

Металлургия және нанотехнологиялар кафедрасы

Пән: Metallургия өндірісінің технологиясы

Мамандық: 5B070900 «Metallургия»

12-слайд- дәріс (23сл)

Тақырып: Конвертерлік балқыту технологиясы
(11-Дәрістің жалғасы).

Автор: НТМ кафедрасының профессоры, к.т.н.

Исин Д.Қ.

12-Дәріс жоспары

1. Жоғары фосфорлы шойынды конвертерлік қайта балқыту
2. Болат электр металлургиясының даму тарихы
3. Металды электр-магниттік араластыру
4. Техника-экономикалық көрсеткіштерді дамыту және жақсарту тенденциялары
5. Доғалы пештерде электрмен болатты балқыту тәсілдері

1. Жоғары фосфорлы шойынды конвертерлік қайта

балқыту. Бірқатар Еуропа елдерінде жоғары фосфорлы руданың болуы металлургтерді жоғары фосфорлы шойынды қайта балқыту үшін оттекті-конвертерлік процесті пайдалану тәсілдерін іздестіруге мәжбүр етті.

Жоғары фосфорлы шойынды қайта өңдеудің негізгі күрделілігі (1,8-2,0% P) көміртектің берілген концентрациясына қол жеткізу сәтінде фосфордың төмен құрамдарын алудан тұрады. Фосфорды тотықтыру үшін металды әрі қарай үрлеу қажеттілігі процестің ұзақтығын ұлғайтады, өнімділікті азайтады және темірдің азаюын жоғарылатады, яғни жарамды темірдің шығысын төмендетеді.

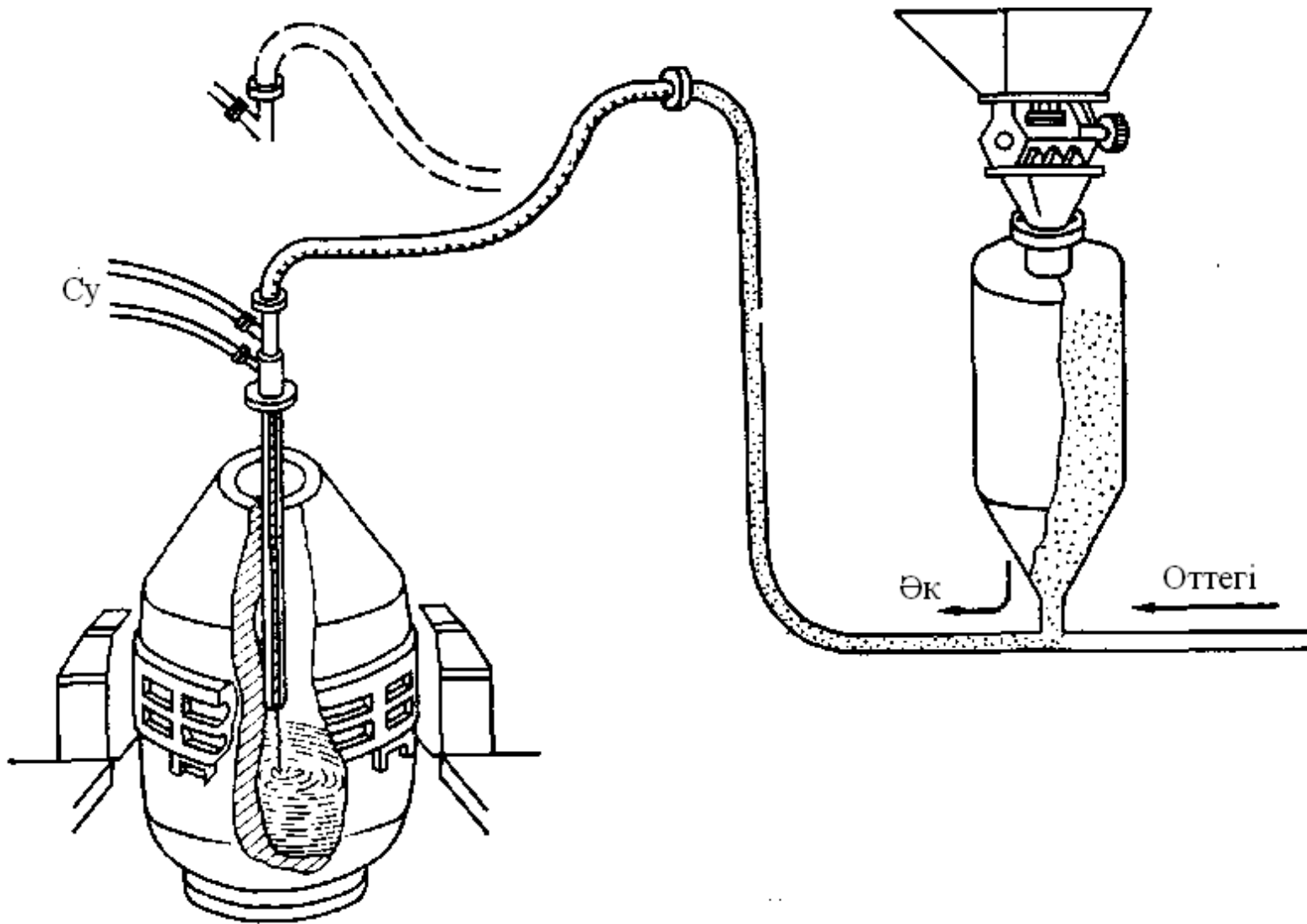
Сондықтан процесті, фосфордың тотығу жылдамдығы аз фосфорлы (0,1-0,3% P) шойынды қайта балқыту кезінде орын алатыннан едәуір артық болатындай ұйымдастыру керек. Онда FeO сәйкес жоғары мөлшері болғанда қождың негізділігін жылдам ұлғайту үшін жағдайлармен қамтамасыз ету қажет. Оттекті-конвертерлік процестің әр түрлі нұсқалары әзірленген, оларда үрлеу үшін оттегі ағысына ұнтақ тәрізді әк беріледі. ОЛП және ЛД-АЦ процестері аса көп таралды.

