

«8D07202 – Металлургия» мамандығы бойынша философия докторы (PhD)
дәрежесін алуға ұсынылған

УТЕГЕНОВА МЕРУЕРТ ЕРКИНОВНАНЫҢ
«МЕТАЛЛУРГИЯ САЛАСЫНЫҢ ОРНЫҚТЫ ДАМУЫНА ӨТУ
ЖАҒДАЙЫНДА ҚОРҒАСЫН ЖӘНЕ МЫС ӨНДІРІСТЕРІНІҢ
МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ҚОЖДАРЫН ҚАЙТА ӨНДЕУ»

тақырыбындағы диссертациялық жұмысының аннотациясы

Диссертациялық жұмыстың мақсаты қорғасын және мыс өндірістерінің металлургиялық қождарын кешенді қайта өңдеуді оңтайландыруға бағытталған, оның ішінде бағалы компоненттердің (Pb, Cu, Zn) қалдық шоғырлануын толық өндіруді және кейіннен металлургия саласының орнықты дамуына көшу үшін көп мақсатты жаңа қыш материалдарды синтездеуде қож қалдығын пайдалануды көздейтін технологияны әзірлеу.

Зерттеу міндеттері:

- айналмалы экономика тұжырымдамасы және металлургия саласының орнықты дамуына көшу шеңберінде металлургиялық қождарды қайта өңдеудің қазіргі жағдайы мен перспективалары туралы әдеби деректерге талдау жүргізу;
- табиғи алюмосиликаттармен қоспада қыш материалдар синтезіне металлургиялық қождарды тарту мүмкіндігін бағалау үшін Шығыс Қазақстан кәсіпорындарының мыс және қорғасын өндірістерінің металлургиялық қождарының құрамы мен құрылымына зерттеу жүргізу;
- ауыр түсті металдардың (Pb, Cu, Zn) қалдық мөлшерін алу үшін металлургиялық қождарды гидрометаллургиялық өңдеудің зертханалық тәжірибелерін жүргізу;
- ұтақты металлургия әдістерімен көп мақсатты жаңа қыш материалдарды алу үшін құрамында қож бар шикіқұрамның құрамын (гидрометаллургиялық өңдеуден кейінгі қож қалдығы негізінде) әзірлеу;
- әр түрлі конфигурациядағы (түйіршіктер, таблеткалар, блоктар және т. б. түрінде) берілген қасиеттері бар көп мақсатты жаңа қожды қыш материалдардың тәжірибелік партиясын жасау;
- алынған қожы бар қыш материалдардың беріктік сипаттамаларын анықтау үшін пилоттық сынақтар жүргізу;
- әр түрлі көрсеткіштердің әсерін бағалау және жаңа қожды қыш материалдарды синтездеу процесінің жекелеген кезеңдерін визуализациялау үшін цифрлық технологияларды қолдану;
- алынған қожы бар қыш материалдарды экологиялық катализде сынақтан өткізу;
- катализаторларды және/немесе катализаторларды тасымалдаушылардың мысалында металлургиялық қождарды кешенді өңдеудің әзірленген технологиясын алдын ала техникалық-экономикалық бағалауды орындау.

Зерттеу объектісі - Шығыс Қазақстан облысының қорғасын және мыс өндірістерінің металлургиялық қождары.

Зерттеу әдістері Metallургиялық қождар мен табиғи шикізат қоспасынан композициялық материалдар өндіру технологиясын құру бойынша зерттеулер жүргізу үшін пайдаланылды:

- физико-химиялық әдiстер кешені (XRD, TGA / DTA, OM, SEM);
- Термодинамикалық реакцияларды есептеу және metallургиялық процестердің диаграммаларын құру үшін HSC 9 қолдану;
- Экструзия процесін модельдеу ішін SolidWorks Flow Simulation қолдану .

