

**Малимбаева Замира Бакытжанкызының
8D05301-«Химия» білім беру бағдарламасы бойынша философия
докторы (PhD) дәрежесін алу үшін «Гидрометаллургияда празеодимді және
неодимді алу технологиясының тәжірибелік негізі» тақырыбындағы
диссертациясына**

АНДАТПА

Зерттеу тақырыбы: «Гидрометаллургияда празеодимді және неодимді алу технологиясының тәжірибелік негізі»

Зерттеу мақсаты:

Неодим және празеодим иондарына селективті интерполимерлі жүйе құру; аталған сирек жер металдары иондарының әрқайсысының оңтайлы сорбциялану шарттарын анықтау.

Зерттеу міндеттері:

– Өнеркәсіптік иониттер мен гидрогельдердің (ПАҚ, ПМАҚ, П4ВП, КУ-2-8, АВ-17-8, Amberlite IR120) электрохимиялық сипаттамаларын зерттеу; аталған иониттер мен гидрогельдер негізінде ПАҚ-П4ВП, ПМАҚ-П4ВП, КУ-2-8-АВ-17-8, Amberlite IR120-АВ-17-8 интерполимерлі жүйелерін құру;

– Құрылған ПАҚ-П4ВП, ПМАҚ-П4ВП, КУ-2-8-АВ-17-8, Amberlite IR120-АВ-17-8, Lewatit CNP-АВ-17-8 интерполимерлі жүйелердің сулы ортада өзара белсендірілу ерекшеліктерін зерттеу;

– Жеке полимерлі иониттер мен гидрогельдер негізінде құрылған интерполимерлі жүйелердің неодим және празеодим иондарына катысты сорбциясының оңтайлы шарттарын анықтау;

– Жеке полимерлі гидрогельдер мен иониттерден құрылған интерполимерлі жүйелердің аталған металл иондарына катысты полимерлі тізбекті байланыстыру дәрежесін және тиімді динамикалық сыйымдылығын зерттеу;

– Аралас ерітінділерден интерполимерлі жүйелермен аталған металдар иондарын бөлудің оңтайлы шарттарын анықтау;

– Жеке полимерлі гидрогельдер мен иониттерге металл иондарының таралу және бөлу коэффициенттерін зерттеу.

Зерттеу әдістері:

теориялық: празеодим мен неодим металдарының табиғатта таралуы, колдану аясы және түрлі минералдардан аталған металдарды бөлу әдістері.

эмпирикалық: кондуктометрия, гравиметрия, фотоколориметрия, индуктивті байланысқан плазмалық атом-эмиссиялық спектроскопиясы, сканерлеуші электронды микроскоп, ИҚ спектроскопия, термогравиметрия.

Қорғауға шығарылатын 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 қасиеттерінің өзгеруіне алып келеді. Интерполимерлі жүйелердегі ион алмастырғыштардың физика-химиялық және сорбциялық қасиеттерін зерттегенде компоненттердің бастапқы күйін ескеру қажет екені дәлелденді. ИП

жүйелердің өзара активтену барысында құрамындағы ион алмастырғыштардың функционалды топтарының модификациялану дәрежесі потенциометрлік титрлеу әдісімен анықталды: Amberlite IR120 ионитінің модификациялану дәрежесі 20%, ал АВ-17-8 ионитінің модификациялану дәрежесі 60%-ды құрады.

2. Қышқылдық және негіздік қасиетті иониттердің белгілі бір қатынасында бастапқы иониттермен салыстырғанда металл иондарының сорбциясының айтарлықтай жоғарылауы байқалды. Празеодим иондарына қатысты каркынды сорбция ПАҚ-П4ВП=3:3 қатынаста өзара әрекеттесудің 48 сағатынан кейін бастапқы концентрация 6,4 мг/л-ге дейін, ал ПАҚ үшін 35,2 мг/л-ге дейін және П4ВП үшін 46,8 мг/л-ге дейін төмендейді. Неодим иондарына қатысты каркынды сорбция Amberlite IR120-AB-17-8=5:1 қатынаста өзара әрекеттесудің 48 сағатынан кейін байқалады, неодимнің бастапқы концентрациясы 55,6 мг/л-ге дейін, ал Amberlite IR120 үшін 61,59 мг/л-ге дейін және АВ-17-8 үшін 77,98 мг/л-ге дейін төмендейді.

