

---

---

## Раздел 1

# Металлургия. Технологии новых материалов

ӘОЖ 669.168

### КЕШЕНДІ ҚОРЫТПАЛАРДЫ БАЛҚЫТУ ҮШІН КӨМІРТЕКТІ ТОТЫҚСЫЗДАНДЫРҒЫШТАРДЫҢ ЖӘНЕ ШИХТА МАТЕРИАЛДАРЫНЫҢ ЭЛЕКТРЛІ КЕДЕРГІСІН ЗЕРТТЕУ

<sup>1</sup>Д. ДАУЛЕТІЯРОВ, <sup>1</sup>А.Х. НҰРЫМҒАЛИЕВ, <sup>2</sup>Е.Н. МАХАМБЕТОВ  
(<sup>1</sup>Теміртау қ., Қарағанды мемлекеттік индустриялық университеті,  
<sup>2</sup>Қарағанды қ., Ж.Әбішев атындағы Химия-металлургиялық институты)

Кремний-алюминді қорытпаларды технологиялық жоспарда, оның ішінде, ферросиликалюминиді (ФСА) және ферросиликалюминимарганецті (ФСМ) қорытпаларын қорту кезіндегі көмірлі жыныстардың жоғары жентектелуі, қалпына келу процесі барысында кері әсерін тигізеді. Бұл негізінен шихтаның жоғарғы қабаттарының газ өткізгіштік тәртібінің бұзылуына қатысты болады. Газдың өткізгіштігінің төмендеу себебі, жынысты кесектер алғашқыда өзара жентетеледі және электр өтетін тізбек түзіледі. Шихтаның жоғарғы қабаттарының электр өткізгіштігінің жоғарлауына, оның электродтары арасындағы кеңестіктің қатты қызуы әсер етеді, бұл шихтаны құрайтын минералдар есебінен терең жентектелуіне әсер етеді. Соның салдарынан бұл реакция

жүретін аймақтың мүлдем жабылуына әсер ететін, жеткілікті мықты жентектелген қабаттың түзілуіне әсер етеді. Тиглдегі реакция орындалатын аймақта көміртек тотығынан металдар және газ тәрізді кремний және алюминді қосалқы тотықтар бөлінетін газдардан қалдықты қысым түзіледі. Газдардың ең көп шығуы тікелей электрод беті және шихта арасында түзіледі, ол арқылы жоғарғы қысыммен және жоғарғы температурамен газдардың шығуы орындалады. Сол кезде технологиялық газдармен бірге, элементарлы түрдегі және газ тәрізді және көмекші тотық ретінде біршама кремний және алюминді шығару орындалады.

Ферроқорытпаларды қорту процесін бірқалыпты жүргізу үшін электрлі тәртіпті,

## Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»

шомылғы геометриясына және физика-химиялық және шихталы материалдардың агрегатты сипаттамаларына қатысты пешті агрегатты электродтардың диаметрін дұрыс таңдау қажет. Феррокортыпалы шектегі шихтаның ең маңызды қасиеті оның электрлі кедергілі саналады.

Кешенді қортыпаны қорту үлкен энергиясыйымдылықпен және кремний және алюминнің қос тотықты қосындысын қалпына келтіру кезінде қажетті жоғары температурамен сипатталады. Пеш көрігіндегі температура қалпына келтіргіштер және кенді бөлік – шихталы материалдардың балку температурасымен шектеледі. [1,2] мәліметтері бойынша «Екібастұз» кенорының көмірлі жыныстары үшін бастапқы деформациялану және күлдің бастапқы балку температурасы  $1310^{\circ}\text{C}$  артық не сәйкесті  $1700-1740^{\circ}\text{C}$  төмен температураны құрайды.

