

АЙТКЕНОВ НУРБЕК БОЛАТОВИЧТИҢ
6D070900 – «Металлургия» мамандығы бойынша
философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған
**«МЕТАЛДАНДЫРЫЛҒАН ӨНІМДІ АЛА ОТЫРЫП, КОНВЕРТЕРЛІК
ШЛАМ МЕН ШЛАК ҚОСПАСЫН ҚАЙТА ӨНДЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН
ӘЗІРЛЕУ»:**

тақырыбындағы диссертациялық жұмысының
АҢДАТПАСЫ

Диссертациялық жұмыстың мақсаты болат қорытпаларын алу мақсатында «АрселорМиттал Теміртау» АҚ темір құрамды конвертерлік шлактар мен шламды қайта өңдеудің технологиясын әзірлеу

Зерттеу міндеттері

– «АрселорМиттал Теміртау» АҚ темір құрамды конвертерлік шлак және шламдарының химиялық және фазалық құрамын анықтау;

– HSC Chemistry (Outokumpu, Финляндия) бағдарламалық кешенінің equilibrium Compositions модулін қолданумен конвертерлік шлак пен шлам құрамына кіретін металдардың және зиянды қоспалардың қатты көміртегімен тікелей тотықсыздану мүмкіндіктерін бағалау;

– темір кенді шикізатын металдандыру процесінде көміртекті тотықсыздандырғыштардың әртүрлі түрлерінің (көмір шламы, көмір) тотықсыздандыру қасиеттерін зерттеу;

– кен көмірлі шикізатын металдандыру және металдандырылған өнімдерден темір қорытпаларын балқыту процестерін зерттеу;

– темір құрамды қорытпа алу мақсатында «АрселорМиттал Теміртау» АҚ темір құрамды конвертерлік шлак пен шламды қайта өңдеудің технологиялық сұлбасын әзірлеу;

– «АрселорМиттал Теміртау» АҚ темір құрамды конвертерлік шлак және шламдарын темір құрамды қорытпа алумен қайта өңдеудің зертханалық сынақтарын жүргізу.

Зерттеу әдістері

Диссертациялық жұмысты орындау барысында қолданылатын зерттеулер мен талдаулардың негізгі әдістеріне мыналар жатады:

– патенттік-ақпараттық көздерді сыни талдау;

– темір құрамды қалдықтарды пирометаллургиялық өңдеу экспериментін ықтималдық-детерминирленген әдіспен жоспарлау;

– профессор В.П. Малышев әдісінің көмегімен қатты фазалы тотықсыздану кезінде конвертерлік шлам және шлак қоспасын металдандыру процесін математикалық жоспарлау.

– HSC Chemistry (Outokumpu, Финляндия) бағдарламалық жасақтамасын пайдаланумен тотықсыздандыру процестеріне термодинамикалық есептеулер жүргізу;

– металдандырылған брикеттер алумен СУОЛ-0,44/12-М2-У4 электрпешінде брикеттерді қатты фазалық тотықсыздандыру;

– Тамман электрпешінде және GW-MF-25 индукциялық пеште темір құрамды қорытпалар балқыту.

Бастапқы шихта материалдарының фазалық құрамдары мен құрылымын зерттеу және талдау үшін пайдаланылды:

– ДФС-71 вакуумды көп каналдық эмиссиялық спектрометрі;

– PANalytical фирмасының 2 сериялы Empyrean рентгендік дифрактометрі;

– өрістік эмиссиясы бар катодты FEG SEM (TESCAN MIRA3) сканерлейтін электронды микроскобы;

– ТГА/ДСК2 (МЕТТЛЕР ТОЛЕДО, Швейцария) дифференциалды сканерлеуші калориметрі.

Қорғауға ұсынылатын негізгі ережелер (дәлелденген ғылыми гипотезалар және жаңа білім болып табылатын басқа да тұжырымдар)

– «АрселорМиттал Теміртау» АҚ темір құрамды конвертерлік шлак және шламдарының химиялық және фазалық құрамын анықтаудың нәтижелері;

– HSC Chemistry бағдарламалық қамтамасыз ету көмегімен конвертерлік шлак пен шлам құрамына кіретін металдардың және зиянды қоспалардың қатты көміртегімен тікелей тотықсыздану мүмкіндіктерін бағалау нәтижелері;

– темір кенді шикізатын металдандыру процесінде көміртекті тотықсыздандырғыштардың әртүрлі түрлерінің (көмір шламы, көмір) тотықсыздану қасиеттерін зерттеу нәтижелері;

– металдандырылған өнімдерден темір қорытпаларын балқыту процестерін зерттеу нәтижелері;

– темір құрамды қорытпа алу мақсатында «АрселорМиттал Теміртау» АҚ темір құрамды конвертерлік шлак пен шламды қайта өңдеудің технологиялық сұлбасы әзірленді;

– «АрселорМиттал Теміртау» АҚ темір құрамды конвертерлік шлак және шламдарын темір құрамды қорытпа алумен қайта өңдеудің зертханалық сынақтарын жүргізу нәтижелері.

