

АЛТЫНБЕК ШЫНАР ЧАЙБЕКҚЫЗЫНЫҢ
6D070900 – «Металлургия» мамандығы бойынша
философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған
«ҚОСПА МЕТАЛДАРЫ БАР ҚАНЫҚҚАН ШАЙЫРЛАРДАН
АЛТЫНДЫ ДЕСОРБЦИЯЛАУ ҮРДІСІНІҢ БІРІККЕН
ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ»
тақырыбындағы диссертациялық жұмысының
АҢДАТПАСЫ

Шешілетін ғылыми немесе ғылыми-технологиялық мәселелердің заманауи жәй-күйін бағалау. Қазіргі уақытта алтын-шикізатының сапалық құрамының нашарлауына байланысты Қазақстандағы алтын өндіру қорының 50 % -дан астамын белсенді емес санатқа аударалуы туындайды. Алтынның шектеулі ресурстық базасы алтын өндіруді тиісті деңгейде сақтауға мүмкіндік бермейді. Қазақстанның алтын-валюта резервінің үлесі 26,3 % -ды құрайды. Кендерден алынатын алтынның қоры резервтердің сарқылуына, сондай-ақ экономикалық жағдайдың өзгеруіне байланысты төмендейді. Алтын кен орындарын игеру, негізінен, екі кезеңді қорлардың қазбаларын сипаттайды: бірінші сатыға бай кендер, екінші сатыға кедей кендер жатқызылады. Бәсекеге қабілетті және пайдалы алтын өндірісінің өсуі дәстүрлі тау-кен технологиясын жаңа технологиялармен үйлестіруге негізделген: үймелі және электр сорбциялық шаймалау, электрохимиялық өндіріс, гидрометаллургиялық үрдістерді қайта құру.

Әлемдегі алтын өндіру үрдістерінің тәжірибесін талдай отырып, алтынның 70 % -нан астамы алтынқұрамды кеннен алынатыны көрсетіледі. Қазіргі уақытта алтынды оңай байытылатын кендерден алудың негізгі үрдісі болып цианидті шаймалау табылады, содан кейін белсендірілген көмір немесе ион алмастырғыш шайырлар арқылы сорбциялау. «110 жыл бойы бұл процесс жақсарды, оны пайдалану кезінде кеннен алтынның алынуы 75 %, ал соңғы 30 жылда 92 %-ды көрсетті», – деп жазылды американдық «Mining Engineering» журналында. Осылайша, егер алтын өндіру бұрыннан «барлаушылардың» міндеті болатын болса, енді ол химиктер мен металлургтерге тікелей қатысты.

Алтынқұрамды кендерден алтынды тиімді өңдеу әдісі болып үйінді шаймалау және ары қарай сорбция әдісі екені айқындалды. Алайда, алынатын алтынды ерітінділерге алтыннан басқа қоспа металлдар өтетіні белгілі.

Қоспа металдары бар алтынқұрамды өнімді ерітінділер үшән белсендірілген көмірді қолдану олардың алтын иондарын сорбциялауға басым болғандығының арқасында тиімді емес болып табылады, өйткені қайта қолданылатын ерітінділерде қоспа металлдардың жинақталуы көбейеді. Мұндай ерітінділерде ионалмастырғыш шайырларды қолдану тиімдірек, себебі олар барлық металдардың иондарын сорбциялай алады және десорбция үрдісі барысында оларды бөліп алуға мүмкіндік туады.

Ионалмастырғыш шайырлардың орнына белсендірілген көмірді қолдану көптеп кездеседі, оған себеп ионалмастырғыш шайырлардан десорбциялау процесінде және шайырды қайта қалпына келтіру кезінде пайда болатын

қиыншылықтар. Осыған байланысты шешілетін ғылыми мәселенің қазіргі жағдайы өзекті және орынды болып табылады.

Тақырыпты зерттеуге арналған негізгі және бастапқы деректер.

Диссертациялық жұмыстың тақырыбын ашуға негіз болып алтын өнеркәсібінде кеңінен қолданылатын АМ-2Б қаныққан шайырынан металл иондарын десорбциялау сатысында алтын мен қоспа металдарды дәйекті бөлу жолдарын іздестіру болып табылады. Алғашқы деректер ретінде келесі шарттар анықталды: Жалтырбұлақ кенінің цианидті шаймалау ерітінділерін сорбциялау, өндіріс жағдайында металдармен қаныққан макропорлы анион алмастырғыш АМ-2Б маркалы шайыры.