3. Интерполимерлік жүйелердегі неодим және празеодим иондарына қатысты полимерлік тізбекті байланыстырудың жиынтық дәрежесі гидрогель мен иониттердің мынадай ара қатынасы кезінде ең жоғары мәнге ие болатыны анықталды: неодим ионы үшін Amberlite IR120-AB-17-8 интерполимерлі жүйесі үшін 5:1 қатынасында ИП жұп үшін 3,23%, жеке катионит үшін 2,89%, жеке анионит үшін 1,80% құрады; празеодим ионы үшін ПАҚ-П4ВП интерполимер жүйесі үшін 3:3 қатынасында ИП жұп үшін 3,5%, жеке катионит үшін 1,75%, жеке анионит үшін 1,45% құрады.

4. Жеке полимерлі гидрогельдер мен иониттердің полимерлі аталған иондарға қатысты тиімді динамикалық сыйымдылығы зерттелді: өзара әрекеттесуден 48 сағат өткеннен кейін тиімді динамикалық сыйымдылығы неодим иондарына қатысты Amberlite IR120-AB-17-8 интерполимерлі жүйесі үшін 5:1 қатынасында 3,15 ммоль/мг-ды, ал празеодим иондарына қатысты ПАҚ-П4ВП интерполимер жүйесі үшін 3:3 қатынасында 5,54 ммоль/мг-ды құрайтыны дәлелденді.

5. Әртүрлі қасиеттерге ие гидрогельдер мен ионалмастырғыштар негізінде құрылған интерполимерлі жүйелермен Pr (III) және Nd (III) иондарын оңтайлы бөліп алу әдісі анықталды. Жеке полимерлі иониттерге металл иондарының таралу коэффициенттері және бөлу дәрежелері есептелді: **ПАҚ-П4ВП** интерполимер жүйесіндегі неодим (III) және празеодим (III) иондарының таралу коэффициенттері интерполимер жүйенің 6:0, 5:1 қатынастарында жоғары көрсеткіш көрсететіндігі дәлелденді. 6:0 жұбында неодим иондары үшін 4,1832 мл/мг, ал празеодим иондары үшін 9,5562 мл/мг-ға тең. 5:1 жұбында неодим иондары үшін 2,8755 мл/мг, ал празеодим иондары үшін 7,2647 мл/мг-ға тең. Ал, 1 моль полимерге есептелген таралу коэффициенті 1:5 жұбында жоғары көрсеткішті көрсетіп отыр. Неодим иондары үшін 0,6912 мл/мг, ал празеодим иондары үшін 2,9511 мл/мг-ға тең болатыны анықталды.

6. Неодим және празеодим иондарын екі өнеркәсіптік сорбенттер – КУ-2-8 (Na^+) және АВ-17-8 (Cl^-) иониттерінен тұратын интерполимерлік жүйелермен аралас ерітінділерден әртүрлі молярлық қатынаста екі түрлі режимде сұрыпты бөлу мүмкіндіктері зерттелді. Динамикалық режимде 4:2 және

3:3 қатынасында сорбция ешқандай селективтілікке әкелмеді. Дегенмен, екі ионның да сорбциясының жоғары дәрежесі байқалды: 4:2 қатынасында Pr^{3+} ионы үшін 99,36%, Nd^{3+} ионы үшін 95,67% және 3:3 қатынасында Pr^{3+} ионы үшін 81,33%, Nd^{3+} ионы үшін 79%. Статикалық режимде екі металдың да сорбция дәрежесі динамикалық режимге қарағанда айтарлықтай төмен болып шықты: 4:2 қатынасында үшін Pr^{3+} ионы үшін 19,33%, Nd^{3+} ионы үшін 24%. Бірақ, соған карамастан, 4:2 жүйесінде неодим празеодимге қарағанда 24,16%, ал 3:3 жүйесінде 39,83% жақсы сорбцияланатыны дәлелденді.

