

8D07203 – «Металлургия» білім беру бағдарламасы бойынша  
философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін диссертацияға  
**АҢДАТПА**

**БҮРКІТСЕТЕРҚЫЗЫ ГҮЛМАРЖАН**

**ТҮРЛЕНДІРІЛГЕН РЕАГЕНТТІ ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП  
ТОТЫҚҚАН МЫС КЕНІН БАЙЫТУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫН  
ЖАСАУ**

**Диссертациялық жұмыстың өзектілігі.**

Тау-кен металлургия кешені әлемде, оның ішінде Қазақстанда да маңызды рөл атқарады және ел экономикасының негізі болып табылады. Қазақстан минералды шикізатты алу және өндіру бойынша әлемдік он жетекші елдердің бірі болып табылады және мыс кенінің орасан қорларына ие. Әлемдегі барланған мыс қорының 6 % Қазақстанның қойнауында орналасқан.

Байыту мыс кендерін өңдеудің маңызды кезеңі болып табылады және дәстүрлі түрде мыс шикізаты флотация әдісімен байытылады. Бірақ бұл әдісті тотыққан мыс кендерін өңдеуде қолдану тиімсіз. Мәселе тотыққан мыс минералдарының табиғи гидрофильділігіне байланысты, бұл жаңа технологияларды іздеуді қажет етеді.

Флотациялық әдістердің тиімділігінің жеткіліксіздігіне байланысты біріктірілген процестер үлкен маңызға ие болды, олардың ішінде отандық тәжірибеде тек ШТФ процесі (шаймалау – тұндыру – флотация) және сорбциялық-сүзгісіз технологиясы қолданылады. Бұл процестерді жүзеге асыруда айтарлықтай қиындықтар бар, өйткені олар арнайы қымбат жабдықты қажет етеді және өнеркәсіптік аймақтардың экологиялық жағдайы үшін қауіпті.

Қазақстандық ғалымдардың соңғы әзірлемесі модификацияланған сульфидирлеуші реагентпен алдын ала сульфидтеу арқылы тотыққан мыс кендерін флотациялық байыту тәсілі болып табылады.

Әзірлеуге ұсынылатын технология тотыққан мыс кенін модификацияланған реагентпен қыздырусыз сульфидизатормен алдын ала сульфидизациялауды және кейіннен флотомашина камерасында көбікті флотациялауды көздейді.

Мыс саласының шикізат базасын толтыра алатын тотыққан мыс кендері бастапқы шикізат болып табылады. Алайда, осы уақытқа дейін тотыққан мыс кендері өңделмейді, тек үйінділерде сақталады, бұл мыс кен орындарын игеру шығындарын арттырады және осы кен орындарының айналасындағы экологиялық жағдайды қиындатады. Осыған байланысты бұл жұмыс экономикалық және экологиялық тұрғыдан өзекті болып табылады.

**Жұмыстың мақсаты** модификацияланған реагентпен шикізатты алдын ала өңдеу арқылы тотыққан мыс кендерін флотациялық байытудың тиімді технологиясын әзірлеу болып табылады.

Осы мақсатқа жету үшін келесі **міндеттер** шешілді:

- тотыққан мыс кенінің заттық құрамын зерттеу және минералды шикізаттың химиялық, гранулометриялық құрамын анықтау;

- кенді сульфидизациялау компоненттерінің модификацияланған реагентпен өзара әрекеттесуіне термодинамикалық талдау жүргізу;
- экспериментті жоспарлау әдісін қолдана отырып, тотыққан мыс кенін сульфидтеу және флотациялау схемасын әзірлеу;
- тотыққан мыс кендерін модификацияланған реагент арқылы сульфидтеудің және сульфидтелген кеннің флотациясының оңтайлы жағдайларын анықтау;
- әзірленген технологияны ірілендірілген-зертханалық сынақтарда сынау.

#### **Зерттеудің ғылыми жаңалығы төмендегідей:**

- теориялық тұрғыдан модификацияланған реагенттің малахит, азурит және кризокола сияқты тотыққан мыс минералдарымен әрекеттесуінің термодинамикалық талдауы жүргізілді. Бұл минералдарды бөлме температурасында модификацияланған реагентпен сульфидтеудің принципті мүмкіндігі анықталды;
- Жезқазған кен орнының тотыққан мыс кенін сульфидтеу және флотациялау жөніндегі зертханалық зерттеулердің нәтижелері бойынша модификацияланған реагентті қолданудың тиімділігі ғылыми негізделді;
- бөлме температурасында натрий полисульфидімен және модификацияланған реагентпен кенді сульфидтеу кинетикасы зерттелді;
- модификацияланған реагентпен тотыққан мыс кенін сульфидтеудің оңтайлы шарттары анықталды;
- ұсату диірменінде модификацияланған реагентпен алдын ала сульфидтелген Жезқазған кен орнының тотыққан мыс кенін флотациялау бойынша зерттеулер жүргізілді.

#### **Жұмыстың практикалық құндылығы.**

- Тотыққан мыс кенінің химиялық, минералогиялық және гранулометриялық құрамы зерттелді.
- Модификацияланған реагенттің тотыққан мыс кенімен өзара әрекеттесуіне термодинамикалық талдау жүргізілді.
- Модификацияланған реагентпен тотыққан мыс кенін сульфидтеу және флотациялау схемалары жасалды.
- Сульфидтеу реакциясының стандартты Гиббс энергиясының температураға тәуелділігі анықталды.
- Модификацияланған реагент 0-1 мин аралықта сульфидизация тиімділігі бойынша натрий полисульфидінен орта есеппен 40 % - ға, 1-5 мин аралықта 55% - ға асып түсетіні анықталды.
- Модификацияланған реагентпен тотыққан мыс кенін сульфидтеудің оңтайлы шарттары анықталды: процестің ұзақтығы 1-5 мин болатын тотыққан мыспен реакция стехиометриясынан 20-40%.
- Кенді сульфидтеу схемасы анықталды, ол пульпаның мәжбүрлі қызуын болдырмайды және кенді ұнтақтаумен қатар диірменде процесті жүргізуге мүмкіндік береді.
- Диірменде модификацияланған реагентпен алдын ала сульфидтелген Жезқазған кен орнының тотыққан мыс кенін флотациялау бойынша зерттеулер жүргізілді.

