

ЖОЛДАСБАЙ ЕРЖАН ЕСЕНБАЙҰЛЫНЫҢ
6D070900 - «Металлургия» мамандығы бойынша
философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған
«ҚОРҒАСЫНДЫ ЖАРТЫЛАЙ ӨНІМДЕР МЕН АЙНАЛМАЛЫ
МАТЕРИАЛДАРДЫ ЖОҒАРЫ СУЛЬФИДТІ МЫС-МЫРЫШТЫ
КОНЦЕНТРАТЫМЕН БІРГЕ ӨНДЕУДІҢ КЕШЕНДІ
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАҚТАУ»
тақырыбындағы диссертациялық жұмысының
АҢДАТПАСЫ

Диссертациялық жұмыстың мақсаты бастапқы шикізаттың типі мен құрамының кең вариацияларына бейімделген жаңа ресурс үнемдеуші, қорғасынды жартылай өнімдерін, айналмалы материалдарын, шлактарды және қиын өңделетін мыс-мырышты концентратын бірлесіп қайта өңдеп олардан бағалы металдарды мақсатты өнімдерге жоғары бөліп алатын экологиялық таза тотықтыру-тотықсыздандыру технологиясын жасақтау болып табылады.

Зерттеу нысаны – қорғасын өндірісінің кондициялық емес жартылай өнімдері және айналмалы материалдары, қиын өңделетін мыс-мырышты концентраты.

Зерттеу тақырыбы – қорғасын өндірісінің кондициялық емес жартылай өнімдері мен айналмалы материалдарынан тұратын бастапқы шихта, сонымен қатар, мыс оксидімен қаныққан көпкомпонентті $\text{Cu}_2\text{O}-\text{FeO}-\text{SiO}_2-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ шлак жүйесі болып табылады.

Зерттеу міндеттері, олардың жалпы зерттеу жұмысын жүзеге асырудағы орны:

– «Казцинк» ЖШС жағдайында шахталық қысқартып балқыту өнімдері арасында мыс, қорғасын, мышьяк және сурьманың бөлініп таралуын анықтау. Шахталық қысқартып балқыту өнімдерінде мыстың, қорғасынның, мырыштың, мышьяқтың және сурьманың табылу формаларын анықтау;

– оттегінің (P_{O_2}) және күкірттің (P_{S_2}) парциалды қысымдарының берілген мәндері жағдайында мыс-қорғасынды штейн – темір силикатты шлак – газ фазасы жүйесінің тепе-теңдік термодинамикасын зерттеу. Көпкомпонентті $\text{Cu}_2\text{O}-\text{FeO}-\text{SiO}_2-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ оксидті жүйесінде мыс, қорғасын, мышьяк және сурьманың ерігіштігін анықтау;

– шлакта мыс пен қорғасынның ең аз шығымын қамтамасыз ететін шлақтың оңтайлы құрамын таңдау және негіздеу. Шлактың құрамы, % масса.: 26-28 SiO_2 , 8-10 CaO , $\text{FeO}/\text{SiO}_2 = 0.8 \div 0.9$.;

– $\text{Cu}_2\text{O}-\text{FeO}-\text{SiO}_2-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ күрделі көп компонентті шлак жүйесіндегі мыс оксидінің ерігіштігі, тұтқырлығын және ликвидус температурасын зерттеу.

– бастапқы шихта құрамының оңтайлы құрамын таңдау және негіздеу және қорғасынды жартылай өнімдерін, айналмалы материалдарын және қиын өңделетін мыс-мырышты концентратын бірге балқыту кезінде түсті және ілеспе металдардың бөлініп таралуын анықтау.

Зерттеу әдістері. Эксперименттік зерттеулер жүргізу кезінде пайдаланылған жабдықтар: 75т-ДР дірілді ұсақтағыш, Shimadzu ELB 1200 компоненттерінің массасын өлшеуге арналған электрондық таразылар, SNOI жоғары температуралы электрпеші, инертті газды беру жүйесі.

