

АННОТАЦИЯ

**тақырыбы бойынша диссертациялық жұмыс:
«Қиын байытылатын қорғасын-мырыш кендерін және өнеркәсіптік
байыту өнімдерін қайта өңдеу»,**

философия докторы (PhD) дәрежесіне ұсынылған
6D070900 – «Металлургия» мамандығы

МЕРКИБАЕВ ЕРИК СЕРИКОВИЧ

Жұмыс мақсаты.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты – пиритпен тотыққан қорғасын мен мырыш қосылыстарын алдын ала, белсендіруші, жоғары температурада сульфидизациялау арқылы нашар, күрделі өңделетін қорғасын-мырыш кендерін және орташа өнімдерді өңдеу технологиясын жетілдіру. ауамен жарылыста, тотықтырмайтын ортада бекітілген қабатта және өнеркәсіптік байыту өнімдері бекітілген қабатта.

Зерттеу мақсаттары

– Жәйрем кен орнының бастапқы төмен сұрыпты мырыш-олигонит кеніне және Риддер байыту комбинатының қорғасын-мырыш қалдықтарына сульфидті күйдіру арқылы алдын ала белсендіру арқылы өңдеудің орындылығына технологиялық бағалау жүргізу;

– қорғасын мен мырыш алу процесін күшейтетін әртүрлі сульфидизаторларды және активтендіру әдістерін қолдану мүмкіндігі туралы патенттік ақпараттық іздестіру және әдебиеттерге талдау жүргізу;

– мүмкін болатын реакцияларға термодинамикалық талдау жүргізу, сульфидизатор ретінде пирит таңдауын негіздеу; термодинамикалық тұрғыдан оңтайлы күйдіру шарттарын анықтау;

– сульфидтік күйдіру техникасын оқып үйрену және процеске кинетикалық талдау жүргізу, тотыққан қосылыстардың пиритпен әрекеттесуінің химиялық реакцияларының сатылары мен жылдамдығын анықтау; карбонатты және силикатты құрамды тотыққан қорғасын-мырыш кендерін сульфидтеу бойынша ұсыныстар әзірлеу;

– құйылған қабатты пеште активтендіру, жоғары температурада, сульфидпен күйдіру технологиясының зертханалық және ауқымды сынақтарын жүргізу; ЯМР және ЭТЖ әдістерімен алынған пирротиндердің қасиеттерін анықтау;

– өнеркәсіптік қорғасын-мырышты байыту өнімдерін өз құрамында пирит бар бекітілген қабатта термиялық активтендірудің зертханалық сынақтарын жүргізу; қорғасын-мырыш қоспаларының сульфидтелген шлактарын магниттік бөлудің ауқымды сынақтарын жүргізу;

– сульфидтеу арқылы күйдіру арқылы жоғары температурада белсендіруді қолданудың математикалық модельдеуін және экономикалық бағасын орындау.

Жүргізілген ғылыми-зерттеу жұмыстарының негізінде ұсынылған әдістер мен осы диссертациялық жұмыста шешілетін міндеттер жалпы мақсатқа жетуге бағытталған.

Зерттеу объектілері:

Зерттеу объектісі – Жәйрем кен орнының мырыш-олигонит кені және «Казцинк» ЖШС Риддер байыту комбинатының қорғасын-мырыш қалдықтары.

Объектілерді жаңғырту әдістері:

– жұмыста КС пешінде мырыш-олигонит кенін термиялық активтендіру технологиясы әзірленді;

– мырыш-олигонит кенінің қорғасын және мырыш оксиді қосылыстарын тотықтырмайтын атмосферада бекітілген қабатта жоғары температурада сульфидтеу нәтижелері алынды;

– бекітілген төсекте өнеркәсіптік байыту өнімдерін термиялық белсендіру технологиясын әзірлеу нәтижелері алынды.

Объектілерді зерттеу әдістері

Жұмыста процестің термодинамикасы үшін деректерді өңдеудің цифрлық жүйелері – HSC Outocumpru Ou бағдарламасы, процесс кинетикасы үшін – Thermokinetics NETZSCH бағдарламасы қолданылды; қазіргі заманғы аналитикалық жабдық: DSC - термогравиметриялық талдау (STA 409, 449 PC/PG NETZSCH), рентгендік фазалық талдау (рентгендік дифрактометр BRUKER D2), энергиялық дисперсиялық спектроскопиямен (EDS) біріктірілген сканерлеуші электронды микроскопия (SEM) JEOL-JSM - 6010PLLIIS / LA, KLY-2 каппаметр (Чехия), YGR талдауы - Nokia (Финляндия) фирмасының IP-4840 типті көп арналы анализаторында YAGRS-4 қондырғысы, ESR талдауы JES-FA 200 қондырғысында жүргізілді (Jeol, Жапония), сорбцияны өлшеу - СОРБОМЕТР-М, электрокинетикалық талдау - макроэлектрофорез әдісі.

