

АНДАТПА

8D07201 – Металлургия білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) алуға арналған диссертация

КАМЕНОВ АЛМАТ АЙТАСОВИЧ

АЛЮМИНИЙ ЭЛЕКТРОЛИЗИ ӨНДІРІСІНІҢ АНОДТАРЫН ҚҰЮ КЕЗІНДЕ ҚОЛДАНЫЛАТЫН ШОЙЫННЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Қазақстанда алюминий өнеркәсібінің дамуы негізгі ғана емес, сонымен қатар қосалқы өндіріс процестеріне де көбірек көңіл бөлуге алып келеді. Бастапқы алюминийді электролиттік алу процесі әлемдік өнеркәсіптің ең көп энергия қажет ететін салаларының бірі болып қала береді.

Алюминий өндіретін зауыттардың электр энергиясын айтарлықтай тұтынуы, әсіресе ESG қағидаттарына жаһандық көшу аясында, өндірістің энергия тиімділігін арттыру мәселелерін экономикалық және экологиялық тұрғыдан маңызды етеді.

Алюминий электролизеріндегі электр энергиясының өнімсіз шығындарының маңызды көзі кернеудің төмендеуі болып табылады, оның 8%-дан 12%-ға дейінгі едәуір үлесі анодтық түйінге тиесілі. Бұл шығындардың негізгі себебі «болат ниппель - шойын құймасы - көміртекті анод» конструктивтік түйініндегі жоғары жанасу электрлік кедергісі болып табылады, ол құйма шойынның физикалық-химиялық және пайдалану қасиеттерімен анықталады.

Мұндай жағдайда өндірістің жалпы тиімділігін арттыру үшін «Қазақстан электролиз зауыты» АҚ технологиялық процесінде қолданылатын құйма шойынның қасиеттерін талдау және химиялық құрамын оңтайландыру қажеттілігі туындайды.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты алюминий электролизерлерінің анодтық түйініндегі электрлік шығындарды азайту және пайдалану сипаттамаларын жақсарту үшін құйма шойынның химиялық құрамын оңтайландыру болып табылады.

Қойылған мақсатқа жету үшін келесі **міндеттер** анықталды:

- «Қазақстан электролиз зауыты» АҚ-да қолданылатын құйма шойынның физикалық-химиялық және пайдалану қасиеттеріне кешенді зерттеу жүргізу;
- Химиялық құрамның және технологиялық факторлардың құйма шойынның құрылымына, құю, механикалық және электрлік қасиеттеріне әсер ету заңдылықтарын анықтау;
- Фосфор мөлшері төмендетілген құйма шойынның оңтайлы химиялық құрамын әзірлеу;
- Шойын құймасының геометриясын өзгерту үшін анодтық түйіннің конструкциясын әзірлеу;
- Әзірленген шешімдерге сынақтар жүргізу және олардың техникалық-экономикалық тиімділігін растау.

Зерттеу нысаны алюминий электролизерінің анодтарын құю кезінде қолданылатын шойын болып табылады.

Алынған нәтижелердің ғылыми жаңалығы

Диссертациялық жұмыстың ғылыми жаңалығы металлургия саласы үшін маңызды міндетті шешуінде жатыр және алғаш рет алынған келесі нәтижелерге негізделеді:

- «ҚЭЗ» АҚ-да қолданылатын өнеркәсіптік шойынның химиялық құрамы, микроқұрылымы, құю, механикалық және электрлік қасиеттері арасындағы өзара байланыстар зерттеліп, анықталды, бұл анодтық түйіндегі кернеудің орта есеппен 85 мВ-қа төмендеуін анықтайтын факторларды анықтауға мүмкіндік берді;

- ШПА болат балқыту қождың және әкті пайдалана отырып, анодтарды құюға арналған шойынды тазартудың тиімділігі теориялық негізделді және тәжірибе жүзінде расталды, бұл фосфор мөлшері $<0,18\%$ және күкірт мөлшері $<0,06\%$ болатын шойын алуға мүмкіндік береді;

- Құйма шойындағы фосфор мөлшерінің төмендеуі ($0,94\%$ -дан $<0,18\%$ -ға дейін), фосфидті эвтектиканың тұтас түйіршікаралық тордан (ФЭр3 типі) оқшауланған кірмелерге (ФЭр1 типі) морфологиялық ауысуы мен қорытпаның меншікті электр кедергісінің төмендеуі арасындағы сандық тәуелділік анықталды.

- Шойын құймасының геометриясын өзгерту есебінен кернеудің төмендеуін бір уақытта азайтуды және шойын құймасын бөлшектеуді жеңілдетуді қамтамасыз ететін трапеция тәрізді шығыңқы жерлері бар ниппель ұясының жаңа конструкциясы әзірленді.

