
органических веществ

Выполнил выпускник



Мугали А.Е.

Научный руководитель,
Доктор Ph.D.,
ассоц.профессор.



Хабиев А.Т.

Алматы 2019 г.

Отчет подобия



Университет:	Satbayev University
Название:	диплом (2) (1).pdf
Автор:	Мұғали Айдана Ерікқызы
Координатор:	Алибек Хабиев
Дата отчета:	2019-05-17 07:20:26
Коэффициент подобия № 1: ?	28,1%
Коэффициент подобия № 2: ?	10,6%
Длина фразы для коэффициента подобия № 2: ?	25
Количество слов:	8 560
Число знаков:	64 969
Адреса пропущенные при проверке:	
Количество завершенных проверок: ?	36



К вашему сведению, некоторые слова в этом документе содержат буквы из других алфавитов. Возможно - это попытка скрыть позаимствованный текст. Документ был проверен путем замещения этих букв латинским эквивалентом. Пожалуйста, уделите особое внимание этим частям отчета. Они выделены соответственно.

Количество выделенных слов 17

Самые длинные фрагменты, определенные, как подобные

Документы,содержащие подобные фрагменты: Из домашней базы данных

Документы,содержащие подобные фрагменты: Из внешних баз данных

Документы,содержащие подобные фрагменты: Из интернета

Детали отчета подобия

Фрагменты, найденные в документах базы данных отмечены **красным цветом**.

Фрагменты, найденные в интернете отмечены в **зеленый**.

Оранжевым цветом обозначены фрагменты, найденные в базе RefBooks.

Фрагменты, найденные в базе данных Юридических актов отмечены синим фоном.

РЕФЕРАТ

Работа содержит 38 страниц, 13 рисунков, 4 графика, 2 таблицы и 21 источник.

Ключевые слова: полимерные гидрогели, набухание ПГ, тяжелые металлы, светопропускания, сорбция металлов.

Цель работы состоит в исследовании кинетики набухания полимерных гидрогелей, набухания полимерных гидрогелей в воде, исследование зависимости светопропускания растворов металлов (ФЭК), и исследование сорбции металлов полимерными. Также в работе в качестве опыта был поэкспериментирован гидрогель извлеченный из подгузников и шарики гидрогеля.

Использованные методы и аппаратуры: методом оптической микрометрии измеряли набухший полимер и взят аппарат ФЭК-1300 в диапазоне 360-620 нм.

Результаты работы: методом микроскопии определяется диаметр, объем погрешности гранулы, синтезируется гидрогель на основе ГИПАН, эффективность используемых гидрогелей зависит от размера частиц. Чем мельче частицы гидрогеля, тем они быстрее набухают в воде, но крупные частицы дольше удерживают влагу. При измельчении гидрогеля до 0,2 мм время набухания достигает максимума в два раза быстрее, чем частицы с гранулами более 1,0 мм.

ABSTRACT

The work contains 38 pages, 13 figures, 4 graphics, 2 tables and 21 sources.

Key words: polymeric hydrogels, swelling PH, heavy metals, light transmission, sorption of metals.

The aim of the work is to study the kinetics of swelling of polymer hydrogels, swelling of polymer hydrogels in water, study the dependence of light transmission of metal solutions (FEC), and study the sorption of metals by polymer. Also in the work as an experience was experimented hydrogel extracted from diapers and hydrogel beads.

Used methods and equipment: the method of optical micrometre measured the swollen polymer and is taken by the staff of FEC-1300 in the range 360-620 nm.

Results: the microscopy method is used to determine the diameter, the volume of error of the granules, synthesized hydrogel based on GIPAN, the efficiency of the hydrogels used depends on the particle size. The smaller the hydrogel particles, the faster they swell in the water, but large particles longer retain moisture. When grinding hydrogel to 0.2 mm swelling time reaches a maximum of two times faster than particles with granules of more than 1.0 mm.

РЕФЕРАТ

Жұмыстың құрамында 38 бет, 13 сурет, 4 график, 2 кесте және 21 дерек бар.

Негізгі сөздер: полимерлі гидрогельдер, ПГ ісінуі, ауыр металдар, жарық өткізгіштер, металдардың сорбциясы.

Жұмыстың мақсаты полимерлі гидрогельдердің ісіну кинетикасын, судағы полимерлі гидрогельдердің ісінуін зерттеу, металл ерітінділерінің ;жарық өткізуінің (ФЭК) тәуелділігін зерттеу және акрилді мономерлер негізінде металдардың полимерлі гидрогельдермен сорбциясын зерттеу. Сондай-ақ жұмыс тәжірибесі ретінде жөргектерден және гидрогель шарикасынан алынған гидрогельді эксперимент етті.

Қолданылған әдістер мен аппаратуралар: оптикалық микрометрия әдісімен өшіп қалған полимер өлшенді және ФЭК-1300 аппаратын алды 360-620 нм диапазонында.

Жұмыс нәтижелері: микроскопия әдісімен түйіршіктің диаметрі, қателік көлемі анықталады, ГИПАН негізіндегі гидрогель синтезделінеді, қолданылатын гидрогельдердің тиімділігі бөлшектер мөлшеріне байланысты. Гидрогельдің бөлшектері неғұрлым аз болса, олар суда тез кебеді, бірақ ірі бөлшектер ылғалды ұзағырақ ұстайды. Гидрогельді 0,2 мм дейін ұсақтау кезінде ісіну уақыты 1,0 мм астам түйіршіктері бар бөлшектерге қарағанда екі есе жылдамырақ болады.

Содержание

Введение.....	5
1. Обзор литературы.....	6
1.1 Полимерные гидрогели – общие положения.....	6
1.2 Характеристики полимерных гидрогелей.....	10
1.3 Перспективы применения гидрогелей	14
1.2.1 Конструирование гелей	17
1.2.2 Сорбционные свойства полимерных гидрогелей	20
2. Экспериментальная часть.....	23
2.1 Используемые реактивы, аппаратура.....	23
2.2 Набухание полимерных гидрогелей в воде	25
2.3 Исследование кинетики набухания полимерных гидрогелей	27
3. Исследование зависимости светопропускания растворов металлов (ФЭК).....	29
3.1 Исследование сорбции металлов полимерными гидрогелями.....	30
4. Результаты и обсуждения.....	32
Заключение.....	34
Перечень использованных сокращений.....	35
Термины и определения, применяемые в тексте документа.....	36
Список использованной литературы.....	37

ВВЕДЕНИЕ

Полимерные гидрогели уже обнаружили обширное использование во множества областях жизнедеятельности человека.

Во многих областях медицины деятельно используются гидрогели в качестве контактных глазных линз, косметических протезов, перевязочных материалов, стоматологических изделий и всевозможных ортопедических материалов, еще стоит обозначить, собственно, что есть большущее численность определений мнения «гидрогель» с позиций реологии, материаловедения, физики, коллоидной химии.

Гидрогель – это гранулированный полимерный ткань, безвредный и экологичный, который помещают в воду, где он сквозь кое-какое время набухнет и перевоплотится в гель. Гидрогель ещё именуют кондиционером для грунта и растений. Гидрогель, как правило, случается 2-ух обликов – мягкой и непроницаемой формы.

Одним из закрепившихся за сильно набухающими гидрогелями заглавий - суперабсорбенты. Это полимерные трехмерные, способные поглощать большое количество воды: до 1000 г растворителя на 1 г сухого геля. Это в свою очередь вызывает большущий внимание, в связи с проблемами влагосохранения в основах в экстремально горячих государствах и засушливых регионах.

Что не наименее, имеющиеся в настоящее время сверхпоглощающие полимерные гидрогели практически исключительно представляют собой изделия на основе акриловых полимеров, и, значит, не считаются биоразлагаемыми.

В связи с возрастающим вниманием к защите находящейся вокруг среды, в последнее время важное внимание уделяют разработке сверхпоглощающих материалов на базе биоразлагаемых полимеров, качества которых подобны свойствам обычно используемых сверхпоглощающих полиакриловых материалов.

Примеры биоразлагаемых полимеров, используемых для получения сверхпоглощающих полимерных гидрогелей, включают производные крахмала и целлюлозы.

В качестве биоматериалов применяются полимеры, металлы, неорганические материалы, материалы на базе углерода и композиты на их базе. Идет по стопам обозначить, собственно, что с точки зрения ассортимента и вероятностей применения, полимерные биоматериалы важно превосходят иные облики биоматериалов.

Работы в области полимерных гидрогелей считаются частью очень широкой и необходимой области науки - химии и технологии полимеров медико-биологического предназначения.

1. Обзор литературы

1.1 Полимерные гидрогели – общие положения

Термин "гель" считается разноплановым, и его нужно сначала уточнить. Верно, именовать гелем набухшую в растворителе полимерную сетку - совокупность большого количества полимерных цепей, химически (или физически) сшитых между собой.

Гидрогель - это полимерная ткань, владеющая возможностью впитывать и сдерживать воду. При этом уплывать воду гидрогель имеет возможность в больших числах – 10 гр сухого вещества способно сдерживать в пределах 2-ух л. воды. То есть небольшие гранулы имеют все шансы возрасти в объеме до 15 раз.

Говоря более строго, полимерный гель - это система, состоящая, по крайней мере, из 2-ух компонентов, один из которых - сетчатый полимер, а иной - жидкость, присутствующая в осязаемом числе.

Полимерные гели имеют все шансы практически нацело (на 99 % и более) состоять из воды и быть довольно податливыми и эластичными материалами. Не обращая внимания на это, они владеют свойственной жестким телам возможностью предохранять собственную форму. Это обосновано тем, собственно, что входящая в состав геля полимерная сетка играет роль каркаса, который гарантирует строгость (упругость) всей системы, т.е. не разрешает ей бежать под воздействием деформирующей силы (если мощь не очень великовата и функционирует не очень долго).

Сетчатые полимеры можно символически поделить на 2 класса: крепко сшитые и слабосшитые сетки (рис.1).

