

## АНДАТПА

диссертациялық жұмыстың тақырыбы бойынша:

### **«ӘР ТҮРЛІ РЕАГЕНТТЕРДІ ЖӘНЕ ТҮРЛІ ФИЗИКАЛЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРДІ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ АЛТЫНДЫ ҮЙІНДІ ШАЙМАЛАУ ПРОЦЕСІН ҚАРҚЫНДАТУ», философия докторы (PhD)**

дәрежесіне ұсынылған

6D070900 – «Металлургия» мамандығы  
**ЕСЕНҒАРАЕВ ЕРЛАН ҚАЙРАТҰЛЫ**

#### **Диссертациялық зерттеудің мақсаты.**

Диссертациялық жұмыстың мақсаты Сари-Гунай кен орнының тотыққан аз сульфидті кендерінен алтынды еріту және алу жылдамдығын арттыру үшін сутегі асқын тотығы мен натрий ацетатын пайдалану арқылы алтынды үйінді шаймалау процесін қарқындатудың ғылыми негіздемесі болып табылады.

#### **Зерттеу мақсаттары.**

Төменде берілген және осы диссертациялық жұмыста шешілген міндеттер, басқалармен логикалық байланыста және зерттеудің жалпы мақсатына жетуге бағытталған:

– Сари-Гунай кен орнының бастапқы алтыны бар рудасының технологиялық бағасын және оны үйінді шаймалау әдісімен өндеудің орындылығын жүргізу;

– патенттік-ақпараттық іздестіру және алтынды шаймалау процесін күшейтетін әртүрлі химиялық реагенттерді қолдану мүмкіндігі туралы әдебиеттерге талдау жүргізу;

– термодинамикалық талдау жүргізу, сульфидтердің тотығуы және ерімейтін қосылыстардың еруі үшін сутегі асқын тотығы мен натрий ацетатын таңдауды негіздеу;

– кенді өндеу әдісін және алтынды үйінді шаймалау процесіне реагенттердің әсер ету кинетикасын оқу;

– алтынды үйінді шаймалау шарттарын зерттеу;

– сульфидті аз алтын бар кенді өндеу технологиясын оқу;

– бөтелкеге арналған араластырғыш аппаратта, ультрадыбыстық сынамаларда және өнеркәсіптік қондырғыларды еліктейтін үйінді шаймалаудың үлкейтілген зертханалық аналогының бағаналық сынауында зертханалық сынақтар жүргізу;

– алтынды алу технологиясында жаңа реагенттерді пайдаланудың экономикалық бағасын орындау.

#### **Зерттеу әдістері.**

Диссертациялық жұмысты орындауда қолданылатын зерттеу мен талдаудың негізгі әдістеріне мыналар жатады:

– сутегі асқын тотығы мен натрий ацетаты арасындағы ықтимал әрекеттесу реакцияларының термодинамикалық сипаттамаларын есептеудегі

пассивтендіргіш қосылыстармен және алтын кенінің сульфидті минералдарымен, Outokumpu Technology Engineering Research компаниясының HSC Chemistry 8.0 термодинамикалық есептеу бағдарламалық құралы арқылы орындау;

– атомдық абсорбциялық спектроскопия көмегімен орындалатын үлгілер мен өнімді ерітінділердің элементтік құрамын химиялық талдау Квант-М (Ресей) үлгісіндегі құрылғыда, индуктивті байланысқан плазмасы бар атомдық эмиссиялық спектрометр Plasma Quant 9000 (Analytik Jena, Германия) және талдау-гравиметриялық әдіс;

– Cu-сәулеленуімен DRON-4 дифрактометрінде және графит монохроматорында орындалатын орта үлгілерінің рентгендік дифракциялық талдауы;

– ССК-4 цианид қышқылы детекторының көмегімен автоматты режимде жүзеге асырылатын ауа ортасының мониторингі;

- күнделікті қайталанатын өлшеу нәтижелерімен және жақсартылған өлшем дәлдігімен өлшеулердің ортасын рН мәнін өлшеу ион өлшегіш Inolab «рН-7110» көмегімен жүзеге асырылды.