Зерттеудің негізгі нәтижелерінің сипаттамасы

Теориялық және эксперименттік зерттеулер нәтижесінде:

– физикалық-химиялық талдауы бойынша конвертерлік шлам темір құрамды бай шикізат болып табылады. Темір негізінен тотықтар түрінде болады ($\approx 70\%$). Темірдің бір бөлігі $Fe_{мет} \approx 4,6\%$ болады. Сонымен қатар, шламда тотықтар түрінде марганец ($\approx 5\%$) және 13% дейін CaO болады. Фосфор мен күкірттің мөлшері сәйкесінше $\approx 0,3\%$ және $0,4\%$ құрайды.

– физика-химиялық талдау нәтижелері бойынша конвертерлік шлак салыстырмалы темір құрамды төмен шикізат болып табылады. Темір негізінен тотықтар түрінде болады ($\approx 15\%$), темірдің $Fe_{жалпы} \approx 21\%$. Сонымен қатар, конвертерлік шлак құрамында тотықтар түрінде $Mn \approx 5\%$ және $CaO 45\%$ дейін болады. Фосфор мен күкірт мөлшері сәйкесінше $\approx 1,497\%$ және $0,156\%$ құрайды.

– шикізат құрамын анықтауға жүргізілген зерттеу бойынша конвертерлік шлак және шлам қоспасының компоненттерінің оңтайлы құрамы, шихтада

шлам/шлак 90/10 қатынасынан төмен болғанда, металдандыру дәрежесі 80% аспайды, бұл бастапқы темір мөлшерінің төмен болуымен байланысты екендігі анықталды.

– термодинамикалық көрсеткіштерді алдын ала бағалау, гематиттің қатты көміртегімен тікелей тотықсыздануы реакциясы теориялық түрде 400 °С температурада жүруі мүмкіндігін көрсетті. Реакция восстановления гематиттің көміртегі тотығымен тотықсыздануы реакциясы теориялық түрде 0 °С кезінде мүмкін.

Магнетиттің қатты көміртегімен тотықсыздануы теориялық түрде 700 °С температурада мүмкін. Магнетиттің көміртегі тотығымен тотықсыздануы реакциясы теориялық түрде 600 °С мүмкін.

Темір тотығының көміртегімен тотықсыздануы реакциясы теориялық түрде 800 °С мүмкін. Темір тотығының көміртегі тотығымен тотықсыздануы реакциясы теориялық түрде 0 °С-тан мүмкін.

Фосфор $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ қосылысы түрінде 1200°С жоғары температурада тотықсыздана бастайды. Күкірт (СаО) кальций тотығымен СаS түрінде толықтай берік байланысқан, оның ішінде тотықсыздандыруға балқытқан кезде күкірт тотықсыздануға ұшырамайды. Осылайша 1100 °С дейін қыздырғанда темірдің толық қатты фазалық тотықсыздануы мүмкін, күкірт пен фосфордың тотықсыздануынсыз.

– конвертерлік шлак және шлам құрамына кіретін металдың қатты көміртегімен тікелей тотықсыздану мүмкіндігіне жүргізілген бағалау және темір кенді шикізатты металдандыру процесінде көміртекті әртүрлі тотықсыздандырғыштардың (көмір шламы, көмір) тотықсыздандыру қасиеттерін зерттеу, көмір шламының көмір құрамды тотықсыздандырғыш ретінде алдын ала байытудан кейін қолданылуы мүмкін болатынын көрсетті. Көмір шламын тотықсыздандырғыш ретінде пайдаланған кезде темірдің тотықсыздануы= 99% қол жеткізілді. Ең оңтайлы тотықсыздандыру қасиеттері күйдірілмеген Шұбаркөл көмірінде болады. Күйдірілмеген Шұбаркөл көмірін көміртек құрамды тотықсыздандырғыш ретінде пайдаланғанда темірдің тотықсыздану дәрежесі 99,6% жетті.

– металдандырылған брикеттер мен шекемтастарды зертханалық балқытуды жүргізу нәтижесі оларды болат балқытқанда шихтаның металл бөлігін алмастырушы ретінде қолданудың мүмкіндігін растайды. Индукциялық пеште металдандырылған брикеттерді балқытқанда жарамды металл шығымы 92,0 % құрайды. Күкірт пен фосфор сияқты зиянды қоспалар мөлшері сапалы болаттың техникалық талаптарына сай келеді.

Тәжірибелік зерттеу нәтижелері негізінде темір құрамды қорытпаларды алумен «АрселорМиттал Теміртау» АҚ темір құрамды конвертерлік шлактары мен шламдарын қайта өңдеудің технологиялық сұлбасы әзірленді.