ОЛП процесі Францияда әзірленген болатын. Әдістің мәні мынадан тұрады: үрлеуіш арқылы оттегімен бірге ұнтақ тәрізді әк беріледі (7.24-сурет). Әк бөлшектерінің мөлшері 0,1-2 мм құрайды. Жұқа ұнтақталудың арқасында әк жылдам қыздырылады және активті әк-темірлі қож құрап, қожда

ериді, бұл үрлеудің ең басынан бастап көміртексіздену жылдамдығынан артық жылдамдықпен фосфорсыздану реакциясының дамуын қамтамасыз етеді.

Процесс екі кезеңге бөлінеді. Ұзақтығы жалпы үрлеу ұзақтығының ~75 % құрайтын, бірінші кезеңнің аяғына қарай металда 0,8-1,2 % С және 0,1-0,3 % Р мөлшері болады. Үрлеуді тоқтатқан соң қождың көп мөлшерін (90%-ға дейін) төгеді. P_2O_5 мөлшері жоғары (20-22 %) қожды тыңайтқыштар алу үшін пайдаланады. Қожды жойған соң балқытудың екінші кезеңін жүргізеді: жиындыны (немесе кезең сайын темір рудасын) қосады және көміртектің берілген мөлшеріне дейін ұсақталған әкпен бірге оттеппен үрлейді. Әктің шығыны 1 т шойынға шойын массасының – 8-12 %, жиынды массасының

– 25 %, оттеқ массасының 55-57 м³ құрайды. Конвертерлер конструкциясы мен шегені бойынша кәдімгі оттекті конвертерлерден ерекшеленбейді. Сипатталған әдіспен аз мөлшерде фосфоры бар төмен, орташа және жоғары көміртекті болатты (0,7 % дейін С) қорытуға болады.



7.24-сурет – ОЛП процесінің сұлбасы

2. Электр пештерде болат өндіру

2. Болат электр металлургиясының даму тарихы

Алғашқы үш фазалы доғалы пештер 1907 жылы АҚШ-та, ал 1910 жылы Ресейде орнатылды. Кейін осындай пештер Германия, Франция және т.б. елдерде пайда болды. Үш фазалы доғалы пештер әрі қарай маңызды шамада жетілдірілді, қазіргі кезде ондай пештер автоматтандырудың жоғары дәрежесі бар ірі оңай басқарылатын агрегаттарды білдіреді.

