

АННОТАЦИЯ

диссертации на тему «Создание методов параллельного разделения катионных и анионных компонентов из технологических растворов гидрометаллургии» на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D05301 -«Химия»
Дюсембаева Гульнур Токтаргазиновна

Тема исследования: «Создание методов параллельного разделения катионных и анионных компонентов из технологических растворов гидрометаллургии»

Цель исследования:

Создание интерполимерных систем на основе функциональных сшитых полимеров для разделения катионных и анионных компонентов в модельных растворах и исследование сорбционных процессов в технологических растворах.

Задачи исследования:

1. Создание интерполимерных систем КУ-2-8(H⁺)-АВ-17-8(OH⁻), КУ-2-8(H⁺)-П4ВП и гПМАК-гП4ВП при различных молярных соотношениях (X:Y).

2. Исследование электрохимических и конформационных свойств интерполимерных систем КУ-2-8(H⁺)-АВ-17-8(OH⁻), КУ-2-8(H⁺)-П4ВП, гПМАК-гП4ВП в результате их дистанционного взаимодействия.

3. Разработка методов разделения золотосодержащих соединений, образующихся при кучном выщелачивании, путем моделирования с использованием интерполимерных систем на основе индивидуальных ионитов и гидрогелей.

4. Исследование процесс сорбции в технологических растворах с использованием интерполимерных систем КУ-2-8(H⁺)-АВ-17-8(OH⁻).

Методы исследования:

теоретические: проведен обзор литературы по физико-химическим свойствам катионных и анионных компонентов в технологических растворах гидрометаллургии, а также методам их параллельного извлечения.

экспериментальные методы: электрохимический и гравиметрический, атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой, сканирующий электронный микроскоп, ИК спектроскопия, термогравиметрия и дифференциальная сканирующая калориметрия.

Основные положения, выносимые на защиту (доказаны научные гипотезы и другие выводы, составляющие новизну):

1. Изменение исходного состояния одного из компонентов в интерполимерной системе приводит к изменению электрохимического поведения ионитов и интерполимерных систем. Изучены электрохимические и конформационные изменения в результате дистанционного взаимодействия промышленных ионитов (КУ-2-8(H⁺), АВ-

17-8(OH⁻)) и индивидуальных гидрогелей (ПМАК, П4ВП). В интерполимерной системе КУ-2-8(H⁺)-АВ-17-8(OH⁻) при соотношении (4:2) удельная электропроводность водной среды через 6 часов достигла максимума, составив 7,0 мкСм/см. Этот показатель значительно выше удельной электропроводности исходного катионита при соотношении (6:0), которая составляла 2,55 мкСм/см. Для системы КУ-2-8-П4ВП максимальное зафиксированное значение электропроводности составило 5,5 мкСм/см, что также свидетельствует о росте по сравнению со значением исходной электропроводности (1,56 мкСм/см) при соотношении (6:0). Степень набухания данной системы составила $K_n = 5,45$ г/г. Степень набухания редкосшитых полимерных гидрогелей в индивидуальном состоянии составила K_n (ПМАК) = 20,65 г/г и K_n (П4ВП) = 3,27 г/г.

2. При определенном соотношении кислых и основных ионообменников наблюдалось значительное увеличение сорбции ионов металлов по сравнению с исходными ионитами. В интерполимерной системе КУ-2-8(H⁺)-АВ-17-8(OH⁻) при соотношении (3:3) через 48 часов максимальная сорбция ионов Au(I) и Fe(II) составила 97,00% и 44,33% соответственно, что значительно выше показателя исходного катионита при соотношении (6:0), который составлял 4,70%. Коэффициент распределения составил $K_d(3:3)_{Au} = 3,2333$ мл/мг. Коэффициент разделения равен $\beta_{Au/Fe} = 40,62$. Степень десорбции составила $C_d(Au) = 98,00$ %.

3. Степень сорбции исходных гидрогелей составила 7,70%. При этом в интергелевой системе гПМАК-гП4ВП при соотношении (3:3) в ходе 6-часового взаимодействия сорбция ионов железа составила 90,1%, а ионов золота – 4,6%. Соответственно, остаточная концентрация в растворе составила 9,9% для железа и 95,4% для золота. Коэффициент распределения составил $K_d(3:3)_{Au} = 2,9587$ мл/мг; $K_d(3:3)_{Fe} = 16,9207$ мл/мг. Коэффициент разделения равен $\beta_{Au/Fe} = 0,1749$.

4. Определен оптимальный метод извлечения ионов из технологических растворов с использованием интерполимерных систем КУ-2-8(H⁺)-АВ-17-8(OH⁻), сформированных на основе сильнокислотного катионита и сильноосновного анионита. Установлено, что при преобладании доли анионита в системе (соотношения 1:5 и 0:6) наблюдается максимальная сорбционная активность по отношению к ионам золота (Au⁺) и железа (Fe²⁺), составляющая 90-97%. Напротив, в условиях избытка катионита (соотношения 6:0 и 5:1) ионы меди (Cu²⁺) кобальта (Co²⁺), никеля (Ni²⁺) и цинка (Zn²⁺) сорбируются с высокой интенсивностью, достигая 95% на чистом катионите.

Обоснование новизны и значимости полученных результатов и соответствия направлениям научного развития или государственным программам:

1. В результате проведенной работы впервые были созданы интерполимерные системы КУ-2-8(H⁺)-АВ-17-8(OH⁻), КУ-2-8 (H⁺)-П4ВП, гПМАК-гП4ВП в различных молярных соотношениях (X:Y).