Барлық зерттеулер аккредиттелген зертханаларда мемлекеттік метрологиялық тексеруден өткен әртүрлі аспаптар мен өлшем құралдарын қолдану арқылы жүргізілді.

### **Қорғаудың негізгі ережелері.**

Диссертациялық жұмысты қорғау үшін келесі ережелер қарастырылған:

- әдебиет деректерін талдау және патенттік-ақпараттық іздестіру нәтижелері, сутегі асқын тотығы және натрий ацетаты сияқты реагенттерді сульфидті минералдарды тотығу және еріту үшін реагент ретінде пайдалану мүмкіндігін негіздеу және шаймалау процесін қарқындату үшін ультрадыбыстық әсер ету;

- құрамында алтыны бар шикізатты цианидпен шаймалауда сутегі асқын тотығы мен натрий ацетатын пайдалану мүмкіндігін термодинамикалық талдау нәтижелері;

- сутегі асқын тотығы мен натрий ацетаты қатысында алтынды цианидті шаймалау процесінің кинетикалық зерттеулерінің нәтижелері;

- әртүрлі реагенттерді қолданумен және ультрадыбыстық әсерді бір мезгілде қолданумен жүргізілген бөтелке сынақтарының нәтижелері;

- сутегі асқын тотығы мен натрий ацетаты көмегімен алтынды үйінді шаймалау бойынша кешенді зертханалық зерттеулердің нәтижелері.

### **Зерттеудің негізгі нәтижелерінің сипаттамасы.**

Жұмыста натрий ацетатын сілтілі тотықтырғыш ортада сульфидті минералдар үшін еріткіш ретінде пайдалану мүмкіндігі ашылған. Бұл сульфидті минералдардың сутегі асқын тотығымен тотығу реакцияларымен және натрий ацетатымен әрекеттесуімен түсіндіріледі. Бұл алтын бетінің пассивациясын жояды - натрий ацетаты минералдармен әрекеттесу ерітін

металл ацетаттары (темір, қорғасын және т.б.) түзілуіне әкеледі. Сульфидтердің сутегі асқын тотығымен тотығуы және алтын бөлшектерінің бетін бөгеп тұратын минералдардың еруі алтынды натрий цианидімен шаймалаудың күшеюіне әкеледі.

#### **Алынған нәтижелердің жаңалығы мен маңыздылығын негіздеу.**

Тақырыптың жаңашылдығы сутегі асқын тотығы мен натрий ацетаты көмегімен алтынды цианидті үйінді шаймалау процесін қарқындату технологиясын әзірлеу.

Алынған негізгі нәтижелер:

1. Кеннің мөлшері -12+0 мм және одан жоғары кенді цианидпен шаймалау кезінде алтын алу процесін күшейту үшін сутегі асқын тотығын пайдалану мүмкіндігін дәлелдейтін бөтелкелік сынақтар жүргізілді. Натрий цианидінің жойылуын болдырмау және сілтілеу процесін күшейту үшін кенді сутегі асқын тотығы ерітіндісімен (0,5%) алдын ала өңдеу қажет.

2. Алғаш рет бөтелке сынауларында шаймалау цианидінің ерітіндісіне натрий ацетатын қосу сілтілеу процесін күшейтіп, алтынның алынуын жоғарылататыны анықталды.

3. Бөтелке сынақтарында алғаш рет ультрадыбыстық өндеудің алтынды қалпына келтіруге әсері зерттелді. Сонымен, натрий ацетаты қосылған 6 сағат бойы ультрадыбыстық әсер еткенде, реагенттерді қоспай жүргізілген сынақтармен салыстырғанда, алтын алу дәрежесі 2,96%, ал сутегі асқын тотығымен өңделген кезде - 0,97% артады.

4. Үйінді шаймалау шарттарын еліктейтін колонналық қондырғыдағы зерттеулер 0,5 кг/т мөлшерінде натрий ацетатын пайдалану құрамында алтыны бар руданы сілтілеу процесін күшейтетінін, бола тұра рудадан алтын алуды 4%-ке жоғарылайтынын анықтауға мүмкіндік берді.

