

ДЮСЕНОВА СЫМБАТ БЕРІКҚАЛИҚЫЗЫНЫҢ
6D070900 – «Металлургия» мамандығы бойынша
философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған
«ДОН ТАУ-КЕН БАЙЫТУ КОМБИНАТЫНЫҢ ТЕХНОГЕНДІК
ҚАЛДЫҚТАРЫН КЕШЕНДІ ӨНДЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ»
тақырыбындағы диссертациялық жұмысының
АҢДАТПАСЫ

Шешілген ғылыми мәселенің қазіргі жағдайын бағалау. Қазіргі уақытта әлемдік тәжірибе кедей хром кендерін қайта өңдеу бойынша зерттеулерге қызығушылықтың артуымен, пайдалы компоненттердің қалдықтар мен қоқыстардан алынатын қабілетін арттырумен, сондай-ақ рудаларды кешенді пайдаланумен сипатталады [1-2].

Соңғы жылдары Қытай феррохром өндірісінде жетекші орынға ие болды, онда тұрақты электр доғалы пештерінде (DC-furnace) феррохром өндірудің жаңа технологиясы кеңінен қолданылады. Мұнда «AC-furnace» классикалық айнымалы пеш технологиясынан айырмашылығы, алдын ала агломерацияны қажет етпейтін жұқа хромит концентраттары сәтті қолданылады [3]. Хромит шикізатының негізгі өндірушілері сонымен қатар ұсақ хром концентраттарының өндірісін арттыруда. Атап айтқанда, Оңтүстік Африканың кейбір шахталарында осындай концентраттар UG-2 түзілуінің платиноидтарын алу нәтижесінде пайда болады. Хромит өндіретін жетекші елдердің бірі болып саналатын Түркияда кен қоры 26,6 млн. тоннаны құрайды, орташа мөлшері 20% Cr_2O_3 , ал тағы 400 млн тонна кедей хром кені жақын болашақта пайдалануға арналған ресурстық әлеует ретінде қарастырылады [4].

Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, хром мөлшері өте төмен кен орындар мен материалдар - қалдықтар да сұранысқа ие.

Қазақстан Республикасында хром кендерін өңдеу кезінде «ТНҚ Казхром» АҚ-ның тау-кен өңдеу кешенінде техногендік қалдықтар пайда болады. Қалдықтарды өңдеуге тарту тек экологиялық аспектілерді шешіп қана қоймайды, сонымен қатар хромит концентраты мен басқа да құнды компоненттер өндірісі үшін шикізат базасын кеңейтеді.

Құрамында хромит бар кендерді, материалдар мен қалдықтарды өңдеудің қолданыстағы әдістерін талдау көптеген технологиялық әдістерді, соның ішінде хромит концентратын өндіруді ғана емес, сонымен қатар құнды байланысты компоненттерді кешенді алуды көрсетеді [9-30].

Кедей хромит кендерін қайта өңдеудің қолданыстағы технологияларының басты кемшілігі - тиімділігі төмен, реагенттердің көп шығыны, қуатты көп қажет ететін күйдіру операциясын пайдалану, кенді байытудан улы қалдықтардың пайда болуы - шлам коллекторларында сақталған шлам. Шламды кәдеге жарату әлемнің кез-келген жерінде шешілмеген, бұл бірқатар дамыған Еуропа елдерінде және Жапонияда хром өндірісінің жабылуына әкелді. Шламдағы магний оксидінің көп мөлшері оны

цемент өндірісінде қолдануға, ал отқа төзімді материалдар өндірісінде кальций мен кремнийдің көп болуына жол бермейді.

Белгілі әдістермен өңдеу кезінде техногендік қалдықтардың көптігімен және реагенттерді көп тұтынумен байланысты мәселені шешу үшін химиялық активтендіруді, гравитациялық байытуды және қалпына келтірілетін реагентті қолдану арқылы шаймалау процесін қоса алғанда, хром кенін байыту қалдықтарын кешенді өңдеудің жаңа тиімді технологиясы ұсынылған.

