«6D072000 – Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы» мамандығы бойынша философия ғылымдарының докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған Бейсенова Гүлмира Сембайқызының «Қазақстандағы қаралашты индийді электрохимиялық рафинирлеу шарттарын оптимизациялау» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына

ПІКІР

1. Зерттеу тақырыбының өзектілігі және оның жалпы ғылыми, мемлекеттік бағдарламалармен байланысы

Соңғы жылдары электрондық өнеркәсіптің қарқынды дамуына байланысты таза индий металына деген сұраныс күннен күнге артуда. Себебі көптеген электрондық құрылғылардың, сұйық кристалды мониторлар мен теледидар экрандарының өндірісінде индий қалайы тотығы (indium-tin oxide – ITO) қолданылады. Сондықтан отандық шикізаттан жоғары таза металды алу мақсатында, индийді электрохимиялық жолмен тазарту әдістерін жасау және оны жетілдіру өте өзекті мәселелердің бірі болып табылады.

Бүгінгі күні тазалығы жоғары индий алуда физикалық және химиялық тазалау тәсілдерін қамтитын комплексті, күрделі технологиялық схемалар қолданылып келеді. Қазіргі уақытта осы техникалық облыстардың барлығында тек индий қолданылып келеді, оны алмастыратын балама жоқ.

Осыған байланысты Бейсенова Гүлмира Сембайқызының «Қазақстандағы қаралашты индийді электрохимиялық рафинирлеу шарттарын оптимизациялау» тақырыбындағы диссертациялық жұмысының өзектілігі мен маңыздылығы күмән келтірмейді.

Диссертациялық жұмыс ҚР ҒБМ қаржыландыратын «Қазақстанның полиметалды және техногенді шикізатынан қаралашты индийді электрохимиялық алудың технологиясы мен тәжірибелік-өндірістік құрылғысын жасау» (мем.тіркеу № 0115ҚР02243, 2014-2017жж.) жобасының аясында жүргізілді.

2. Ғылыми нәтижелер және олардың негізделуі

Диссертациялық жұмыс бойынша келесідей ғылыми нәтижелер алынған:

1. Хлоридті ерітінділерде титан электродында индий иондарының катодты тотықсыздануына температураның әсері зерттеліп, оңтайлы температуралық режим анықталған. Электролит температурасының жоғарылауы катодта алынған тұнба кристалдарының іріленуіне алып келеді және олардың тазалығын жоғарылатады. Одан басқа электрорафинация процесіне – электролит концентрациясының, электродтардағы ток тығыздығының әсері қарастырылған. Индий иондарының титанда катодты тотықсыздануы кезіндегі электртотықсыздануының активтену энергиясының (E_a=35,7 кДж/моль) мәні анықталып, электролиз процесінің кинетикалық-диффузиялық режимде жүретіні дәлелденген. 30 және 40^0C температурада

«қара» индийді электрорафинирлеуден кейін катодта алынған тұнбалардың тазалығы 99,9992% тең болды.

2. «Қара» индий құрамындағы қоспа металдардың индий иондарының катодта тұнуына әсері зерттелген. Таңдалған шарттарда қоспа металл иондарын индий иондарынан селективті бөліну коэффициенттері есептеліп, осы мәннің диэтилентриаминпентасірке қышқылы мен шарап қышқылдарының қатысында жүргізілген зерттеулерде артатыны дәлелденген. Зерттелген қоспалар қатысында жүргізілген электрохимиялық рафинирлеу нәтижесінде катодта алынған индийдің тазалығы 99,9993%.

3. Электродтардың аралық қашықтығын және олардағы ток тығыздығын өзгерте отырып электролиттік рафинациялау процесі жүргізілді. Катод және анод процестері үшін ток бойынша шығымы және электр энергиясының меншікті шығыны есептелген. Токтың оңтайлы тығыздығы 50А/м^2, ал электрод аралық қашықтық – 1,8 см болатындығы анықталды.

4. Электролит құрамында кадмий, мыс және қорғасын иондары бар хлоридті электролиттердегі хитозанның сорбциялық қасиеттеріне зерттеу жүргізілді. Ленгмюр мен Фрейндлих сорбциялық изотермаларын пайдалана отырып, зерттеу нәтижелер өңделіп, олардан Ленгмюр үлгісіне сәйкес келетін ең жоғары регрессиялық шама алынды.

