

**Дюсембаева Гульнур Токтаргазиновнаның
8D05301-«Химия» білім беру бағдарламасы бойынша
философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін «Гидрометаллургияның
технологиялық ерітінділерінен катионды және анионды компоненттерді
параллельді бөлу әдістерін әзірлеу» тақырыбындағы диссертациясына**

АНДАТПА

Зерттеу тақырыбы: «Гидрометаллургияның технологиялық ерітінділерінен катионды және анионды компоненттерді параллельді бөлу әдістерін әзірлеу»

Зерттеудің мақсаты:

Модельдік ерітінділердегі катиондық және аниондық компоненттерді бөлу үшін функционалды торланған полимерлер негізінде интерполимерлі жүйелерді құру және технологиялық ерітінділердегі сорбциялық процестерді зерттеу.

Зерттеудің міндеттері:

1. Өртүрлі молярлық қатынастағы (X:Y) КУ-2-8(H⁺)-АВ-17-8(OH⁻), КУ-2-8(H⁺)-П4ВП, гПМАҚ-гП4ВП интерполимерлі жүйелерін құру.

2. КУ-2-8(H⁺)-АВ-17-8(OH⁻), КУ-2-8(H⁺)-П4ВП, гПМАҚ-гП4ВП интерполимерлі жүйелердің қашықтықтан өзара әрекеттесу нәтижесінде электрохимиялық және конформациялық қасиеттерін зерттеу.

3. Жеке иониттер мен гидрогельдер негізінде құрылған интерполимерлі жүйелермен үймелеп шаймалау кезінде түзілетін алтынды қосылыстарды модельдеу арқылы бөлу әдістерін жасау.

4. КУ-2-8(H⁺)-АВ-17-8(OH⁻) интерполимерлі жүйелерін қолдана отырып, технологиялық ерітінділердегі сорбция процесін зерттеу.

Зерттеу әдістері:

теориялық: гидрометаллургияның технологиялық ерітінділеріндегі катиондық және аниондық компоненттердің физика-химиялық қасиеттері, оларды параллель бөліп алу әдістері бойынша әдебиеттерге шолу жасау.

эксперименттік әдістер: электрохимиялық және гравиметриялық, индуктивті байланысқан плазмалық атомды-эмиссиялық спектроскопия, сканерлеуші электрондық микроскоп, ИҚ спектроскопия, термогравиметриялық және дифференциалды сканерлеуші калориметрия қолданылды.

Қорғауға ұсынылатын негізгі ережелер (дәлелденген ғылыми гипотезалар және жаңа білім болып табылатын басқа тұжырымдар):

1. Интерполимерлі жүйедегі бір компоненттің бастапқы күйінің өзгеруі ион алмастырғыштар мен интерполимерлі жүйелердің электрохимиялық әрекетін өзгертеді. Өнеркәсіптік иониттер (КУ-2-8 (H⁺), АВ-17-8(OH⁻)) мен жеке гидрогельдердің (ПМАҚ, П4ВП) қашықтықтан өзара әрекеттесу нәтижесінде электрохимиялық және конформациялық өзгерістері зерттелді. КУ-2-8(H⁺)-АВ-17-8(OH⁻) интерполимерлік жүйесінің (4:2) қатынасында сулы ортаның меншікті электрөткізгіштігі 6 сағаттан кейін 7,0 мкСм/См мәніне

жетіп, максимум нүктесін көрсетті. Бұл көрсеткіш бастапқы катиониттің (6:0) меншікті электрөткізгіштігімен (2,55 мкСм/См) салыстырғанда айтарлықтай жоғары. Ал КУ-2-8-П4ВП жүйесі үшін тіркелген ең жоғары электрөткізгіштік мәні 5,5 мкСм/См құрады, (6:0) қатынасындағы бастапқы электрөткізгіштік (1,56 мкСм/См) мәнімен салыстырғанда өскенін байқатады. Бұл жүйенің ісіну дәрежесі ($K_i=5,45$ г/г) мәнін көрсетті. Сирек торланған полимерлі гидрогельдердің жеке күйіндегі ісіну дәрежелері $K_i(\text{ПМАҚ}) = 20,65$ г/г, $K_i(\text{П4ВП}) = 3,27$ г/г тең болды.