Доғалы электр пеші ХХ ғ. 60-жылдары түпкілікті өзгеріске ұшырады. Осы мерзім ішінде трансформаторлар қуатын арттыру, балқытудың электрлік және технологиялық режимін жетілдірудің арқасында доғалы пештердің өнімділігі 1950-1960 жж.

аналогтық сыйымдылықтағы пештердің өнімділігімен салыстырғанда екі-төрт есе артты. Ірі доғалы пештердің өнімділігін 100 т/сағатқа дейін арттыру мүмкіндігі пайда болды. Пештің сыйымдылығын ұлғайту және трансформаторлар қуатын арттыру (500-900 кВ·А/т дейін) электр-болат балқыту өндірісінің техникалық-экономикалық көрсеткіштерін маңызды жақсартты және негізгі даму бағытын анықтады.

Доғалы пештердің әрекет ету принципі доғалы разрядтың экзотермиялық электр-физикалық процестерінің нәтижесінде электр энергиясын жылу энергиясына түрлендіруге негізделген, яғни доғалы разряд жылуды өндіру аймағы болып табылады. Жылу өндіру аймағының және технологиялық процестер

аймағының орналасқан жеріне байланысты тәуелді мен тәуелсіз доғасы бар жанама және тікелей қыздыратын доғалы пештер деп ажыратады. Жанама қыздыратын доғалы пештер жылу алмастырғыш пештер болып табылады және радиациялық режимде жұмыс істейді. Екінші типтегі доғалы пештерде металл-шихта немесе сұйық металл электр тізбегінің бір бөлігі болып табылады, онда доғалы разрядтың жұмыс тогы өтеді, доғаның әрекет ету жағдайы металдың қасиетіне байланысты (*тәуелді доға*). Тікелей қыздыратын доғалы болат балқытатын пештер айнымалы немесе тұрақты (ДБП ТТ) токпен негізгі немесе қышқыл шегендеумен жұмыс істейді. Үш фазалы ДБП электрлік доғалар тігінен орналасқан графиттелген үш электрод және үш доғаны «жұлдызға» қосудың электрлік

сұлбасының нольдік нүкте ролін орындайтын металл арасында жанады; ДБП ТТ электрлік доға бір графиттелген электрод-катод және металл-анод арасында жанады (тікелей полярлық тұрақты токта электрлік доғаның электр-физикалық процесінің есебінен қабылданған, бұл ретте металға оң потенциал табанның шегендеуінде орнатылған астарлы электрод арқылы беріледі).