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

- Шығыс Қазақстанның қорғасын және мыс өндірістерінің metallургиялық қождарының және отандық табиғи алюмосиликаттардың (цеолиттер мен бентониттер) құрамы мен құрылымын зерттеу нәтижелері;
- metallургиялық қождарды гидрометallургиялық өндеудің зертханалық сынақтарының нәтижелері;
- құрамында қож бар қыш материалдардың құрылымы мен қасиеттеріне шикіқұрам компоненттерінің құрамының өзгеруінің, фазалық өзгерістерді зерттеудің, ылғалдылық пен агломерация температурасының әсерінің нәтижелері;
- құрамында қож бар қыш материалдардың беріктік сипаттамаларын пилоттық сынау нәтижелері;
- құрамында қож бар қыш материалдарды синтездеу үрдісін математикалық және компьютерлік модельдеу нәтижелері;
- қорғасын және мыс өндірістерінің metallургиялық қождарын кешенді өндеуді оңтайландыру технологиясы ұсынылды;
- экологиялық катализде алынған қожы бар қыш материалдарды сынақтан өткізу және техникалық-экономикалық бағалау нәтижелері.

Ғылыми-зерттеу жұмысын жүргізу қажеттілігінің негіздемесі.

Жұмыс Қазақстан Республикасының ғылымын дамытудың басым бағыттары – «табиғи ресурстарды, оның ішінде су ресурстарын ұтымды пайдалану, геология, қайта өңдеу, жаңа материалдар мен технологиялар, қауіпсіз бұйымдар мен конструкциялар» шеңберінде орындалды. Metallургиялық қождарды жүйелі түрде зерттеу және қайта өңдеу қажеттілігі олардың едәуір көлеміне және қайталама шикізат ретіндегі әлеуетті құндылығына байланысты. Бұл осы бағыттағы технологияларды зерттеу мен дамытуды ерекше өзекті етеді.

Зерттеудің негізгі нәтижелерінің сипаттамасы

Бірінші бөлімде айналмалы экономика тұжырымдамасы шеңберінде қайта өңдеуге тарту үшін metallургиялық қождарды пайдаланудың перспективалылығы мен орындылығы талданады. Бағалы компоненттерді алу үшін қождарды гидрометallургиялық өңдеу сипатталған. Ұнтақты metallургия саласындағы қолданыстағы зерттеулерге талдау жүргізілді. Технологиялық процесті оңтайландыру әдісі ретінде математикалық және компьютерлік модельдеу әдістері қарастырылады. Екінші бөлімде зерттеу объектілері сипатталған және зерттеу және эксперимент жүргізу әдістемелері пысықталған. Композициялық материалдардың физикалық, химиялық және

механикалық сипаттамаларын талдау әдістері сипатталған. Үшінші бөлімде бастапқы материалдардың құрамы мен құрылымын зерттеу бойынша зерттеулер жүргізілді. Қорғасын және мыс өндірістерінің металлургиялық қождарын тұз қышқылымен ерітінділеу нәтижелері ұсынылған. Қорғасын және мыс қождарының HCl - да Pb, Cu және Zn ерітінділеу процесінің термодинамикалық және кинетикалық заңдылықтары зерттелді және өнімді ерітіндісіне шығару дәрежесі сәйкесінше Zn 73-89 %, Pb 24-31 %, Cu 76-77% қамтамасыз етілді. Синтезделген жаңа композициялық материалдар бойынша зерттеулер жүргізілді. Термиялық өңдеу температурасының үлгілердің механикалық беріктігіне әсері зерттелді. Қож құрамының механикалық беріктікке әсерін көрсететін сызықтық тәуелділік модельдері, жылу картасы және үш өлшемді жауап беті ұсынылған. Механикалық беріктік құрамдағы қождың үлесіне байланысты, ал шикіқұрамның жалпы массасының шамамен 20% - қождың мөлшері тиімді болатынын талдау көрсетті. Алынған үлгілерді сынақтан өткізу нәтижелері келтірілген. 600 °C температурасында түйіршіктелген үлгілердің сериясы CO жағдайында тотығу конверсиясы - 74,2 %, ал CH₄ тотығу конверсиясы - 61 % құрайтындығы анықталды. Блоктық үлгілер ішінде конверсия CO жағдайында - 84,5 % және CH₄ үшін - 99,8 % құрайды. Түйіршіктер, таблеткалар, блоктар, отқа төзімді плиткалар және лего-кірпіш түріндегі металлургиялық қождар мен табиғи шикізат қоспасынан кейіннен қайта өңдеуге және синтездеуге жарамды инертті материалды металлургиялық қождардан алғанға дейін құнды компоненттердің қалдық концентрациясын бастапқы ерітінділеуді көздейтін технологиялық сұлбасы ұсынылған. Жаңа композициялық материалдарды алудың дамыған технологиясының экономикалық тиімділігі келтірілген.

