

## **АНДАТПА**

диссертациялық жұмыс тақырыбына:

### **«ХРОМИТ ЖӘНЕ МАРГАНЕЦ КЕНДЕРІН БАЙЫТУ ҚАЛДЫҚТАРЫН ҚАЙТА ӨНДЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ФЕРРОҚОРЫТПАЛАР ӨНДІРУ ҮШІН ОҚАТЫШТАР АЛУ»**

8D07204 – «Металлургиялық инженерия» мамандығы бойынша философия

докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған

**ТАСТАНОВА АЙША ЕРБУЛАТОВНА**

**Диссертациялық зерттеудің мақсаты** – стандартты маркалы ферроқорытпаларды өндіру үшін құрамдастырылған күйдірілген оқатыштар алу мақсатында қалдық хромит және марганец шламдарын байытудың біріктірілген технологиялық сызбанұсқаларын әзірлеу.

#### **Зерттеу міндеттері:**

- жарияланған ғылыми-техникалық еңбектер мен патенттік ақпаратқа сыни талдау жасап, хромит және марганец шикізатының техногендік қалдықтарын қайта өңдеудің технологиялық шешімдерін таңдаудағы зерттеу бағытын негіздеу;

- «ТНК «Қазхром» АҚ кәсіпорындарынан алынған қалдық хромит және марганец кендерін өңдеуден шыққан шламды ұнтақ қалдықтарының төл сынамаларына физика-химиялық зерттеулер жүргізу;

- хромит және марганец шлам қалдықтарын алдын ала түйіршік құрамдары бойынша бөлу нәтижесінің гравитациялық байытуға әсерін зерттеу;

- хромит шламдарын термиялық сульфат-аммонийлік сульфаттау процесін зерттеп, олардың химиялық байытуға әсерін анықтау;

- шикі хромит және марганец оқатыштарын күйдіру кезінде жаңа флюс компоненті ретінде табиғи темірлі диатомиттің әсерін зерттеу және олардың беріктік қасиеттеріне түрлі факторлардың ықпалын анықтау;

- құрамдастырылған күйдірілген хромит және марганец оқатыштарын балқытып, стандартты маркалы ферроқорытпалар алу процесін зерттеу;

- стандартты маркалы ферроқорытпалар алу үшін құрамдастырылған күйдірілген хромит және марганец оқатыштарын өндірудің техникалық-экономикалық бағасын жүргізу.

Жүргізілген зерттеулер негізінде қолданылған әдістемелер мен шешілген міндеттер осы диссертациялық жұмыстың жалпы мақсатына қол жеткізуге бағытталған.

#### **Зерттеу әдістері**

Диссертациялық жұмысты орындауда қолданылған негізгі зерттеу және талдау әдістері мыналар болып табылады:

- ғылыми-техникалық және патенттік әдебиеттерге сыни талдау;
- қазіргі заманғы физика-химиялық талдау әдістерінің кешені, атап айтқанда:

1. «Bruker D8 Advance» аспабында мыс сәулеленуімен 35 кВ жеделдеткіш кернеуде, 25 мА токта рентгенофазалық талдау;

2. PANalytical B.V. (Голландия) фирмасының Venus 200 толқындық дисперсиялы спектрометрінде рентгенофлуоресценттік талдау;

3. қатты үлгілер мен ерітінділердің химиялық талдауы PerkinElmer (АҚШ) компаниясының Optima 2000 DV индуктивті байланысқан плазмалы оптикалық эмиссиялық спектрометрінде орындалды;

4. қатты үлгілердің беткі элементтік және фазалық құрамын карталау JEOL (Жапония) фирмасының JXA-8230 электронды-зондтық микроанализаторында зерттелді;

5. шикі оқатыш қоспаларының термогравиметриялық талдауы STA 449 F3 Jupiter синхронды термиялық талдау құралында жүргізілді;

- құрамдастырылған хромит және марганец оқатыштарының негізгі компоненттерінің карботермиялық қалпына келу жағдайларындағы термодинамикалық есептеулер Outocumpru компаниясының HSC Chemistry 5 бағдарламалық кешенінде жүргізілді.