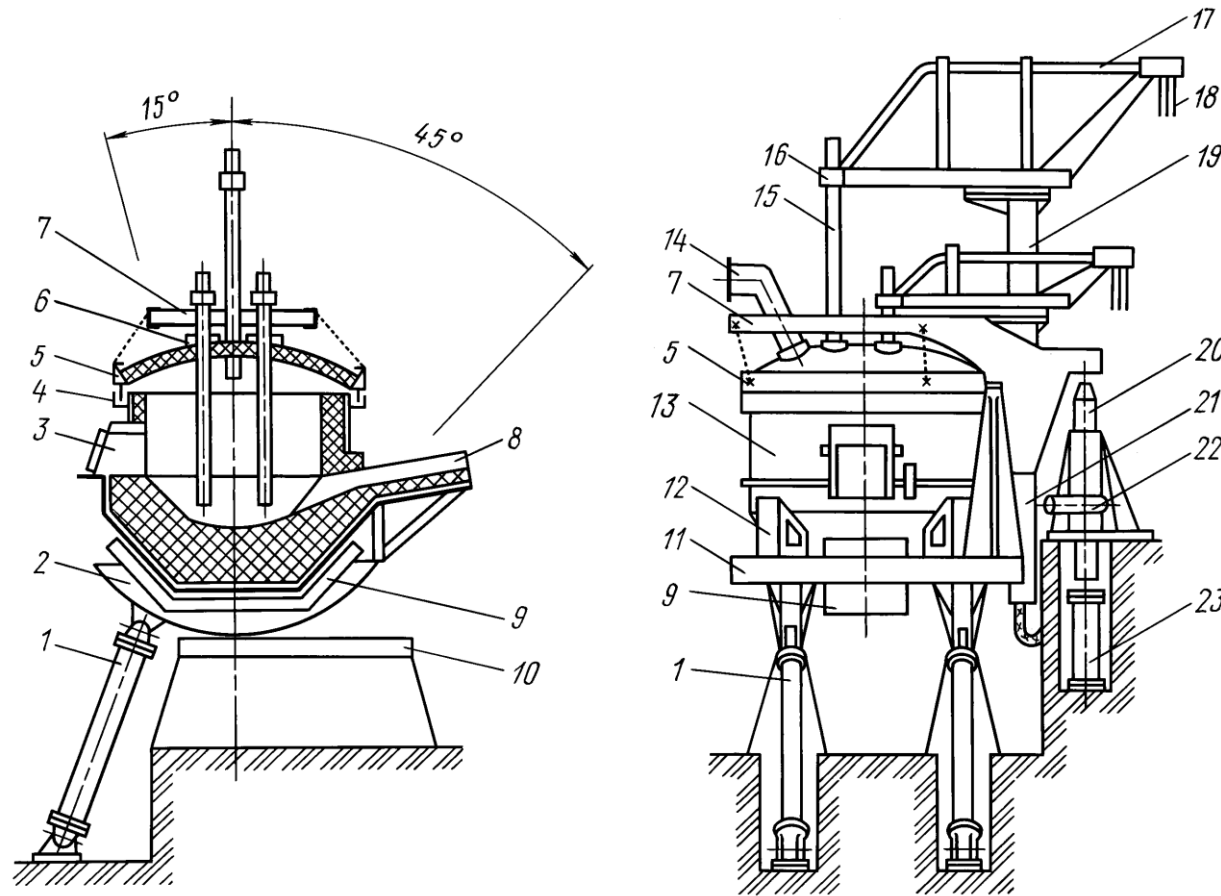
Барлық аталған конструкциялық ерекшеліктерден ДБП жұмысына технологиялық, жылу техникалық және электр-техникалық агрегат ретінде табан өткізгіштігі барынша әсер етеді. Сондықтан тәуелсіз доғасы бар доғалы пештерді осы белгілер бойынша – өткізетін табаны бар және өткізбейтін табаны жоқ пештер деп ажыратады.

Қазіргі заманғы болаттың электр-металлургиясында ДБП ТТ қатар негізгі балқыту агрегаты өткізбейтін табаны бар дөңгелек үш электродты ДБП болып табылады. ДБП бұрынғы конструкциялары әдебиетте сипатталған. ДБП және ДБП ТТ мерзімді әрекетті пештер болып табылады.

Алғашқы ДБП ХХ ғасырдың басында сыйымдылығы шағын түрде пайда болған, кірпіштен шегенделген цилиндрлік қаптамасы болды, жұмыс терезесі арқылы қолмен немесе тиегіш кран арқылы болат астаумен тиелді, темір рудасын тотықтырғыш ретінде қолдана отырып классикалық екі қожды технология бойынша жұмыс істеді. Мұндай *бірінші буынды* ДБП балқытудың ұзақтығымен және шағын өнімділігімен сипатталады.

Пештің үстінен металл шихталарды механикаландырылған тиеу, тотығу мерзімінде газ тәріздес оттегіні қолдану, сұйық болатты тазарту технологияларын жетілдіру *екінші буынды* ДБП-те электр пеш трансформаторларының қуатын 0,32-0,45 МВ·А/т-ға арттыруға мүмкіндік береді (жоғары қуатты пештер деп аталады). Алайда жылу қуатын арттыру шегендеу төзімділігіне әсер етеді, ал бұл қабырға пішінінің өзгерісін талап етеді. Кірпішті шегендеуге сәйкес келетін күрделі пішіні бар конустық-цилиндрлік қаптамасын қолдану осындай пештердің тамаша ерекшелігі болып табылады. ДБП механикалық жабдықтау (8.1-сурет) корпус, күмбез, тіреу платформасы, көлбеу механизмі, электр ұстағыш, электродтарды жылжыту механизмдері, көмекші

механизмдер және құрылғылар, технологиялық газдарды жою жүйесін енгізеді.