Химиялық және минералогиялық құрамды, микроқұрылымдарды зерттеу кезінде пайдаланылған жабдықтар: сканерлейтін JSM 5910 электрондық микроскопы және X-ray powder diffraction (XRD, Rigaku TTRAXIII), "Neophot 32" оптикалық микроскопы және "РАМ 30–g" рентгендік талдамалық микрозонд–микроскопы, Кристалл 2000М хроматографы.

Қорғауға шығарылған негізгі ғылыми тұжырымдар:

- P_{O_2} және P_{S_2} берілген мәндерінде күрделі көпкомпонентті мыс-қорғасынды штейн – шлак – газ фазасы жүйесінің тепе-теңдік термодинамикасын және шлактағы мыс, қорғасын, мышьяк және сурьманың ерігіштігін зерттеу үшін динамикалық газ ағынын берудің жаңа қондырғысы мен әдістемесі;

- Мыс-қорғасынды штейн құрамының өзгеруіне тәуелді мыс пен қорғасынның минималды ерігіштігін қамтамасыз ететін шлақтың жаңа құрамын таңдау және негіздеу;

- $Cu_2O-FeO-SiO_2-CaO-Al_2O_3$ күрделі көпкомпонентті шлак жүйесіндегі мыс оксидінің ерігіштігі, тұтқырлығы және ликвидус температурасы бойынша жаңа деректер;

- шахталық қысқартып балқытудың жаңа оптималды бастапқы шихта құрамын таңдау және негіздеу;

- қиын өңделетін мыс-мырышты концентратты қорғасын өндірісінің кондициялық емес жартылай өнімдері мен айналмалы материалдарын бірге қайта өңдеу кезінде түсті және ілеспе металдардың бөлініп таралуы бойынша жаңа деректер.

Зерттеудің негізгі нәтижелері:

- Күрделі көпкомпонентті жүйелердің: P_{O_2} , P_{S_2} берілген мәндеріндегі мыс-қорғасынды штейн – шлак – газ фазасы, металл – шлак – газ тепе-теңдігін зерттеу бойынша жаңа қондырғы мен әдістеме жасақталды. Мыс пен қорғасынның күрделі мыс-қорғасынды штейннен шлакқа өту механизмі, штейн құрамы өзгерісінен тәуелді мыс пен қорғасынның мыс-қорғасынды штейннен шлакқа ерігіштігі мәні анықталды.

- Алғаш рет, мыс оксидіне қаныққан, $Cu_2O-FeO-SiO_2-CaO-Al_2O_3$ жүйесінде мыс оксидінің ерігіштігі, тұтқырлығы және ликвидус температурасы бойынша жаңа деректер алынды. Мыс пен қорғасынның шлакпен минималды жоғалымын қамтамасыз ететін шлақтың оңтайлы құрамы таңдалды: $SiO_2 = 26-28 \%$ (масса.), $CaO=8-10,0\%$, $FeO/SiO_2=0.8\div 0.9$. Жаңа шихта құрамын оңтайлы шлак құрамына балқыту кезінде шлакқа мырыштың қазіргі технология бойынша 80%-дан 93% дейін артатыны, шлактағы мыстың 0,8%-дан 0,3% дейін және қорғасынның 1,8%-дан 0,5% дейін сәйкесінше төмендеуі анықталды.

– Қорғасын өндірісінің жартылай өнімдері мен айналмалы материалдарын жоғары сульфидті мыс-мырышты концентратымен бірге балқыту кезінде Cu, Pb, Zn, As, Sb және қосындыларының балқыту өнімдері арасында бөлініп таралуы бойынша жаңа деректер алынды. Мақсатты өнімдерге түсті металдарды бөліп алу бойынша ең жақсы нәтижелерге концентраттың шығыны 30% (шихта салмағынан) тең болған кезде қол жеткізілетіні анықталды. Мақсатты өнімдерге металдардың селективті бөліп алынуы болды: мысты штейнге – 96%-ға дейін, 88%-ға қолданыстағы технология қарсы; қорғасынды қаралы қорғасынға – 94%-ға дейін, 60,8%-ға қарсы; мырышты шлакқа – 94,7%-ға, 80,7%-ға қарсы; мышьяк пен сурьманы шаңға – 91% және 92,3%, 69,5% және 59,8% сәйкесінше қолданыстағы технологияға қарсы.