Тақырыпты әзірлеу үшін негіз және бастапқы мәліметтер. Диссертацияда «Казхром» ТҰК АҚ қайта бөлу кезіндегі сирек және сирек-жер металдарының концентрациясын анықтау және өнеркәсіптік өнімдерді өңдеу әдісін жасау» тақырыбы бойынша «Түсті, асыл, сирек кездесетін және сирек кездесетін жер металдардың өндірілуін ұлғайту және Қазақстан Республикасы өнеркәсіптік кәсіпорындарының өндірістік мәселелерін шешу үшін инновациялық технологияларды әзірлеу және енгізу (BR05236406)» 2018-2020 жылдарға арналған ғылыми зерттеулерді бағдарламалық-мақсатты қаржыландыру шеңберінде ғылыми-зерттеу жұмыстарын орындау барысында алынған ДТКБК хром кенін байытудың техногендік қалдықтарын кешенді өңдеуді зерттеу нәтижелері пайдаланылды.

Зерттеу жұмысының қажеттілігі негіздемесі. Хром концентраттарына қазіргі сұранысты ескере отырып, хром кенін байыту қалдықтарының техногендік түзілімдерінен хром алу маңызды практикалық міндет болып табылады. Шлам қалдықтарын кешенді пайдалану өндіріс рентабельділігін арттырып, аймақтың экологиялық мәселелерін шешуге мүмкіндік береді.

Жоспарланған ғылыми-техникалық деңгей туралы ақпарат, патенттік зерттеулер және олардан жасалған қорытындылар. Жұмысты орындау барысында хром кендерін өңдеуге арналған қалдықтарды кешенді өңдеу мәселесі бойынша әдебиеттер мен патенттік зерттеулерге талдау жасалды. Соның негізінде хромитті қалдықтарды тиімді және жан-жақты өңдеуге мүмкіндік беретін технологиялардың жоқтығынан диссертацияда алынған нәтижелер қоршаған ортаны қорғау және табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану тұрғысынан сұранысқа ие деп тұжырым жасауға болады. Қабылданған техникалық шешімдердің жаңалығы Қазақстан Республикасының өнертабыс 3 патентімен расталған және ғылыми зерттеулердің қазіргі деңгейіне сәйкес келеді.

Диссертацияны метрологиялық қамтамасыз ету туралы ақпарат. Зерттеу жұмыстарын жүргізу барысында метрологиялық қамтамасыздандыру сертификатталған химиялық аналитикалық қызметтер мен физикалық талдау әдістері зертханасының болуына байланысты анықталды. Метрологиялық өлшеулер сенімді аспаптарда жүргізілді.

«Көмірсутек және тау-кен металлургия салаларына арналған технологиялар және қызмет көрсету салалары» басым бағыттағы ұлттық ғылыми зертхана «Металлургия және кен байыту институты» АҚ («МКБИ»

АҚ), «Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ» КеАҚ техникалық реттеу және метрология комитетінің Ұлттық аккредиттеу орталығында аккредитациядан өтті - аккредиттеу туралы куәлік № KZ-И.02.1138, 2016 жылғы 23 ақпандағы (2021 жылдың 23 ақпанына дейін жарамды, МЕСТ ИСО/МЭК 17025-2009 «Сынақ және калибрлеу зертханаларының құзыретіне қойылатын жалпы талаптар» сәйкес).

Зерттеу жұмыстары «МКБИ» АҚ глинозем мен алюминий зертханасында жүргізілді.

Тақырыптың өзектілігі. Тақырып Дон тау-кен байыту фабрикасында 25% дейін хром жоғалатын техногенді қалдықтарын қайта өңдеуге байланысты өзекті болып табылады. Бастапқы шикізаттың көлемін және олардың сапасын төмендету шикізат базасын кеңейтуді және жаңа қосымша шикізат көздерін іздеуді талап етеді. Бұл материалды өңдеудің рационалды технологияларының жоқтығы оларды өңдеудің жоғары тиімді технологиясын құру үшін іргелі базаны кеңейтуге және тәжірибелік материалды жасауға бағытталған қосымша ғылыми зерттеулерді қажет етеді.