1 – көлбеу механизмінің гидроцилиндры; 2 – тіректі сегмент;
3 – жұмыс терезесі; 4 – құмтас бекітпесі;
5 – күмбез сақинасы; 6 – күмбездегі электродты тесікті тығыздағыш; 7 – кронштейн; 8 – ағызғыш науа;
9 – электромагниттік араластыру статоры;
10 – іргетасты арқалық; 11 – тірек платформасы;
12 – тірек тумбасы; 13 – корпус; 14 – газ сұрыптаушы келте құбыр;
15 – графиттелген электрод; 16 – электр ұстағыш; 17 – құбыр шиналары;
18 – иілгіш кабельдер; 19 – Г-тәрізді тіреу; 20 – тірек-бұрылу білігі;
21 – 23 – электродты қозғалту, күмбездің бұрылуы және күмбезді көтеру механизмдеріне сәйкес гидроцилиндрлер

8.1-сурет-Екінші буынды ДБП

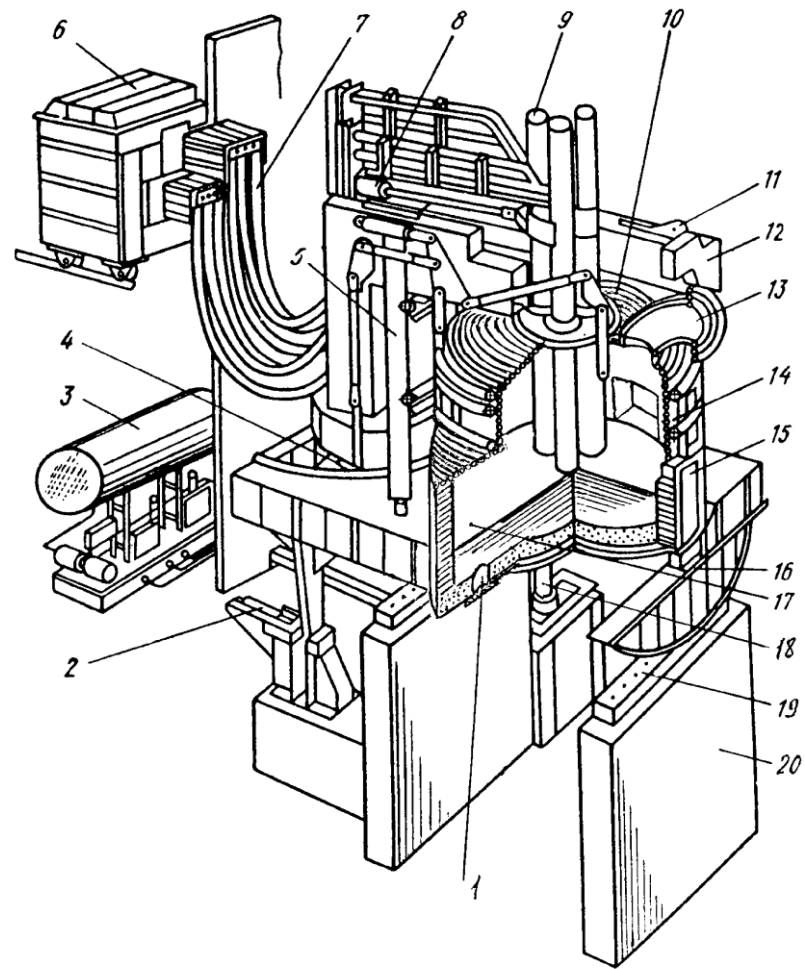
Болат электр-металлургиясының кеңінен дамуы және сұйық металды пештің сыртында өндіру балқыту ұзақтығын күрт азайтуға, электрмен балқытуды бір қожды технологиясына ауыстыруға мүмкіндік береді.

Соның нәтижесінде экономикалық оңтайлы қуат 0,5-0,75 МВ·А/т-ға дейін өсті (жоғары қуатты пештер немесе тым жоғары қуатты пештер деп аталады). Кірпіштен шегендеудің төменгі төзімділігінің проблемасы үшінші буынды ДБП қабырғаны және күмбезді шегендеуде сумен салқындататын элементтермен жабдықтауға әкелді. Жылу шығындарының күрт өскен қуаты кезінде (3–5 есеге) металл шихталарды алдын ала жылытуды қолдану, отын-оттегілік шілтерлер көмегімен (ООШ) жылу энергиясын қосымша енгізу, балқыту мерзімімен тотығу мерзімімен үйлестіру қажеттілігі пайда болды,