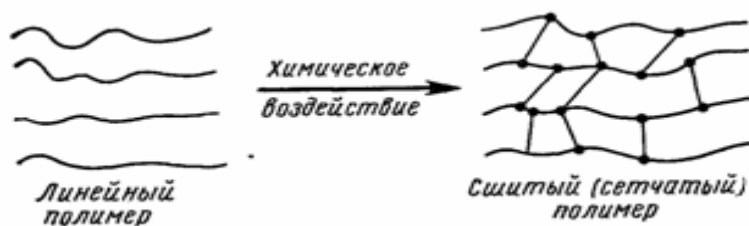


Рисунок 1. Структура сетчатых полимеров сильно сшитой сетки

Сетки первого на подобии (рис.1), к которым относятся, к примеру, вулканизированные резины, слабо набухают в растворителях. Похожие сетки популярны уже довольно давно и обнаружили практическое использование во многих областях. В отличие от них, слабосшитые сетки (рис.2) в которых цепи меж сшивками состоят из нескольких 10-ов звеньев и более готовы к крепкому набуханию. Серьезный интерес к таким системам появился относительно не так давно. Он связан, ключевым образом, с гидрогелями сетчатой структуры, которые отлично набухают в воде и водных растворах.

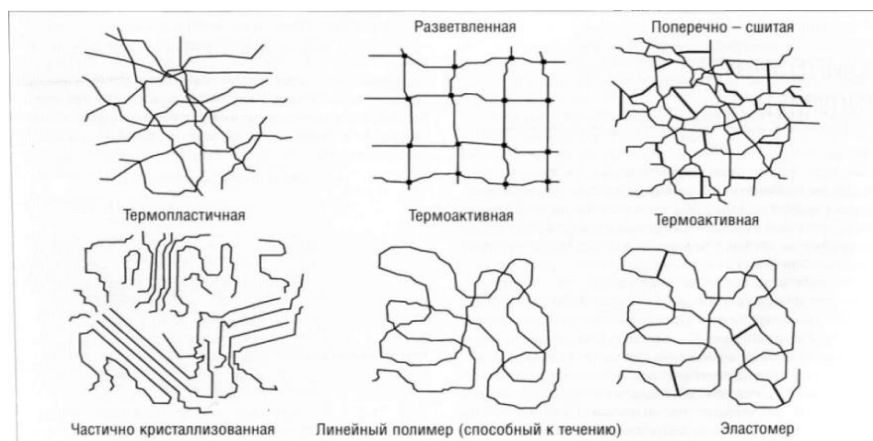


Рисунок 2. Структура сетчатых полимеров слабосшитой сетки

Слабосшитые полимерные гидрогели готовы уплетать и сдерживать в себе большое количество воды. Например, есть гидрогели, которые поглощают на 2-4 около воды по сопоставлению с массой полимера, составляющую гидрогель. Это уникальное свойство более ярко проявляется в случае полиэлектролитных гидрогелей, сетка которых состоит из заряженных (ионизованных) цепей. Благодаря данному свойству гидрогели находят обширное использование как суперабсорбенты в современных гигиенических материалах для абсорбции физических жидкостей, применяются как средства для увеличения влагоемкости почвы совершенствования влагоснабжения растений (рис. 3).

Гидрогели имеют все шансы быть химически размеренными, но могут и распадаться, переходя в раствор. Такие гели называют обратимыми, физическими гелями, т.е. гелями 2-го семейства. В данном случае сетка гидрогеля зафиксирована за счет переплетения молекул водородных или же ионных связей, и гидрофобных взаимодействий. Физические гидрогели неомогенны вследствие присутствия кластеров переплетений молекул или же доменов ионных ассоциатов. Свободные концы цепей и петли молекулярных цепей еще считаются переходными недостатками сетки в гидрогелях на подобии этого типа. Гидрогели 1-го рода — необратимые, или же химические, гели предполагают собой ковалентно сшитые сетки. Как правило, полимерные гидрогели получают при помощи конструктивной (радикальной) полимеризации низкомолекулярных мономеров в присутствии бифункционального сшивающего агента, либо сшивкой водорастворимых высокомолекулярных полимеров низкомолекулярными ди- и функциональными сшивающими агентами. В обоих случаях значимой задачей считается очистка готовых гидрогелей от ядовитых низкомолекулярных препаратов (мономеров или же сшивающих агентов). Этот факт возвышает риск вероятных осложнений при применении готовых гидрогелей для изделий и веществ, контактирующих с живыми объектами, а еще понижает диапазон вероятных применений данных полимерных систем.



Рисунок 3. Примеры применения гидрогелей в различных материалах: гигиенические материалы (а), средства для повышения влагоемкости почв (б) и средства для улучшения влагоснабжения растений (в).

Одним из вероятных способов уничтожения этого и ряда иных дефектов считается применения для получения гидрогелей ненасыщенных производных водорастворимых биосовместимых полимеров, способных к сшивке в пребывании нетоксичных организаторов конструктивной полимеризации. Плюсом такого подхода считается недоступность в обскурантистской системе ядовитых низкомолекулярных препаратов (мономеров или же сшивающих агентов). С иной стороны, это, в значимой степени, упрощает и удешевляет технологию получения гидрогелевых систем, а еще значимо наращивает количество вероятных сфер их использования. Вследствие этого разработка способов и раскладов, позволяющих получать гидрогели на базе биосовместимых полимеров по подобный схеме, дает важный внимание.

Понятие «полимер» это у нас высокомолекулярные соединения, макромолекулы которых построены из циклических звеньев 1-го на подобии. Высокомолекулярные соединения, интеллектуальные звеньями нескольких типов именуют сополимерами. По собственной природе полимеры делятся на гидрофобные и гидрофильные. Гидрофильными именуются полимеры, в состав которых входят полярные группы. Это имеют все шансы быть группы как способные к диссоциации на ионы, например и недиссоциирующие, впрочем, в обоих случаях как раз они обеспечивают взаимодействие полимера с водой.

Полиэлектролиты – это высокомолекулярные соединения, в состав коих входят ионогенные группы, способные к электролитической диссоциации при растворении или же набухании в полярных растворителях.

Сшитые полиэлектролиты (СПЭ) или же иониты – это полиэлектролиты синтетического происхождения, сшитые ковалентными связями, присутствие которых мешает абсолютному растворению полимера. В зависимости от характера ионообменных групп, различают крепкие и некрепкие полимерные кислоты и причины, а еще полимерные соли и амфолиты, имеющие как кислотные и основные группы.

А ныне разглядим характеристики полимерных гидрогелей в надлежащей части литературного обзора.

1.2 Характеристики полимерных гидрогелей

Полимерные гели предполагают собой набухшие в растворителе длинноватые полимерные цепи, сшитые друг с другом поперечными ковалентными связями (сшивками) в единственную пространственную сетку (рис.4). Эти гидрогели готовы поглощать и удерживать в себе большее количество воды: до 2 кг на 1 г сухого полимера. Благодаря данному свойству их именуют молекулярными губками. Настолько высочайшая способность удерживать воду свойственна для полиэлектролитных гелей, т.е. гелей, содержащих заряженные группы. Отчего как раз эти гели готовы поглощать большое количество воды?

В водной среде они диссоциируют с образованием заряженных звеньев и низкомолекулярных противоионов так же, как молекулы соли распадаются в воде на катионы и анионы. Впрочем, при диссоциации в молекуле полимера ионы 1-го заряда, к примеру лезные, остаются связанными с вереницей, а негативные (т.е. противоионы) оказываются в свободном состоянии, в растворителе (см. рис.4). Звенья полимерной сетки, одноименно заряженные, отталкиваются друг от друга, и вследствие того цепи, начально свернутые в клубки, крепко растягиваются. В итоге образец геля значительно возрастает в объемах, т.е. набухает, поглощая растворитель.



Рисунок 4. Схема строения трех форм полимерного геля. Слева направо: незаряженная сетка, полиэлектролитная (в ней за счет диссоциации ионогенных групп в водной среде образуются заряженные звенья на полимерных цепях и низкомолекулярные противоионы) и сетка с гидрофобными группами, ассоциирующими друг с другом в водном растворе.

Низкомолекулярные противоионы также играют значительную роль в набухании. Они свободно передвигаются в растворителе внутри геля, по другому говоря, приобретают трансляционную энтропию. Но покинуть его они не смогут, следовательно это приведет к нарушению электронейтральности. Таким образом, плоскость образца геля как оказалось плотной для противоионов. Будучи запертыми изнутри, они стараются занять как возможно вящий размер, дабы получить немаловажный выигрыш в энтропии трансляционного перемещения. В итоге формируется «распирающее»

осмотическое давление, вызывающее важное набухание геля, аналогично что, как давление газа “надувает” невесомый шар.

Некоторые гели поглощают воду в числе, в 400 раз преобладающий их собственный вес. Ионногенные гели имеют сорбционную вместимость в 2 раза превосходящую вместимость ионообменных смол. Связанная вода в гелях имеет возможность не леденеть до -78°C . Гели имеют все шансы менять собственные качества под действием наружных моментов (температуры, электрического тока, рН среды, ионного состава смесей, находящихся вокруг геля).

Также следует обозначить, что характерным свойством пространственно сшитых полимерных гидрогелей считается дееспособность к ограниченному набуханию в воде и иных полярных жидкостях, обратному процессу сокращения объема гелей с выделением ранее сорбированной воды под воздействием перемен во наружной среде (рН, температура и др.). Исследование подробностей процессов набухания дисперсных гидрогелей в воде и иных полярных жидкостях, а еще процессов адсорбции ими паров растворителей различной природы имеет самый главный смысл при заключении ряда своевременных задач.

В первую очередь это:

- 1) Использование дисперсных гидрогелей в качестве осушителей воздуха в закрытых объемах;
- 2) Удержание влажности в почвах в критериях недостатка;
- 3) Водных ресурсов;
- 4) Использование набухших гидрогелей с полярными многофункциональными группами в качестве ионообменников для кондиционирования воды;
- 5) Использование обезвоженных гидрогелей в качестве действенных катализаторов низкотемпературного;
- 6) Нефтехимического синтеза;
- 7) Элементах порового пространство гидрогелей.