5. Электролиз кезінде катодта түзілетін тұнбаларды ластайтын қоспалардың ерітіндідегі мөлшерін азайту мақсатында катодты және анодты кеңістіктері бөлінген, сыртқы циркуляция арқылы анолиттегі элеткролитті цементациялық және сорбциялық камераларынан өтіп, тазалануын қамтамасыз ететін арнайы электролиздік қондырғы жасалды.

6. Құрамы таза индийді электрохимиялық рафинирлеу әдісімен алудың принципиалды технологиялық схемасы ұсынылды. Электрорафинация барысында – материалдық және энергетикалық шығындарғы есептеулер жүргізілді.

7. Ұсынылған электролизерде сорбент ретінде хитозанды және цементтеу процесін қолдану кезінде индий губкасын пайдалана отырып, «қара» индийді электрорафинациялау іске асырылды. Катодта алынған индий тұнбаларының морфологиясы сканерлеуші электронды микроскопия (СЭМ) әдісімен талданды. Алынған катодты тұнбалардың сапасы жоғары, беті біртегіс және ұсақ дәнді екені анықталды.

8. Электрорафинация арқылы алынған металдардың құрамы индуктивті байланысқан плазмалы оптика-эмиссиялық спектроскопия (ICP-OES) және масс-спектроскопия (ICP-MS) әдістерімен талданды. Құрамында – кадмий, мыс, қорғасын, темір және басқа да қоспа металдар «қара» индийден тазалығы 99,9998% тең меалл алынған.

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

Диссертациялық жұмыс теориялық және қолданбалы маңызы бар ғылыми зерттеу жұмысы болып табылады. Жүргізілген зерттеулер

нәтижесінде алынған нәтижелер толығымен қойылған мақсат пен міндеттерге сәйкес келеді.

Жұмыста алынған нәтижелер мен қорытындылар барлық бөлімдердің мазмұнын ашады және жоғары сенімділік дәрежесімен сипатталады. Жұмысты орындау барысында заманауи физика-химиялық зерттеу әдістерін (электролиз, вольтамперометрия, дифференциалды импульсты анодты инверсиялық вольтамперометрия, хронопотенциометрия, хроноамперометрия, сканерлеуші электронды микроскопия, спектрометрия және т.б.) қолдану – диссертанттың жоғары біліктілігін көрсетеді. Жасалған зерттеулер нәтижелері 12 ғылыми басылымдарда жарияланған, көптеген халықаралық және республикалық конференцияларда баяндалып, мақала ретінде Қазақстан Республикасының білім беру және ғылым саласындағы бақылау комитетімен бекітілген тізімдегі басылымдарда және жоғары рейтингілі Thomson Reuteurs және Scopus базаларына енетін журналдарда жарық көрген.

Бейсенова Гүлмира Сембайқызының алған ғылыми нәтижелері "Ғылыми дәрежелерді тағайындау ережелерінің" 2, 5, 6 тарауларына толығымен сәйкес келеді.

4. Ізденушінің диссертациясында тұжырымдалған әрбір ғылыми нәтижесі (қағидасы) мен қорытындысының жаңалық дәрежесі

- Қазақстандағы «қара» индийді электррафинирлеуде алғаш рет әртүрлі параметрлердің, оның ішінде температураның оңтайлы мәндері анықталған;
- Қоспа металдардың индийден бөлу коэффициенттерін жоғарылату үшін комплекс түзуші қоспалар ДТПА мен шарап қышқылы қолданылған;
- Электролитті цементациялық және сорбциялық камералар арқылы алдын ала тазалауға арналған бөлігі бар жаңа электролиздік құрылғы құрастырылған;
- Индий электррафинирлеуі барысында алғаш рет сорбент ретінде хитозан қолданылып, оның сорбциялық қасиеттері мен тиімділігі дифференциалды импульсты вольтамперометрия әдісімен анықталған;
- Тазалығы жоғары индийді, электрохимиялық рафинирлеу әдісімен алудың принципиалды технологиялық схемасы ұсынылды.

5. Ғылыми нәтижелердің практикалық және теориялық маңызы

Қазақстан Республикасы полиметалл шикізатының едәуір қорына ие, бұл оны қайта өңдеудің серпінді технологияларын құрудың негізі болып табылады. "ҚазЦинк" АҚ шығаратын қара индий, әлемнің түрлі елдеріне экспортталады. Электролиз параметрлерін, электролит концентрациясын, температураны, ток тығыздығын түрлендіру, рафинирлеу электролитін қосымша цементтеу және сорбциялық тазартуды пайдалану отандық қаралашты индийді электрохимиялық тазарту технологиясын оңтайландыруға мүмкіндік береді. Бұл жұмыста рафинирлеу электролитін

тазалау кезінде сорбент ретінде алғаш рет жоғары сорбциялық сыйымдылыққа ие, жеңіл регенирленетін және экологиялық таза хитозан қолданылды. Бұл жұмыстың теориялық және практикалық маңыздылығы – табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану, өндірістік қалдықсыз технологияны жасау және тазалығы жоғары металдарды электрохимиялық рафинация арқылы алу.