– Іріленген-зертханалық сынақтар негізінде технологияның негізгі оңтайлы параметрлері белгіленді және практикаға арналған технологиялық ұсыныстар берілді. Қаралы қорғасынға қорғасынды бөліп алу бойынша жоғары көрсеткіштер алынды – 92,0 %; тауарлық штейнге мыс – 96,0 %; мышьяк, сурьма шаңға – 91%, 89 % сәйкесінше.

Алынған нәтижелердің жаңалығы мен маңыздылығын негіздеу. Қазіргі уақытта кондициялық емес жартылай өнімдер мен айналмалы материалдарын қайта өңдеу кезінде қолданыстағы технологиялық процестердің ешқайсысында бағалы металдарды жоғары бөліп алуға қол жеткізілмейді. Мышьяк пен сурьманың шаңға жеткілікті терең ұшуы қамтамасыз етілмейді, бұл олардың негізгі өндірістен шығарылуын азайтады. Олардың негізгі өндірісте жинақталуы артып келеді, нәтижесінде қорғасын мен мыс өндіру кезінде материалдық және энергетикалық шығындар артады.

Бастапқы шикізаттың типі мен құрамының кең вариацияларына бейімделген жаңа ресурс үнемдеуші, қорғасынды жартылай өнімдерін, айналмалы материалдарын, шлактарды және қиын өңделетін мыс-мырышты концентратын бірлесіп қайта өңдеп олардан бағалы металдарды мақсатты өнімдерге жоғары бөліп алатын экологиялық таза тотықтыру-тотықсыздандыру технологиясын жасақталды. Бұл ретте мышьяк пен сурьманы негізгі технологиялық тізбектен оларды шаңға терең айдау есебінен бір мезгілде шығару қамтамасыз етіледі.

Жасақталған технологияны қолдану қиын өңделетін мыс-мырышты концентратын тікелей өндеуге және одан қосымша мақсатты өнімдерге бағалы металдарды бөліп алуға мүмкіндік береді: мысты штейнге және мырышты шлакқа. Мыс-мырышты концентратын сульфидизатор ретінде пайдалану алынатын өнімдердің сапасын жақсартады және балқыту кезінде кокс шығынын 2 есе азайтады.

Ғылымның даму бағытына немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі. Қорғасынды жартылай өнімдерін өндеудің қазіргі жағдайы жоғары технологиялық көрсеткіштерге қол жеткізуді қамтамасыз етпейді. Шахталық қысқартып балқытудың бастапқы шихтасын балқыту кезінде түсті, асыл,

сондай-ақ ілеспе зиянды қоспа-металдардың (As, Sb) едәуір көлемі «балқыту-конвертерлеу» технологиялық тізбегінде айналады. Нәтижесінде бағалы металдар балқыту өнімдері бойынша жағылады, ал ілеспе қоспа-металдар (As, Sb) технологиялық тізбекте жинақталады, бұл алынатын өнімдердің сапасын төмендетеді, қоршаған ортаға және жұмысшылардың ағзасы қауіпсіздігіне теріс әсерін арттырады. Технология негізгі металдарды – мыс пен қорғасынды алуға бағытталған. Бұл жағдайда штейнге мысты бөліп алу төмен және ~ 83% құрайды. Қорғасынның қара қорғасынға бөліп алуы әрең дегенде 60% деңгейіне жетеді. Қорғасынның төмен бөліп алынуы оның штейндегі (30%-ға дейін) және шлактағы (1,7%-ға дейін) жоғары болуымен түсіндіріледі. Процесс қымбат коксты көп тұтынумен және шлақтың шығуымен (жүктелетін шихтаның салмағының 60% дейін), жоғары энергия мен материалдық шығындармен бірге жүреді. Шаңның шығуы жүктелген шихта салмағының ~15% құрайды және түсті металдардың жоғары құрамымен сипатталады, %: Pb - 20; Cu – 6-7; Zn - 10 дейін. Мышьяк пен сурьманың терең ұшуы үшін қолайлы жағдайлардың болмауына байланысты олардың шаңға шығарылуы төмен және сәйкесінше 70% және 57% құрайды. Pb 25%-ға дейін, As-2%-ға дейін және Sb ~1,5%-ға дейін жоғары құрамымен сипатталатын штейндердің күрделі құрамы оларды конвертерлеу арқылы одан әрі өндеуді қиындатады және процестің энергия және материалдық шығындарын арттырады. Диссертациялық жұмыстың негізгі міндеті – мақсатты өнімдерге бағалы металдардың жоғары бөліп алынуын қамтамасыз ететін жаңа технологияның оңтайлы технологиялық шешімдері мен тәсілдерін белгілей отырып, шикізатты кешенді пайдалану мәселесін шешу.