Еще возможно обозначить, что полимерные гидрогели находят обширное использование в качестве оптических приборов, благодаря наличию хромофорных функциональных групп, или же за счет абсорбции оптически интенсивных детергентов-ионов красителей. Таким образом процессы образования всевозможных типов полимерных комплексов – продуктов своеобразных взаимодействий активных полимеров с разными классами соединений (комплементарными полимерами, ионами металлов, ПАВ, фармацевтических препаратов и т.д.), так и сами полимерные продукты имеют все шансы отыскать использование в самых всевозможных областях науки и техники. При этом, в кое-каких областях, как, к примеру, извлечение ионов металлов и органических молекул, всевозможные мембранные процессы, а еще полимерный катализ достигнуты серьезные итоги.

Полимерные комплексы (гидрогели) могут получаться на границе раздела фаз. Способ заключается в воплощений реакций комплексообразования на

границе раздела 2-ух несмешивающихся жидкостей, к примеру, бензол-вода, в которых растворены взаимодействующие компоненты. Полимерные комплексы образуются в облике деликатных (тонких) пленок на границе раздела фаз. Обстоятельства осуществления реакций комплексообразования на границе раздела фаз приводят к новым свойствам данных комплексов, большей степени взаимодействия и, как следствие, к большей гидрофобности и растворимости данных комплексов в углеводородных и ароматических растворителях; к более высочайшей структурной организации комплексов; к осуществлению реакций комплексообразования, которые не имеют все шансы протекать в растворе; к претворению реакции комплексообразования в кое-каком временном интервале, в то время как реакции комплексообразования в растворе протекают буквально мгновенно; к методике синтеза деликатных пленок и мембран полимерных комплексов в 1 стадию.

Взаимопроникающие полимерные сетки (ВПС) гидрогели классифицируются как нейтральные и ионные гидрогели в зависимости от повторяющихся частей и побочных цепочек на полимерной основе. К примеру, нейтральный гидрогель, применяемый в ВПС, подобный как поливиниловый спирт, не содержит ионизируемых групп на полимерной базе или же боковых цепях. Следовательно, его коэффициент набухания находится в зависимости от рН или же от ионной силы. Ионные гидрогели, наоборот, гидрогели с ионизируемыми многофункциональными группами. Они в собственную очередь имеют все шансы быть классифицированы на анионные и катионные гидрогели в зависимости от природы ионизируемых частей на их базе.

Анионные группы содержат кислотные группы, которые ионизируются когда рН находящейся вокруг среды увеличивается выше их рКа. Анионные ВПС гели набухают при больших значениях рН, а при невысоких значениях рН образуется их коллапс. В неионизированном состоянии водород карбоксильной группы отдается ближайшей богатой электронами группе для образования водородных связей, которые приводят к формированию полимерных комплексов.

Взаимопроникающие полимерные сетки (ВПС) - это композиции из 2-ух и более полимерных сеток, из которых кратчайшая полимеризована или же сшита именно с иной. Как правило в систему ВПС интегрированы 2 сетки. ВПС могут иметь сходные свойства с полимерными растворами, более своеобразные и комбинированные качества могут быть достигнуты методом взаимопроникновения 2-ух сеток. Итогом взаимопроникновения 2-ух разнородных сеток может стать появление несмешивающихся фаз или же фаз деления в системе ВПС. Впрочем взаимопроникновение сеток не изменяет качеств каждой сетки. Соотношения и качества каждого полимера имеют все шансы варьироваться автономно. Как правило, взаимопроникновение сеток наращивает количество физических связей в системе, при этом достигается наивысшая плотность поперечных связей и возрастает механическая прочность системы.

Также можно добавить, что ВПС гидрогелей это у нас сшитые полимерные сетки, которые готовы абсорбировать большие количества воды и набухать до сбалансированного состояния. Эти сетки могут быть химически и физически сшиты для хранения их структурной целостности.

ВПС гидрогели имеют большое количество применений тем более в области медицины. По причине возможности поглощать гигантские размеры воды гели ВПС довольно идентичны с естественными тканями и нередко демонстрируют неплохую биосовместимость. Эти свойства дают возможность применить гидрогели в качестве систем доставки медицинских препаратов (пилюли, капсулы и т. д.), биодатчиков, контактных линз, суперабсорбентов и искусственного происхождения тканей. Еще, способность поглощать воду делает гидрогели неплохими претендентами для использования в качестве мембран, в которых вода позволяет раствору протекать сквозь гели.

1.3 Перспективы применения гидрогелей

Первое упоминание о использовании гидрогелей в медицине относится к 60-м годам, когда гидрогели на базе полигидроксиэтил метакрилата были применены для сотворения податливых контактных линз.

Гидрогель подходит как субститут почвы для влаголюбивых растений. В процессе «набухания» в жидкость прибавляют не считая воды полезные вещества для растений, так что из так называемого «аквагрунта» может получиться полновесная среда для растения. В случае если говорить о плюсах гидрогеля для растений, то это станут:

Великолепный эстетический вид. Дадите согласие, цветок на подоконнике в прозрачном горшке смотрится элементарно великолепно. Это как мифическая декорация и что не наименее, растения в гидрогеле вправду вырастают, оплетая гранулы корнями.

Гидрогель не токсичен. И даже почти всем растениеводам досаждают мошки и комарики из цветочных горшков. Например вот, с гидрогелем о такой порухи возможно оставить. Более того, садовникам возможно не волноваться, что произойдет с гидрогелем по истечению срока годности – он элементарно разложится в почва на CO_2 , аммоний и воду – вещества, которые входят в землянную микрофлору.

Гидрогель можно соединять с землей. Таким образом, вполне вероятно безмятежно укатить в отпуск и не волноваться, что растения засохнут. Или же «пропитать» гранулы удобрением и положить книзу горшка, чтобы растение получало их дозированно.

Гидрогель для растений в сочетании с почвой можно использовать до 5-ти лет. При любом поливе он станет набухать и дозированно отдавать воду растениям.

Гидрогель великолепно сберегает ваше время на полив растений, так как в случае если прежде доводилось поливать каждый день, то с «водяными гранулами» это можно делать раз в 2 недели.

Аквагрунт сберегает еще средства, которые вы израсходуете на удобрения. В большинстве случаев дорогостоящие «подкормки» стекают из грунта (особенно, в случае если это не касается комнатных растений, а садовых грунтовых), а гидрогель задержит в себе полезные вещества и передаст по назначению. Стоит прибавить кристаллы гидрогеля в землю на грядке, в теплице, на газоне, в горшке или же в балконном ящике — и они выполняют свой личный долготелный обязанность, обеспечивая растения водой.

За четыре с лишним десятилетия работы в области разработки и сотворения свежих биоматериалов на базе полимерных гидрогелей были достигнуты большие удачи. Полимерные гидрогели обнаружили использование в целом ряде областей врачебной науки и практике — к примеру, в качестве компонентов раневых покрытий, систем с контролируемым выделением фармацевтического продукта, материалов для имплантатов и т.д.

Впрочем гигантская доля созданных полимерных гидрогелей, в что количестве нашедших настоящее практическое использование, все еще содержит весь ряд дефектов:

- недостаточную механическую прочность;
- низкую осмотическую стабильность (резкое изменение размера при малозначительном изменении рН и ионной силы);
- возможность синерезиса при хранении;
- диффузионные затруднения при сорбции и десорбции препаратов в том числе и довольно маленькой молекулярной массы и др..

Очень трудную дилемму дает еще стерилизация гидрогелей. Все это, абсолютно, важно сужает диапазон вероятных областей использования полимерных гидрогелей в врачебной практике. В большей части обозначенных выше, данных дефектов лишены например, (рис.5) именуемые макро- и суперпористые полимерные гидрогели, активное изучение способов синтеза которых было начато сравнительно не так давно — в 90-е годы минувшего века. На нынешний день разработан весь ряд способов получения аналогичных систем, Впрочем гигантская доля из них довольно сложна технологически и буквально неприменима для получения важных размеров продукции.

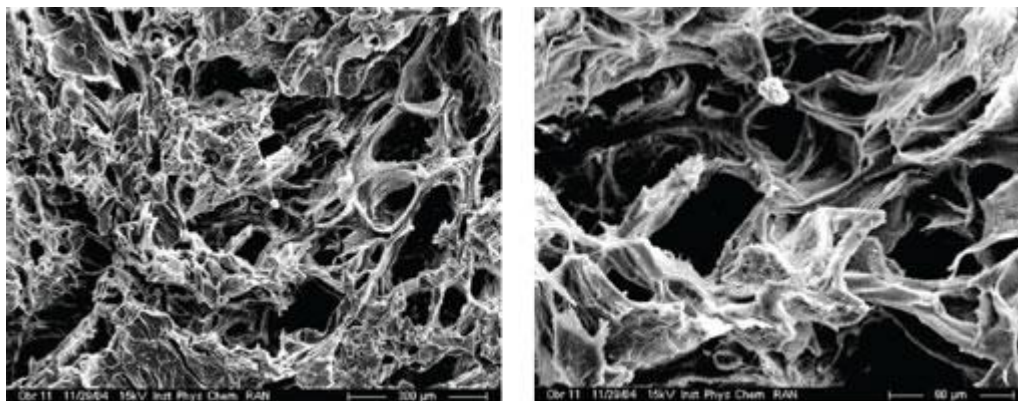


Рисунок 5. Микрофотографии суперпористого ПВС-гидрогеля.

Одним из немногих довольно технологичных способов получения макропористых полимерных гидрогелей считается так называемый метод криоструктурирования, заключающийся в формировании трехмерной пористой структуры в присутствии гетерофазы замороженного растворителя — как правило, воды.