Алғаш рет химиялық активация, гравитациялық байыту және кешенді өңдеу арқылы хром кен байыту қалдықтарын тиімді өңдеу мүмкіндігі көрсетілген.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы:

- Дон ГОК техногенді байыту қалдықтарын кешенді өңдеу технологиясын жасау;
- натрий гидрокарбонаты ерітіндісімен химиялық активтендіру кезінде хром кенін байыту қалдықтарының фазалық құрылымын өзгерту механизмін анықтау;
- аммоний гидросульфатының байыту ерітіндісінің біріктірілген қалдықтарының кинетикалық параметрлерін және сілтілеу механизмін анықтау;
- аммоний сульфаты мен күкірт қышқылының қоспасын автоклавта өңдеу арқылы біріктірілген қалдықтардың сілтілі реагентінің - аммоний гидросульфатының регенерациялау әдісі;
- натрий гидрокарбонаты ерітіндісінде сілтіленген кекті карбонизация әдісімен өңдеу арқылы силикат ерітіндісінен аморфты кремний диоксидін алу әдісі болып табылады.

Бұл жұмыстың басқа ғылыми жобалармен байланысы. Диссертациялық жұмыста алынған нәтижелер «ТНК Казхром» АҚ өңдеудегі сирек және сирек жер металдарының концентрациясын анықтау және өнеркәсіптік өнімдерді өңдеудің әдісін құру» тақырыбындағы мәселелерді шешу аясында жүргізілген ғылыми зерттеулермен тығыз байланысады.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты - Дон тау-кен байыту комбинатының техногендік қалдықтарын кешенді өңдеу технологиясын жасау.

Зерттеу нысаны - «Қазхром» ТҰК АҚ Дон тау-кен байыту комбинатының техногендік байыту қалдықтары.

Зерттеу пәні - қалдықтардың физика-химиялық құрамы; қалдықтарды химиялық активтендіру механизмі; гравитациялық байыту процесі; қышқылмен сілтілендіру процесі; сатылатын өнімді алу үшін шаймалау ерітіндісін өңдеу.

Зерттеудің міндеттері, олардың жалпы ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүзеге асыру орындары.

Зерттеу міндеттері:

- Дон тау-кен байыту комбинатының байыту қалдықтарының физика-химиялық сипаттамаларын зерттеу;
- қалдықтардан хромит концентратын алу технологиясын жасау;
- химиялық активтендіру кезінде ДТКБК қалдықтарының фазалық трансформациясын және механизмін зерттеу;
- аммоний гидросульфатының ерітіндісімен қалдықтарды сілтілеу кинетикасы мен механизмін зерттеу;
- хром концентратын, түсті және сирек металл концентраттарын, құрамында сирек-жер элементтері бар өнімі, аморфты кремний диоксиді және қос магний сульфатын алу үшін қалдықтарды кешенді өңдеу технологиясын жасау.

Әдістемелік база.

Диссертациялық жұмысты аяқтау үшін пайдаланылатын негізгі зерттеу әдістері мен талдаулар:

- патенттік ақпарат көздеріне сыни талдау;
- шикізаттың химиялық активтендіру механизмін химиялық, рентген, термиялық анализ және инфрақызыл спектроскопиямен зерттеу;
- гравитациялық байытудың СКО-1 концентрациялық үстелінде және FLSmidth фирмасының Knelson KS-MD3 центрифугалық сепараторда технологиялық зерттеулері;
- «МКБИ» АҚ алюмосиликатты шикізатын өңдеуге арналған «Байер-гидрогранат технологиясын сынауға арналған пилоттық қондырғы» зертханалық және үлкейтілген зертханалық жабдықта күкірт қышқылының тұнбасын өңдеу технологиясын кинетикалық зерттеу;
- Optima 2000 DV индуктивті байланысқан плазмалық оптикалық эмиссия спектрометрінде (АҚШ, PerkinElmer) үлгілерді химиялық талдау;
- EVA, Search / match бағдарламалық жасақтамасын және ASTM картасының мәліметтер базасын қолдана отырып, D8 Advance құралын (Bruker AXS GmbH) қолдана отырып, үлгілерді рентгендік талдау;
- MIN-8, OLYMPUS, Leica DM 2500P микроскопымен Stream BasicR бағдарламасын пайдалана отырып үлгілерге минералогиялық талдау;
- NETZSCHProteus бағдарламалық жасақтамасын қолдана отырып STA 449 F3 Jupiter синхронды термиялық талдау құралын қолдану арқылы үлгілерге термиялық талдау;
- Transmission E.S.P бағдарламасын қолданып, Аватар 370CsI ИК Фурье спектрометрімен инфрақызыл спектроскопия (ИҚС) үлгілердің фазалық құрамын зерттеу;