Жұмыста натрий ацетаты мен сутегі асқын тотығын сілтілі тотықтырғыш ортада сульфидті минералдар үшін еріткіш ретінде пайдалану мүмкіндігі ашылған. Бұл сульфидті минералдардың сутегі асқын тотығымен тотығу реакцияларымен және натрий ацетатымен әрекеттесуімен түсіндіріледі. Натрий ацетаты рудалық минералдармен әрекеттескенде еритін металл ацетаттарының (темір, қорғасын және т.б.) түзілуіне әкеледі, бұл алтын бетінің пассивтенуін болдырмайды. Сульфидтердің тотығуы және алтын бөлшектерінің бетін сутегі асқын тотығымен жауып тұратын минералдардың еруі алтынды натрий цианидімен шаймалаудың қарқындатуына әкеледі.

#### **Ғылымның даму бағыттарына немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі.**

Ғылыми-зерттеу жұмысы «Қазақстан - 2050» Стратегиясында белгіленген халықаралық зерттеу жобаларына және Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» кафедрасының ғылыми-зерттеу жұмыстарының жоспарларына сәйкес орындалды. Диссертациялық жұмыс «Металлургия

және пайдалы қазбаларды байыту» кафедрасында, сондай-ақ Иран Ислам Республикасының «Zarkuh mining company» зертханасында («Eurasia metals company» бірлескен қазақстандық компаниясы) және РМК «Қазақстан Республикасының Минералды шикізатты кешенді қайта өңдеу жөніндегі ұлттық орталығының филиалы өнеркәсіптік экологияның мемлекеттік ғылыми-өндірістік бірлестігі «Казмеханобр» асыл металдар зертханасында орындалды.

### **Докторанттың әрбір басылымды дайындауға қосқан үлесін сипаттау.**

Докторанттың жеке қатысуы жұмыстың барлық кезеңдеріне тікелей қатысуанан тұрады:

- зерттеу тақырыбы бойынша зерттеу мақсаты мен нақты тапсырмаларды қою;

пассивтендіруші қосылыстармен және сульфидті минералдармен өзара әрекеттесуінің мүмкін болатын реакцияларының термодинамикалық талдауы;

– эксперименттер үшін материалдар мен үлгілерді дайындау, алынған бастапқы заттар мен өнімдерді талдау;

– зерттеу тақырыбы бойынша эксперименттер жүргізу, алынған мәліметтерді өңдеу және талдау;

– диссертация тақырыбы бойынша мақалалар жазу;

– зерттеу нәтижелерін жалпылау, қорытындылар мен ғылыми жаңалықтарды тұжырымдау.

Диссертациялық жұмыстың нәтижелері бойынша 8 баспа жұмыстары шығарылды, оның ішінде:

- Scopus ғылыми-метрикалық деректер базасына енгізілген нөлдік емес импакт - факторы бар басылымдағы бір мақала ;

- Қазақстан Республикасы Білім және Ғылым министрлігінің білім және ғылым сапасын қамтамасыз ету комитеті (ҚР БҒМ БҒССҚЕК) ұсынған журналдардағы үш мақала.

Негізгі ережелер мен нәтижелер халықаралық конференциялардың жинақтары мен материалдарында жарияланған:

– Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция «Табиғи және техногендік шикізатты өңдеудің гидрометаллургиялық процестерін қарқындету. Технологиялар мен жабдықтар», Санкт-Петербург, РФ, 2018 ж.

– «Индустрия 4.0 жағдайында минералды және техногендік шикізатты ұтымды пайдалану» халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция, Алматы, 2019 ж.

– «Минералды шикізатты кешенді өңдеудегі инновациялар» халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция, Алматы, 2018 ж.

Зерттеу нәтижесінде, Қазақстан Республикасының пайдалы модель патенті алынған.

### **Диссертацияның құрылымы мен көлемі.**

Диссертация кіріспеден, 5 тараудан, қорытындыдан және қосымшалардан тұрады. Жұмыс баспа мәтінінің 111 бетінде баяндалған, 26 кесте мен 43 суреттен тұрады. Пайдаланылған әдебиеттер тізімі 121 атаудан тұрады.