Превосходным достоинством макропористых гидрогелей считается весь ряд качеств, связанных с наличием в их системы связанных пор, занимающих ведущий объем образца (до 90–95 %). В первую очередь это дееспособность сорбировать и сдерживать большие объемы воды. При этом, как правило, скорость сорбции в десятки раз превосходит подобный показатель нормальных гелей и, в отличие от последних, не находится в зависимости от объемов частиц гелей. Иным следствием присутствия пористой структуры считается слабое воздействие наружных критерий, к примеру рН и ионной силы

раствора, на сбалансированную набухаемость гидрогелей. Другими словами, они лишены в высшей степени ненавистой особенности большинства популярных гидрогелей коллапсировать, то есть быстро менять личный размер нередко в том числе и при малозначительных изменениях наружных критерий. В значимой степени улучшаются упругость и механическая прочность гелей.

1.2.1 Конструирование гелей

В нашей сфере разработан метод получения гидрогелей с любой заблаговременно данной величиной рН перехода из сколлапсированного состояния в набухшее. Экспериментировались гель со слабенкой - полиакриловой кислоты (ПАК), в которую вводили боковые гидрофобные группы, дабы увеличить гидрофобные взаимодействия меж звеньями полимерной сетки (рис.6). Чем сильнее гидрофобные взаимодействия, стабилизирующие сколлапсированное положение геля, что выше рН перехода в набухшее положение, так как нужно значительнее прирастить степень ионизации геля, дабы одолеть вспомогательное гидрофобное тяготение меж звеньями и вызвать набухание геля.



Рисунок 6. Химический состав гидрофобно модифицированного полиакрилатного геля. Варьируя число гидрофобных звеньев и их длину, можно контролировать гидрофобные свойства, а меняя степень ионизации звеньев акриловой кислоты - регулировать противодействующий фактор, т.е. электростатическое отталкивание одноименно заряженных групп.

Гидрофобные звенья в n-алкилакрилате - это неполярные длинноватые алкильные группы (из 8, 12 или же 18 атомов углерода), замещающие атомы водорода в ПАК. Гидрофобные взаимодействия меж данными группами тем сильнее, чем их больше, и чем они длиннее. Значит, варьируя оглавление гидрофобных звеньев и их длину, возможно внятно держать под контролем гидрофобные качества гелей и, как последствие - область перехода.

Так, опытно была установлена подневольность степени набухания гидрофобно измененных гелей ПАК от рН наружного раствора в графике (рис.7). Без гидрофобных групп при невысоких величинах кислотности гель практически не имеет воду, он сколлапсирован, а при увеличении рН начинает набухать, и когда ионизация добивается максимума, 1 г полимера (в расчете на сухой вес) способен поглотить 300 г воды. В измененном геле гидрофобные взаимодействия вызывают образование агрегатов, которые играют роль добавочных сшивок и мешают набуханию. Чтобы переместить подобный гель в

набухшее положение, нужно повредить агрегаты. Для этого и нужно установить вспомогательное численность заряженных звеньев (т.е. увеличить рН среды). Чем больше ассоциирующих групп, и чем сильнее их тяготение друг к другу, что значительно сдвигается рН перехода.

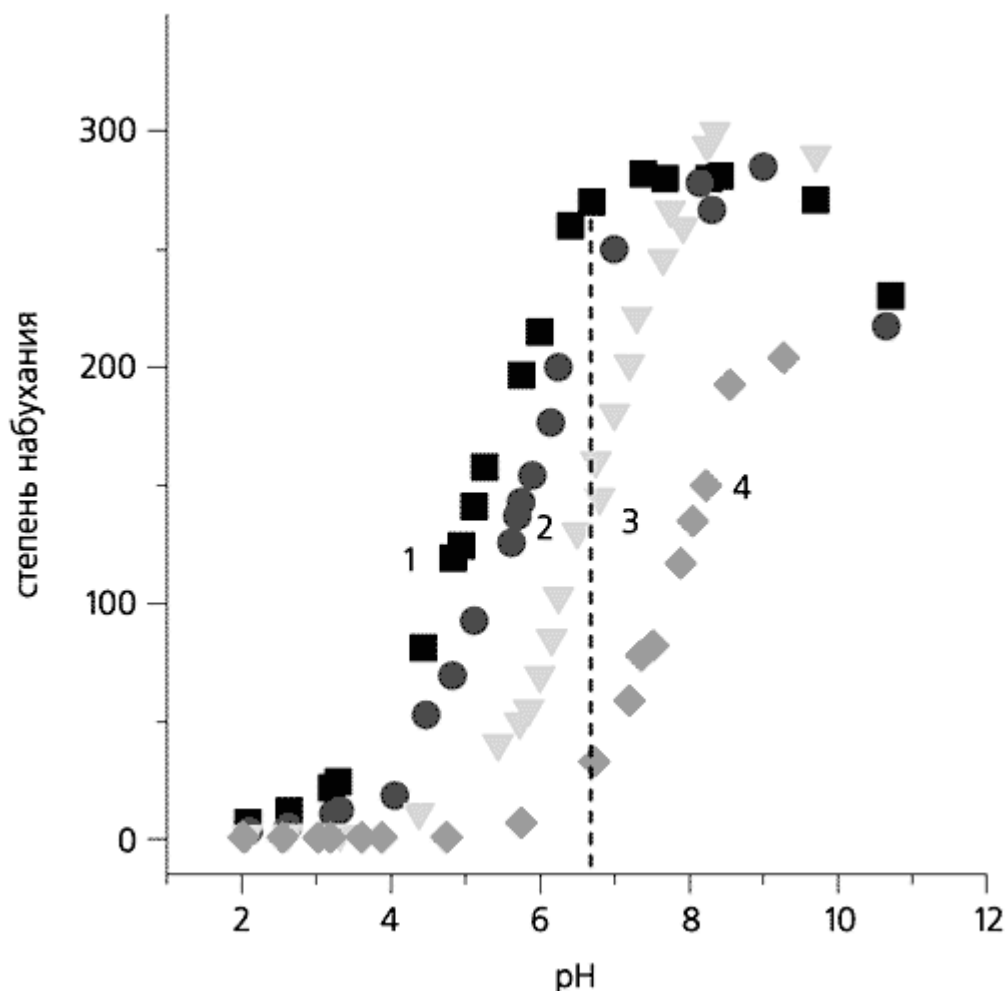


Рисунок 7. Зависимость степени набухания гелей от рН внешнего раствора. Видно, что в сильно кислой среде все гели сколлапсированы. Они начинают набухать по мере повышения рН, причем раньше других набухает полиакрилатный гель (1), затем последовательно и те, что содержат 2.5% (2), 10% (3) и 20% (4) гидрофобных н-октилакрилатных звеньев.

Собственно, что гидрофобные агрегаты распадаются по мере ионизации геля по причине нарастающего электростатического отталкивания. Когда они пропадают, измененный модифицированный гель ведет себя так же, как отправной гель ПАК, т.е. добивается степени набухания 300. В случае если гель имеет больше 20% преобразующих групп, гидрофобное тяготение имеет возможность действительно соперничать с электростатическим отталкиванием, и вследствие того ионизация приводит лишь только к выборочному разрушению агрегатов. В итоге, в том числе и всецело ионизованный гель содержит уровень набухания 200.

Таким образом, подбирая длину и количество гидрофобных групп, получается не лишь только получить гель с хоть каким заблаговременно

заданным рН перехода из сколлапсированного состояния в набухшее, но и добиться требуемой степени набухания при предоставленной кислотности.

Определенный интерес реформированные гели предполагают в качестве носителей плохо растворимых в воде фармацевтических средств. Это их свойство гарантирует им сольubilизацию в гидрофобных агрегатах полимера. Только по мере их разрушения в процессе ионизации геля продукт выйдет из него. В данном случае гидрофобные агрегаты играют роль “депо”, в которых сберегается снадобье.

1.2.2 Сорбционные свойства полимерных гидрогелей

Скопление полновесных металлов находящейся вокруг внушает волнение, в связи с данным разрабатываются всевозможные методы очистки природных и промышленных сточных вод от ионов полновесных металлов. Одним из этих способов считается внедрение полимерных сорбентов.

Ведомо, что линейные и сшитые полимеры, имеющие в цепи заряженные группы, ведут взаимодействие с ионами металлов с образованием полиметаллических комплексов. Бесчисленные исследования приурочены к установлению воздействия микроструктуры полимерных лигандов, природы ионов металлов, рН среды, ионной силы раствора на структуру и качества возникающих полимерметаллических комплексов.

Процессы взаимодействия полимеров с ионами металлов обширно применяются для чистки грязных металлами почв, концентрирования и извлечения металлов из промышленных стоков, в ионообменной хроматографии и т. д.

Высочайшая сорбционная и десорбционная дееспособность, а еще вероятность регенерации амфотерных гидрогелей выдвигает их в качестве многообещающих материалов для чистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. Движущей мощью сорбции металлов гидрогелями считается диффузия ионов металлов в размер гидрогеля за счет лигандного обмена.

В связи с данным для удаления тяжелых металлов (ТМ) из воды обширно пользуются способы, базирующиеся на сорбции данных металлов разными материалами, которые обязаны быть не токсичны, крепко их связать, чтобы отделять от расчищенной воды. В последнее десятилетие разработаны и деятельно исследуются полиэлектролитные гели, которые при набухании могут сорбировать различные препараты из наружной среды, а при изменении критерий инкубации обратимо изменить размер (коллапсировать), отдавая ранее сорбированные препараты на наружную среду. Эти обратимые фазовые переходы гидрогелей из набухшего состояния в сколлапсированное и назад дают возможность применить их для адресной доставки фармацевтических средств и сотворения биосовместимых материалов в медицине, для стабилизации микрочастиц металлов в органическом катализе, чистки жидкостей и газов от всевозможных загрязняющих препаратов, удерживания влажности в почвах для растениеводства, иммобилизации ферментов для биотехнологий и др.

