

АННОТАЦИЯ

Общее описание работы. Работа направлена на получение эффективных для применения на практике гидрогелей методом радикальной сополимеризации на основе доступных промышленных и природных мономеров. Для достижения этой цели использованы N,N-диметилакриламид (ДМАА) и N,N-диметил-N,N-диаллиламмонийхлорид (ДМДАГ) и N,N-диметилакриламид (ДМАА) и 2-акриламидо-2-пропансульфоуксусная кислота (AMPS). Систематически изучались процесс синтеза гидрогелей и кинетика реакции сополимеризации. Для этого исследовали влияние ряда факторов, а именно температуры, состава смеси мономеров, электролитов, природы инициаторов на реакцию радикальной сополимеризации. На основании этих исследований найдены оптимальные условия получения гидрогелей, методами ИК-, ¹H-ЯМР- спектроскопии, термического анализа определены состав, физико-химические свойства новых гидрогелей. С целью определения возможности очистки воды от токсичных тяжелых металлов полученными гидрогелями исследована сорбция ионов свинца (Pb) в решетках гидрогелей.

Актуальность исследования:

Гидрогели представляют большой интерес благодаря своим свойствам, такими как очень высокая эластичность и набухание. Поэтому спрос на гидрогели увеличивается с каждым днем. Существует много видов материалов, из которых можно получить гидрогели, среди которых особое место занимают гидрогели на основе N,N-диметилакриламида (ДМАА). Это связано с тем, что ДМАА легко полимеризуется, обладает высокой реакционной способностью и стоимость относительно невысокая. ДМАА, как и другие гидрогели, имеет трехмерную структуру, способную длительное время удерживать воду.

Поэтому получение новых, эффективных для практического применения гидрогелей на основе N,N-диметилакриламида с высокой способностью к набуханию и изучение их свойств является актуальной задачей.

Степень разработанности проблемы. Многие ученые проводили исследования по получению эффективных гидрогелей на основе N,N-диметилакриламида и решению проблем их практического использования. В частности, большое внимание уделялось гидрогелям, используемым для очистки воды от красок и тяжелых металлов, самовосстанавливающимся материалам, гидрогелям для улучшения механических свойств материалов. Но, несмотря на это, из обзора литературы следует, что поиск и создание новых эффективных способов повышения химической стабильности и адсорбционной емкости гидрогелей остается важным.

Научная новизна:

- впервые изучена кинетика реакций сополимеризации N,N-диметилакриламида (ДМАА) и хлорида N,N-диметил-N,N-диаллиламмония (ДМДААХ) и N,N-диметилакриламида и 2-акриламидо-2-пропансульфоновой кислоты (АМПС);

- впервые определена энергия активации реакции сополимеризации ДМАА- ДМДААХ;

- впервые определены закономерности (уравнение скорости реакции) изменения скорости реакции сополимеризации ДМАА и ДМДААХ;

- систематически изучена кинетика получения гидрогелей на основе - N,N- диметилакриламида, влияние температуры, состава смеси мономеров, времени, природы инициатора, концентрации на их конверсию и синтезированы новые гидрогели;

- на основе систематических исследований определены оптимальные условия получения сополимеров, методами ИК-, ¹H-ЯМР-спектроскопии, термического анализа, определены состав, физико-химические свойства полученных новых гидрогелей, установлен механизм радикальной сополимеризации;

- с целью определения возможности очистки воды от токсичных тяжелых металлов полученными гидрогелями изучена сорбция ионов свинца (II) в гидрогелевые сетки и получен положительный результат.

Цель исследования: получение и изучение свойств новых гидрогелей на основе доступных промышленных и природных мономеров с высокой способностью к набуханию и эффективных для практического применения.

Задачи исследования:

- определение условий синтеза новых эффективных гидрогелей методом радикальной сополимеризации на основе доступных промышленных и природных мономеров;

- кинетика реакции сополимеризации получения гидрогелей на основе N,N-диметилакриламида, систематическое изучение влияния температуры, состава смеси мономеров, времени, природы инициатора, концентрации на их конверсию;

- определение состава, физико-химических свойств полученных новых гидрогелей;

- испытание адсорбции тяжелых металлов синтетическими водопоглощающими композиционными материалами в лабораторных условиях;

Объект исследования: Промышленные и природные мономеры, доступные для исследования и синтезированные на их основе гидрогели.