**Қорғауға шығарылатын негізгі ережелер (дәлелденген ғылыми гипотезалар және жаңа білім болып табылатын қорытындылар):**

- «ТНК «Қазхром» АҚ кәсіпорындарының хромит және марганец кендерін байытудан алынған ұнтақ шлам қалдықтарының төл сынамаларына физика-химиялық зерттеулер нәтижелері;

- хромит және марганец шлам қалдықтарын байытудың түрлі құрамдастырылған сызбанұсқалары нәтижесінде алынған стандартты ферроқорытпалар өндіруге жарамды кондициялық концентраттар;

- Ақтөбе облысы Жалпақ кен орнының табиғи темірлі диатомитін жаңа флюс компоненті ретінде қолданып, құрамдастырылған күйдірілген хромит және марганец оқатыштарын синтездеу нәтижелері;

- күйдірілген құрамдастырылған хромит және марганец оқатыштарындағы хром мен марганецтің карботермиялық қалпына келуінің термодинамикалық есептеулері;

- құрамдастырылған күйдірілген хромит және марганец оқатыштарын балқытып ферроқорытпалар алу нәтижелері;

- шлам қалдықтарын байыту арқылы алынған концентраттардан жасалған хромит және марганец оқатыштарын өндірудің техникалық-экономикалық бағалау нәтижелері.

**Зерттеу нысаны** – хромит және марганец кендерін байытудан шыққан ұнтақ шлам қалдықтары.

**Зерттеу нәтижелерінің негізгі мазмұны**

Диссертациялық жұмыстың бірінші бөлімінде әлемдік және Қазақстандағы хром және марганец ферроқорытпалары өндірісінің қазіргі жағдайы сипатталып, оның даму перспективалары қарастырылған. «ТНК «Қазхром» АҚ-ның жұмыс істеп тұрған байыту комбинаттарында хромит және марганец кендерін

гравитациялық байыту кезінде жиналған техногендік минералдық түзілімдерге жалпы сипаттама берілген. Ғылыми-техникалық және патенттік әдебиеттерге талдау жасау негізінде хромит және марганец шлам қалдықтарын қайта өңдеу технологиялық шешімдерінің жолдары ұсынылды.

Екінші бөлімде «ТНК Қазхром» АҚ-ның Донской және Жәйрем байыту комбинаттарынан алынған хромит және марганец шлам қалдықтарының төл сынамаларының химиялық, гранулометриялық және фазалық құрамы зерттелді. Гранулометриялық, рентгенофлуоресценттік және рентгенофазалық әдістермен хром мен марганец оксидтерінің бөлшек кластар бойынша таралу заңдылықтары анықталды.

Үшінші бөлімде хромит және марганец шлам қалдықтарын әртүрлі комбинациялармен байытып, кондициялық концентраттар алу нәтижелері көрсетілген. Алдын ала түйіршік кластарға бөлу арқылы гравитациялық байыту тиімділігі артып, хром мен марганецтің сквозное шығымы 8-10 %-ға артқаны анықталды. Ақтөбе облысы Жалпақ кен орнынан алынған темірлі диатомит жаңа әмбебап флюс компоненті ретінде қолданылды. Қоспа құрамына 4-10 % темірлі диатомит, 5 % кальций құрамдас компоненттер, 1,5-3 % кокс ұнтағы және кондициялық концентраттар енгізілді. Күйдіру кезінде 1000 °С-тан жоғары температурада  $\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$  (геденбергит) ферросиликокальций байланыстырғышының түзілуі байқалды, бұл оқатыштардың беріктігін арттырып, агломерация температурасын 100-120 °С төмендетті.