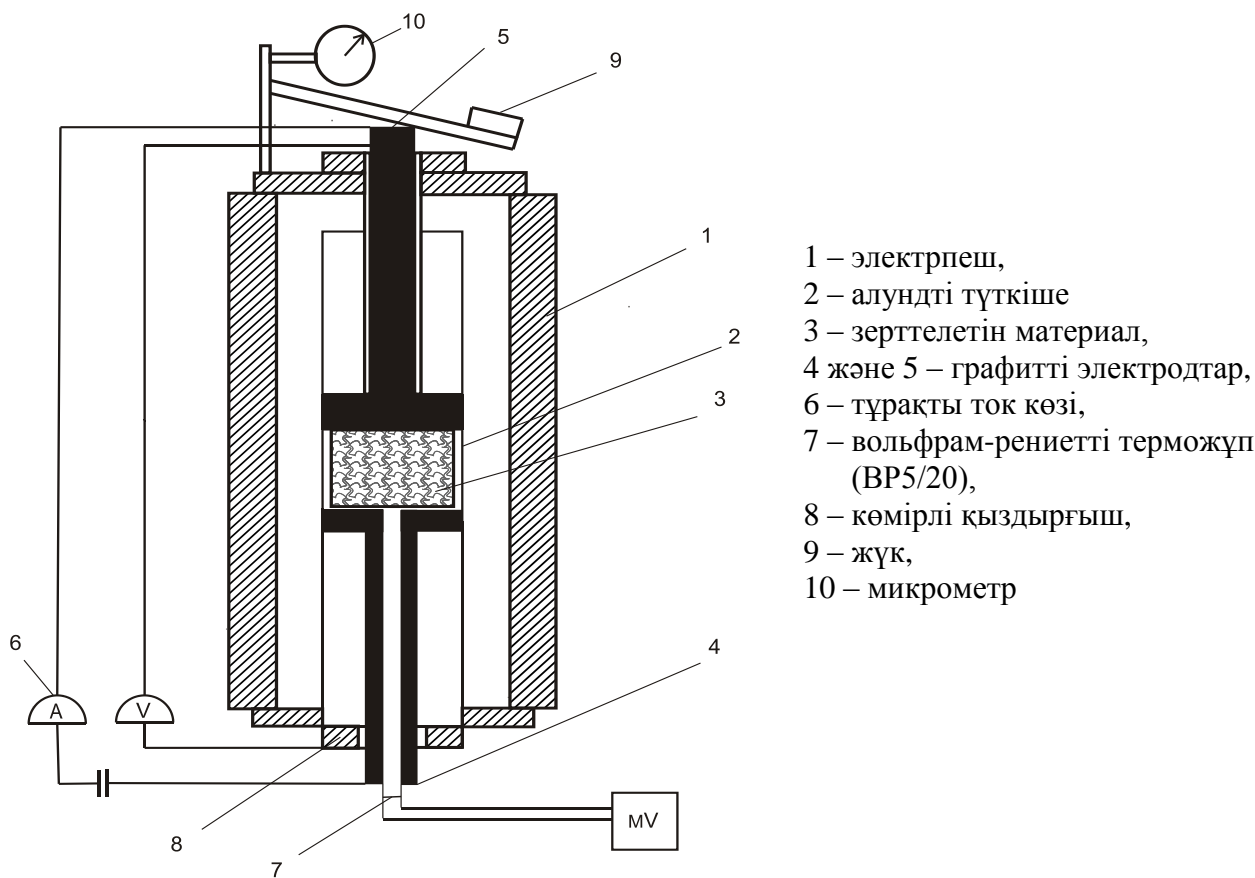
Сондықтан кешенді феррокортыпаларды қорту кезінде негізгі тотықтарды қалпына

келтіру процесі үшін «тигл» аумағында жоғары шоғырланған жылу қажет болады. Бұл жағдайды өз кезегінде электродтарды терең орнатумен қамтамасыз етуге болады. Осы мақсатта әртүрлі көмір кендерін қыздыру кезіндегі электрлі қасиеттерді анықтауға арналған тәжірибелер орындалды.

Экспериментті орындау әдістемесі. Қызу кезіндегі меншікті электрлі кедергілікті өлшеуге арналған эксперименттерді орындау үшін «Сарыадыр» 3-4 мм фракциялы, «Екібастұз» 3-4 мм фракциялы және «Борлы» 3-4 мм фракциялы кенорындарының әртүрлі көмірлі кендерінің үлгілері қолданылды.