Үшінші буынды ДБП-те пештің $40-45^\circ$ көлбеу бұрышы кезінде ағызу ұштары арқылы металл ағызбаның классикалық сұлбасы кезінде сұйық металы бар жанасу қауіптілігінен шегендеу төзімділігін арттыру үшін сумен салқындататын элементтерді қолдануды толықтай іске асыруға мүмкіндік бермейді. Мұндай пештерде пештің сыртында келесі өңдеу үшін шығару кезінде металдан тотықтырған пештің қожын бөлу проблемасы пайда болады.

Сұйық металды түбінен шығаруды қолдану арқылы осыған ұқсас кемшіліктерді жою *төртінші буынды* доғалы пештердің жасауына әкелді, олар $0,8-1,0 \text{ МВ}\cdot\text{А/т}$ және одан жоғары меншікті қуатпен сипатталады (жоғары қуатты немесе тым жоғары қуатты пештер деп аталады).

Мұндай пештерде графиттелген немесе сумен салқындататын электродтарды орнату үшін орталық кірпіш секциясынан басқа сумен салқындататын цилиндрлік корпусы және металды сумен салқындататын күмбезі болады (аралас тәсіл деп аталады). Сыйымдылығы 100-150 т төртінші буынды қазіргі заманғы доғалы пештердің (8.2-сурет) балқыту ұзақтығы (шығарудан шығаруға дейін) 45 минутқа дейін болады, балқытудың массалық жылдамдығы (қуат бірлігінде) 1,5 т/(ч·МВ·А) дейін және дайын өнімділігі 1,0...1,5 млн т-ға дейін болады.



8.2-сурет-Төртінші буынды ДБП

3. Металды электр-магниттік араластыру

Электр-магниттік араластыру қондырғысы (ЭМАҚ) тиімді технологиялық құрал-сайман болып табылады, сыйымдылығы 25 т және одан артық ДСП-да ваннадағы масса және жылу алмасу процестерін басқару үшін қолданылады. Электр-магниттік араластыру (ЭМА) физика-химиялық процестер кинетикасына әсер етеді және ДБП балқытуды қарқындатуға мүмкіндік береді. ЭМА қолдану қоспаланған элемент құрамының төменгі шегі бойынша металды қоспалауға мүмкіндік береді, ал бұл ферроқорытпаларды үнемдеуге мүмкіндік береді. ЭМАҚ ірі ДБП қызмет көрсету бойынша еңбек сыйымдылықты операцияларды, мысалы, сұйық металды араластыру және қожды сорып алу сияқты (екі қожды процесс кезінде) операцияларды механикаландыруға мүмкіндік береді.

магниттік өрісті экрандауды әлсірету үшін магниттік емес болаттан дайындайды.

4. Техника-экономикалық көрсеткіштерді дамыту және жақсарту тенденциялары

Электр энергиясының меншікті шығынын азайту түрінде электр болатты балқытудың энергия сыйымдылығын қарқындату (яғни технологиялық цикл ұзақтығын қысқарту) және азайту мыналардың есебінен технологиялық процесті жетілдіруді қамтамасыз етіледі:

- металл сынықтарын «кесу», отынды жағу, сұйық металл ваннасын үрлеу және көміртексіздендіру, қожды көбіктендіру («көбікті» қож технологиясы), «еркін» кеңістікте технологиялық газдарды жағу үшін оттегіні қолдану;

- жекелеген технологиялық операцияларды орналастыру (алдыңғы қож түзу, энергетикалық мерзімде сұйық металдың көміртексізденуі, әсіресе сұйық шойын құюында пайдалану кезінде);

- тазарту операцияларын енгізу, пештің сыртында өңдеу агрегатында, соның ішінде «шөміш-пеш» типтес агрегатта металды баптау және қышқылсыздандыру (үшінші буынды ДБП сифонмен құю кезінде және төртінші буынды ДБП-те түптік эксцентрлік құю кезінде тотығу қожын ажырату кезінде бір қожды технология деп аталады);

ДБП жұмысының ұтымды электрлік режимі кезінде балқытудың энергетикалық мерзімінде металл шихталарды балқыту технологиясын жетілдіру (жоғары электрлік қуат, ұзын доғаларда көбіктенген қожбен