Практическая значимость. Синтезированы эффективные гидрогели и

сополимеры, необходимые для очистки сельскохозяйственных или промышленных сточных вод.

Теоретическая значимость. Установлены закономерности радикальной сополимеризации производных акриламида, зависимость свойств гидрогелей, синтезированных на их основе, от их состава, концентрации, состава и структуры связующего.

Положения, которые выносятся на защиту

- закономерности реакций сополимеризации N,N-диметилакриламида и N,N-диметил-N,N-диаллиламмоний хлорида и N,N-диметилакриламида и 2-акриламидо-2-пропан сульфокислоты;

- результаты изучения влияния температуры, состава смеси мономеров, электролитов, природы инициаторов, сшивающих агентов на реакцию радикальной сополимеризации;

- в системе N,N-диметилакриламид - N,N-диметил-N,N-диаллиламмонийхлорид общая скорость полимеризации R_p уменьшается с увеличением количества ДМДААХ в сополимере. На основе уравнения прямой показано, что значение молярного соотношения мономеров равно 0,86.

- порядок реакции по инициатору $R_p = [I]^{0,40}$.

Порядок реакции по концентрации мономера $R_p = [M]^{2,63}$;

- результаты систематического изучения кинетики реакции сополимеризации ДМДААХ-ДМАА. На основе построения зависимости логарифма константы скорости k как функции обратной температуры $1/T$ получен линейный график Аррениуса. По этому графику Аррениуса энергия активации реакции равна 39,56 кДж/моль, экспоненциальный множитель A , 1×10^{12} сек⁻¹.

- результаты определения состава новых гидрогелей, изучения их физико- химических свойств методами ИК-, ¹H-ЯМР-спектроскопии, термического анализа;

- результаты изучения влияния концентрации и температуры мономеров, инициаторов и сшивающего агента на конверсию сшитого сополимера Н-АМПС и ДМАА. Конверсия, полученная при относительно высокой концентрации мономера (10 М), была самой высокой. Оптимальная температура для синтеза гидрогеля составляет 60°C.

- конверсия гидрогеля увеличивается при повышении концентрации инициатора от 0,05 до 0,07 % ($p < 0,001$), что может быть связано с увеличением активности центра, степень набухания увеличивается с увеличением рН. Оптимальная концентрация связующего для хорошего набухания гидрогелей составляет 0,74% от общей массы

мономера.

- результаты изучения возможности использования полученных гидрогелей на практике. Оптимальное время контакта для удаления ионов свинца(II) с применением гидрогеля ДМАА-АМПС, обладающего наиболее высокой конверсией и наиболее высокой степенью набухания, составило 5 часов. Экспериментальная величина равновесной адсорбции ионов Pb(II) составила 26 мг/г.

Вклад докторанта в научно-исследовательскую работу. Закономерности реакций сополимеризации мономеров, кинетику и конверсию реакций сополимеризации, оптимальные условия синтеза гидрогелей, физико- химические свойства, сорбцию ионов свинца (II) в гидрогелевые сетки установил сам исследователь. Полученные результаты обсуждались с участием научного руководителя и зарубежного консультанта.

Публикации. По результатам исследования опубликовано 5 статей, полностью соответствующих теме диссертации. Среди них две статьи опубликованы в журналах, представленных Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки МОН РК; три статьи были опубликованы в журналах, входящих в первый (Q1) квартиль индексации SCOPUS:

- *Polymers for Advanced Technologies*, 2020, 32(7), 2669-2675. (IF: 3.67; CiteScore 3.8; Percentile 76%; Q1). <https://doi.org/10.1002/pat.4999>

- *Polymers* 2021, 13, 3084. (IF: 4.3; CiteScore 5.1; Percentile 78%; Q1) <https://doi.org/10.3390/polym13183084>

- *Gels* 2021, 7, 234. <https://doi.org/10.3390/gels7040234> (IF:4.7; CiteScore 4.2; Percentile 65%; Q1)

Идентификационный номер докторанта и индекс Хирша в базах данных SCOPUS и Web of science.

✓ SCOPUS

ID:

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57263784100>

✓ Web

of

science

ID:

<https://www.webofscience.com/wos/author/record/40716747>

✓ және <https://www.webofscience.com/wos/author/record/45683121>

✓ H- index 3.