Алынған нәтижелердің жаңалығы мен маңыздылығының негіздемесі және ғылымның даму бағыттарына немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі:

1. Алғаш рет өнеркәсіптік иониттер мен гидрогельдер негізінде ПАҚ-П4ВП, ПМАҚ-П4ВП, КУ-2-8-AB-17-8, Amberlite IR120-AB-17-8, Lewatit CNP LF-AB-17-8 интерполимерлі жүйелері құрылып, олардың электрохимиялық қасиеттері зерттелді.

2. Алғаш рет құрылған ИП жүйелердің сорбция процесі жоғары дәрежеде жүруіне өзара активтену шарттарының әсері зерттелді.

3. Неодим және празеодим иондарын сулы ерітінділерінен өзара активтелген ИП жүйелер көмегімен бөлудің ерекшеліктері зерттеліп, жаңа нәтижелер алынды.

4. Әртүрлі функционалды топтары бар полимерлердің түрлі мольдік қатынастары арқылы аралас ерітінділерден неодим иондарын празеодим иондарынан селективті бөлу зерттеліп, таралу және бөлу коэффициенттері есептелді.

Диссертациялық жұмыс Еңбек Қызыл Ту орденді Ә.Б. Бектұров атындағы Химия ғылымдары институты, полимерлердің синтезі және физикохимиясы зертханасында және Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университетінің «Физика-химиялық зерттеулердің әдістері» инженерлік профильді зертханасында жүргізілді. Ғылыми-зерттеу жұмыстары төменде көрсетілген ҚР БҒМ, Ғылым комитетінің жобаларымен байланысты орындалған: «Гидрометаллургияның өнеркәсіптік ерітінділерінен сирек жер металдар иондарын топтап бөліп алу технологиясын жасау» (AP05131451, 2018 - 2020), «Функционалды полимерлер мен молекулалық импринтингтің қашықтықтан өзара әрекеттесу әсеріне негізделген сирек кездесетін металдар иондарын алудың түбегейлі жаңа әдістерін жасау» (AP08856668, 2020-2022).

Докторанттың әрқайсысын дайындауға қосқан үлесінің (65 пайыздан кем болмау керек) сипаттамасы жазылған жарияланымдар:

Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері 12 жарияланымда, оның ішінде Scopus (Chemistry & chemical technology, пайыздық көрсеткіші 33 және және Polymers, пайыздық көрсеткіші 76) халықаралық ғылыми журналында 2 мақала:

1. Anomalous sorption of neodymium and praseodymium ions by intergel system polyacrylic acid hydrogel – poly-4-vinylpyridine hydrogel // Chem. Chem. Technol. -2022. -Vol. 16, No. 1, -P. 7–14 (соавторлар: Жұмаділов Т., Кондауров Р., Иманғазы А., Химерсен Х. Ізденуші үлесі: 65%)

2. Features of Selective Sorption of Neodymium and Praseodymium Ions by Interpolymer Systems Based on Industrial Sorbents KU-2-8 and AV-17-8 // *Polymers*. - 2025. - Vol. 17, №4. – P. 440 (соавторлар: Жұмаділов Т., Кабжалелов К., Корганбаева Ж. Ізденуші үлесі: 65%)

ҚР БҒМ Білім және ғылым саласындағы бақылау Комитеті ұсынған республикалық мамандандырылған басылымдарда 5 мақала:

1. Impact of Neodymium and Scandium Ionic Radii on Sorption Dynamics of Amberlite IR120 and AB-17-8 Remote Interaction // *Materials*. -2021. -14, 5402. (соавторлар: Жұмаділов Т., Тотхусқызы Б., Кондауров Р., Иманғазы А., Химерсен Х., Гражилявичусь Ж. Ізденуші үлесі: 65%)

2. Катионит КУ-2-8 және анионит АВ-17-8 гидрогельдерінен тұратын интергельді жүйенің өзара активтелу ерекшеліктері // *Химический журнал казахстана*. -2020. №3(71). 116-212 Б. (соавторлар: Жұмаділов Т. К., Сапарбекова И. С., Суберляк О. В. Ізденуші үлесі: 80%)

