ӘБЛІҚАС САҒЫНОВ АТЫНДАҒЫ ҚАРАҒАНДЫ ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

SAGINOV TECHNICAL UNIVERSITY 1953



Пән атауы: Ферроқорытпалар өндіру технологиясының негіздері

Дәріс -2 «АХС ҚОРЫТПАСЫ»

техника ғылымдарының докторы, профессор
НУРУМГАЛИЕВ АСЫЛБЕК ХАБАДАШЕВИЧ

Қарағанды, 2026

Дәріс №2
АХС ҚОРЫТПАСЫ

Дәріс мақсаты: АХС балқымасымен танысу және зерттеу

Дәріс жоспары:

1. Кешенді АХС балқымасын балқыту
2. Кешенді АХС балқымасын зертханалық және ірізертханалық балқыту



1. Кешенді АХС балқымасын балқыту. Атап айтылғандай, барлық қаралған және өнеркәсіпте енгізілген әдістерде тазартылған феррохромды балқытуда қалпына келтіруші ретінде ферросиликохром (ФСХ) кеңінен қолданылады. АХС және ФСХ қорытпаларын алудың жалпы процестерін салыстыру үшін ферросиликохромды балқыту технологиясына қысқаша шолу жасаймыз. Құрамында ~ 48% (ФСХ48) кремниі бар ферросиликохром тұрақты үрдісінде қуаттылығы 10-20МВА болатын трансформаторлы рудатермиялық пештерде карботермиялық әдіспен алынады. Шихтаны аздаған бөліктермен электродтарға жалғасқан аймаққа, салғыштың үстіне салу үнемі жүзеге асырылып отырады. Қорыту процесін жүргізу бойынша және алынатын қорытпаның маркасына байланысты ферросиликохромды алудың екі әдісі бар: бір сатылы (қожбен) және екі сатылы (қожсыз). Бір сатылы әдісте шихта хром рудасынан, кварциттен және көміртегі бар қалпына келтірушіден (кокс, жартылай кокс, брикеттелген шымтезек, қоңыр көмір, графитизация қалдықтары және т.б.), ал, екі сатылы - кварцит, көміртекті (қайта құйылған) феррохром және көміртегі бар қалпына келтіруші (кокс, жартылай кокс, арнайы кокс және көмір). Қазіргі кезде екі әдіс те қолданылады. Олардың әрқайсысының көрсеткіштері мен артықшылықтары технологияның пайдаланылу деңгейімен және электр энергиясы шығынымен сипатталады. Ферросиликохромды өндірудің экономикалық тиімділігі шихта материалдарының құнын және қорытпаның құрамында мақсатты элементтердің болуына байланысты: хром және кремний. Ферросиликохромды өндірудің бір сатылы әдісінің артықшылығы хромды қорытпаға артығымен алу болып табылады, алайда, екі сатылы әдіспен ферросиликохромды (48-50%) қорыту үшін электр энергиясын тұтыну шығыны бір сатылымен (8200-8855кВт•с) салыстырғанда төмен (6700-7300кВ•сағ). В.И. Кулинич және бірлескен авторлар деректері бойынша, бір сатылы әдіс құрамында кемінде 30% кремний бар ферросиликохромды өндіруде экономикалық тиімді болуы мүмкін, ал құрамында кремний мейлінше жоғары болған жағдайда екі сатылы әдіс қолданған жақсы. Ферросиликохромды балқыту кезінде жоғары энергия тұтынудың негізгі себебі бір сатылы әдіс болып табылады, ол көп мөлшерде қожға айналады, оның шламдан қалпына келтірілуіне айтарлықтай энергия шығынын тудыратын кремнийді тұтынудың артуы болып табылады.

Екі сатылы әдіс артықшылығы - хромның да, кремнийдің де қорытпасының мақсатты элементтерін бөлек қалпына келтіру. Осыған байланысты өндірістің технологиялылық тұрғысынан екі элементке қарағанда, бір элементті қалпына келтіру оңай болып табылады. Жоғарыда айтылғандай, құрамында кремний жоғары болған жағдайда екі сатылы әдіс мейлінше тиімді. Теориялық және эксперименталдық жұмыстардың нәтижелеріне сүйене отырып, біз тазартылған феррохромды ірізертханалық ауқымда АХС кешенді қорытпасын қолданып, балқытуға арналған әзірленген технологияны апробацияладық.