Қорғауға шығарылатын негізгі қағидалар

Қорғауға келесі негізгі ғылыми және практикалық нәтижелер шығарылады:

- «ҚЭЗ» АҚ өнеркәсіптік құйма шойынының физикалық-химиялық, механикалық және электрлік қасиеттерін зерттеу нәтижелері және олардың анодтық түйіндегі кернеудің төмендеуіне әсер етуінің анықталған заңдылықтары;

- ШПА болат балқыту қождың, әкті және ферроқорытпаларды пайдалана отырып, шойынды тазарту процестерін термодинамикалық модельдеу нәтижелері;

- Оңтайландырылған химиялық құрамы бар металды алуды қамтамасыз ететін өнеркәсіптік шойынды тазартудың әзірленген технологиясы, масс. %: көміртек: 3,3-3,5; кремний: 2,4-2,5; марганец: 0,7-0,72; фосфор: 0,15-0,18; күкірт: 0,05-0,06; темір - қалғаны;

- Демонтаждау күшінің 36 %-ға төмендеуін қамтамасыз еткен, кернеу шоғырландырғыштары (концентраторлары) бар ниппель ұясының әзірленген жаңа конструкциясы;

- Жаңа құрамды шойын мен күйдірілген анодтың ниппель ұясының ұсынылған конструкциясын қолдану кезінде анодтық түйіндегі кернеу айырмасының 85 мВ-тан 41 мВ-қа дейін төмендеуін растайтын сынақ нәтижелері.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы. Жұмыстың практикалық маңыздылығы бастапқы алюминий өндірісінің экономикалық және энергетикалық тиімділігін арттыруға бағытталған кешенді шешімді әзірлеу болып табылады.

Қолжетімді қайталама өнеркәсіптік өнімдерді («KSP Steel» ЖШС ПФ ШПА болат балқыту қожы) пайдалана отырып, шойынды тазартудың әзірленген технологиясы және анодтық түйіннің жаңа конструкциясы энергетикалық сараптама, энергия үнемдеу және энергия аудиті саласындағы мамандандырылған компания – «Incom Company» ЖШС-де сәтті сыналды, бұл тиісті сынақ актілерімен расталды.

Құйма шойынның оңтайландырылған құрамы ұсынылды, алюминий электролизері анодының жаңа конструкциясы әзірленді және патенттелді.

Ұсынылған шешімдерді енгізу тікелей экономикалық тиімділікті қамтамасыз ете отырып, анодтық түйіндегі кернеудің төмендеуін азайтуға мүмкіндік береді.

Диссертациялық жұмыстың нәтижелері «Торайғыров университеті» КеАҚ-да 6В07205 «Металлургия» білім беру бағдарламасының 3-курс студенттеріне арналған «Қара металдар металлургиясы және рециклинг» пәні бойынша оқу процесіне енгізілді.

Жарияланымдар және жұмысты сынақтан өткізу. Диссертациялық жұмыстың нәтижелері төрт мақалада жарияланды:

- Scopus базасына кіретін журналдағы бір мақала (35-процентиль):

1. Kamenov A. A., Bogomolov A. V., Bykov P.O., Zhunusov A. K., Suyundikov M. M. Determination the properties of cast iron used in the installation of anodes // Metalurgija 62 (1) (2023) 1, P. 107-110.

- Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған ғылыми қызметтің негізгі нәтижелерін жариялау үшін басылымдар тізбесіне кіретін журналдардағы үш жарияланым:

2. Каменов А.А., Богомолов А.В., Быков П.О., Суюндиков М.М., Жунусов А.К. Современные составы чугуна, применяемого для заливки анодов алюминиевых электролизеров // Труды университета, 2023, №1. - С. 37-42.

3. Kamenov A.A., Bogomolov A.V., Bykov P.O., Suyundikov M.M., Zhunusov A.K. Test of an baked anode of an aluminum electrolyzer with a new nipple socked design // Наука и техника Казахстана, 2023, №4. - С. 154 - 162

4. Каменов А.А., Богомолов А.В., Жакупов А.Н., Рыспаев Т.А., Кулумбаев Н.К. Оптимизация химического состава заливочного чугуна // Наука и техника Казахстана, 2025. - № 2. - С. 276-294

- ҚР өнертабыс патенті алынды:

5. Каменов А.А., Богомолов А.В., Суюндиков М.М., Жунусов А.К., Быков П.О., Абдрахманов Е.С., Кулумбаев Н.К. Обожженный анод алюминиевого электролизера : пат. на изобретение №36204 Респ. Казахстан- опубл.: 05.05.2023 Бюл. № 18

- ҚР пайдалы модель патенттері алынды:

6. Каменов А. А., Богомолов А. В., Быков П. О., Жунусов А. К., Суюндиков М.М. Обожженный анод алюминиевого электролизера: пат. на полез. модель №8475 Респ. Казахстан - опубл.: 29.09.2023. Бюл. № 39.

7. Каменов, А. А., Богомолов, А. В., Жакупов, А. Н., Суюндиков, М. М., Жунусов, А. К., Быков, П. О. Чугун: пат. на полез. модель № 10455 U Респ. Казахстан: МПК С22С 37/10 (2006.01) - № 2025/0371.2 ; заявл. 07.03.2025 ; опубл. 25.04.2025, Бюл. № 17.

Жұмыстың негізгі қағидалары мен нәтижелері халықаралық конференцияда ауызша баяндамалар түрінде сынақтан өткізілді және баяндалды:

8. Каменов, А. А., Богомолов, А. В. Математическое моделирование оптимизации химического состава заливочного чугуна для алюминиевых электролизеров // Торайғыров университетінің 65 жылдығына арналған «XXV Сәтбаев оқулары» атты Халықаралық ғылыми конференцияның материалдары. - Павлодар: Торайғыров университеті. Т. 15 «Жас ғалымдар». - 2025. - С. 262-266.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс кіріспеден, төрт тараудан, қорытындыдан, пайдаланылған дереккөздер тізімінен және қосымшалардан тұрады. Жұмыс 131 баспа мәтінінің беттерінде баяндалған, 68 сурет пен 26 кестені қамтиды. Пайдаланылған дереккөздер тізімі 127 атаудан тұрады.