Алынған нәтижелердің жаңашырлығы мен маңыздылығын негіздеу

Жаңа ғылыми нәтижелер келесідей:

– алғаш рет қыш материалдар синтезіндегі олардың әлеуетін бағалау үшін табиғи алюмосиликаттарды талдаумен ұштастыра отырып, Шығыс Қазақстанның қорғасын және мыс өндірістеріндегі металлургиялық қождардың құрамы, құрылымы мен қасиеттерін кешенді зерттеу (рентгендік фазалық талдау, сканерлеуші электрондық микроскопия, дифференциалдық – термиялық талдау, оптикалық электрондық микроскопия және т. б.) жүргізілді;

- қыш бұйымдарды пресстеу және экструзия әдістерімен қалыптау үшін қажетті реологиялық қасиеттерді қамтамасыз ететін, құрамында қож бар Қалыптау массаларын пластификациялаудың технологиялық регламенттері белгіленген. Металлургиялық қождардың сазды компоненттерден айырмашылығы икемділігі мен байланыстырушы қабілеті жоқ екендігі анықталды, сондықтан құрамында қож бар қыш материалдарды синтездеу үшін әртүрлі факторлардың әсерінен қалыптау қоспасының матрицалық құрылымын қалыптастыру заңдылықтарын білу қажет (температура, бастапқы шикіқұрамның құрамы және т.б.), материалдардың термиялық бұзылуының реттілігі және ұшқыш компоненттердің құрамы;

- ауыр металдардың қалдық мөлшерін (Pb, Zn, Cu) алу үшін Шығыс Қазақстанның қорғасын және мыс өндірістерінің металлургиялық қождарын тұз қышқылында алдын ала ерітінділеудің қолданылуы мен тиімділігі және металлургия саласының орнықты дамуына көшу жағдайында көп мақсатты қыш материалдарды синтездеу жолымен ерітінділеу қож қалдығын қосылған құны жоғары өнімді алу процесіне тарту перспективалылығы және ағымдағы ұзақ мерзімді қоймадан немесе цемент өндіру үшін пайдаланудан айырмашылығы көрсетілген;

- алғаш рет техногендік және табиғи шикізаттың химиялық және минералогиялық құрамдарының, сондай-ақ агломерация температурасына байланысты олардың негізінде синтезделген қыш материалдардың өзгеру заңдылықтары анықталды. Құрамында қыш материалы бар термиялық тұрақты және берік қожды алу үшін шикіқұрамдағы металлургиялық қождың мөлшерін 10-нан 30 % массаға дейін өзгертуге болатындығы анықталды; Құрамында термиялық тұрақты және берік қож бар қыш материалды алу үшін шикіқұрамағы компоненттердің тиімді қатынасы 2 нұсқа болып табылады: 20-60-20 және 20-50-30 (мұнда 20, бұл қождың мөлшері, 60 немесе 50 цеолит мөлшері және бентонит қалғаны). Бентонит үлесінің артуы көрсетілген (30% массаға дейін) цеолит үлесін бір мезгілде төмендету кезінде құрамында қож бар қыш материалдың беріктігін арттыруға ықпал етеді, бұл иілгіштіктің жақсаруына және қалыптау кезінде бөлшектердің біркелкі таралуына байланысты. Термиялық өндеуге беріктік пен төзімділік тұрғысынан тиімді болып 1000 °C күйдіру температурасында және 20-50-30 құрамында Тайжужген цеолиті, динозавр бентониті және мыс ЕМЗ қожына негізделген композициялар алынады;