- Жезқазған кен орнының тотыққан мыс кенін модификацияланған реагентпен алдын ала сульфидизациялаумен флотациялау процесі зерттелді. Флотациялық концентратқа мыс алудың сульфидизатор мен жинаушының (калий бутил ксантогенаты) шығындарына, сульфидизатормен пульпаның үгіту уақытына тәуелділігі алынды. Жеке тәуелділіктер негізінде процестің математикалық моделі жалпыланған көп факторлы теңдеу түрінде алынды.

- Флотацияның концентратқа мыс алуды 90,2% қамтамасыз ететін оңтайлы шарттары анықталды - 30% сульфидизатор, 500 г/т жинаушы және сульфидизатормен пульпаның араласуы 4 минут.

### **Зерттеу әдістері.**

Жұмысты орындау барысында эксперименттік және теориялық зерттеулер, патенттік және ғылыми-техникалық әдебиеттерді талдау, физика-химиялық, математикалық зерттеу әдістерін қолдана отырып эксперименттер жүргізілді. Бастапқы шикізат пен алынған өнімдердің құрамын анықтау үшін әртүрлі талдау әдістері қолданылды – химиялық, рентгенофазалық, гранулометриялық. Зерттеу нәтижелері нормативтік талаптарға сәйкес ресімделді.

Химиялық талдау әдістері тотыққан мыс кенінің, массаның құрамын зерттеді.,%:  $Cu_{ж.}$  – 1,2;  $Cu_{тт}$  – 1,08;  $SiO_2$  – 66,57;  $Al_2O_3$  – 9,91;  $CaO$  – 2,01;  $Fe$  – 2,67;  $MgO$  – 1,29;  $S_{ж.}$  – 0,08.

Флотация процесі экспериментті жоспарлау әдісімен зерттелді. Процестің математикалық моделі жалпыланған көп факторлы теңдеу түрінде алынды.

### **Қорғауға шығарылатын жұмыстың негізгі нәтижелері:**

- бастапқы шикізатты химиялық, минералогиялық, елеуіш және спектрлік талдау нәтижелері;

- термодинамикалық талдау нәтижелері және модификацияланған реагенттің тотыққан мыспен өзара әрекеттесуінің принципті мүмкіндігі;

- модификацияланған реагентпен тотыққан мыс кенін сульфидтеу нәтижелері;

- модификацияланған реагентпен тотыққан мыс кенін сульфидтеу және күкіртсіздендірілген кенді флотациялау жағдайларын оңтайландыру бойынша эксперименттердің нәтижелері.

### **Ғылыми-зерттеу жұмыстарын орындау орны.**

Жұмыс Қарағанды техникалық университетінің "Нанотехнология және металлургия" кафедрасында, Ж. Әбішев атындағы химия-металлургия институтының "Жоғары кремнийлі материалдар химиясы және технологиясы" зертханасында 2132/ГҚ "Модификацияланған реагентті пайдалана отырып, тотыққан мыс кендерін байытудың тиімді технологиясын әзірлеу" гранттық тақырыбын орындау шеңберінде (орындаушы) орындалды.

### **Докторанттың диссертацияны жазудағы қосқан жеке үлесі.**

Автор жұмыстың мақсатын анықтауға және зерттеу міндеттерін қоюға, сондай-ақ мақалалар мен тезистерді жазуға қатысты. Автордың өзі осы жұмыстың ғылыми жаңалығын да, жалпы жұмыстың практикалық құндылығын да анықтайтын ғылыми және практикалық нәтижелерінің негізгі бөлігін орындады. Бұдан басқа, модификацияланған реагентпен тотыққан мыс кенін сульфидтеу және флотациялау схемаларын әзірлеу жөніндегі қолданбалы

жұмыстардың барлық кешені автор орындаушы болып табылатын гранттық қаржыландыру жобалары шеңберінде орындалды.

**Жұмыстың апробациясы.**

Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері бойынша отандық және шетелдік басылымдарда 9 жұмыс жарияланды, оның ішінде:

- Халықаралық ғылыми журналдағы 1 мақала («Обогащение руд» (Ресей))
- процентиль 46;
- ҚР ҰӘҚ ғылым мен жоғары білім сапасын қамтамасыз ету Комитеті ұсынған ғылыми басылымдардағы 3 мақала ("ҚарМУ хабаршысы "Химия" сериясы" (Қарағанды, Қазақстан), "Минералды шикізатты кешенді пайдалану" (Алматы, Қазақстан), "Университет еңбектері" (Қарағанды, Қазақстан);
- халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда 4 баяндама;
- "Тотыққан мыс кенін байыту тәсілі" өнертабысына ҚР 1 патенті алынды.

**Диссертацияның құрылымы мен көлемі.** Диссертациялық жұмыс кіріспеден, 5 тараудан тұратын негізгі бөлімнен, қорытындыдан, қосымшадан тұрады. Диссертация көлемі машинкамен басылған мәтіннің 103 бетін құрайды, жұмыста 38 сурет, 36 кесте, 80 атауды қамтитын пайдаланылған дереккөздер тізімі бар.