Өлшеу көмірлі қыздырғышты жоғары температуралы электрпеште орындалды. Өлшеуді зерттеу Уральск металлургия институтының әдістемесі бойынша [3], 1 суретте келтірілген қондырғыда, зертханалық жағдайда  $25-1500^{\circ}\text{C}$  температура аралығында көмірлі жыныстардың электрөткізгіштігін зерттеумен орындалды.

Материалдардың электрлі кедергілігін анықтауға арналған қондырғы



1 сурет.

## Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»

Эксперименталды қондырғы Тамман пешінен құралады, онда материалды қыздыру орындалады. Бастапқы биіктігі 50 мм материал Тамман пешінде орнатылған алундты түтікше жазықтығында орнатылады.

Электрлі кедергілікті анықтауға арналған қондырғы 1 суретте көрсетілген. Оның негізгі бөлігінің диаметрі 40 мм алундті түтікшеден (2) және оған орнатылған графитті электродтардан (4,5) құралады.

Төменгі электрод қозғалмайды, жоғарғы электрод үшін жүктің әсерінен көмірді орналастыру кезінде төмен түсу мүмкіндігі қарастырылған, жүк тұрақты түрде жоғарғы электродтарды бұрышқа қысады, сол арқылы тәжірибені орындау кезінде тығыз

жанасу қамтамасыз етіледі.

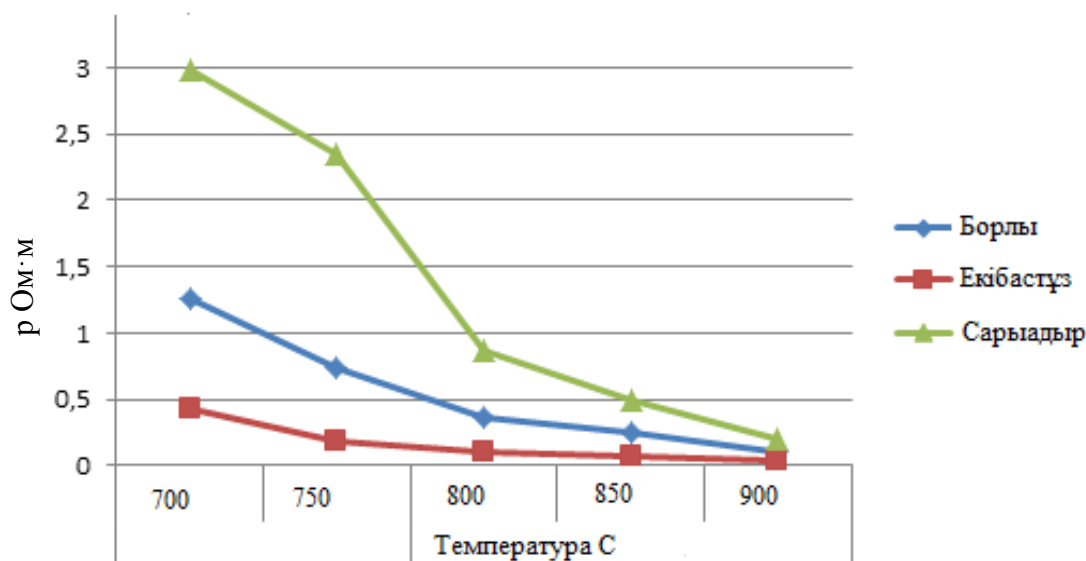
Көмірмен түйісуді жақсы қамтамасыз ету үшін электродтардың түйісетін беті әрбір тәжірибені орындау алдында ажарланады.

Төменгі электродқа алундті түтікше, электрді оқшаулауға арналған терможұп (7) орнатылады. Көмірлі жүктеу ішіндегі температура вольфрам-ренийтті терможұппен өлшенеді.