Қорғауға ұсынылған негізгі ережелер (дәлелденген ғылыми гипотезалар және жаңа білім болып табылатын басқа қорытындылар)

1. Сульфидтену процесінің термодинамикалық талдауының нәтижелері.

2. Сульфидтену процесінің кинетикалық талдауының нәтижелері.

3. КС пешінде мырыш-олигонит кенін термиялық активтендіру әдісін әзірлеу нәтижелері.

4. Бекітілген қабатта тотықтырмайтын атмосферада мырыш-олигонит рудасының қорғасын және мырыш оксидті қосылыстарын жоғары температурада сульфидтеу әдісінің нәтижелері.

5. Бекітілген қабатта қорғасын-мырышты өнеркәсіптік байыту өнімдерін термиялық активтендіру әдісін әзірлеу нәтижелері.

Жұмыс Қ.И. атындағы ҚазҰТЗУ «Металлургиялық процестер, жылу техника және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасында жүргізілді. Сәтбаев, Алматы.

Зерттеулер мен жұмыстардың қажеттілігін негіздеу

Рудалардағы мырыш мөлшерінің 5,0-5,7%-дан және қорғасынның 3,0-3,2%-дан төмендеуі және осы металдардың байыту қалдықтарындағы сұйық мөлшері қорғасын мен мырыш пен цинк өндіруді арттыруға бағытталған қосымша шараларды іздестіру және ғылыми зерттеулер жүргізу қажеттілігін көрсетеді. концентраттар құрамының сапасын арттыру.

Зерттеудің негізгі нәтижелерінің сипаттамасы

Бірінші бөлімде тотыққан қорғасын-мырыш кендерін және өнеркәсіп өнімдерін өңдеудің құрама технологияларының қазіргі жағдайын сыни талдау негізінде ғылыми зерттеулердің бағытын негіздеу және таңдау жүргізіледі. Кендердің және жартылай өнімдердің минералогиялық құрамының, шикізаттың осы түрін алдын ала белсендірудің және күйдіру өнімдерін кейіннен байытудың негізгі мәселелері анықталды.

Екінші бөлімде қорғасын мен мырыштың тотыққан қосылыстарының сульфидтену процесінің тәжірибелік термодинамикасына зерттеулер жүргізілді, пирит, элементтік күкірт сияқты әртүрлі сульфидизаторларды қолдану, олардың құрамындағы С және түріндегі қоспалар. Термодинамика тұрғысынан Fe_2O_3 өзгерді, талданды және оңтайлы күйдіру шарттары анықталды.

Үшінші бөлімде сульфидтену процесінің кинетикалық талдауының нәтижелері алынды, тотыққан қосылыстардың пиритпен әрекеттесуінің химиялық реакцияларының сатылары мен жылдамдығы анықталды, үлкейтілген масштабта қуыру нәтижелерін болжайтын микрофлотация нәтижелері алынды, ZnS -тің $Fe_{1-x}S$ -пен агрегациясын және $Fe_2Zn_3S_5$ түріндегі қосылыс $(Zn, Fe)S$ түзілуін көрсете отырып, карбонатты және силикатты құрамды тотыққан қорғасын-мырыш кендерін сульфидтеу бойынша ұсыныстар әзірленді.

Төртінші бөлімде сульфидизатор ретінде пирит концентратын (күкірт мөлшері 45,15%) пайдалана отырып, құйылған қабатты пеште активтендіргіш, жоғары температурада, сульфидпен күйдіру технологиясын әзірлеу нәтижелері көрсетілген. ЯМР және ЭПР әдістерін қолдану арқылы әртүрлі әдістермен алынған $Fe_{0.855}S$, $Fe_{0.862}S$, $Fe_{0.877}S$, $Fe_{0.901}S$, $Fe_{0.911}S$, магниттік пирротиттер сызығының магниттелу қасиеттері мен құрылымын зерттеу нәтижелері анықталды. Тотықтырмайтын атмосферада қорғасын және мырыш оксидінің қосылыстарын жоғары температурада сульфидтеу әдісі әзірленді.