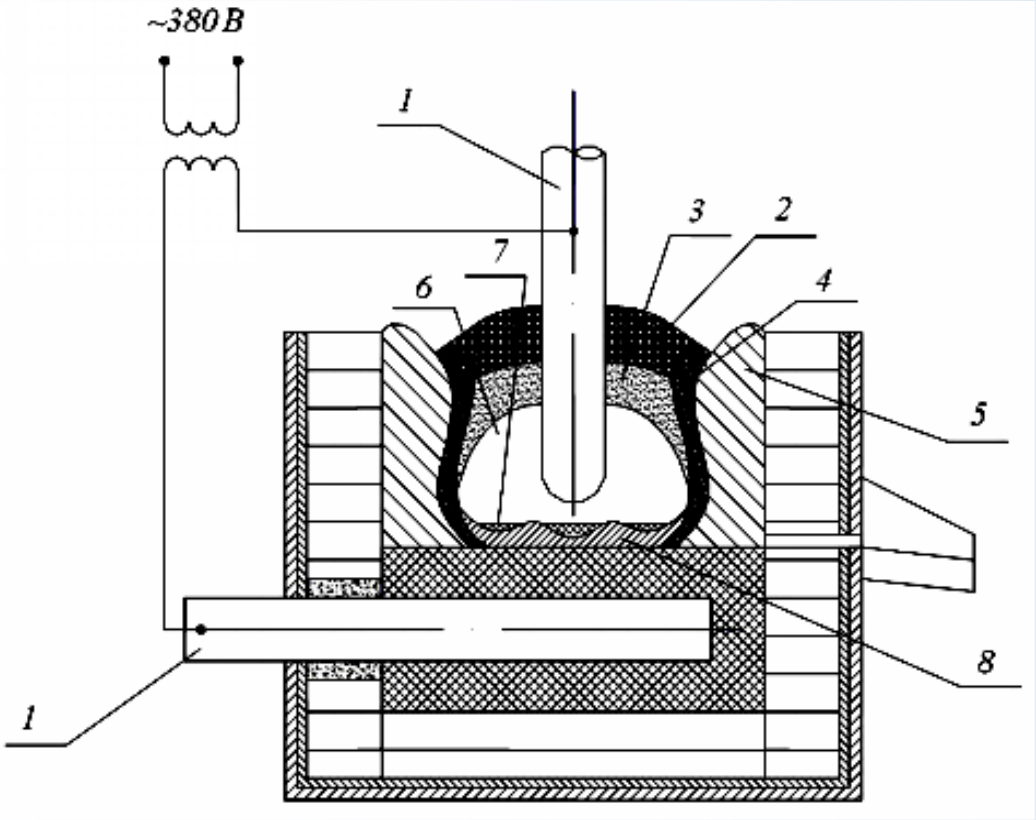
2. Кешенді АХС балқымасын зертханалық және ірізертханалық балқыту. Зерттеу үшін институтқа 5 тонна көлемінде хром кенінің тәжірибелік партиясы жеткізілді. Технологиялық және ғылыми зерттеулер үшін руда партиясы сынамалар алу бойынша техникалық операциялары жүргізілді. Эксперименттік қорытпа үшін сынамалар үш рет ширектеу және араластыру әдісімен іріктелді. Тазартылған феррохромды балқытуға арналған ауқымды зертханалық зерттеулерді жүргізу үшін Т.Габдуллина атындағы ферроқорытпа және қалпына келтіру зертханасы мен Ж.Абишев атындағы химия-металлургиялық институтының қызметкерлері әзірлеген технологияға сәйкес АХС тәжірибелік қорытпасының партиясын өндіру бойынша жұмыстар жүргізілді. Сынақ қуаттылығы 0,2МВА болатын трансформаторы, графит пеш едені бар бір фазалы рудатермиялық ірізертханалық пеште жүргізілді. Электр пешін қуаттандыру ОМУ-200 трансформаторынан жүзеге асырылды. Доғалық разряд температурасы 2500-4500°С диаметрі 150мм болатын графит электродпен қамтамасыз етілді. Пеш шамот кірпішпен қапталған. Пеш ваннасы өстері өзекке қарай созылған, 50-60см болатын эллипс түрінде жасалған. Қашықтық электродтан ағынөзек блокка дейін 17-18см, пештің артқы қабырғасына дейін 27-28см. Ванна тереңдігі 30-35см. Пештің едені пештің жүйелі түрдеток әсерінен өшіп қалуымен 8 сағат бойы кокстелуге ұшыраған қалың массасынан жасалған. Пеш трансформаторында кернеудің төрт сатысы бар: 18,2В; 24,4В; 36,6В және 48,8В. Пеш ваннасының сызбалық құрылымы 1 суретте көрсетілген.

