

**Есенгалиев Даурен Амангельдиевичтің**  
6D070900 – «Металлургия» мамандығы бойынша философия докторы (PhD)  
дәрежесін алу үшін диссертацияға

## АҢДАТПА

**Жоғары негізді марганец кендері мен арнайы кешенді қорытпаларды қолдану арқылы тазартылған ферромарганец балқыту технологиясын жасау**

**Зерттеудің өзектілігі.** Шет елдерде өндірілетін тазартылған ферромарганецті металлотермиялық технологиямен балқытудың бірқатар кемшіліктермен сипатталатындығын дәлелдейді: марганецтің қождармен жоғалуы, атап айтқанда, қождың силикатты ыдырауына бейімділігі, қорытпадағы көміртегі мөлшерінің жоғары болуы, шикіқұрам материалдар мен меншікті электр энергия коэффициенттерінің жоғары шығыны. Сонымен қоса, тазартылған ферромарганецті балқытуда жоғары сапалы тотықты марганец кендерді қолдануды қажет етеді.

Проблеманың өзектілігі бай марганец кендерін пайдалану және соңғы қождардың силикаттың ыдырауының алдын алу мәселелерін шешумен қатар технико-экономикалық көрсеткіштерді жақсартуға ықпал ететін теориялық және технологиялық негіздерді жасау арқылы ферромарганецтің тазартылған сорттарын алу технологиясын жетілдіру қажеттілігінде.

**Жұмыстың мақсаты** - жоғары негізді марганец кендерінен және арнайы кешенді ферроқорытпалардан тазартылған ферромарганецті балқыту технологиясын жасау.

**Зерттеудің міндеттері:**

- тазартылған ферромарганец өндірісінің қождарын көпкомпонентті  $MnO-CaO-Al_2O_3-SiO_2$  оксидті жүйесін сипаттайтын композициялардың аймақтарын құру үшін фазалық құрылымының заңдылықтарын зерттеу;
- электротермиялық тазартылған ферромарганец кезінде марганецтің тотықсыздану үрдісін бағалау үшін термодинамикалық есептеулер жүргізу;
- марганец кенінің кремнийлі және кремний-алюминий тотықсыздандырғыштармен әрекеттесу кинетикасын зерттеу;
- зертханалық индукциялық пеште тазартылған ферромарганецті өндіру процесін эксперименттік модельдеу;
- алынған қождардың физикалық қасиеттерін эксперименттік зерттеу;
- ферромарганецтің тазартылған маркаларын балқыту технологиясын әзірлеу және ірі зертханалық зертеулер жүргізу;

**Ғылыми жаңалығы:**

- төрт компонентті оксид жүйесінің  $MnO-CaO-Al_2O_3-SiO_2$  фазалық құрамы нақтыланды, зерттелді және осы жүйенің барлық элементарлы тетраэдралары үшін фазалық құрылымның математикалық моделі құрылды;

-  $MnO-CaO-Al_2O_3-SiO_2$  жүйесіндегі фазалардың кристалдану аймағы алюминосиликомарганецтің (АМС) күрделі қорытпасын қолдану кезінде  $C_2S-C_2AS-M-M_2S$  квази жүйесіне ауысатындығы анықталды;

- изотермиялық емес кинетика әдістерін қолдана отырып эксперименттік мәліметтер алынды және ферромарганецтің электротермиясы кезінде әр түрлі тотықсыздандырғыштармен, соның ішінде кешенді қорытпа АМС-пен зерттеу барысында жүретін белсенді энергия есептелді;

- тәжірибелі түрде тазартылған ферромарганецті индукциялық тигель пешінде жоғары негізді марганец кендерімен тотықсыздандырғыш ретінде кремний-алюминий ферроқорытпаларын қолдану арқылы балқыту үрдісінің мүмкіндігі көрсетілген;

- балқытылған қож құрамында алюминий тотығының 10%-ға дейін жоғарлауы, термофизикалық қасиеттерді жақсаруына оңтайлы әсерін тигізді, бұл кремний-алюминий тотықсыздандырғышты қолданудың тиімділігін дәлелдейді;

- тазартылған ферромарганецті балқытуда тотықсыздандырғыш ретінде АМС кешенді қорытпасын қолдану арқылы балқытылған кождардың минералогиялық құрамына геленит, ларнит және манганозит кіретіндігі анықталды;

- ірі зертханалық сынақтар нәтижесінде кешенді қорытпа АМС-ті қолдану арқылы ферроқорытпалар электротермиясында қолданудың принципіалды мүмкіндігін көрсетті.