2. Қышқылдық және негіздік ион алмастырғыштардың белгілі бір қатынасында бастапқы иониттермен салыстырғанда металл иондарының сорбциясының айтарлықтай жоғарылауы байқалды. КУ-2-8(H^+)-АВ-17-8(OH^-) интерполимерлік жүйесі (3:3) қатынасында 48 сағаттан соң Au (I) және Fe(II) иондарының максималды сорбциясы тиесінше 97,00% және 44,33% көрсетті, бұл бастапқы катиониттің (6:0) көрсеткішімен (4,70%) салыстырғанда айтарлықтай жоғары. Таралу коэффициенті $K_d(3:3)_{\text{Au}}=3,2333$ мл/мг. Бөлу коэффициенті $\beta_{\text{Au/Fe}}=40,62$. Десорбция дәрежесі $\text{Cd}(\text{Au})= 98,00\%$.

3. Бастапқы гидрогельдердің сорбция дәрежесі 7,70% құрады. Ал гПМАҚ-гП4ВП интергельдік жүйенің 3:3 қатынасында 6 сағаттық әрекеттесу кезінде (темір иондарында) сорылуы 90,1%, алтын иондарының сорылуы 4,6 % құрады. Таралу коэффициенті $K_d(3:3)_{\text{Au}}=2,9587$ мл/мг; $K_d(3:3)_{\text{Fe}}=16,9207$ мл/мг. Бөлу коэффициенті $\beta_{\text{Au/Fe}}=0,1749$.

4. Күшті қышқылды катионалмастырғыш пен күшті негізді анионалмастырғыш негізінде құрылған КУ-2-8(H^+)-АВ-17-8(OH^-) интерполимерлі жүйелерімен технологиялық ерітінділерден иондарды оңтайлы бөліп алу әдісі анықталды. Жүйеде анионит үлесі басым болғанда (1:5 және 0:6) алтын (Au^+) мен темір (Fe^{2+}) иондары бойынша максималды сорбциялық 90-97% белсенділік байқалса, керісінше, катионит (6:0 және 5:1) мыс (Cu^{2+}), кобальт (Co^{2+}), никель (Ni^{2+}) және мырыш (Zn^{2+}) иондарында катионит жағдайында жоғары қарқынмен 95% сорбцияланатындығы анықталды.

Алынған нәтижелердің жаңалығымен маңыздылығын және ғылыми даму бағыттарына немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігін негіздеу:

1. Жүргізілген жұмыстар нәтижесінде алғаш рет әртүрлі молярлық қатынастағы (X:Y) КУ-2-8 (H^+) -АВ-17-8(OH^-), КУ-2-8 (H^+)- П4ВП, гПМАҚ-гП4ВП интерполимерлі жүйелер құрылды.

2. Алғаш рет КУ-2-8(H^+)-АВ-17-8(OH^-), КУ-2-8(H^+)-П4ВП, интерполимерлі жүйелердің қашықтықтан өзара әрекеттесу нәтижесінде электрохимиялық және конформациялық қасиеттері зерттелді.

3. Алғаш рет жеке иониттер мен гидрогельдер негізінде құрылған интерполимерлі жүйелермен үймелеп шаймалау кезінде түзілетін алтынды қосылыстарды модельдеу арқылы бөлу әдістері зерттелді.

4. Алғаш рет КУ-2-8(H^+)-АВ-17-8(OH^-) интерполимерлі жүйелерді қолданып, технологиялық ерітінділердің сорбция процесі зерттелді.

Диссертациялық жұмыс «Ә.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары

институты» АҚ, полимерлер синтезі және физикахимиясы зертханасында «Шөлді және тозған жерлерде қолдануға арналған көп функционалды тыңайтқыштар, композициялар, препараттар мен материалдар синтездеу және технологияларын құру» (BR 21882220, 2023-2025) және Инновациялық экологиялық қауіпсіз көп функционалды химиялық өнімдер мен материалдар алудың іргелі негіздері (BR 27101179, 2024-2026) мемлекеттік бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру аясында орындалды.

Докторанттың әр басылымды дайындауға қосқан үлесінің сипаттамасы:

Диссертациялық зерттеу жұмысының негізгі нәтижелері 10 басылымда жарық көрді, оның ішінде: *Scopus ғылыми-метриялық мәліметтер базасына енгізілген халықаралық ғылыми журналдарда 2 мақала (Q1) (Polymers, процентиль 87%, Molecules, процентиль 89%) жарияланды:*

1. Selective Gold Ion Sorption from Iron-Containing Solution Using an interpolymer System of Industrial Ion Exchangers. Polymer. – 2025. –17(20). – P. 2808. (Дюсембаева Г.Т. 75%, бірлескен авторлар Джумадилов Т.Қ., Гражулявичюс Ю.В., Мукатаева Ж.С., Химэрсэн Х., Тотығұсқызы Б.)

2. Selective Sorption of Gold and Iron Ions in the PMAA-P4VP Intergel System. Molecules. – 2026. – 31(10). – P. 1583. (Дюсембаева Г.Т. 80%, бірлескен авторлар Джумадилов Т.Қ., Мукатаева Ж.С., Гражулявичюс Ю.В., Химэрсэн Х.)