– бөлшектердің нақты беті, алынған көлемі және алынған аморфты кремний диоксидінің орташа кеуек мөлшері Сорботметр М ("Катакон" фирмасы, Ресей) қондырғысының көмегімен (Бракауэр-Эмметт-Тейлер әдісі) бір нүктелік БЭТ әдісімен талдау.

Қорғауға шығарылатын негізгі ғылыми тұжырымдар.

Диссертацияны қорғау үшін келесі ережелер қарастырылған:

- хром кен байыту қалдықтарының химиялық активациясы нәтижесінде фазалық құрамның өзгеруін зерттеу;
- аммоний гидросульфатының байыту ерітінділерінің қалдықтарын сілтілендірудің кинетикасы мен механизмі;
- тауарлық өнімді алу үшін қалдықтарды кешенді өңдеу технологиясы.

Жұмыстың практикалық құндылығы.

Дон тау-кен байыту комбинатының байыту қалдықтарын кешенді түрде өңдеудің инновациялық технологиясы жасалды, оның айырмашылығы - алдын-ала химиялық активациямен гравитациялық байыту және гидрометаллургиялық өңдеуде қалпына келтірілетін қышқыл реагентін қолдану. Зерттеулерде алынған қалдықтарды кешенді өңдеу нәтижелері «Қазхром» ТҰК» АҚ қайта бөлу кезіндегі сирек және сирек кездесетін жер металдар концентрациясын анықтау және өнеркәсіптік өнімдерді қайта өңдеу әдісін жасау» жоба тақырыбы бойынша Технологиялық Регламентті (ТР) және Алдын ала техникалық-экономикалық негіздеме (ТЭН) есептеу үшін қабылданды.

Гравитациялық байытуға дейін хром кен байыту қалдықтарын химиялық активтендірудің жаңа әдісі натрий гидрокарбонаты ерітіндісімен өңделіп, шламның фазалық құрылымын өзгертті, бұл Cr_2O_3 концентратқа бөліп алынуын арттыруға және жоғары сапалы хром концентратын алуға мүмкіндік берді [5].

Өзірленген әдіске сәйкес [6], аммоний гидросульфатының синтезін 230-260 °C температурасында аммоний сульфаты мен күкірт қышқылының қоспасында автоклавта жүргізеді және бұл қымбат аммоний гидросульфатын қолдануды алып тастайды.

Натрий гидрокарбонаты ерітіндісін 70-90 ° C температурада силикат ерітіндісімен біріктірілген хромитті қалдықтардың рН 9,0–9,5 деңгейіне дейін бейтараптандыру үшін жоғары сапалы аморфты кремний диоксидін алуға мүмкіндік берді [7].

Жоғары сапалы аморфты кремний диоксидін алу әдісі жасалды, оның айырмашылығы силикатты ерітіндіні рН 9,0–9,5 деңгейіне дейін бейтараптандыру үшін натрий бикарбонаты ерітіндісін қолдану болып табылады [7].

Тәжірибелік нәтижелерді апробациялау: диссертацияның негізгі ережелері 6 халықаралық конференцияларда баяндалды, оның ішінде:

- XIII International Mineral Processing and Recycling Conference (Serbia, 2019);

- 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019 (Bulgaria, 2019).

Жарияланымдар. Диссертация тақырыбы бойынша 12 мақала жарияланды, оның ішінде Scopus мәліметтер базасында қарастырылған журналдарда 2 мақала, ҚР БҒМ БҒСБК ұсынған ғылыми журналдар тізімінен 1 мақала, 6 тезис, 3 патент алынды.

Жұмыстың көлемі мен құрылымы. Диссертация кіріспеден, 4 бөлімнен, қорытындыдан және 3 қосымшадан тұрады. Жұмыс мәтіні машинамен басылған 110 беттен, 29 кесте, 47 суреттен тұрады.