Тұрақты кернеу және шихтаның шөгуі кезінде ток күшінің мәні минутына 20-25°C қыздыру жылдамдығы кезінде 100°C арқылы тіркеледі.

Нәтижелер және оны талдау. Өлшеу нәтижелері график түрінде температураға тәуелді меншікті электрлі кедергіліктің өзгеруі 2 суретте көрсетілген.

«Екібастұз» ( $A=56,8$ ), «Борлы» ( $A=65,4$ ), «Сарыадыр» ( $A=66,7$ ) кенорындарының көмірлі жыныстарына арналған меншікті электрлі кедергіліктің температураға тәуелді өзгеруі



2 сурет.

Меншікті электрлі кедергілік тең күлді (56%) мәнінде 750-850°C температуралық аралықта «Сарыадыр» және «Борлы» кенорындарының көмірлі жыныстары үшін меншікті электрлі кедергілік, «Екібастұз» кенорының көмірлі жыныстарымен салыстырғанда біршама жоғары (80-85%) екендігі анықталды. Көмірлі жыныстардың күлділігінің жоғарлауы көмірлі жыныстардың меншікті электрлі кедергілігін біршама жоғарлатады. Анықталғандай, 500-850°C тем-

пература кезінде шомылғы пешіндегі шихталардың жоғарғы қабатының температурасы сәйкесті, «Екібастұз», «Сарыадыр» және «Борлы» кенорындарының көмірлі жыныстары үшін меншікті электрлі кедергілік мәні біршама жоғарлайды.

25-1500°C температура аралығында ферросиликалюминді және ферросиликалюминмарганецті қорту кезіндегі шихтаның электрлі кедергілігі зертханалық жағдайда, жоғарыда келтірілген әдістеме, 1 суретте

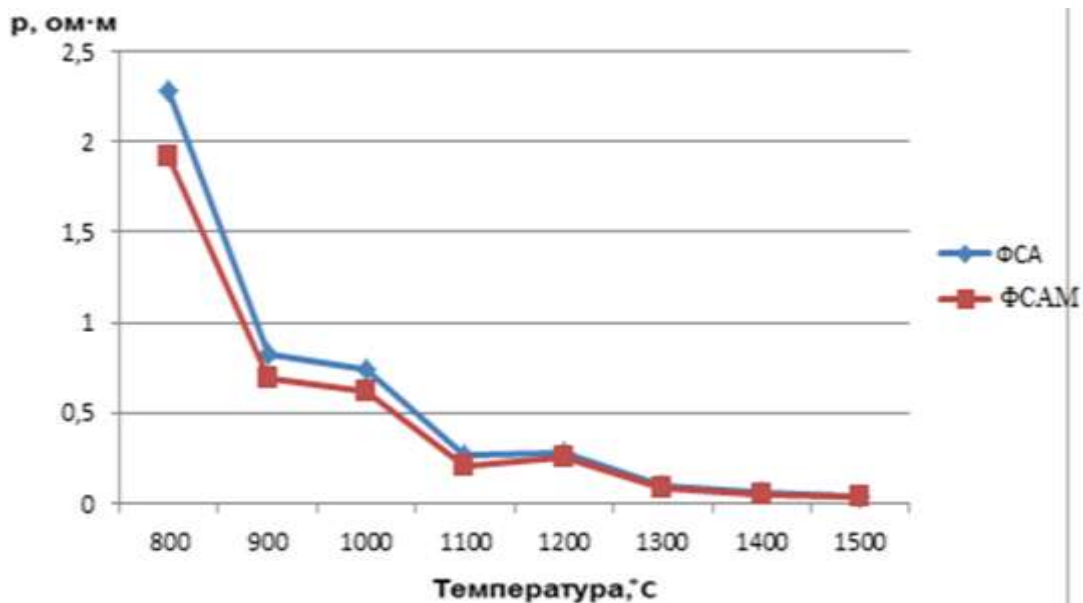
## Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»

келтірілген сұлба бойынша орындалды.

