

6D072000-«Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы» мамандығы бойынша философия докторы (Ph.D) дәрежесіне іздену үшін ұсынылған докторант **Авчукир Хайсаның «Индийді электрхимиялық рафинирлеуді есептеу әдістерін қолдана отырып жаңғырту»** тақырыбындағы диссертациялық жұмысына

П К І Р

1. Зерттеу тақырыбының өзектілігі және оның жалпы ғылыми, мемлекеттік бағдарламалармен (практикалық және ғылым мен техника дамуының сұраныстарымен) байланысы

Металл индийдің негізгі көзі ретінде бірқатар құнды компоненттері бар күрделі кендер болып табылады. Ал, қалдықтардан өндірілетін индий мөлшерінің 70%-ға жуығы сұйық кристалды дисплей өндіруде әртүрлі индий-қалайы оксиді қалдықтарынан алынады. Индий негізіндегі жартылай өткізгіштер өндірісінде тазалығы жоғары немесе аса таза 99,999 - 99,99999% индий қолданылады. Қазіргі таңда тазалығы жоғары металдарды алудың әр түрлі: химиялық, физикалық, электрохимиялық және кешенді әдістерге негізделген технологиялары белгілі. Бірақ, индий алуда қолданылатын физикалық-химиялық әдістердің негізгі кемшіліктері - алынған таза металдың өзіндік құнының жоғарылығы және төмен өнімділігі. Өткен ғасырдың 60-80 жылдарында жасалған амальгамалық әдістері тазалығы 99,999% индий металын алуға мүмкіндік берді; сол кездегі стандарттар бойынша бұл жеткілікті тазалық еді. Алайда, белгілі оқиғалардан кейін (Сынап туралы Минамата конвенциясы, ЮНЕП - БҰҰ қоршаған ортаны қорғау бағдарламасы) сынапты технологиялық процестерде қолдануға тыйым салынуына байланысты, металдық индий өндіруде экологиялық таза әдістерді жетілдіру маңызды ғылыми мәселе болып табылады. Ұсынылып отырған ғылыми еңбектің маңыздылығы аса таза индий алудың қарапайым, экологиялық таза және қауіпсіз әдісін жасауымен анықталады. Аса таза индий алуда кешенді әдістер көп қолданылатынына қарамастан, индийді электрхимиялық рафинирлеуде процесті оңтайландыру мақсатында симуляциялық модельдеу және процестің кинетикасын терең зерттеу негізінде қарапайым бір сатылы электролизбен аса таза индий алу әдісі Авчукир Хайсаның диссертациялық жұмысында көрініс тапқан.

Жұмыс келесі мемлекеттік гранттық қаржыландыру жобалары аясында жүзеге асырылған:

- 1) №1580/ГФ4 «Қаралаш индийді электрохимиялық рафинирлеуді зерттеу мен модернизациялау», 2015-2017 жж;
- 2) №0139/ПЦФ «Қазақстанның полиметалды және техногенді шикізатынан таза индийді электрохимиялық жолмен алудың технологиясы мен тәжірибелік-өнеркәсіптік қондырғысын өңдеу», 2015-2017 жж. жобалары аясында орындалды.

2. Ғылыми нәтижелердің диссертацияға қойылатын талаптарға сәйкестігі (ғылыми дәрежелер беру ережелерінің 2, 5, 6 бөлімдері)

Диссертациялық жұмыста келесі маңызды ғылыми нәтижелер алынған:

1. Индийдің сулы электролиттерден электрхимиялық тұнуы бірнеше: индий, платина, титан, шыны көміртек сияқты қатты электродтарда жан-жақты зерттелініп, жылдамдық константасы, алмасу тоғы және т.б. кинетикалық сипаттамалары анықталған.

2. Индийдің кристалдану сатысы зерттелініп, төртіншілік аммоний қосылыстары негізіндегі беттік активті заттар кристалдану кинетикасына әсері анықталған. Нәтижесінде, катодтық тұнба сапасын арттыруға мүмкіндік беретін тегістеуші қоспа және оның оңтайлы концентрациясы ұсынылған.

3. Электролиз шарттарын оңтайландыру бірқатар параметрлер: температура, ерітінді рН-ы, электролит құрамы мен депрессорлық қоспаның In анодтық еру жылдамдығына әсерін зерттеу нәтижелерін негізге ала отырып жасалынған.

4. COMSOL Multiphysics бағдарламасын пайдалана отырып, индийді электрхимиялық рафинирлеудің симуляциялық моделі жасалынып, оны электролиз шарттарын таңдау мен оңтайландыруда пайдаланып, нәтижесінде тазалығы 99,9998% катодтық индий алынған.

Жоғарыдағы нәтижелерді негізге ала отырып ғылыми нәтижелердің диссертацияға қойылатын талаптарға толық жауап беретінін айтуға болады.

3. Ізденушінің диссертацияда тұжырымдалған әрбір ғылыми нәтижесінің тұжырымдары мен қорытындыларының негізделу және шынайылық дәрежесі

Диссертацияда тұжырымдалған әрбір ғылыми нәтижелердің, тұжырымдардың, қорытындының негізделуі, шынайылық дәрежесі, біріншіден, диссертациялық жұмыс мақсаты мен міндеттерінің дұрыс қойылуы нәтижесінде маңызды ғылыми нәтижелер алынып, олардың электрхимия саласы бойынша белгілі ғылыми журналдарда жарияланып, рецензиялаудан өтуімен анықталады. Екіншіден, диссертация нәтижелері кезең-кезеңмен халықаралық ғылыми конференцияларда ауызша баяндама жасау арқылы талқылаудан өтіп, бұл нәтижелер мен тұжырымдардың ғылыми салмағының артуына себепкер болды. Нәтижесінде, аса таза индий алынып, индийді электрхимиялық рафинирлеудің симуляциялық моделі жасақталды.