- алғаш рет экологиялық катализде тиімді пайдалануға жарамды отандық техногендік және табиғи шикізат қоспасынан құрамында қож бар қыш материалдарды синтездеу технологиясы әзірленді. Қож қалдығы компоненттерінің (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_xO_y және т.б.) температуралық өндеу жағдайында (1000°C дейін) қорғасын және мыс қождарын табиғи алюмосиликаттармен ерітінділеуден катализаторларды және/немесе катализаторларды тасымалдаушы ретінде пайдалануға жарамды берік (45-75 МПа), термостабильді қыш жүйелерді қалыптастыру арқылы өзара әрекеттесу заңдылықтары анықталды. Зерттелген металлургиялық қождар цеолит-бентонит негізіне қосымша компонент ретінде CO және/немесе CH_4 -тен CO_2 және H_2O -ға дейін тотығу конверсиясы үшін тиімді катализатор және/немесе катализатор үшін құрамында қож бар қыш тасымалдағышты жасау үшін пайдаланылуы мүмкін екендігі анықталды (α конверсиясы 50-90%).

- құрамында қожы бар қыш материалдардың қасиеттерін модельдеу, визуализациялау және болжау үшін цифрлық технологияларды пайдалану перспективасы негізделген, бұл қыш синтезі бойынша практикалық эксперименттер санын азайтуға және берілген қасиеттері бар қожы бар қыш материалдарды синтездеудің оңтайлы параметрлерін анықтауға мүмкіндік береді;

- қорғасын және мыс өндірістерінің металлургиялық қождарын кешенді қайта өңдеудің жаңа технологиялық сұлбасы негізделді, ол кейіннен металлургиялық қождар мен табиғи шикізат қоспасынан түйіршіктер, таблеткалар, блоктар, леґо-кірпіш, плиткалар түріндегі көп мақсатты жаңа қыш материалдарды қайта өңдеумен және синтездеумен бағалы компоненттердің қалдық шоғырларын бастапқы шаймалауды көздейді.

Зерттеудің технологиялық жаңашырлығы

Бағалы компоненттердің қалдық концентрацияларын бастапқы ерітінділеуді, кейіннен қайта өңдеуді және металлургиялық қождар мен табиғи шикізат қоспасынан түйіршіктер, таблеткалар, блоктар, леґо-кірпіш, плиткалар түріндегі жаңа көп мақсатты қыш материалдарды синтездеуді көздейтін қорғасын және мыс өндірістерінің металлургиялық қождарын кешенді қайта өңдеудің жаңа технологиялық сұлбасы ұсынылды. Бұл технология металлургиялық өндіріс қалдықтарын тиімді пайдалануға ғана емес, сонымен қатар қождарды көму көлемін азайту және жер ресурстарының ластануын болдырмау арқылы экологиялық жүктемені айтарлықтай төмендетеді. Сұлбаны іске асыру нәтижесінде жер учаскелері жинақталған өнеркәсіптік қалдықтардан босатылады, бұл оларды ауылшаруашылық мақсаттары, құрылыс немесе рекреациялық аймақтар үшін пайдалануға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, мұндай технологияны енгізу ресурстарды өңдеудің тұйық циклін құруға және өнеркәсіптік кешеннің экологиялық қауіпсіздігін арттыруға ықпал етеді.