Ғылыми-зерттеу жұмысының қажеттілігін негіздеу.

Өңделетін алтын кендерінің құрамының үнемі төмендеуіне және өндіріске нашар және баланстан тыс алтын шикізатын тарту, алтынды тиімді үйінді шаймалау әдісін қолдануға әкелді. Алайда, бұл өңдеу әдісін қолданғанда асыл металдан басқа қоспа металдардың өнімді алтынқұрамды ерітінділерге енетіні белгілі. Бұл жайт алтынның жалпы өндіру сапасына кері әсерін тигізетіні де айқын.

Алтынды десорбциялау және шайырды қалпына келтіру бағытындағы қолданылатын технологиялар жоғары сапалы өнім өндіру үшін қоспа металдар бойынша тазалықты қажет ететін талаптарға қол жеткізуге мүмкіндік бермейді. Осы орайда, бұл ғылыми зерттеу жұмысының негіздемесі болып шайырларды сорбция-десорбция процестерінде ұзақ пайдалану жағын және шайырда қалатын қоспа металдардың кері әсерін төмендетуге бағытталған.

Жоспарланған зерттеулердің ғылыми-техникалық деңгейі туралы, сонымен қатар патентті зерттеулер туралы мәліметтер және олардан қорытынды.

Ион алмастырғыш шайырларды қолдану арқылы алтын алудың әдістері бойынша және шайырды қайта қалпына келтіру бағытында, сонымен қатар алтынды десорбциялау бойынша әдеби деректерді талдау және патенттік зерттеу жұмыстары жүргізілді.

Диссертациялық жұмыстың тақырыбы бойынша ғылыми-зерттеу жұмыстарын патентті-лицензиялау және метрологиялық барлау жұмыстарын Қ.И. Сәтпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің тиісті қызметтерінің мамандары және Қазақстан Республикасының минералдық шикізатты кешенді өңдеу жөніндегі ұлттық орталығы қызметкерлері қамтамасыз етті.

Патенттік зерттеулердің нәтижесі бұл бағытта Қазақстанда және шетелде бірқатар патенттелген жұмыстардың бар екенін көрсетті (Қосымша Б). Зерттелген деректер бойынша Қазақстан Республикасының пайдалы моделіне патент алынды №3229 «Металл қоспаларымен ион алмастырғыш шайырларды қалпына келтіру әдісі» тақырыбы бойынша (Қосымша В).

Тақырыптың өзектілігі.

Қазақстанда шамамен 6 мың тоннаға жуық алтын қоры бар, елде 130-дан астам негізгі бастапқы кен орындары бар, бұл металдың барлық қазақстандық

табиғи қорларының 60 % -ын құрайды, ал алтын қорының 38 % -ы полиметалл кен орындарында шоғырланған [2].

Қазіргі уақытта өндіріске кеңінен төмен сапалы құрамынды алтыны бар шикізат тартылуда. Бұл шикізат прогрессивті цианидті үйінді шаймалау үрдісімен ары қарайғы сорбция және алтынды шоғырландыру тәсілдерімен өңделеді. Өнімді алтын құрамды ерітінділерді өңдеуге арналған тиімді сорбция әдісін қолдану кезінде, жоғары технологиялық қасиеттері бар таңдаулы анионды алмастырғышты таңдап қана қоймай, ерітінді құрамының асыл металдар сорбцияна әсерін зерттеу маңызды болып табылады.

Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, АМ-2Б өндірістік үлгідегі тиімді макропорлы анион алмастырғыш шайырын пайдаланып, алтынды өнімді ерітінділерден сорбциялау технологиясын зерттеу және дамыту, аралық өнімдерде шоғырланған қоспа металдардың әсерін зерттеу және асыл металды селективті десорбциялау жағдайында кейінірек сорбенттерді қалпына келтіру тиісті және уақытылы болып табылады.

Тақырыптың жаңалығы құрамында қоспа металдары бар қаныққан шайырлардан алтынның десорбциялануының аралас технологиясын жасау болып табылады. Алтынның десорбциясы және қаныққан ион алмастырғыштарды қалпына келтіру саласындағы әдебиеттерді талдау, қолданыста бар технологиялардың дайын өнім сапасын қажетті тазалықта ұстап тұруға мүмкіндігі аз деп қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Осыған байланысты, алтын және қоспа металдармен қаныққан шайырлардан алтын десорбциясының аралас технологиясы ұсынылады.