Вышеизложенное свидетельствует о необходимости и перспективности применения гидрогелей для извлечения ТМ из водных смесей. Впрочем в прогрессивной литературе данный вопрос освещен мало. Так, была показана вероятность действенной сорбции катионов меди, свинца, ртути, кальция, уранила с образованием хелатных соединений с синтетическим гидрогелем на базе акрилата сахарозы. Соплимерный гидрогель акриламида (АА) и акриловой кислоты (АК), предназначенный для чистки радиоактивных сточных вод, действенно сорбировал катионы Cs^+ , Sr_2^+ , Eu_3^+ , что обосновано их

сродством к карбоксильной группе гидрогеля. Для избирательной сорбции ионов стронция в пребывании бария был применен принцип узнавания и связывания ионов металлов способом внедрения в гелевую структуру и дальнейшего удаления шаблонного макрокомплекса диакрилата стронция. Связывание иона стронция происходило с высочайшей скоростью (в направлении 5 мин.) и селективностью, достигая 50 – 60% от начального при сорбционной емкости до 3 мг-экв/г сорбента. Соплимерные акриловые гидрогели имеют все шансы быть применены еще для очисткочных вод от красителей.

В зависимости от строения полимерной матрицы изменения размера геля могут происходить непрерывно с изменением входного сигнала или же с разрывом в критической точке. Было предложено большее количество изобретений, использующих гидрогели, охватывая искусственного происхождения органы. Впрочем их внедрение ограничено величиной резонанса при диффузионных процессах, которые проходят медленно, а при приближении к критической точке ещё больше замедляются .

Одним из более заманчивых полимеров, способных создавать гидрогели, считается полиакриламид (ПАА), имеющий в собственном составе функциональные группы $-\text{CONH}_2$. Он относится к количеству доступных и относительно недорогих полимеров с оригинальным комплексом прикладных качеств.

Сшитый ПАА дает собой полимер, состоящий из мономерных:

- звеньев акриламида, сшитых N,N-метиленбисакриламидом;
- в воде и водных растворах сшитый ПАА набухает и сформирует полимерный гель.

Не считая такого, в смесях амидная группа показывает слабоосновные качества за счет неподеленной пары электронов на атоме азота. Это считается предпосылкой нехимического взаимодействия полимера не лишь только с водой, но и с растворенными веществами.

В концентрированных растворах сильных кислот и гидроксидов щелочных металлов амидные группы имеют все шансы гидролизироваться с образованием кислоты или же ее соли , причем в растворах иных соединений они довольно устойчивы и не вступают в реакции с растворенными веществами. Не обращая внимания на это, уровень набухания сшитого ПАА в растворах солей и иных соединений имеет возможность видно отличаться . Замечено еще, что в кое-каких случаях уровень набухания полимера возрастает с подъемом подъемом концентрации растворенных препаратов, собственно что говорит об их нехимическом содействии с амидными группами. Увеличение размера геля связано с сорбцией растворенных препаратов, что, можно применить для их выделения из смешанных смесей.

В работе оптическим способом исследована кинетика набухания сшитого ПАА в растворах LiCl , KCl , для сопоставления приведены раньше размещенные данные по кинетике набухания сахарозы. Не считая такого, оптическим и колоночным способами изучены сбалансированные качества

предоставленного полимера в смесях различных концентраций. Этим образом изучено воздействие природы и сосредоточении растворенных препаратов на поведение и сорбционные качества сшитого ПАА в водных растворах.

2. Экспериментальная часть

2.1 Используемые реактивы, аппаратура

В основу работы ФЭК-1300 положен принцип уравнивания интенсивности 2-ух световых потоков с помощью щелевой диафрагмы. Правый световой канал является измерительным, левый - компенсационным. Устройство обеспечен оптической системой, позволяющей проводить измерения оптической плотности и коэффициентов пропускания растворов в диапазоне 360-1000 нм, т. е. в видимой, ближней ультрафиолетовой и инфракрасной областях. В качестве источника излучения используют лампу накаливания РН8-20 или же СЦ-61. Приемником световой энергии служит один из двух сменных фотоэлементов: сурьмяно-цезиевый фотоэлемент СЦВ-4 для работы в диапазоне 360-620 нм или кислородно-цезиевый фотоэлемент типа ЦВ-4 для работы в пределах 620-1000 нм.

В отличие от других фотоэлектроколориметров ФЭК-1300 не содержит ртутной лампы, что ограничивает его использование в коротковолновой области спектра. В качестве монохроматора в приборе используется девять пар светофильтров. Из них 1 пара применяется для работы в ближней ультрафиолетовой области, 5 – для видимой и 3 пары – для ближней инфракрасной области спектра. Светофильтры имеют ширину светопропускания 20-30 нм, верх спектральной кривой светофильтров соответствует длине волны, при которой имеется максимальное пропускания света макс.

Светофильтры размещаются в 2-ух барабанах 4 и 4', вращение которых осуществляется рукояткой 6. В каждом барабане находится 9 светофильтров, которые попеременно имеют все шансы быть поставлены на пути световых струй. Рабочее состояние каждого светофильтра фиксируется, а его номер указывается на рукоятке.

Принципная оптическая схема фотоколориметра ФЭК-1300 состоит из лампы накаливания Л, от которой свет с помощью 2-ух конденсоров K_1 и K_2 складывается в два обратно нацеленных пучка и просачивается в щели диафрагмы D_1 и D_2 . Модулятор М, размещенный за конденсорами, модулирует правый и левый световые потоки в противофазе. Он дает полный цилиндр с семью отверстиями, крутящийся от синхронного электродвигателя (3000 об/мин). Частота модуляции светового потока составляет 350 Гц. Модулированные световые потоки отражаются под прямым углом зеркалами Z_1 и Z_2 и, пройдя 2-мя параллельными пучками светофильтры C_1 и C_2 , линзы O_1 и O_2 и кюветы P_1 и P_2 , попадают в плоскость зеркал Z_3 и Z_4 . С помощью данных зеркал и призмы П левый и правый световые потоки сводятся в раз и направляются на фотоэлемент Ф, возбуждая в нем переменный электрический ток, пропорциональный разности световых потоков левой и правой ветви устройства. В правый световой поток может быть последовательно введена кювета с растворителем или с исследуемым раствором.

Кюветы переключаются рукояткой 2. В левый световой поток помещают кювету с растворителем (раствором сравнения) или же оставляют канал свободным.

Щелевая диафрагма D_1 , расположенная на пути правого светового потока, является измерительной и связана с отсчетным барабаном 1, на котором нанесены две шкалы 11 - логарифмическая шкала оптической плотности D (красная) и равномерная шкала коэффициентов пропускания T (черная). Ассоциация обеих шкал ориентируется формулой: $D = 2 - \lg T\%$. Шкала отсчетного барабана нанесена таким образом, что наибольшее раскрытие щелевой диафрагмы соответствует 100% пропускания света, а абсолютное ее закрытие - 0%. Щелевая диафрагма D_2 , расположенная на пути левого светового потока, считается компенсационной и шкалы не содержит. При вращении рукоятки 5 происходит раскрытие или закрытие пластинчатой диафрагмы D_2 . Фотоэлементы СЦВ-4 и ЦВ-4, расположенные в задней части корпуса, могут поочередно устанавливаться в рабочем положении с помощью рукоятки 9, вынесенной на фронтальную панель прибора.

В Республиканской научно-производственной и информационном центре (РНПИЦ) «КАЗЭКОЛОГИЯ» был проведен эксперимент набухшего полимера методом оптической микрометрии, которая позволяет проводить измерения именно в растворе в любой момент времени. Экспериментальный аппарат (рис.8), состоит из: камеры, позволяющей получать изображение с реальным (не интерполированным) объемом кадра 1280x960 пикселей с интервалом менее секунды, микроскопа и вычислительной системы (ПК).



Рисунок 8. Установка для изучения набухания ПГ методом оптической микрометрии. 1 – камера в светозащитном футляре; 2 – предметный столик с экспериментальными ячейками нового образца.

Так как вычисление объема удобнее всего проводить, используя частицы сферической формы, то для измерений отбирали круглые гранулы. Поперечник отобранных для измерений гранул, набухших в воде, составлял от 0,3 до 1,0 мм. Разрешающая способность прибора – 660 пикселей на 1 мм. В связи с данным наименьшая ошибка определения поперечника – 1 пиксель, собственно, что составляет 0,15-0,5% диаметра гранулы. Соответственно, погрешность определения объема гранулы – 0,45-1,5%.

Измерения проводили следующим образом. На предметный столик микроскопа помещали ячейку с водой и набухшей в ней гранулой полимера, накрывали ячейку покровным стеклом, фотографировали гранулу и, с помощью графического редактора определяли 2 диаметра гранулы, при этом 3-ий рассчитывался как полусумма двух определенных, а вслед за тем вычисляли ее объем V_0 .

Для исследования кинетики набухания полимера, гранулу переносили в ячейку с раствором известной концентрации и проводили съемку изменения объема камерой с частотой один кадр в секунду до установления равновесия. После чего, гранулы переносили в дистиллированную воду и подобным образом снимали кинетику набухания полимера в воде.

Для увеличения скорости (по сравнению с ручным способом) обработки получаемых итогов было создано прикладное программное обеспечение, принимающее снимки гранул от программы-регистратора. Приобретенные фотографии обрабатывались в программе, которая определяла границы гранул способом «cannydetection». Скорость обработки одной фотографии составляла от 0,5 до 3 секунд. Впоследствии обработки всех фотографий программа выдает численные данные в текстовом формате по объемам гранул, включающие рассчитанный относительный объем V_i/V_0 , за который принимается отношение текущего объема гранулы к объему гранулы в воде. При этом для расчета объема гранулы принимали, что 3-ий, неопределяемый по фотографии диаметр, равен полусумме 2-х иных, измеряемых. Полученные данные дают возможность выстроить зависимости условного объема от времени опыта.

2.2 Набухание полимерных гидрогелей в воде

Набухание полимерных гидрогелей исследовано гравиметрическим способом, в особых ячейках, снабженных сеткой из нейлонового полимерного материала. Набухания как правило наступает при взаимодействии полимеров с растворителями. Процесс набухания - это поглощение растворителя веществом, объем и масса которого при данном возрастают. Набухание более свойственно именно для высокомолекулярных соединений. В результате набухания их объем, и масса могут возрастать в 10—15 раз.