Алынған нәтижелердің маңыздылығы

Зерттеу нәтижелері металлургиялық қождарды өңдеу және жаңа композиттік материалдарды синтездеу технологияларының дамуына айтарлықтай үлес қосады. Алынған деректер Қазақстанның өнеркәсіп секторы үшін тәжірибелік құндылыққа ие және "East Mineral Resources" ЖШС-де, ЕМЗ үйінді қождарынан бағалы компоненттерді гидрометаллургиялық алу мақсатында, сондай-ақ техногендік қалдықтарды кәдеге жарату әдістерін іске асыру үшін "Казцинк" ЖШС-де ұсынылған шешімдерді енгізу үшін пайдаланылуы мүмкін.

Ғылымның даму бағыттарына немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі. Диссертациялық жұмысының тақырыбы төмендегілердің шеңберлерінде орындалды:

- 2018-2020 жылдарға арналған ғылыми зерттеулердің гранттық қаржыландыруы «Отандық табиғи шикізат және Қазақстанның металлургиялық кәсіпорындарының техногендік қалдықтары негізінде жаңа керамикалық материалдарды алу технологиясын әзірлеу»;
- Жас ғалымдардың гранттық қаржыландыруы 2024-2026 жылдарға арналған "Жас ғалым" «Табиғи шикізаттан және түсті металлургияның жартылай өнімдерінен синтезделген озық қыш материалдардың цифрлық өндірісін әзірлеу»

Автордың жеке үлесі диссертацияда баяндалған эксперименттік зерттеулерді, соның ішінде металлургиялық қождардың құрамы мен құрылымын зерттеу, композицияларды әзірлеу және ұсынылған

технологиялық сұлбасы бойынша көрсеткіштерді өзгерту, нәтижелерді жарияланымдар мен ғылыми баяндамалар түрінде рәсімдеу болып табылады.

Жұмысты апробациялау: Диссертациялық жұмыстың негізгі ғылыми нәтижелері Scopus дерекқорына кіретін 3 мақалада және Қазақстан Республикасында жарияланған 6 басылымда ұсынылған:

- Sadenova M.A., Utegenova M.E., Klemeš J.J. Synthesis of new materials based on metallurgical slags as a contribution to the circular economy // Clean Technologies and Environmental Policy. – 2019. – V.21. - P. 2047–2059. Q1, процентиль 87);

- Utegenova M.E., Sadenova M.A., Klemeš J.J. Features of the synthesis of block ceramic materials based on natural and technogenic raw materials // Chemical Engineering Transaction. – 2019. – V. 76. – P. 151-156. Q3, процентиль 31;

- Utegenova M.E., Sadenova M.A., Klemeš J.J. Physico-mechanical properties of ceramics based on aluminosilicates modified by metallurgical waste // Chemical Engineering Transaction. – 2020. – V. 81. – P. 1339-1344. Q3, процентиль 31;

- Utegenova M., Sadenova M., P.Varbanov. Creation of Prototypes of Slag-Containing Composite Materials by Powder Metallurgy Methods // Metallurgical Research & Technology (баспада) Q2, процентиль 56;

- Утегенова М., Саденова М., Азаматов Б., Догадкин Д. Оптимизация технологической оснастки для синтеза керамических материалов на основе моделирования // Вестник КазНУ. – 2019. – № 4. - Б. 112-118;

- Саденова М.А., Утегенова М.Е., Ануарбеков Т.Б. Характеристика некоторых природных и техногенных сырьевых ресурсов Республики Казахстан // ШҚТУ хабаршысы. - 2018. –№4. Б. 38-45;

- Сапинов Р.В., Утегенова М., Саденова М., Varbanov P.S. Гидрометаллургическая переработка шлаков свинцового производства / Наука и техника Казахстана. – 2025. – № 2. Басылуды (анықтама).

- 25.09.2020 ж. № 5394 «Способ получения гранулированного носителя для катализатора» ҚР пайдалы моделіне 1 патент алынды;

- өнертабысына патент, өтінім тіркеу нөмірі 2024/0968.1, 11.11.2024 жылдан «Способ увеличения механической прочности керамики». Берілген, мәні бойынша сараптама сатысында.