2. Впервые в результате дистанционного взаимодействия были

изучены электрохимические и конформационные свойства интерполимерных систем КУ-2-8 (H⁺)-АВ-17-8(OH⁻), КУ-2-8 (H⁺)-П4ВП.

3. Впервые путем моделирования изучены методы разделения золотосодержащих соединений, образующихся при кучном выщелачивании, с использованием межполимерных систем, созданных на основе индивидуальных ионитов и гидрогелей.

4. Впервые изучен процесс сорбции в технологических растворах с использованием интерполимерных систем КУ-2-8 (H⁺)-АВ-17-8(OH⁻).

Диссертационная работа выполнена в рамках государственного программно-целевого финансирования по программе «Синтез и создание технологий удобрений, композиций, препаратов и материалов многофункционального действия для применения на пустынных и деградированных землях» (BR 21882220, 2023-2025) и «Фундаментальные основы получения инновационных экологически безопасных многофункциональных химических продуктов и материалов» (BR 27101179, 2024-2026) в АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», в лаборатория синтеза и физикохимии полимеров.

Описание вклада докторанта в подготовку каждого издания (доля автора диссертации указывается в процентах от общего текста):

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 10 изданиях, в том числе: 2 статья в международных научных журналах, включенных в наукометрическую базу данных Scopus (Q1) (Polymers, процентиль 87%, Molecules, процентиль 89%):

1. Selective Gold Ion Sorption from Iron-Containing Solution Using an interpolymer System of Industrial Ion Exchangers. Polymer. – 2025. –17(20). 2808. (Со авторы Джумадилов Т.К., Гражулявичюс Ю.В., Мукатаева Ж. С., Химэрсэн Х.,Тотхусқызы Б. доля докторанта 75%)

2. Selective Sorption of Gold and Iron Ions in the PMAA-P4VP Intergel System. Molecules. – 2026. – 31(10). 1583. (Со авторы Джумадилов Т.К., Мукатаева Ж.С., Гражулявичюс Ю.В., Химэрсэн Х. доля докторанта 80%)

7 статьи опубликованные в изданиях, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования МНВО РК:

1. Особенности дистанционного взаимодействия гидрогелей полиметакриловой кислоты и поли-2-метил-5-винилпиридином. Доклады РОО «Национальной академии наук Республики Казахстан» ЧФ «Халық» – 2024. – №1 (349). – С. 155-166. (Со авторы Джумадилов Т.К., Мукатаева Ж.С., Гражулявичюс Ю.В., Сапарбекова И.С. доля докторанта 80%)

2. Влияние эффекта дистанционного взаимодействия интерполимерной системы КУ-2-8:АВ-17-8. Химический журнал Казахстана. – 2024. – №4 (88). – С. 25-34. (Со авторы Джумадилов Т.К., Мукатаева Ж.С., Гражулявичюс Ю.В. доля докторанта 85%)

3. Изучение электрохимических и конформационных свойств интерполимерных систем катионита КУ-2-8 и анионита П4ВП. Доклады РОО «Национальной академии наук Республики Казахстан». – 2024. – №4 (352). –

С. 146-156. (Со авторы Джумадилов Т.К., Мукатаева Ж.С., Гражулявичюс Ю.В. доля докторанта 85%)

4. Характеристика взаимной активации интергелевой системы на основе гидрогелей полиметакриловой кислоты и поли-4-винилпиридина. Химический журнал Казахстана. – 2024. – №2 (86). – С. 94-104. (Со авторы Джумадилов Т.К., Мукатаева Ж.С., Сулейменова М.Т., Гражулявичюс Ю.В. доля докторанта 80%)

5. Особенности извлечения ионов золота интерполимерной системой КУ-2-8 и поли-4-винилпиридина. Химический журнал Казахстана. – 2025. – №1 (89). – С. 98-108. (Со авторы Джумадилов Т.К., Мукатаева Ж.С., Гражулявичюс Ю.В. доля докторанта 85%)

6. Изменение степени связи полимерных цепей с ионами золота и железа в интерполимерной системе КУ-2-8-П4ВП. Химический журнал Казахстана. – 2025. – №3 (91). – С. 34-43. (Со авторы Джумадилов Т.К., Мукатаева Ж.С., Химэрсен Х., Гражулявичюс Ю.В. доля докторанта 80%)

7. Особенности взаимодействия интергелевых систем на основе полиакриловой кислоты и поли-2-метил-5-винилпиридина с ионами золота. Химический журнал Казахстана. – 2026. – №1 (93). – С. 60-68. (Со авторы Джумадилов Т.К., Мукатаева Ж.С., Химэрсен Х., Ержет Б., Гражулявичюс Ю.В. доля докторанта 75%)

Тезисы докладов были опубликованы в сборниках материалов международных научно-практических конференции, в том числе дальнего и ближнего зарубежья:

«Удаленное взаимодействие интергелевой системы на основе полиметакриловой кислоты и поли-2-метил-5-винилпиридина». Материалы Международная научно-практическая конференция «Современные аспекты химической науки и химического образования: Теория и практика» посвященная 70 - летию д.х.н., профессора, академика МАИН и НАН ВШК Н.А. Бектенова и д.х.н., профессора член корреспондента РАЕ Г.И. Меировой – Алматы. – 2024. – С. 143-144. (Со авторы Джумадилов Т.К., Мукатаева Ж.С., Гражулявичюс Ю.В., Татрашвили Т. доля докторанта 80%).

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из стандартных разделов: нормативные ссылки, обозначения и сокращения, введение, обзор литературы, экспериментальная часть, результаты экспериментов и их обсуждение, список использованной литературы и приложение.