ФСА қорту үшін күлділігі 56% көмірлі жыныс және 5:1 қатынастағы кварцит, сонымен қатар ФСАМ қорту үшін көмірлі жыныстарға 5:2 қатынасты шихталы марга-

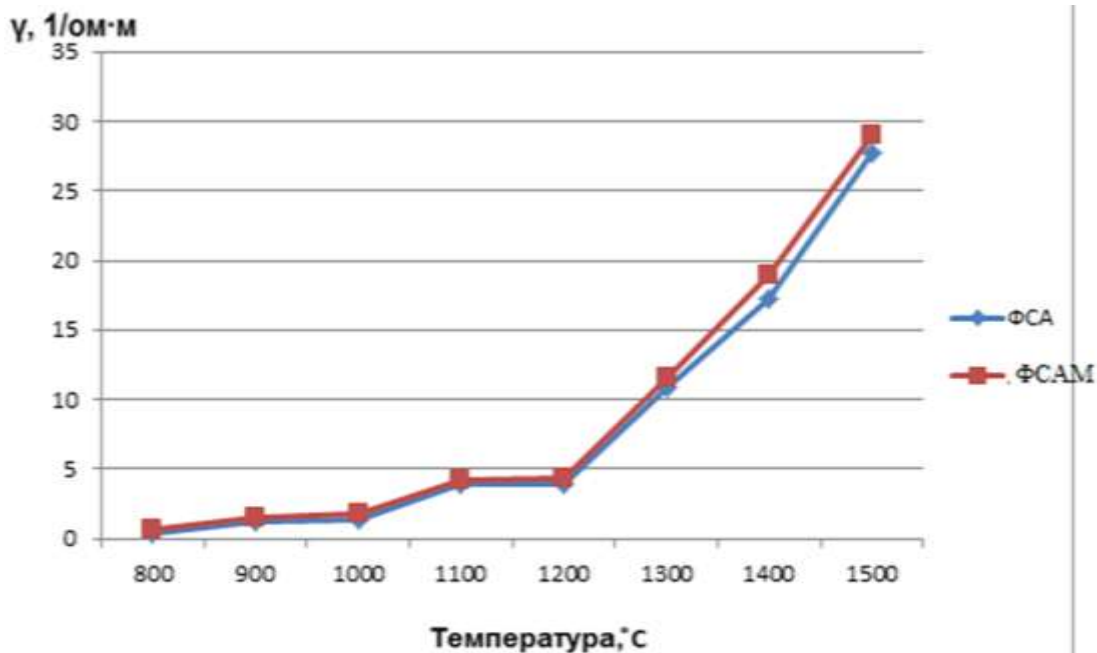
некті кен қосылды. Электродтар ретінде  $d=20\text{мм}$  графит қолданылды, шихта бағанасындағы қысым – 0,02-0,04 МПа, материал ірілігі  $(3-8)\cdot 10^{-3}$  м, материал қабатының биіктігі – 0,05-0,07 м.

ФСА және ФСАМ қортуға арналған шихталы материалдар қоспасына арналған меншікті электрлі кедергілік тәуелділігі



3 сурет.

ФСА және ФСАМ қортуға арналған шихталы материалдар қоспасы үшін температураға қатысты меншікті электрлі өткізгіштік тәуелділігі



4 сурет.

Меншікті электрлі кедергіліктің (МЭК) ( $\rho$ ) өзгеруін және шихтаның шөгуін өлшеу, минутына 20-25°C қыздыру жылдамдығы кезінде 100°C арқылы тіркелді. Бөлме температурасынан бастап 800°C дейін ешқандай өзгеріс байқалмады. ФСАМ және ФСА кешенді қорытпаларының меншікті электрлі кедергісі 800-1200°C аралығында 19-20 пайызға жоғарлағанын байқаймыз. Себебі: зерттеліп жатқан кешенді қорытпалардың 20 пайызы марганец және кварцит кенінен құралады, яғни кварциттің меншікті электрлі кедергісі 10 ом\*см болғанда, марганец кенінде аталған көрсеткіш 6 ом\*см құрайды. 1300°C бастап ФСАМ және ФСА шикізатты құрамды материалдардың меншікті электрлі кедергісі өзгеріссіз бірқалыпты тең жағдайда төмендейді. Жүргізілген зерттеу нәтижелері 1 кестеде және 3,4 суретте келтірілген.