Мырыш-олигонит кенін сульфидтеумен күйдіру және шлакты кейіннен байыту арқылы өңдеуді техникалық-экономикалық бағалау нәтижелері берілген. Экономикалық тиімділікке мырыштың магнитті емес өнімге алынуын 88-90%-ға дейін арттыру арқылы қол жеткізіледі; қорғасын – 100%; магниттік өнімге пирротиттердің экстракциясын 90-92%-дан жоғары арттыру; күйдіру кезінде пирит концентраты мен кеннің 2:1 қатынасымен көбік өніміне мырыштың алынуын 90%-ға дейін (23,4% құрамды) арттыру; сондай-ақ арзан сульфидизаторды қолдану арқылы, құйылған қабаттық пештің жоғары өнімділігі және магниттік пирротиттер түріндегі тауарлық өнімдерді шығаруды арттыру.

Бесінші бөлімде $Fe_{0,855}S$ магниттік пирротитін алу үшін сульфидизатор ретінде қолданылатын, құрамында кемінде 50-54% өз құрамында пирит бар бекітілген қабаттағы өнеркәсіптік қорғасын-мырышты байыту өнімдерін термиялық белсендіру нәтижелері көрсетілген; $Fe_{0,855}S$; $Fe_{0,888}S$; $Fe_{0,909}S$. Пирометаллургиялық әдіспен байыту қалдықтарынан тотыққан қорғасын мен мырыш минералдарын алдын ала сульфидизациялау флотациялық байыту процесінің тиімділігін мырыш бойынша 20%-дан астамға және қорғасын үшін 15%-ға арттыруға көмектесетіні анықталды. Қорғасын-мырышты байыту ортасының сульфидтелген шлактарын магниттік бөлудің кеңейтілген сынақтарының нәтижелері алынды. Тәжірибелік сынақтар үшін сульфидациялық күйдіру арқылы жоғары температурада белсендіру технологиясы ұсынылады.

Алынған нәтижелердің жаңалығы мен маңыздылығын негіздеу

Тақырыптың жаңалығы нашар, күрделі өңделетін қорғасын-мырыш кендерін және сульфидті күйдіру арқылы алдын ала термиялық белсендіру арқылы ортаңғы өнімдерді өңдеу процесін интенсификациялау технологиясын жасауда.

Жаңа ғылыми нәтижелер келесідей:

- Алғаш рет тотыққан мырыш қосылыстарының пиритпен сульфидтену механизмі термиялық талдау TG/DSC және (SEM) және (EDS) спектроскопия нәтижелері бойынша анықталды: 1 кезең - 450 ° температурада ZnS біріншілік түзілуі. С; 2-кезең – сульфидтенудің максималды дәрежесінде 700-750 °C температурада $Fe_{1-x}S$ құрамды пирротиттердің түзілуімен ZnS тұрақты қабықшасы түзіледі, олар ZnS-де ериді, онда қосылыс (Zn, Fe)S түзіледі. $Fe_2Zn_3S_5$ нысаны 750 °C температурада; 3 – 750 °C жоғары күйдіру температурасы кезінде ZnS минералының түзілуімен кезең, ол $Fe_{1-x}S$ -пен біріктіріліп, $Fe_2Zn_3S_5$ түріндегі қосылыс (Zn, Fe)S түзіп қана қоймайды, сонымен қатар ганга элементтері бар агрегатталады; тиімділік флотациясына теріс әсер етеді.

- Алғаш рет ЯМР және ЭТР әдістері $Fe_{0,855}S$, $Fe_{0,862}S$, $Fe_{0,877}S$, $Fe_{0,901}S$, $Fe_{0,911}S$ пирротиттерінің магниттелуінің күйдіру температурасына тәуелділігін

анықтады, магниттелуі анықталды. 600 ° С температурада 4,5 Гс см³/г-ден 800 °С температурада күйдіруден 12,5 Гс см³/г дейін 3,0 Гс см³/г дейін төмендейді және 1000 °С жоғары температурада 0 Гс см³/г мәндері артады. пирротитті құрылымдардың біркелкі базальды жазықтықтарындағы бос орындар санының төмендеуі.