Металдармен қаныққан АМ-2Б маркалы шайыр фазасынан десорбция үрдісінің алғашқы сатысында 1 % сілтілі роданидті ерітіндісін қолданып мыс, мырыш, никель және кобальт сияқты металдармен тұрақты тиоцианат кешендерінің қалыптасуы белгіленді, бұл орайда шайыр құрамында алтын десорбцияланбайтыны және цианидті комплекс түрінде қалатыны анықталды, ары қарайғы қышқылды тиомочевинді тұздарды қолдану барысында алтынмен түзілген комплекс шайырдың теріс зарядталған OH^- топтарымен ұсталынбай десорбцияланатыны анықталды.

Зерттеудің мақсаты болып үйінді шаймалау арқылы алынған алтынды өнімді ерітінділерімен қаныққан АМ-2Б ионитінен алтын мен металл қоспаларын алудың аралас технологиясын ұйымдастыру.

Зерттеу нысаны – Жалтырбұлақ кен орнының тотыққан алтынқұрамды кені және өндіріс жағдайында қаныққан АМ-2Б маркалы шайыры. Зерттеулер жүргізу үшін алтын құрамды кеннің үш бөлігінен (Ақтау, Жильный және Северо-Восточный) АСЖ-5 үлгісі іріктелді.

Зерттеу тақырыбы – цианидті алтын және қоспа металдардың тұрақтылығын термодинамикалық талдау, сонымен қатар комплекстүзілу заңдарының сипаттамасы бойынша зертеу, алтынды сорбциялаудың кинетикасын зерттеу, роданидті және тиомочевинді ерітінділермен алтын және қоспа металдарды десорбциялаудың механизімін зерттеу, кешенді алтын және қоспа металдарды АМ-2Б маркалы шайырлардан десорбциялау технологиясын зерттеу болып табылады.

Зерттеулердің міндеттері, олардың жалпы ғылыми-зерттеу жұмысын орындаудағы орны:

- өнеркәсіптік үлгідегі анион алмастырғыш шайырларынан тиімді сорбент таңдау;
- таңдап алынған сорбенттерді алтынды сорбциялау жағдайында қоспа металдардың тепе-теңдік фазалар бойынша бөлуді зерттеу;
- таңдалған иондармен алтынның сорбция кинетикасын зерттеу;
- металдар мен қоспаларды селективті бөлу үшін реагенттерді таңдауды негіздеу;
- цианид, тиоцианат және тиомочевинді жүйелердегі алтын мен металл қоспаларының күрделі қосылыстарының тұрақтылығына термодинамикалық талдау жүргізу;
- математикалық модель құрастыру және алтынның десорбциялық процесін оңтайландыру;
- алтын мен аралас қоспа металдардың десорбциялық процесіне бақылау құралдарын таңдауды негіздеу;
- регенерацияланған иондық алмастырғышты сорбциялау цикліне қайта қолдану үшін шайыр фазасынан алтын және қоспа металдарды бөлуге бағытталған біріктірілген технологиялық схеманы негіздеу және дамыту;
- АМ-2Б қаныққан шайырынан алтынды және қоспа металдарды десорбциялауға бағытталған аралас технологиясына экономикалық бағалау жүргізу.

Жоғарыда көрсетілген зерттеу міндеттері бір-бірімен логикалық жағынан байланысты және қойылған мақсатты шешуге бағытталған.

Қорғауға шығарылатын негізгі қағидалар:

- кешенді комплекстар түзілудің теориялық тұжырымдамаларын қолдану арқылы алтын мен қоспа металдардың цианид кешендерінің тұрақтылығын термодинамикалық талдау нәтижелері;
- АМ-2Б шайырынан алтын сорбциясының кинетикалық зерттеулерінің нәтижелері;
- алтын мен қоспа металдардың десорбциясына арналған элюациялық ерітінділерді таңдау бойынша зерттеу жұмыстарының нәтижелері;
- натрий тиоцианаты және тиомочевинді ерітінділер арқылы алтын иондарының және қоспа металдардың десорбциясының механизмін құру бойынша зерттеулердің нәтижелері;
- АМ-2Б ион алмастырғыш шайыр фазасынан алтын мен қоспа металдарды десорбциялау үшін және шайырды қалпына келтірудің аралас технологиясын әзірлеу нәтижелері;
- шайырлы қайта қалпына келтіру процесін іске асыру үшін құрылғылардың гидродинамикалық сипаттамаларын салыстыру нәтижелері;
- конустық типтегі қарқынды режимде АМ-2Б анионит фазасынан алтын мен қоспа металдарды бөліп алудың біріктірілген технологиясын кешенді сынау нәтижелері.