Степень набухания определяется массой воды, поглощенной единицей массы вещества на данной стадии набухания при конкретной температуре:

$$a = (m-m_0)/m_0$$

где, m_0 , m — масса вещества до и после набухания соответственно.

В работе в качестве опыта поэкспериментировались гидрогель извлеченный из подгузников и шарики гидрогеля.

Эксперименты с подгузниками: 1-ое, собственно что надо устроить, например это сравнить содержимое подгузника и разовой пелёнки. Разрезаем подгузник и достаем содержимое, также устроить и с пелёнкой. Оно довольно напоминает белоснежную и пушистую вату. Но, в случае если прибавить несколько воды, то возможно приметить, собственно что вата из пелёнки сильно вымокла, а вата из подгузника несколько возрасла в размере. Незамедлительно стало ясно, что не считая ваты (целлюлозы) в подгузниках есть ещё что-нибудь поглощающее воду. В состав разовых подгузников входит полимер, способный впитывать и сдерживать воду. В случае если в тарелку с содержимым подгузника долить ещё воды, то сможем увидеть набухший гидрогель вперемешку с волокнами целлюлозы. Далее задаемся целью провести эксперимент с незапятнанным гелем без примесей целлюлозы. Для этого разрезаем подгузник, и потрясем его. Незамедлительно из подгузника начинает высыпаться небольшие белоснежные гранулки. И, насыпалось их в пределах одной столовой ложки. Разбухший гидрогель занял буквально абсолютный фужер.

Эксперименты с гидрогелем: Насыпать несколько шариков геля в воду, и уже сквозь 2 часа можно наблюдать как они возрасли. В сухом состоянии шарик поперечником в пределах 1,5 мм, а набухает до 8 мм. Попадался гидрогель с сухими шариками наибольшего поперечника (около 2 мм), но и вырастают они больше (до 1,5 см). Далее пытаемся вырастить шарики прозрачного гидрогеля в всевозможных смесях, собственно что бы взглянуть какую расцветку они получают. Наконец, используем воду, подкрашенную: (см. рис.9)

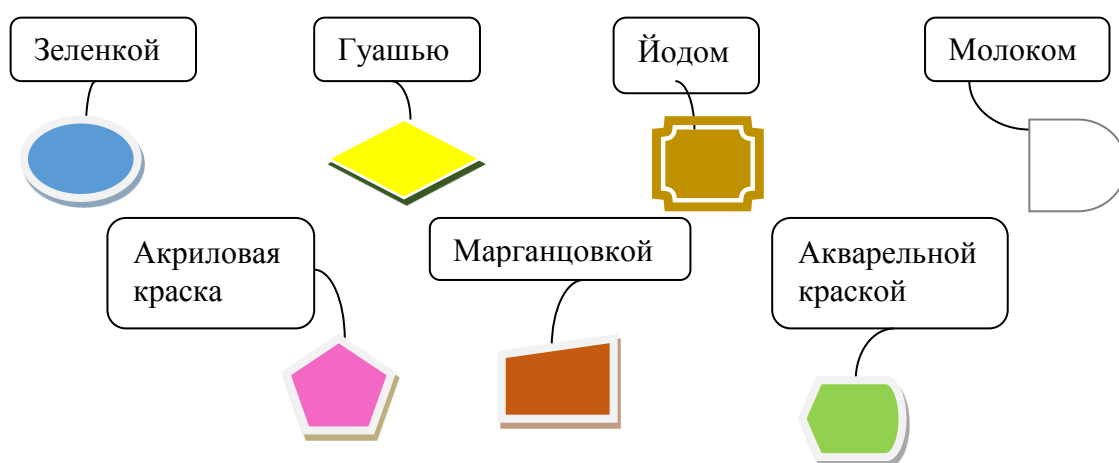


Рисунок 9. Изменение цвета шариков гелей.

Опускаем по 15 прозрачных маленьких шариков в каждый стаканчик и надо дожидаться. На упаковке гидрогеля написано, что полное набухание происходит через 10 часов. По факту, шарики вырастают уже сквозь 2 часа.

Через 2 часа обнаруживаем неожиданную картину. В кое-каких стаканчиках прозрачные шарики так и не приобрели окраску!

Выводы: Гуашь, акриловые и акварельные краски практически не дали цвета. Молоко тоже не порадовало. Собственно, что касается йода, то после 2 часов нахождения в растворе шарики были изящного золотисто-коричневого цвета, но спустя еще 8 часов цвет поблек. Благовидный цвет получился от раствора марганцовки. При этом полежав в растворе 2 часа шарики приобрели лиловый цвет, а спустя время стали красными.

2.3 Исследование кинетики набухания полимерных гидрогелей

Как ведомо в химической технологии в первый раз синтезированы более 15 видов гидрогелей на основе ГИПАН (гидролизированный полиакрилонитрил), К-4 (гидролизированный полиакриламид) ПАА (полиакриламид), КМЦ (карбоксиметилцеллюлоза), крахмала, целлюлозы, полифосфата, которые приводят к образованию сетчатой пространственной структуры, обладающей высочайшими водосорбирующими свойствами. Приобретенные гидрогели готовы поглощать более 300-350 г воды на 1 г гидрогеля.

На графике (рис.10) показана сравнительная кинетика набухания в дистиллированной воде некоторых видов «местных» гидрогелей и гидрогеля (АКВАСОРБ 3005).

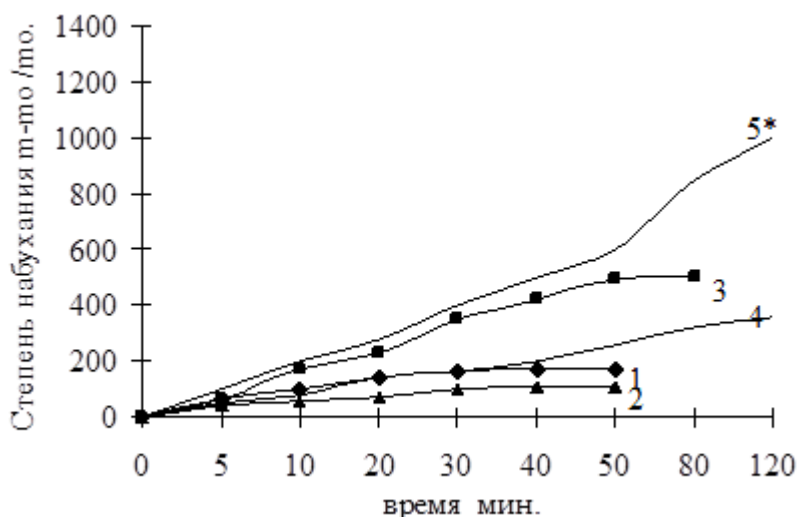


Рисунок 10. Кинетика набухания различных гидрогелей:

1-промышленный гидрогель (АКВАСОРБ 3005); 2-ГИПАН1; 3-ГИПАН+Э; 4-ГИПАН+Ф; 5*-К-4+ЭХГА

В графике (рис.10) видно, что при измельчении гидрогеля до 0,2 мм степень набухания его добивается 350 за 30 мин., степень набухания гидрогеля со средней фракцией измельчения от 0,2 мм до 1,0 мм достигает до 350 за 50

минут, а частицы гидрогеля более 1,0 мм показывают степень набухания 320 только лишь после 60 минут.

Можно сделать вывод, что у мелких фракций гидрогеля время набухания добивается максимума в 2 раза быстрее, чем частицы с гранулами более 1,0 мм.

Таблица 1

Кинетика набухания гидрогеля на основе ГИПАН

№	Степень измельчения	Время набухания, мин. (дистил. вода 20 ⁰ С).							
		1	5	10	20	30	40	50	60
1	Мелкая фракция до 0,2 мм.	50	150	280	340	350			
2	Средняя фракция, от 0,2 мм до 1,0 мм	30	90	150	220	290	340	350	
3	Большая фракция, гранулированные – более 1,0 мм.	12	45	80	130	180	230	280	320

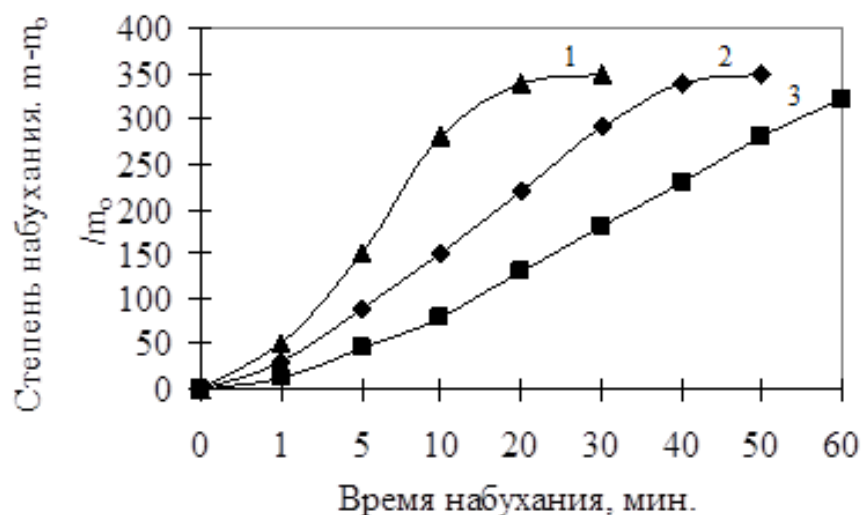


Рисунок 11. Зависимость степени набухания гидрогеля от времени:
 1 - Мелкая фракция до 0,2 мм. 2 - Средняя фракция, от 0,2 мм до 1,0.
 3 - Крупная фракция, гранулированный вид – более 1,0 мм.

Выводы: Эффективность применяемых гидрогелей находится в зависимости от объема частиц. Чем мельче частички гидрогеля, тем они скорее набухают в воде, но большие частички подольше задерживают воду. При измельчении гидрогеля до 0,2 мм время набухания добивается максимума в 2 раза скорее, чем частички с гранулами больше 1,0 мм.