АХС кешенді қорытпасын қорыту алу үшін тәжірибелік науқан 0-10мм фракциядағы хром кенін және 10-50мм жоғары күлді көмірді пайдалана отырып жүргізілді. Шихта материалдарының құрамының есебі келесі құрамдағы қорытпадан алынды: хром 37-42%, кремний 20-25% и алюминий 10-15%. Колош құрамы: хром рудасы - 6,0кг; екібастұз көмірі - 10кг. сынақ ұзақтығы - пештің үздіксіз жұмыс жасау кезінде 6 тәулік. Шихта материалдарының химиялық құрамы 1 - ші кестеде көрсетілген.

Кесте 1 - Шихта материалдарының химиялық құрамы

Атауы	A	V	W	S	Cr_2O_3	SiO_2	Al_2O_3	FeO	CaO	MgO	P_2O_5	п.п.п.
Хромды кен	-	-	3,5	0,05	48,34	8,55	9,52	12,61	0,47	19,87	0,006	5,87
Екібастұз көмірі	48,54	15,76	1,90	0,045	-	56,23	28,12	5,07	3,10	3,13	0,25	-

Шығарылымның бастапқы сериялары жақсы өтті. Үшінші тәуліктің соңында пештің жұмысы біршама нашарлады, пеш едені сәл көтеріліп, метал босаң шығып, карбидтің ыдырауына тән иіс болды. Пайда болған карбидтерді жою үшін руда мөлшері 6,2кг-ға дейін көтерілді. Бұл электродтың «қону» және ыстық металдың тез түсу үдерісіне ықпал етті. Осы мөлшерде пештің жұмысы балқыту үрдісінің тұрақтылығымен сипатталды, электродты қондыру орташа болды, өзектердің кесілуі және жұлдыру қиындық туғызған жоқ. Қорытпаны пештен 2 сағат мерзімділікпен шығарды. АХС қорытпасы сақтау кезінде шашылатындығы байқалды. Шығарудан 15-20 сағаттан кейін құйма құлап қалады - алдымен ол жарылып, содан кейін өткір шеттерге құлап кетеді. Екі үш тәуліктен шашылу үдерісі тоқтайды.



1 - электродтар; 2 - бастапқы шихта; 3 - жұмсартылған шихта аймағы; 4 - өтпелі аймақ; 5 - қабырғалық гарнисаж; 6 - реакциялық аймақ; 7 - балқытпа; 8 - металл карбидті қақ.

Сурет 1 - Қуаттылығы 0,2МВА болатын трансформаторы бар рудатермиялық пеш және пеш ваннасының құрылымы

Кесте 2 - Хром кенінен және Екібастұз көмірінен АХС қорытпасын қорытудың балқыту картасының жиынтықтығы

Құны	Шихта материалының салмағы, кг		Колоша, руда/көмір құрамы	Колоша саны	Кернеу, В	Металл, салмағы кг	Металдың химиялық құрамы, %				
	Хр. руда	Көмір					Cr	Si	Al	C	P
16.01.08	72	120	6/10	12	24	13,1	43,2	19,6	10,3	0,8	0,02
17.01.08	102	170	6/10	17	24; 36	59,95	41,4	20,8	11,2	1,2	0,02
18.01.08	90	150	6,2/10	15	24; 36	74,8	38,6	26,4	19,8	0,8	0,01
19.01.08	96	160	6,2/10	16	24; 36	49,5	36,2	23,3	15,7	0,9	0,04
20.01.08	111,6	180	6,2/10	18	24; 36	94,7	42,8	25,4	15,1	1,5	0,01
21.01.08	74,4	120	6,2/10	12	24; 36	57,8	38,2	21,3	11,5	1,3	0,03
Барлығы науқан бойынша	546	900		90	«козел» Барлығы:	349,85 65 414,85	Қож 15 кг күйежентек 11,8 кг				

Жағдайдың мұндай өзгеруі жоғары кремнийлі және басқа да күрделі қорытпалар бар кейбір қорытпаларға тән. Сынақтардың нәтижелері 2 - ші кестеде көрсетілген. 3 - ші кестеде руда мен көмірден алынған АХС қорытпасының жиынтық деректері келтірілген. 6 тәулік ішінде 546кг хром рудасы, 900кг көмір жұмсалды. 350кг қорытпа алынды. 1 тонна АХС үшін 1,316 т. руда, 2 169 тонна көмір тұтынылды. Қорытпаның орташа құрамы, %: Cr - 40,07; Si - 22.80; Al 13.93; Ca - 0.10; Mg - 0,48; C - 1.10; Fe - тоқтау; S - іздер. 3 - ші кестеден көріп отырғанымыздай, ірі ірізертханалық жағдайда энергияны нақты тұтыну пештің шағын өлшемдерінен туындаған жоғары жылу шығындарына байланысты нақты өндірістік процестер көрсеткіштерінен әлдеқайда жоғары. Дегенмен, бірдей жағдайларда сынақ жүргізу кезінде мұндай деректер әртүрлі нұсқа үшін бағаланатын параметр ретінде қызмет етуі мүмкін.