6. Диссертация бойынша ұсыныстар мен кемшіліктер

Диссертациялық жұмыстың мазмұны, жалпы мақсаты мен міндеттері бойынша алынған нәтижелердің өзара байланысы, олардың ғылыми-практикалық маңыздылығы бойынша қарсылық жоқ, тек жұмыстың құндылығын еш түсірмейтін әдістемелік ескертулер бар:

1) Әдеби шолу бөлімінде индийді электрорафинациялау туралы көптеген әдеби ғылыми деректер келтірілген. Бірақ олардың ұтымдылығы мен кемшіліктері туралы мәліметтер салыстырмалы түрде пікірлер айтылмаған. Тек амальгамалы электродтарды қолданған кезде, сынапты қолдану экологиялық талаптарға сай келмейтіндігі туралы ғана жазылған.

2) 17-суретте (50-бет) индийдің натрий хлориді ерітіндісінің әртүрлі концентрацияларында анодты потенциодинамикалық поляризациялық қисықтары «минус» 0,68В- «минус» 0,46В потенциалдар аралығында ғана түсірілген. Егер бұл қисықты хлор газының бөліну потенциалына дейін түсіргенде, алынған мәліметтер көптеу болар еді.

3) 23-28 суреттерде (54-61 беттер) титан электродында Zn, Ni, Cd, Sn, Cu, Fe иондары бар хлоридті ерітінділерде циклді поляризациялық қисықтар түсірілген. Осы полярограммаларда индий иондары бар кезде түсіргенде алынатын мәліметтердің құны күрт артатын еді. Өкініше орай, бұл суреттердің астында жазылған түсініктемелер түсініксіздеу жазылған. Содан басқа бұл қисықтарда циклды полярограммалардың анодты-катодты немесе катодты-анодты екендігі жазылмаған.

4) Зерттеулер негізінен хлоридті ортада жүргізілген, неге басқа орталарда зерттеулер жүргізілмегендігі нақты айтылмаған.

5) Индий қалайы отығы деген сөзді қалай түсінуге болады?

6) Ұсынылған әдістің жаңақлығы патенттермен қорғалмаған.

7) Шикілеу құрастырылған сөйлемдер кездеседі.

8) Қазақ тілінде көптеген химиялық терминдердің толық қалыптаспағаны белгілі, сонда да болса терминдердің дұрыстауын қолданған дұрыс болар еді деп ойлаймын. Мысалы, қаралашты индий деген терминді «қара» индий деп жазуға болар еді, күшән деген металды айтады, өзім ондайды естіп көрмеппін, кристалды дәндер, максимумды-шың деп т.с.с. деп аударып қолданған.

7. Ғылыми дәрежелерді беру ережелерінде көрсетілген талаптарға диссертация мазмұнының сәйкестілігі

Бейсенова Гүлмира Сембайқызының «6D072000 – Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы» мамандығы бойынша философия

ғылымдарының докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған «Қазақстандағы қаралашты индийді электрохимиялық рафинирлеу шарттарын оптимизациялау» тақырыбындағы диссертациялық жұмысы маңыздылығы, тәжірибелік зерттеулер көлемі, әдістемелік деңгейі, алынған мәліметтердің жаңалығы қазіргі кездегі өзекті мәселелерді шешуге мүмкіндік береді. Диссертациялық жұмыс логикалық түрде құрастырылған, Қазақстан Республикасының БҒМ білім беру және ғылым саласындағы бақылау және аттестация комитетінің "Ғылыми дәрежелерді тағайындау ережелерінің" талаптарына сай келеді, ал оның авторы «6D072000 – Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы» мамандығы бойынша философия ғылымдарының докторы (PhD) дәрежесін алуға лайық деп санаймын.

«Д.В.Сокольский атындағы жанармай,
катализ және электрохимия» институтының
электрохимиялық технологиялар
лабораториясының жетекшісі,
химия ғылымдарының докторы,
академик, профессор **Баешов А.Б.**