3. Исследование зависимости светопропускания растворов металлов (ФЭК)

Методика определения на фотоколориметре ФЭК-1300 концентрации вещества в окрашенных и коллоидных растворах одна и та же, поэтому все описанные ниже операции будут общими как при колориметрических, так и нефелометрических измерениях.

Перед работой проверяют чистоту кювет и кюветной камеры 8 прибора. Рабочие поверхности кювет перед каждым измерением тщательно протирают чистой фильтровальной бумагой. Вслед за тем рукояткой 6 устанавливают необходимый светофильтр, а рукояткой 9 один из двух фотоэлементов: сурьмяно-цезиевый фотоэлемент СЦВ-4 при измерениях оптической плотности растворов в диапазоне 360-620 нм, кислородно-цезиевый ЦВ-4 - при измерениях в диапазоне 620-1000 нм.

Прибор включают в сеть с помощью шнура и тумблера 3 и 12, расположенного на панели блока питания, и дают возможность прогреться в течение 15-20 мин. За это время источник освещения, усилитель и фотоэлемент стабилизируют режим своей работы.

Измерения можно проводить двумя методами, как описано ниже. В обоих случаях измеряется величина оптической плотности или коэффициент пропускания света относительно растворителя или же контрольного раствора. При этом измерение пропускания: исследуемого раствора по отношению к растворителю называется абсолютным измерением, а измерение ее величины по отношению к контрольному раствору - относительным измерением.

Перед измерением устанавливают «электрический нуль» прибора. Для этого ручку шторки 10, выведенную на переднюю стенку колориметра, устанавливают в положение «Закрывается» и вращением в ту или другую сторону рукоятки резистора 7 добиваются нулевого положения стрелки микроамперметра 13.

1-ый метод измерения грядущий. Измерительный барабан устанавливают рукояткой 1 на 100% по шкале светопропускания («0» оптической плотности); в кюветное отделение прибора на пути правого светового потока помещают кювету с исследуемым раствором, левый световой канал остается свободным. Закрывают кюветную камеру и вращением левого компенсационного барабана 5 устанавливают стрелку микроамперметра на нуль. Вслед за тем в правый пучок света вместо кюветы с исследуемым раствором поворотом рукоятки 2

вводят кювету с растворителем (или контрольным раствором) и восстанавливают нарушенное фотометрическое равновесие путем вращения измерительного барабана до установления стрелки микроамперметра на нуль. Отсчет оптической плотности и величины пропускания исследуемого раствора осуществляют по измерительному барабану.

2-ой способ изменения состоит в следующем. В правый и левый пучки света помещают одинаковые кюветы с растворителем (например, водой) или раствором сравнения (фон). Измерительный барабан 1 устанавливают на 100% светопропускания и вращением левого барабана 5 уравнивают оба световых потока до установления стрелки микроамперметра на нуль. Затем в левом световом канале вместо кюветы с растворителем (или с раствором сравнения) помещают кювету с исследуемым раствором; при этом произойдет отклонение стрелки микроамперметра от нулевого положения. Вращая измерительный барабан 1, вновь устанавливают стрелку микроамперметра 13 на нуль, и по шкале 11 измерительного барабана находят величину оптической плотности или пропускания исследуемого раствора по отношению к величине оптической плотности или же пропускания растворителя (или раствора сравнения).

Преимуществом 1-го способа измерения считается то, что настройка прибора и измерение оптической плотности или же пропускания исследуемого раствора проводится по свободному каналу (воздуху).

Положительной особенностью второго способа является его более высокая производительность, так как настройка начала шкалы барабана (на 100) может производиться только один раз для всей партии исследуемых растворов.

При анализе больших партий растворов пользуются, как правило, градуировочными графиками; способ их построения приведен выше.

При фотометрических измерениях необходимо учитывать, что высокая точность определения оптической плотности растворов может быть достигнута лишь при работе в диапазоне $0,1-0,8 D$, что соответствует 70-15% по шкале пропускания T . При более высокой или меньшей оптической плотности растворов точность измерения резко снижается.

После окончания работы прибор нужно выключить, а кюветы тщательно вымыть и поместить в соответствующие гнезда футляра.

3.1 Исследование сорбции металлов полимерными гидрогелями

Тест-объектами исследования служили сополимерные акриловые гидрогели на основе мономеров акрилового ряда: АА-АН (62,5:37,5) - сополимерный гель акриламида и акрилонитрила; ПААГ-гомополиакриламидный гель; АА-АК-сополимерный гель акриламида и акриловой кислоты (50:50). Концентрация сшивающего агента, в качестве которого использовали N,N' -метилден-бис-акриламид, составляла 0,654%.

Гелеобразование осуществляли в водной среде при комнатной температуре и инициировали посредством окислительно-восстановительной системы персульфат калия – метабисульфит натрия. Гранулы гидрогелей с размером частиц ~ 1 мм отмывали от остаточных мономеров и высушивали в вакууме. Кроме того, был испытан природный гидрогель агар-агар в виде пластинок (l = 2 – 5 мм, d = 0,1 – 0,2 мм). В качестве модельных тяжелых металлов выбраны ионы меди и железа в виде сульфатов $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \times 9\text{H}_2\text{O}$, а также отрицательно заряженные гуминовые комплексы меди и железа, полученные при соотношении Ме:ГК 1:6, и продолжительности контакта двое суток. Адсорбцию и десорбцию соединений ТМ изучали при перемешивании их на круговой качалке (228 об./мин) в течение одного часа.

Исходную C_0 и остаточную концентрации $C_{\text{ост}}$ металлов после отделения носителя с сорбированным металлом от раствора и концентрацию десорбированного металла определяли методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии. При изучении десорбции ТМ гранулы гидрогеля с сорбированным металлом отделяли от сорбционного раствора (фильтрованием через широкопористый бумажный фильтр или четыре слоя марли, центрифугированием), заливали аликвотой дистиллированной воды, выдерживали в течение одних суток, декантировали жидкую фазу и определяли содержание в ней десорбированных ТМ ($C_{\text{д}}$). Степень адсорбции (А, %), десорбции (Д, %) и удельную адсорбцию (а, мг/г) металлов рассчитывали по следующим формулам:

$$A = (C_0 - C_{\text{ост}}) \cdot 100 / C_0 \quad (1)$$

$$D = C_{\text{д}} \cdot 100 / C_0 - C_{\text{ост}}; \quad (2)$$

$$a = C_0 - C_{\text{ост}} / m \quad (3)$$

где m – масса сухого геля, г/дм³.

Набухание гидрогелей в водных растворах изучали волюметрическим методом при пассивном контакте (без перемешивания). Степень набухания (Q) определяли по формуле:

$$Q = V \cdot g / m_0 \quad (4)$$

где m_0 – масса исходного гидрогеля, г/дм³; V – объем поглощенной жидкости, см³; g – ее плотность, г/см³.

Для сопоставления количества карбоксильных групп в гидрогелях, легкодоступных для взаимодействия с соединениями тяжелых металлов, применяли, в соответствии с, метод прямого титрования одинаковых навесок размолотых в порошок гелей, суспендированных в аликвотах дистиллированной воды, 0,1 М раствором гидроксида натрия в присутствии фенолфталеина.

4. Результаты и обсуждения

Ниже представлены кривые, иллюстрирующие изменения относительного объёма гранул разного размера в растворах разной концентрации от времени:

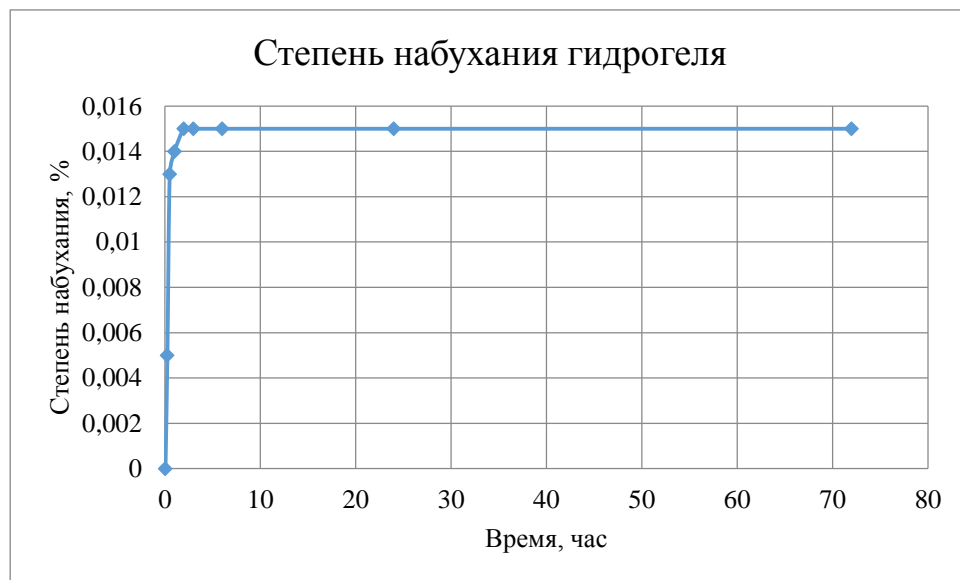


Рисунок 12. Степень набухания подгузника.