Бақылау сұрақтары:

1. АХСй туралы не білесіз?
2. Шикіқұрам материалдары.
3. АХС балқыту технологиясы.

Кесте 3 - Хром кенінен және Екібастұз көмірінен АХС қорытпасын қорытудың жиынтық деректері

№ р/с	Атауы	Өлшем бірлігі	Көрсеткіштері
1	Балқыту ұзақтығы	тәулік	6
2	Пайдаланылған шихта саны: Хром рудасы көмір мөлшердің артуының есебі	кг	 546,0 900,0 4,0
3	Шихтамен берілді: хром алюминий кремний	кг	 193,25 105,75 140,13
4	Получено сплава	кг	414,85
5	Қорытпаның орташа құрамы: хром алюминий кремний	%	 40,07 13,93 22,80
6	Қорытпада алынды: хром алюминий кремний	кг	 166,23 57,78 94,58
7	Шихтадан қорытпаға өтті: хром алюминий кремний	%	 86,01 54,63 67,49
8	1 т қорытпаға шығыс: руда көмір электроэнергиясы	т кВт·с/т	 1,316 2,169 14114

Келесі жартылай өнеркәсіптік науқан 60 күн бойы өткізілді. Негізгі міндет төмендетілген темір құрамымен қорытпаны алу болып табылады. 48% Si, 27% Al және 15% Fe құрайтын 58 тонна қорытпа алынды, нақты меншікті электроэнергиясы 14,4МВт*ч. Пайдаланылатын материалдарға байланысты алюминий қорытпасынан 22% -дан 37% -ға дейін, кремний - 42-ден 53-ке дейін, темір -5-тен 25-ке дейін өзгерді. Құйынды салмағы бойынша 17% мөлшерінде қорытпа ұсақтаудан металлургиялық қайтару енгізу, электр энергиясын тұтынудың төмендеуіне әкелді 1-т.дан 8,2 МВт*сағатқа дейін. Алынған қорытпа Череповец металлургия комбинатында мартен пешінде болатты қышқылсыздандыру үшін сыналды. Оның пайдалану алюминий шығынын 1,2-2есе төмендетті болаттағы алюминийді анағұрлым тұрақты құрамын қамтамасыз етуге және қышқылсыздандыру кезінде қолмен жұмыс күшін жою үшін мүмкіндік берді. 7 күн бойы ферросиликоалюмийді балқытудың пилоттық-өндірістік науқаны қуаттылығы 21,0МВА көмірмен футеровкаланған пеште өткізілді. Колоштағы шихта құрамы,кг: темір жоңқасы 30 дейін, вскрышная порода 450-650, кварцит 145. Алынған 143т қорытпа құрамында орташа 58% кремний, алюминий - 11, электроэнергияның меншікті шығыны: 16,2МВ*сағ/т құрайды.

Бақылау сұрақтары:

1. Ферросиликоалюминий туралы не білесіз?
2. Шикіқұрам материалдары.
3. Ферросиликоалюминий балқыту технологиясы.

Әдебиеттер тізімі

1. Друинский М.И., Жучков В.И. Получение комплексных ферросплавов из минерального сырья Казахстана. - Алма-ата: Наука, 1988.С. 8-14.
2. Колпаков С.В. // Сталь. 1982. №7. С. 2-6.
3. Лунев В.В., Аверин В.В., Щульте Ю.А. // Теортия и практика получения и применения комплексных ферросплавов. Тбилиси, 1974. С. 156-161.
4. Строганов А.И. // Производство ферросплавов: Сб. Сибирского металлургич. ин-та. Новокузнецк, 1980. С. 5-24.
5. Казачков И.И. // Легирование стали. Киев, 1982. 120с.
6. Морозов А.Н., Хитрик С.И. // Производство ферросплавов: Сб. №2. М., 1973. 400с.
7. Гасик М.И., Игнатьев В.С., Гасик Л.Н. // Структура и качество промышленных ферросплавов и лигатур. Киев, 1975. 152с.
8. Строганов А.И., Рысс М.А. // Производство стали и ферросплавов. М., 1974. 400с.
9. Жучков В.И. // Совершенствование технологии производства марганцевых сплавов. Тбилнсин, 1983. С. 109-114.