Алынған нәтижелердің жаңалығы мен маңыздылығын негіздеу

Ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізу қажеттілігі Қазақстан Республикасының аумағында жинақталған және жаңадан түзілетін қара металлургияның техногендік қалдықтарының үлкен көлемімен байланысты. Бұл бағыттағы жаңа тәсілдер қоршаған ортаға жүктемені азайтып, экономикалық негіздемеге ие болуы керек.

Конвертерлік шлам, шлак сияқты техногендік қалдықтардан көмір шламдарын және күйдірілмеген Шұбаркөл көмірін пайдаланумен алынған металдандырылған өнімдерден болатты балқыту технологиясын әзірлеу кезінде технологиялық процестің оңтайлы параметрлері анықталды. Технологияны әзірлеу металл сынықтарының тапшылығын азайтуға, шикізат базасын кеңейтуге, түсті металл қоспаларын азайту арқылы сапалы өнім алуға мүмкіндік береді.

Ғылыми даму бағыттарына немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі

Диссертациялық жұмыс «Қазақстан-2050» Стратегиясын, Тұңғыш Президенттің 2017 жылғы 31 қаңтардағы «Қазақстанның Үшінші жаңғыруы: жаһандық бәсекеге қабілеттілік» атты Жолдауын іске асыруға бағытталған.

Докторанттың әрбір жарияланымды дайындауға қосқан үлесінің сипаттамасы

Автордың жеке үлесі диссертациялық жұмыста баяндалған теориялық және эксперименттік зерттеулердің негізгі көлемін, оның ішінде эксперименттік зерттеулердің теориялық модельдерін, әдістемелерін әзірлеуді, зерттеулер жүргізуді, нәтижелерді жарияланымдар мен ғылыми баяндамалар түрінде талдауды және ресімдеуді орындау болып табылады.

Диссертациялық жұмыс тақырыбы бойынша 4 ғылыми жұмыс, оның ішінде: 2 (екі) мақала Science Citation Index Expanded Web of Science (Clarivate Analytics) базасында және Scopus (Elsevier) базасында CiteScore бойынша индекстелетін диссертация тақырыбының ғылыми бағыты бойынша рецензияланатын ғылыми басылымдарда, 3 (үш) мақала БҒССҚЕК ұсынған металлургия саласындағы отандық басылымда жарияланды.

Диссертация тақырыбы бойынша Web of Science (Clarivate Analytics) индекстелетін деректер базасында және Scopus (Elsevier) базасында CiteScore бойынша процентилі бар рецензияланатын ғылыми басылымдардағы негізгі жарияланымдары туралы мәліметтер:

1. Tleugabulov S.M., Nurumgaliev A.Kh., Koishina G. M. and Aitkenov N. B. Steel Production from Metal-Bearing Waste Steel in Translation, 2019, Vol. 49, No. 3, pp. 217–221. © Allerton Press, Inc., 2019. Russian Text © The Author(s), 2019, published in Stal', 2019, No. 3, pp. 65–69.

2. Tleubagulov S.M., Aitkenov N.B., Koishina G.M. and Tazhiev E.B. Technology Production of Ore Coal Pellets from Converter-Coal Slag Mix and Reduction Smelting of Steel. Steel in Translation, 2021, Vol. 51, No. 1, pp. 65–67. © Allerton Press, Inc., 2021. Russian Text © The Author(s), 2021, published in Stal', 2021, No. 1, pp. 78–80.

Диссертация тақырыбы бойынша отандық басылымдарда, металлургия саласындағы ғылыми журналдарда жарияланымдары туралы мәліметтер:

1. Pleugabulov S.M., Velichko A.G., Aytkenov N.B., Zhabalova G.G., Ulyeva G.A. Metallurgicheskaya pererabotka konverternogo shlaka [Metallurgical processing of converter slag]. Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a. = Complex Use of Mineral Resources = Mineraldik Shikisattardy Keshendi Paidalanu. - 2021. № 2 (317), pp. 40-49. (In Rus.).

2. Айткенов Н.Б., Смаилов С.А., Жабалова Г.Г., Монголхан О. Металлургия өндірісінің құрамында темір бар қалдықтарынан металданған өнімді алу// Университет еңбектері №4 (87) • 2022 80- 85 бет

3. Aitkenov N., Smailov S., Zhabalova G., Aitbayev N. Analysis of different types of carbonaceous reductants and methods of slag and sludge recovery at converter production// Университет еңбектері №1 (90) • 2023 73-78 бет.

Халықаралық және республикалық ғылыми-практикалық конференциялардағы диссертациялық жұмыстың нәтижелері бойынша талқыланған баяндамалары туралы мәліметтер:

1. Айткенов Н.Б. Металлургиялық өндіріс қалдықтарынан металл алу үрдістерін зерттеу/«Цифрлық трансформация жағдайында зияткерлік капиталды қалыптастыру: тәжірибе, сын-тегеуріндер, перспективалар» Халықаралық ғылыми-практикалық онлайн конференциясы еңбектері, 2 б. 14 –15 жетоқсан 2022. ҚР. Қарағанды қ.:ҚарТУ. 2022, 27-29 б.