4. Ізденушінің диссертацияда тұжырымдалған әрбір ғылыми нәтижесінің (қағидасы) мен қорытындысының жаналық дәрежесі

Жұмыс авторы индийді электрхимиялық рафинирлеуде катодтық тұнба сабасын арттырып, дендрит түзілуді тежеу мақсатында тетрабутиламмоний хлоридін электролитке 10^{-4} моль/л концентрациясында қосуды ұсынған, сонымен қатар, бұл әсердің ғылыми негізін толық зерттеген. Индийді электрхимиялық тұндыру протондалған бетаин бис-(трифторметилсульфонил) имид иондық сұйықтығында алғаш рет зерттелінген. Әр түрлі катты электродтарда индийдің электрхимиялық тотықсыздануының кинетикалық параметрлері анықталып, жарияланған. Индийді электрхимиялық рафинирлеуде, процесті оңтайландыру үшін COMSOL Multiphysics бағдарламасы пайдаланылып, тазалығы 99,9998% болатын индий металы алынған.

5. Алынған нәтижелердің ішкі бірлігінің бағалануы

Докторант алдына қойылған міндеттерді атқаруда, диссертациялық жұмыс мақсатына жетуде қырағылық пен ұқыптылық танытқан, индийдің электрхимиялық тотықсыздану және тотығу процестерінің кинетикасын мұқият зерттеп, терең талдау жүргізген, жұмысты орындаудағы мұндай жүйелік жұмыстың, нәтижелердің ішкі берлігін сақтауға мүмкіндік ерген. Алынған нәтижелер, жасалынған тұжырымдар мен қорытындылардың, диссертациялық жұмыстың әр бөлімінің өзара үйлесімділігі күман тудырмайды.

6. Диссертацияның мамандық паспортына сәйкестігі

Авчукир Хайсаның диссертациялық жұмысы «6D072000-Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы» техникалық мамандығының паспортына, нақты айтқанда, «6D072000-Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы» мамандығының зерттеу аймағына сәйкес келеді.

7. Ізденушінің алған нәтижелерінің тиісті өзекті мәселені теориялық немесе қолданбалы міндетті шешуге бағытталғандығы

Бұл диссертациялық жұмыста теориялық мәселелер мен қолданбалы міндет қатар шешімін тапқан. Олай дейтінім, индийдің сулы электролиттерден және бетаин бис-(трифторметилсульфонил) имид иондық сұйықтығынан әртүрлі катты электродтарда электрхимиялық тотықсыздану кинетикасы, электрхимиялық нуклеация кинетикасы мен оған әртүрлі факторлар: беттік активті зат, температура, анион табиғаты, поляризация мәні т.с.с. әсері зерттелініп, есептелініп табылған кинетикалық сипаттамалар рафинирлеудің

симуляциялық моделін жасауда қолданылған. Бұл теориялық ізденістер мен зерттеу нәтижелері, нақты **қолданбалы міндет** – аса таза индий алуудың электрхимиялық әдісін жетілдіруде қолданыс тапқан, әрі бұл міндет, тазалығы 99,9998% құрайтын металдық индий алумен өз шешімін тапқан.

Диссертацияның негізгі қағидасының нәтижесінің, тұжырымдары мен қорытындыларының жариялануының жеткілікті толықтығына растама

Диссертациялық жұмыс нәтижелері 16 ғылыми еңбекте, олардың ішінде 4 мақала Web of Science (Clarivate Analytics) базасында индекстелетін ғылыми журналдарда, 3 мақала ҚР білім және ғылым саласындағы бақылау Комитеті ұсынған басылымдарда және халықаралық және мемлекеттік конференциялар тезистері мен материалдары жинақтарында жарияланған.

Қазақстан Республикасының білім және ғылым саласын бақылау және аттестациялау бойынша Комитеттің «Ғылыми дәрежелерді беру ережелерінде» көрсетілген талаптарына диссертацияның сәйкестілігі

Жоғарыда келтірілген тұжырымдарды негізге ала отырып, Авчукир Хайсаның «6D072000-Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы» мамандығы бойынша философия докторы - Ph.D дәрежесіне іздену мақсатында ұсынылған «Индийді электрхимиялық рафинирлеуді есептеу әдістерін қолдана отырып жаңғырту» тақырыбындағы диссертациялық жұмысы өзектілігі, ғылыми жаңалығы, алынған нәтижелердің теориялық және практикалық маңыздылығы Қазақстан Республикасының білім және ғылым саласын бақылау және аттестациялау бойынша Комитеттің «Ғылыми дәрежелерді беру ережелерінде» толық сәйкес келеді деп есептеймін, ал оның авторы «6D072000-Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы» мамандығы бойынша философия докторы - Ph.D дәрежесін алуға лайықты деп санаймын.

Отандық Ғылыми кеңесші,
әл-Фараби атындағы
Қазақ ұлттық университеті
аналитикалық, коллоидтық
және сирек элементтер технологиясы
кафедрасының доценті, х.ғ.д.

Буркитбаева

Буркитбаева Б.Д.

РАСТАЙМЫН
әл-Фараби атындағы ҚазҰУ Ғылыми кадрлар
даярлау және аттестаттау басқармасының басшысы
ЗАВЕРЯЮ

Начальник управления подготовки и аттестации
научных кадров КазНУ им. аль-Фараби
Р.Е. Кудайбергенова

« _____ » _____ 20 _____ ж.г.