Төртінші бөлімде құрамдастырылған оқатыштардағы компоненттердің карботермиялық қалпына келуінің термодинамикалық есептері берілген. Жүргізілген тәжірибелерде хром мен марганец оксидтерінің жоғары дәрежеде қалпына келуі ферроқорытпа өндірісінде қолдануға қолайлы екендігін растады.

Бесінші бөлімде зертханалық және үлкейтілген зертханалық зерттеулер негізінде аппараттық-технологиялық сызбанұсқалар жасалды және техникалық-экономикалық бағалау жүргізілді. Ең тиімді нұсқа – гравитациялық байыту арқылы алынған хромит оқатыштарын өндіру болып табылады. Бұл нұсқа бойынша NPV шамамен 660 млн теңге, IRR шамамен 47 %, ал өзін-өзі ақтау мерзімі – 2 жыл 10 ай.

**Алынған нәтижелердің жаңалығы мен маңыздылығын негіздеу.**

**Тақырыптың жаңалығы** хромит және марганец кендерін байыту қалдықтарын қайта өңдеу арқылы стандартты маркалы ферроқорытпаларды балқытуға жарамды құрамдастырылған күйдірілген берік оқатыштар алу технологиясын әзірлеуде жатыр. Алдын ала тар түйіршік кластарға бөлу арқылы ұнтақ қалдық хромит және марганец шламдарын гравитациялық байыту кезінде хром мен марганецтің сквозное шығымын арттыру жөнінде жаңа мәліметтер алынды;

**Жаңа флюс материалы** – табиғи диатомитті пайдалана отырып алынған құрамдастырылған хромит және марганец оқатыштарының термиялық синтезі

кезінде фазалық түрленулер анықталды және олардың балқуы барысында түзілетін ферроқорытпалар мен қождардың құрылымы сипатталды.

**Алынған нәтижелердің маңыздылығы** – хромит және марганец кендерін байытудан шыққан шлам қалдықтары сияқты техногендік минералдық түзілімдерді өндірістік циклге тарту арқылы кен кәсіпорындарының пайдалану мерзімін ұзарту, олардың техникалық-экономикалық көрсеткіштерін арттыру және өндірістің экологиялық мәселелерін шешуге ықпал етуінде.

### **Ғылымды дамыту бағыттарына сәйкестігі**

Тақырып «Табиғи, соның ішінде су ресурстарын, геологияны, қайта өңдеуді, жаңа материалдар мен технологияларды, қауіпсіз бұйымдар мен конструкцияларды ұтымды пайдалану» басым бағытына және «Минералдық шикізатты кешенді және қалдықсыз пайдалану» кіші басымдығына сәйкес келеді.

Жұмыс ҚР БҒМ Ғылым комитетінің гранттық қаржыландыру жобалары аясында орындалды:

- «Ұсақ хромит концентратынан берік хром оқатыштарын алу технологиясын әзірлеу және оларды феррохромға балқыту» (№ АР08856229, 2019-2022 жж.);
- «Ферросиликомарганец және жоғары көміртекті ферромарганец өндіру үшін марганец оқатыштарын алу технологиясын әзірлеу» (№ АР09258880, 2020-2023 жж.);
- «Жоғары көміртекті феррохром алу үшін хромит шламынан оқатыштар алу технологиясын жетілдіру» (№ АР09259594, 2020-2023 жж.).

**Автордың жеке үлесі** – бастапқы төл сынамаларды физика-химиялық зерттеу, зертханалық тәжірибелер жүргізу, әдістемелерді әзірлеу, үлкейтілген зертханалық сынақтарға қатысу, нәтижелерді талдау және оларды жарияланымдар мен халықаралық конференцияларда баяндамалар түрінде рәсімдеу.

Диссертациялық жұмыс материалдары бойынша автордың тікелей қатысуымен 14 мақала жарық көрді, оның ішінде 8 мақала Scopus/Web of Science базасына кіретін халықаралық рецензияланған ғылыми журналдарда, 2 мақала басқа ғылыми журналдарда және 4 баяндама халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда ұсынылған.