жұмыс, сұйық металдың қалдығын және олардың энтальпиясын пайдалана отырып қож қалдығымен жұмыс, металды келесі балқытудың ерте фосфорсыздану мүмкіндіктері. Сұйық металл және қожды қуатты доғалармен жергілікті артық қыздырудан табанды шегендеуден қорғайды (төртінші буынды ДБП);

- металл сынықтарының әртүрлі фракцияларының ара қатысымен және олардың ДБП жұмыс кеңістігінде қалыпты орналасуымен және барлық металл шихталарының біркелкі балқуы үшін электрод астында симметриялы орналасуымен анықталған үйінді тығыздықтағы металл шихталарды ұтымды тиеу;

5. Доғалы пештерде электрмен болатты балқыту

тәсілдері. Болат конструкциялық материалдар өндірісінде электр-болатты балқыту тәсілі мартендік оттегілік-конвертерлік өндірісінен сапалы ерекшеленеді, оның жылу көзі электр энергиясы болып табылады. Бұл жағдай пештің жұмыс кеңістігінде кез-келген атмосфераны жасауға мүмкіндік береді: тотықсыздану және бейтарап.

Болатты электрмен балқытудың үш негізгі тәсілі болады:

1. «Жаңа» шихтада тотығумен.
2. Газ тәріздес оттегінің тотығуымен қоспалаған қалдықтарды қайта балқыту.
3. Тотығусыз қоспалаған қалдықтарды қайта балқыту («таза» қайта балқыту).

Бұдан басқа шағын көлемді кейбір зауыттарда екі болат балқыту агрегаттарында алынған лигатуралы және көміртекті дайындамаларды балқыту (арнайы балқыту) және араластыру (машина жасау зауыттары) әдістерімен электр болатты балқыту процестері бар. Электр болатты балқыту балқымаларды шығаруды бөлетін мерзім сайын және циклдермен жүргізіледі.

Болатты балқытудың бірінші тәсілі кезінде бес толық мерзім болады:

- 1) пешті шегендеуді тазарту және құю;
- 2) негізгі шихталардың үйіндісі (тиеу);
- 3) балқыту мерзімі; 4) тотығу мерзімі;
- 5) болатты шығару және пештің сыртында өңдеудің басқа әдістерін қолданумен тотықсыздану мерзімі.

Осы барлық әдістері тотығу мерзімінің бар болуымен немесе болмауымен ерекшеленеді; қоспалаған қалдықтарды, қымбат тұратын ферроқорытпаларды пайдаланумен; газ тәріздес оттегі немесе руда, от қабыршақ, басқа материалдар түріндегі тотықтырғыштарды пайдалану; тотықсыздану, пештің сыртында өңдеу және т.б. мерзімін өткізу.

Электрмен болатты балқытудың негізгі тәсілі жеткілікті жоғары сапа кезінде доғалы пештердің өнімділігін 40 %-ға дейін арттыруға мүмкіндік беретін жоғары қоспалаған болаттың қалдықтарын максимум пайдалану мүмкіндігін беретін газ тәріздес оттегінің жартылай тотығуы бар қоспалаған қалдықтарды қайта балқыту болып табылады. Болатта газдың құрамын азайту үшін «таза» қайта балқыту жағдайында газсыздандырудың

Бақылау сұрақтары:

1. Конвертерде фосфорды тотықтыру кезінде болатын өзгешіліктер.
2. Оттекті-конвертерлік процесті дамыту мақсатпен әзірленген әртүрлі нұсқаларды баяндау.
3. Электр-болат балқыту өндірісінің техникалық-экономикалық көрсеткіштерін жақсартатын және даму бағытын анықтайтын факторларды келтіру.
4. *Бірінші буынды* доғалық балқыту пешін (ДБП) сипаттау.
5. *Екінші буынды* доғалық балқыту пешін (ДБП) сипаттау.
6. *Үшінші және төртінші* доғалық балқыту пештерін (ДБП) сипаттау, сондай-ақ, олардың келтірілген ерекшелерін баяндау.

Үй тапсырмасы:

1. Сұйық фазалық тотықсыздандыру процестері (СФТП)
2. Сұйық фазалық металдандыру пештері