Зерттеудің технологиялық жаңалығы:

- алғаш рет цинк-олигонит кенін термиялық активтендіру әдісі әзірленді, оның ішінде 2 рудаға қатынасында пирит концентраты түріндегі жоғары күкіртті сульфидизатордың қатысуымен жоғары температурада сульфидтік күйдіру. :1, 10-нан 20 л/мин ағынмен ауа үрлеуді пайдаланатын сұйық қабаттағы пеште, 650°С температурада, магниттік қабылдағыштығы 1020 - 1330 · 10⁻⁶ максималды магниттік пирроттерді өндірумен. Cu/g, сульфидтену дәрежесі 88% және магниттік фракцияға магниттік бөлу кезінде олардың экстракциясы 90%-дан астам.

- сульфидизатор ретінде пайдаланылатын, құрамында 50-54 % кем емес өз құрамында пирит бар бекітілген қабатта құрамында мырыш және қорғасын бар өнеркәсіптік байыту өнімдерін сульфидтік күйдіруді белсендірудің технологиялық схемасы алғаш рет әзірленді. тең максималды магниттік сезімталдығы бар пирротиттер алу: Fe_{0,855S} = 3,75; Fe_{0,888S} = 5,43; Fe_{0,909S} = 2,18 СИ бірлігі.

Ғылыми даму бағыттарына немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі

Диссертациялық жұмыстың тақырыбы «Экология, қоршаған орта және табиғи ресурстарды тиімді пайдалану» ғылымының дамуының басым бағытына сәйкес келеді; Қазақстан Республикасы Үкіметінің жанындағы Ұлттық ғылыми кеңестің «Минералды және органикалық ресурстарды тереңдете өңдеу» мамандандырылған ғылыми бағытына сәйкес келеді.

Ғылыми салалардың классификаторына сәйкес зерттеу саласы «Техника және технология; Материалдар инженериясы; Металлургия».

Диссертациялық жұмыс 2020-2022 жылдарға арналған гранттық қаржыландыру жобасы аясында жүзеге асырылды. АР08052829 «Тотықтырылған, байыту қиын мырыш, қорғасыны бар рудаларды және шлакты кейіннен байыту арқылы сульфидтеу арқылы байытылған орта өнімдерді кешенді өңдеудің гибриді технологиясын жасау» және ізденушінің докторантурадағы ғылыми жұмыстарының жалғасы болып табылады. және 2022-2024 жылдарға арналған «Жас Ғалым» АР15473200 «Алдын ала жоғары температурада сульфидизациялау арқылы тотыққан кендерді өңдеу технологиясын жасау» жобасының жетекшісі.

Автордың жеке үлесі

Автордың жеке үлесі диссертациялық жұмыста көрсетілген эксперименттік зерттеулерді, оның ішінде эксперименттік зерттеу әдістерін

жүргізу, зерттеулер жүргізу, нәтижелерді басылымдар мен ғылыми баяндамалар түрінде талдау және өңдеу болып табылады.

Жұмыстың апробациясы Диссертациялық жұмыстың материалдары негізінде 16 баспа жұмысы жарияланды, оның ішінде 4 мақаласы Scopus/Web of Science деректер базасына енгізілген халықаралық рецензияланған ғылыми журналдарда жарияланған:

1. **Y. Merkibayev**, M Panayotova, Luganov V., Panayotov V.A., Chepushtanova T.A. Sulphidation roasting as means to recover zinc from oxidised ores (article)

Comptes rendus de l'Acad'emie bulgare des Sciences. Tome 71, No 8, 2018, P. 1116-1123., ISSN 13101331, Procentile 32, Q3

2. T.Chepushtanova, **Y. Merkibayev**, I. Motovilov, K. Polyakov, S.Gostu, Flotation studies of the middling product of lead-zinc ores with preliminary sulfidizing roasting of oxidized lead and zinc compounds (article). Kompleksnoe Ispolzovanie Mineralnogo Syra, 323(4), 2022, P. 77–83, ISSN-L2616-6445, ESCI, JCT (Q3)

3. T.A. Chepushtanova, **Y. S. Merkibayev**, B. Mishra, I.E Kuldeyev. Processing of the Zinc-Lead-Bearing Flotation Middlings by Sulfidizing Roasting with Pyrrhotites Production by Predicted Properties (article). Non-ferrous Metals, 2, 2022, P. 15–24. 2022, DOI10.17580/nfm.2022.02.03. <https://rudmet.ru/journal/2173/article/36106/>, procentile 53.