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

- соңғы кождардың силикаттық ыдырау проблемасы шешімінің принципіалды мүмкіндігі көрсетілді және ферросиликомарганецті күрделі қорытпа АМС-пен алмастыру арқылы тазартылған ферромарганец өндірісінің техникалық-экономикалық көрсеткіштері жақсартылды;

- тазартылған ферромарганецті «Үшқатын III» кен орнының жоғары негізді марганец кендерін және АМС қорытпасының құрамын модельдеуші кешенді кремний-алюминий тотықсыздандырғыштарды қолдана отырып, қуаттылығы 100 кВ·А болатын рафинирлеуші типтегі кентотықсыздандырғыш пеште балқыту үрдісі жүргізілді. Тазартылған ферромарганецті ұсынылған технология бойынша балқыту технологиясын АҚ «ТҰК«Казхром» Ақтөбе ферроқорытпа зауытының балқыту цехтарында енгізу ұсынылды. Орындалған теориялық және эксперименттік зерттеулердің нәтижелері ҚарТУ (Қарағанды қ.) оқу үрдісіне енгізіліп, 5В070900 «Металлургия» және 6М070900 «Металлургия» мамандықтарының бакалаврлары мен магистрлерін дайындауда қолданылады.

#### **Қорғауға ұсынылған жұмыстың негізгі ережелері:**

- төрт компонентті оксид жүйесінің  $MnO-CaO-Al_2O_3-SiO_2$  фазалық құрамының диаграммасы және оның математикалық моделі;

- «Terra» бағдарламалық кешенін қолдану арқылы технологиялық процестерді термодинамикалық модельдеу нәтижелері;

- тазартылған ферромарганецті балқыту кезінде қолданылатын шикіқұрам материалдарының физико-химиялық қасиеттерін анықтау үшін

петрографиялық, дифференциалды жылулық, рентгендік спектрлік анализ нәтижелері;

- «Үшқатын III» кен орнынан жоғары марганец кендері мен тотықсыздандырғыш ретінде АМС қорытпасын қолдану арқылы ферромарганецтің тазартылған сорттарын алу үшін зертханалық және жартылай өндірістік тәжірибелердің нәтижелері;

- тазартылған ферромарганецті балқыту процесінің технологиялық параметрлерін анықтау үшін эксперименттік қождардың электрофизикалық қасиеттерінің нәтижелері (тұтқырлығы, кристалданудың басталу температурасы және электр өткізгіштігі);

- тазартылған ферромарганец өндірісіндегі тәжірибелік қождардың минералогиялық құрамын анықтау үшін рентгендік фаза мен микроқұрылымдық талдаулардың нәтижелері.

Жұмыс Қарағанды техникалық университетінің «Нанотехнологиялар және металлургия» кафедрасында және Ж.Әбішев атындағы Химия-металлургия институтының пирометаллургиялық үрдістер зертханасында 2017-2019 жылдарға арналған гранттық жоба АҚ «Ғылым қоры» аясындағы тақырыпқа: «Ферромарганецтің тазартылған сорттарын өндіруді ұйымдастыру» жүргізілді.

**Жұмыс апробациясы.** Диссертацияның негізгі ғылыми нәтижелері таяу-алыс шетелдерде 11 мақалада жарияланған. ҚР БҒМ БҒ СБК ұсынылған баспаларды 4 мақала (2 мақала - «Университет еңбектері», Қарағанды, Қазақстан, 1 мақала «ПМУ хабаршысы», Павлодар, Қазақстан және «ҚазҰТЗУ хабаршысы» 1 мақала Алматы, Қазақстан) және Scopus базасына кіретін журналдарда 2 мақала - «Известия высших учебных заведений, Черная металлургия», (МИСиС, Мәскеу, Ресей) және «Metalurgija» (Загреб, Хорватия), сонымен қатар «Төмен көміртекті ферромарганецті индукциялық пеште балқыту әдісіне» ҚР патенті алынды. Диссертациялық жұмыстың негізгі тұстары 5 халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда талқыланды.

**Диссертация құрылымы мен көлемі:** Диссертациялық жұмыс мазмұннан, кіріспіден, негізгі 5 бөлімнен, қорытындыдан және 4 қосымшадан тұрады. Диссертация көлемі 111 беттен, 34 суреттен, 40 кестеден, 83 пайданылған әдебиеттер тізімінен құралған.