Қортынды. 600-800°C температура кезінде шихтаның меншікті электрлі кедергілігі (МЭК) ( $\rho$ ) сәйкесті оттықты жоғарғы қабатта, негізінен көмірлі салмақ құрамына қатысты, сонымен бірге материалдардың түйіршікті және химиялық құрамының өзгеруіне қатысты тікелей тәуелділікте болады. ФСА және ФСАМ қортуға қатысты, шихта кедергілігі, температураға қатысты көмірлі жыныстардың меншікті электрлі кедергілігінің тәуелділігі бойынша анықталады. Экспериментті орындау барысында «Екібастұз», «Сарыадыр» және «Борлы»

кенорындарының көмірлі жыныстарының қатарының меншікті электрлі кедергілік мәні жоғарлайтыны анықталды. Сонымен қатар колошник аумағындағы температурада 500-800°C борлы және сарыадыр көмірлері екібастұз көмірінен меншікті электркедергілігі 80% жоғарылығын байқадық.

Орындалған зерттеулер нәтижелері барысында мына жағдайға ерекше көңіл аударуға болады, шихтаның меншікті электрлі кедергілігінің жоғарлауына қатысты беталыста, қолданылатын көмірлі қалдықтарда көміртек құрамы төмендейтіні және оның күлділігінің жоғарлауы байқалады. Айтылған жағдай мынаған қатысты, шихтаның электрлі кедергілігін максималды жоғарлату және оларды қорту кезінде пештердің электрлі жұмыс жасау тәртібін жақсарту мақсатында, сәйкесті шихта құрамындағы көміртектің жетіспеушілігі энергетикалық көмірді қосумен түзетіледі. [5]. [6] әдебиеттерде келтірілген мәліметтерге сүйеніп шлаксыз және көміртекпен тотықсыздандыру әдісімен өндірілетін феррокорытпаларды балқыту үшін электрлі доғалы пешті жобалауда пеш жұмысын реттеу мақсатында зерттеу нәтижесінде алынған шихта материалдарының 1200 °C ФСА қорытпасы үшін 27,563 ом\*см ал ФСАМ қорытпасының 24,95 ом\*см меншікті электрлі кедергілік мәнін қолданамыз.

## **ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ**

1. Байсанов С.О., Нурумғалиев А.Х., Толымбеков М.Ж., Ахметов А.Б. Выплавка стали с применением опытного сплава ферросиликоалюминия // Новости науки Казахстана (Науч. техн. сб. «Комплексное использование минеральных ресурсов Казахстана». - Алматы, Изд-во КазГосИНТИ. - 1997. - С. 109-112.
2. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. том 5. угольные бассейны и месторождения Казахстана. Книга 1. Бассейны и месторождения палеозойского возраста. - М., «НЕДРА», 1973. - 720 с.
3. Конысбеков С.Ж. Разработка технологии окускования мелочи марганецсодержащего сырья с использованием пыли электрофильтров: диссер. магистр металлургии. 2011-Темиртау: КГИУ, 2011. – 66с.
4. Жучков В.И., Розенберг В.Л., Ёлкин К.С., Зельберг Б.И. Энергетические параметры и конструкции рудовосстановительных электропечей. – Челябинск: Металл, 1994. – 192 с.
5. International Scientific Journal, № 12 (16), 2014, Vol. I. Nurumgaliev A.Kh, Kramer E.L., Toleuova A.R., Abilkanova F.Zh., Akhmetov G.E., Amenova Aa, Dauletiyarov D. Study Of Physical And Chemical Properties of Coal-Waste For Alloy Foundry Silicon And Aluminum 58-61 Стр. Science And World
6. Струнский Б.М. Расчеты руднотермических печей. - М.: металлургия, 1982. - 192 с.