4. T.A.Chepushtanova, **Y. S. Merkibayev**, O. S. Baigenzhenov, B. Mishra. Technology of high-temperature sulfidizing roasting of oxidized lead-zinc ore in a fluidized bed furnace (article). Non-ferrous Metals, 2, 2023, P. 3-10. DOI: 10.17580/nfm.2023.01.01..

<https://www.rudmet.ru/journal/2217/article/36738/>, procentile 53

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Білім және ғылым сапасын қамтамасыз ету комитеті ұсынған басылымдардағы мақалалар:

1. **Е.С. Меркибаев**, В.А. Луганов, Т.А.Чепуштанова, Г.Д.Гусейнова, Б.Мишра Термодинамическое обоснование высокотемпературного сульфидирования оксида цинка (статья). Вестник КазННТУ, №2, 2020 г, С. 761-765. ISSN 1680-9211

2. В.А. Луганов, Т.А.Чепуштанова, Г.Д.Гусейнова, И.Ю.Мотовилов, **Е.С. Меркибаев**. Установление термодинамических условий процесса обжига пиритно-кобальтового концентрата (статья). Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан», № 1, 2020 г. С. 82-88. ISSN 1606–416X

3. В.А. Луганов, Т.А.Чепуштанова, Г.Д. Гусейнова, **Е.С. Меркибаев**, И.Ю.Мотовилов . Исследование влияния углерода на показатели сульфидирования золотомышьякового концентрата в условиях «кипящего слоя» (статья) Вестник КазННТУ 6(136)/2019, с. 888-893, ISSN 1680-9211

4. Т.А.Чепуштанова, **Е.С. Меркибаев**, И.Ю.Мотовилов, К.В. Поляков, Разработка гибридной технологии сульфидирующего обжига цинк, свинецсодержащих промпродуктов обогащения (статья)«Горный журнал Казахстана» № 10 - 2021 г. С. 28-35. ISSN 0017-2278

Басқа ғылыми журналдар мен басылымдарда жарияланған мақалалар:

1.Т.А.Chepushtanova, I.Y. Motovilov, **Y. S. Merkibayev**, M.S.Sarsenova, G. Sumedh. Technology of sulfidizing-pyrrhotizing roasting of lead flotation tailings (article). Journal Mining and geological science. Volume 63. P. 31-37. ISSN 2683-0027

Халықаралық ғылыми-практикалық конференциялардың материалдары:

1. **Е.С. Меркибаев**, И.Ю. Мотовилов, В.А.Луганов, Ж.И.Ескен Термодинамическое обоснование технологии переработки окисленных полиметаллических руд (доклад). Труды Международных Сатпаевских чтений «Научное наследие Шахмардана Есенова» –Алматы. 2017. С. 174-179 ISSN:978-601-323-034-4

2. Т.А.Чепуштанова, **Е.С. Меркибаев**, К.В. Поляков. Технология переработка хвостов обогащения свинцово-цинковых руд методом активирующего, сульфидирующего обжига (доклад) 25^{-ая}Международная научно-практическая конференция «ИННОВАЦИЯ-2021». Г.Ташкент, Узбекистан. 26-27 октября 2021 года. ISSN 1561-6940

3. Т.А.Чепуштанова, **Е.С. Меркибаев**, И.Ю.Мотовилов В.А.Луганов, С.Г.Темірхан. Термическое сульфидирование поверхности окисленных цинковых и свинцовых минералов пиритом в присутствии восстановителя в трубчатой печи (доклад) ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2022. ТРЕНДЫ СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ» 12 апреля 2022 г, стр. 139-144, ISBN 978-601-323-291-1

4. Т.А.Чепуштанова, **Е.С. Меркибаев**, М. С. Сарсенова, С.Г.Темірхан. Переработка сложных полиметаллических руд месторождения Жайрем с использованием процесса сульфидирования (доклад) «Перспективы развития науки и образования в условиях новой реальности» Сборник материалов Международных XXI Байконуровских чтений, стр. 317-322, ISBN 978-601-7971-70-8

Патент

Т.А.Чепуштанова, **Е.С. Меркибаев**, В.А.Луганов. Способ переработки окисленной свинцово-цинковой руды . № 36282 от 30.06.2023

Монография, оқулық, кітаптар

Т.А.Чепуштанова, **Е.С. Меркибаев**. Переработка окисленных, труднообогатимых цинк, свинецсодержащих руд и промпродуктов обогащения. Монография. – Алматы: 2022. – 100 с. ISBN 978-601-269-133-7.С 100.