Диссертациялық жұмыс ҚР БҒМ Ғылым қорының мемлекеттік гранттары аясында 2018-2020 ж. № AP05130595 «Қорғасын, мыс, мырыш және сирекжер металдарды қорғасын өндірісінің кондициялық емес жартылай өнімдері мен айналмалы материалдарынан тауарлық өнімдерге тікелей бөліп алудың жоғары технологиялық барботаждық технологиясын жасақтау» жобасы және 2018-2020 ж. № 2018/BR05235618 «Қазақстан Республикасының тау-кен өндіру және тау-кен өндеу салаларындағы технологиялар мен өндірістерді жаңғырту» бағдарламасы аясында орындалған «Түсті металлургияның ағымдағы және жинақталған шлак қалдықтарын кәдеге асырып тауарлық өнімдерді алатын қалдықсыз жоғары технологиялық технологияны жасақтау» жобасы бойынша орындалған.

Докторанттың әр басылымды дайындауға қосқан үлесі. Автордың жеке үлесі – жұмыстың мақсаты мен міндеттерін қою, зерттеулер жүргізу, нәтижелерді өндеу және талдау, қорытындыларды тұжырымдау, мақалалар мен баяндамалардың тезистерін жазу.

Диссертациялық жұмыс тақырыбы бойынша 21 баспа жұмысы жарияланды, оның ішінде Web of Science деректер базасына кіретін ғылыми журналдарда 3 мақала, Scopus деректер базасына кіретін ғылыми журналдарда 2 мақала, РИНЦ деректер базасына кіретін ғылыми журналдарда 2 мақала, ҚР

БҒМ БҒСБК ұсынған ғылыми журналдарда 5 мақала жарияланды және ҚР 2 патенті алынды.

Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері 5 халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда жарияланды, оның ішінде:

1. Жолдасбай Е.Е., Досмұхамедов Н.Қ. Шахталық қысқартып балқыту процесінің математикалық моделі // «Индустрия 4.0 жағдайында минералды және техногенді шикізатты тиімді пайдалану» Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының Еңбектер жинағы. 14-15 наурыз, 2019. Алматы. – 478-493 б.

2. Жолдасбай Е.Е., Досмұхамедов Н.Қ. Влияние состава шлака на потери меди, свинца при плавке медь-, свинец содержащего сырья // Тр. Международной научной конференции «Наука и инновации – современные концепции». 21 февраля, 2019. Москва. – С. 139-154.

3. N. Dosmukhamedov, E. Zholdasbay, V. Kaplan Partitioning of Cu, Pb, Zn and As following high temperature treatment of smelter slag // IX International science conference The latest research in modern science: experience, traditions and innovations. 20-21 June, 2019, Morrisville, North Caroline, USA. – P. 34-42

4. Dosmukhamedov N., Zholdasbay E. Model of oxide solubility of copper and lead in slag of reduction smelting of copper -, lead-containing raw materials // The 5th International scientific and practical conference Dynamics of the development of world science. January 22-24, 2020. Vancouver, Canada. –P.78-90.

5. Dosmukhamedov N., Kaplan V., Zholdasbay E. Cu, Pb, Zn And As Distribution in the Slag Treatment Process // 11th International Conference on Molten Slags, Fluxes and Salts. 21-25 February 2021, Seoul, Korea.