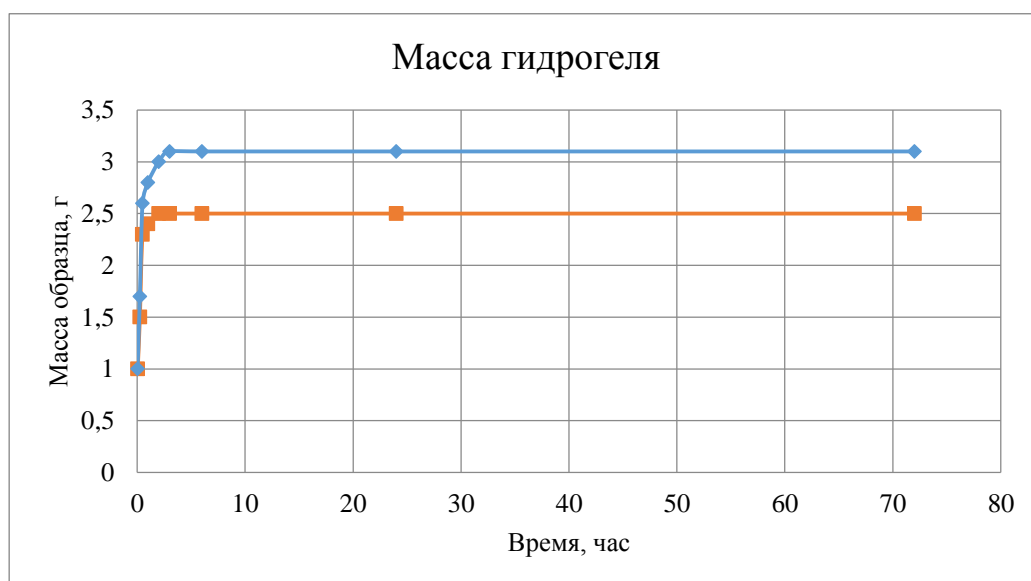


Рисунок 13. Масса гидрогеля в эксперименте 1-2.

Использованные в данной работе полимерные гели, содержащие активные карбоксильные группы, являются слабыми катионитами, способными сорбировать катионы тяжелых металлов по ионообменному механизму. В природных водных системах ТМ могут находиться как в виде катионов, так и в виде разнообразных комплексов, из которых наиболее распространены

гуминовые и фульвиновые. Данных о взаимодействии этих отрицательно заряженных частиц с гидрогелями, обладающими размером пор ~ 10 нм.

Полученные гидрогели способны поглощать более 300-350 г воды на 1 г гидрогеля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе исследован кинетика набухания полимерных гидрогелей. Интерес к этому вопросу обусловлен результатами экспериментальных исследований, из которых следует, что при переходе из одного равновесного состояния в другое, степень набухания полимерных гелей может изменяться самым разнообразным образом. Анализ причин такого поведения полимерных гидрогелей (ПГ) представляет не только теоретический, но и практический интерес, так как затрагивает все области их применения от медицины до промышленности. Эффективность используемых гидрогелей зависит от размера частиц. Чем мельче частицы гидрогеля, тем они быстрее набухают в воде, но крупные частицы дольше удерживают влагу. Исследовано влияние природы металла и его концентрации на сорбционные свойства гидрогелей. Полученные результаты позволяют рекомендовать их для очистки промышленных сточных вод от ионов тяжелых металлов.

В работе исследовано влияние природы металла и его концентрации на сорбционные свойства гидрогелей. Полученные результаты позволяют рекомендовать их для очистки промышленных сточных вод от ионов тяжелых металлов. Сополимерный гидрогель акриламида (АА) и акриловой кислоты (АК), предназначенный для очистки радиоактивных сточных вод, действительно сорбировал катионы Cs^+ , Sr_2^+ , Eu_3^+ , что обосновано их сродством к карбоксильной группе гидрогеля. Для избирательной сорбции ионов стронция в пребывании бария был применен принцип узнавания и связывания ионов металлов способом внедрения в гелевую структуру и дальнейшего удаления шаблонного макрокомплекса диакрилата стронция. Связывание иона стронция происходило с высочайшей скоростью (в направлении 5 мин.) и селективностью, достигая 50 – 60% от начального при сорбционной емкости до 3 мг-экв/г сорбента. Сополимерные акриловые гидрогели имеют все шансы быть применены еще для очистки сточных вод от красителей.

Методом оптической микрометрии измерены гранулы гидрогеля от 0,3 до 1,0 мм. Стоит добавить, что гидрогель можно применить как средства для повышения влагоемкости почв, также для улучшения влагоснабжения растений.

Работы в области полимерных гидрогелей считаются частью очень широкой и необходимой области науки - химии и технологии полимеров медико-биологического предназначения.

Перечень сокращений и условных обозначений

Таблица 2
Перечень допускаемых сокращений слов

Полное наименование	Сокращение
Полимерные гидрогели	ПГ
Сшитые полиэлектролиты или иониты	СПЭ
Поливиниловый спирт	ПВС
Поверхностно-активные вещества	ПАВ
Полиакриловая кислота	ПАК
Фотоэлектроколориметр	ФЭК
Акриламид	АА
Полиакриламид	ПАА
Тяжелые металлы	ТМ
Карбоксиметилцеллюлоза	КМЦ
Взаимопроникающие полимерные сетки	ВПС

Термины и определения, применяемые в тексте документа

Синерезис (от греч. *synáiresis* - сжатие, уменьшение) - самопроизвольное уменьшение объёма студней или гелей, сопровождающееся отделением жидкости.

Гуминовые вещества - сложнейшие природные соединения, входящие в состав почв, торфа, бурых углей и образующиеся при выветривании каменных углей.

Лиганд (от лат. *ligare* «связывать») - атом, ион или молекула, связанные с неким центром (акцептором).

«AQUASORB» Аквасорб 3005 - это влагоудерживатель, который вводится в почву или материалы, абсорбирует или удерживает большие количества воды и питательных веществ. Они представляют собой нерастворимые в воде сшитые сополимеры акриламида и акрилата калия.

Поверхностно-активные вещества - это химические соединения, способные накапливаться на поверхности соприкосновения двух тел или двух термодинамических фаз (называемых поверхностью раздела фаз), и вызывающие снижение поверхностного натяжения веществ, образующих эти фазы.

Солюбилизация - процесс коллоидного растворения (*solubilis*-растворимый) каких-либо веществ (солюбилизаторов), труднорастворимых в жидкой основе коллоидного раствора.

Оператор Кэнни (детектор границ Кэнни, алгоритм Кэнни) в дисциплине компьютерного зрения - оператор обнаружения границ изображения и использует многоступенчатый алгоритм для обнаружения широкого спектра границ в изображениях.

Автоклавирование - наиболее надежный способ стерилизации. Обычно стерилизацию в автоклаве производят при 119-121°C в течение 8-15 мин в зависимости от объема раствора. Этим гарантируется достаточно полная стерилизация независимо от вида микроорганизма. Таким образом стерилизуют посуду, бумажные и стеклянные фильтры, инструменты, водные растворы устойчивых к воздействию высокой температуры лекарственных веществ, перевязочный материал.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Galaev I. Yu., Mattiasson B. 'Smart' polymers and what they could do in biotechnology and medicine // *Tibtech* August.- 1999.- Vol. 17.- P. 335-340
2. Рейтлингер С.А. Проницаемость полимерных материалов // М.: Химия.- 2004
3. Shibayama M., Tanaka T. Volume phase transition and related phenomena of polymeric gels. // *Advantages in Polymer Science*. 1993. V.109. P. 1-62.
4. Dinu M. V., Ozmen M. M., Dragan E. S., Okay O. Freezing as a path to built macroporous structures: Superfast responsive polyacrylamide hydrogels. // *Polymer*. 2007. V. 48. P. 195-204.
5. Ширинов Ш.Д., Джалилов А.Т. Исследование кинетики набухания синтезированных гидрогелей на основе гидролизованного полиакрилонитрила // *Universum: Химия и биология : электрон. научн. журн*. 2018. № 3(45).
6. Кудайбергенов С.Е., Дуйсебаев Б.О. Сорбция и десорбция ионов переходных металлов амфотерными гидрогелями. Сорбционные и хроматографические процессы. 2006. Том 6, Вып.6.
7. *Химия и технология воды*, 2011, т. 33, №6, 613
8. <http://www.mif-ua.com/archive/article/4452>
9. http://vivovoco.astronet.ru/VV/JOURNAL/NATURE/08_05/GELS.HTM#3
10. Филиппова О.Е. // *Высокомолек. соед., серия С*. 2000. Т.42. №12. С.2328-2352.
11. Barrat J.-L, Joanny J.-F. Theory of polyelectrolyte solutions. In: *Advances in chemical physics*, v. XCIV. Ed. by Prigogine I., Rice S. A. John Wiley, 1996, p. 1-66.
12. Joanny J.-F., Pincus P. Electrolyte and polyelectrolyte solutions: limitations of scaling laws, osmotic compressibility and thermoelectric power. *Polymer*. 1980, v. 21, No. 3, p. 274-8.
13. Тэнфорд Ч. *Физическая химия полимеров*. Москва: Химия, 1965. Manning G. S. Limiting laws and counterion condensation in polyelectrolyte solutions. I. Colligative properties. *J. Chem. Phys.* 1969, v. 51, No. 3, p. 924-33.
14. Филиппова О.Е. // *Высокомолек. соед., серия С*. 2000. Т.42. №12. С.2328-2352.
15. *Химия и технология воды*, 2011, т. 33, №6, 613с
16. Галаев Ю.В. // *Успехи химии*. 1995. Т.64. №5. С.505-524.
17. Philippova O.E., Andreeva A.S., Khokhlov A.R. et al. // *Langmuir*. 2003. V.19. №18. P.7240-7248.
18. Ширинов Ш.Д., Джалилов А.Т., Ёриев О.М., Ахмедов В.Н. Синтез гидрогелей на основе промышленных отходов и перспектива эффективного использования их в различных областях // *Химическая технология. Контроль и управление. Международный научно-технический журнал*. Ташкент.: 2010 й., №1, с.11-13.

19. Ферапонтов Н.Б., Ковалева С.С., Рубин Ф.Ф. Определение природы и концентрации растворенных веществ методом набухающей гранулы.// Журн. аналит. химии. 2007. Т.62. №10. С.1028-1033.
20. Shibayama M., Tanaka T. Volume phase transition and related phenomena of polymer gels.//Advantages in Polymer Science. 1993. V.109. P. 1-62.
21. Dinu M.V., Ozmen M.M., Dragan E.S., Okay O. Freezing as a path to built macroporous structures: Superfast responsive polyacrylamide hydrogels.//Polymer. 2007. V. 48. P. 195-204.