ҚР ҒЖБМ Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған журналдарда 7 мақала жарияланды:

1. «Полиметакрил қышқылы мен поли-2-метил-5-винилпиридин гельдерінің қашықтықтан әрекеттесу ерекшеліктері». «Қазақстан Республикасы Ұлттық Ғылым Академиясы» РҚБ «Халық» ЖҚ Баяндамалары. – 2024. – №1 (349). – 155-166 б. (Дюсембаева Г.Т. 80%, бірлескен авторлар Джумадилов Т.Қ., Мукатаева Ж.С., Гражулявичюс Ю.В., Сапарбекова И.С.)

2. «КУ-2-8:АВ-17-8 интерполимерлік жүйелерінің өзара қашықтықтан әрекеттесу ерекшеліктері». Қазақстанның химия журналы. – 2024. – №4 (88). – 25-34 б. (Дюсембаева Г.Т. 85%, бірлескен авторлар Джумадилов Т.Қ., Мукатаева Ж.С., Гражулявичюс Ю.В.)

3. «Катионит КУ-2-8 және анионит П4ВП интерполимерлік жүйелерінің электрохимиялық және конформациялық қасиеттерін зерттеу». «Қазақстан Республикасы Ұлттық Ғылым Академиясы» РҚБ Баяндамалары. – 2024. – №4 (352). –146-156 б. (Дюсембаева Г.Т. 85%, бірлескен авторлар Джумадилов Т.Қ., Мукатаева Ж.С., Гражулявичюс Ю.В.)

4. «Полиметакрил қышқылы мен поли-4-винилпиридин гидрогельдерінен тұратын интергельді жүйенің өзара активтелу ерекшеліктері». Қазақстанның химия журналы. – 2024. – №2 (86). – 94-104 б. (Дюсембаева Г.Т. 80%, бірлескен авторлар Джумадилов Т.Қ., Мукатаева Ж.С., Сулейменова М.Т., Гражулявичюс Ю.В.)

5. «Алтын иондарының КУ-2-8 және поли-4-винилпиридин интерполимерлі жүйесімен сорылу ерекшеліктері». Қазақстанның химия

журналы. –2025. – №1 (89). – 98-108 б. (Дюсембаева Г.Т. 85%, бірлескен авторлар Джумадилов Т.Қ., Мукатаева Ж.С., Гражулявичюс Ю.В.)

6. «КУ-2-8-П4ВП интерполимерлі жүйесінде алтын және темір иондарымен полимер тізбектерінің байланысу дәрежесінің өзгерістері». Қазақстанның химия журналы. – 2025. – №3 (91). – 34-43 б. (Дюсембаева Г.Т. 80%, бірлескен авторлар Джумадилов Т.Қ., Мукатаева Ж.С., Химэрсен Х., Гражулявичюс Ю.В.)

7. «Полиакрил қышқылы және поли-2-метил-5-винилпиридин гидрогельдері негізінде құрылған интергельді жүйелердің алтын иондарына қатысты әрекеттесу ерекшеліктері». Қазақстанның химия журналы. – 2026. – №1 (93). – 60-68 б. (Дюсембаева Г.Т. 75%, бірлескен авторлар Джумадилов Т.Қ., Мукатаева Ж.С., Химэрсен Х., Ержет Б., Гражулявичюс Ю.В.)

Халықаралық ғылыми-практикалық конференция жинақтарында, оның ішінде алыс және жақын шетелдерде баяндама тезистері жарияланды:

«Удаленное взаимодействие интергелевой системы на основе полиметакриловой кислоты и поли-2-метил-5-винилпиридина». «Химия ғылымы мен химиялық білім берудің заманауи аспектілері: Теориясы және практикасы» тақырыбындағы х.ғ.д., профессор, МАИН және ҚЖМҰҒА академигі Н.А.Бектеновтың және х.ғ.д., профессор, РЖА корреспондент мүшесі Г.И. Мейірованың 70 – жылдық мерейтойларына арналған III Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция материалдары. – Алматы. – 2024. – 143-144 б. (Дюсембаева Г.Т. 80%, бірлескен авторлар Джумадилов Т.Қ., Мукатаева Ж.С., Гражулявичюс Ю.В., Татрашвили Т.)

Жұмыстың құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс стандартты бөлімдерден құралған: нормативтік сілтемелер, белгілеулер мен қысқартулар, кіріспе, әдебиеттік шолу, тәжірибелік бөлім, тәжірибе нәтижелері және оларды талқылау, пайдаланылған әдебиеттер тізімі және қосымша.