3. Особенности извлечения неодима интергелевой системой на основе гидрогелей полиметакриловой кислоты и поли-4-винилпиридина // *Химический журнал Казахстана*. -2020. №1(69). –С. 54-61. (соавторлар: Жұмаділов Т. К., Сапарбекова И. С., Кондауров Р.Г., Иманғазы А.М., Суберляк О. В. Ізденуші үлесі: 70%)

4. Specific features of praseodymium extraction by intergel system based on polyacrylic acid and poly-4-vinylpyridine hydrogels // *Bulletin of the University of Karaganda – Chemistry* 103(3). –Р. 53-59. (соавторлар: Жұмаділов Т. К., Химерсен Х., Сапарбекова И. С., Иманғазы А.М., Суберляк О. В. Ізденуші үлесі: 70%)

5. Неодим иондарын сіңіруге арналған молекулалық таңбалы полимерлер синтезі // *Химический журнал казахстана*. -2020. №3(71). 247-254 Б. (соавторлар: Жұмаділов Т. К., Сапарбекова И. С., Суберляк О. В. Ізденуші үлесі: 90%)

Республикалық, халықаралық ғылыми-практикалық конференциялардың материалдар жинақтарында 5 мақала:

1. Некоторые особенности дистанционного взаимодействия катионита КУ-2-8 с анионитом АВ-17-8 // *Химия және химиялық технология бойынша х халықаралық Бірімжанов съездінің еңбектері*. 24-25 қазан Алматы 2019. 148-149б.б. (соавторлар: Жұмаділов Т. К., Сапарбекова И. С. Ізденуші үлесі: 80%)

2. Some features of the remote interaction of ku 2-8 cation exchanger with ab-17 anion exchanger // *СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ* Львів, 06–08 листопада 2019 р. (соавторлар: Сапарбекова И. С., Суберляк О. В., Ыскак Л.К., Мырзахметова Н.О., Жұмаділов Т. Қ., Ізденуші үлесі: 65%)

3. Sorption activity of interpolymer systems and molecularly imprinted polymers based on vinyl monomers in relation to rare-earth and transition metal ions // *Х МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ «Поступ в нафтогазопереробній та нафтохімічній промисловості»* Львів, 18–23 травня 2020 р. (соавторлар: Жұмаділов Т. Қ., Сапарбекова И. С., Суберляк О. В., Ыскак Л.К., Иманғазы А.М., Мырзахметова Н.О. Ізденуші үлесі: 65%)

4. Особенности сорбции ионов неодима и лантана интерполимерной системой на основе гидрогелей полиметакриловой кислоты и поли-4-винилпиридина // «GLOBAL SCIENCE AND INNOVATIONS 2020: CENTRAL ASIA» No. 6(11). December 2020, Астана. SERIES "CHEMICAL SCIENCES" (соавтор: Ысқақ Л.К. Ізденуші үлесі: 65%)

5. Торлаушы агенттің әртүрлі мөлшерінде синтезделген псевдоматрицалардың ерекшеліктері // Қазақстанның еңбек сіңірген ғалымы, академик, Америка химиялық қоғамының мүшесі ЖҰМАДІЛОВ ТАЛҚЫБЕК ҚОЖАТАЙҰЛЫНЫҢ туғанына 70 жыл толуына арналған «Өнеркәсіптік және экологиялық міндеттерді шешудегі төмен және жоғары молекулалық қосылыстар технологиясы мен іргелі және қолданбалы химияны дамытудың заманауи мәселелері» Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы (соавторлар: И.С. Сапарбекова, С.М. Сафармамадзода Ізденуші үлесі: 90%)

Жұмыстың құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс мынадай стандартты бөлімдерден тұрады: нормативті сілтемелер, белгілеулер мен қысқартулар, кіріспе, әдеби шолу, тәжірибелік бөлім, тәжірибе нәтижелері және оларды талдау, пайдаланылған әдебиеттер тізімі және қосымша.

Ғылыми кеңесшілері:
х.ғ.д., профессор

х.ғ.к., қауымд. профессор м.а.



Қолым
Подпись Жұмаділов Т.К.
құпиясыздығымды растаймын
ХРҰ АҚ кеңсе бастығы
Зав. канцелярией АО ИХН

Сапарбекова И.С.