Жұмыстың тәжірибелік нәтижелері.

– Жалтырбұлақ кен орнының кендерінен үйінді шаймалау арқылы алынған өнімді ерітінділерден алтынды өнеркәсіптік үлгідегі ион алмастырғыш АМ-2Б шайырларын қолдану арқылы сорбциялау үрдісінің шарттары ұйымдастырылған;

– қаныққан АМ-2Б шайырынан алтын және қоспа металдарды десорбциялау нәтижелері біріктірілген технологиялық схеманы кеңейтілген ауқымды зертханалық зерттеулерде пайдалануға және оны жартылай өнеркәсіптік сынақтар үшін Қазақстан Республикасының алтынқұрамды кендеріне қолдануға болатыны зерттелді;

– алтынды және қоспа металдарды десорбциялау үшін процестің кинетикалық сипаттамаларын жоғарылату мақсатында және пайдаланылатын реагенттердің тұтынуын азайтуға мүмкіндік беретін конус түріндегі құрылғы жобаланып сипатталған;

– зерттеу нәтижелері Қ.И. Сәтпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінде «Металдарды қайта өңдеу және бөлу теориясы мен практикасы» және «Металлургиялық жүйелер мен процестерді кешенді қалыптастыру» дәріс сабақтарында бакалавриат 5В070900 – «Металлургия» мамандықтары үшін және 6D070900 – «Металлургия» докторантура мамандықтары үшін пайдаланылады.

Басылымдар және жұмысты сынау.

Диссертациялық жұмыс нәтижелері бойынша 14 жұмыс шығарылды, оның ішінде:

– екі мақала Scopus базасына кіретін баспада (Известия НАН РК, серия геология және ғылыми техника, импакт-факторы 0,06);

– бес мақала Қазақстан Республикасының білім және ғылым Министрлігінің білім және ғылым саласындағы бақылау Комитетімен ұсынылған басылымдарда шығарылды;

Жұмыстың негізгі ережелері және нәтижелері баяндамалар түрінде 6 халықаралық конференцияларда баяндалды:

– The international scientific-practical conference «Prospects for the development of modern science» Jerusalem – Israel, 2016 ;

– «Минералды шикізатты кешенді өндеудегі инновациялар» ғылыми-тәжірибелік конференциясы (Абишев оқулары) Алматы, 2016;

– «The 49th International October Conference on Mining and Metallurgy» Bor – Serbia, 2017;

– «Ғылым, білім және өндірістің интеграциясы - Ұлт жоспарын жүзеге асырудың негізі» халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы (Сагинов оқулары №9), Қарағанды, 2017;

– «Практикалық қиындықты рудалар мен техногендік шикізатты кешенді өндеудің заманауи мәселелері» (Плаксин оқулары) халықаралық ғылыми конференциясы, Красноярск, 2017;

– «Табиғи және техногендік шикізатты өндеудің гидрометаллургиялық үрдістерін күшейту» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы. «Технологиялар және жабдықтар» Санкт-Петербург, 2018;

«Металл қоспалардың қатысуымен ион алмастырғыш шайырларды қалпына келтіру әдісі» тақырыбы бойынша Қазақстан Республикасының пайдалы моделіне патент алынды №3229.

Жұмыстың орындалу орны. Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университетінің «Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасы, Қазақстан Республикасының Минералды шикізатты кешенді өңдеу мекемесі.

Жұмыстың басқа ғылыми-зерттеу жұмыстарымен байланысы. Жұмыс «Қазақстан-2050» стратегиясында, Қазақстан Республикасының 2020 жылға дейінгі инновациялық даму тұжырымдамасында және жоспарларында қарастырылған халықаралық зерттеу жобаларына сәйкес жүзеге асырылды.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс кіріспеден, 5 тараудан, тұжырымдардан және 7 қосымшадан тұрады. Жұмыста баспа мәтінінің 156 бетінде сипатталған 28 кесте және 59 сурет бар. Қолданылған әдебиеттер тізімі 119 атауды қамтиды.