ӘБЛІҚАС САҒЫНОВ АТЫНДАҒЫ ҚАРАҒАНДЫ ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

SAGINOV TECHNICAL UNIVERSITY 1953



Пән атауы: Металлургия өндірісінің технологиясы

Дәріс -6 «КОНВЕРТЕРДЕГІ БОЛАТ ӨНДІРІСІ»

техника ғылымдарының докторы, профессор

НУРУМГАЛИЕВ АСЫЛБЕК ХАБАДАШЕВИЧ

Қарағанды, 2026

Дәріс №8
КОНВЕРТЕРДЕГІ БОЛАТ ӨНДІРІСІ

Дәрістің мақсаты: оттекті-конвертерлі және мартендік сияқты болат өндірісінің негізгі әдістерімен танысу

Дәрістің жоспары:
1. Оттекті-конвертерлік болат өндірісі
2. Мартендік болат өндірісі

Кілт сөздер: болат, конвертер, өндіріс, бессемер, томас, мартен пеші, қышқылсыздандыру, скрап-үрдіс



Болат - темірдің 2,14%-дан төмен (әдетте 1,3%-дан) көміртегімен және басқа да элементтермен қорытпасы. Болаттың құрамындағы тұрақты қоспалар болып марганец, кремний, фосфор мен күкірт табылады. Болат қара металлургия өндірісінің негізгі өнімі және қазіргі машина жасау өнеркәсібі мен құрылыста пайдаланылатын негізгі материал. Болат өндірісінің көлемі мемлекеттің техника-экономикалық деңгейін сипаттайды. Болат негізінен конвертерлерде, мартен және электр доғалы пештерде шойын қорытпалары мен болат сынықтарын және ферроқорытпаларды балқыту жолымен алынады. Болатқа қарағанда шойын құрамында көміртегі мен басқа да қоспалар мөлшері көп болғандықтан шойынды болатқа өңдегендегі басты мақсат тотықтыру үрдістерінің көмегімен көміртегі мен қоспалардың артық мөлшерін айырып алу болып саналады. Болатты жаппай өндіру әдістерімен қатар оның қымбатқа түсетін әрі өнімділігі төмен, бірақ жоғары сапалы ерекше таза металл алуға мүмкіндік беретін - вакуумды-доғалы, вакуумды- индукциялық, плазмалы, электронды-сәулелі қайта балқыту сияқты арнайы әдістері жетілдіріліп келеді. Қазіргі уақытта дүние жүзінде өндірілетін болат көлемінің 59,8%-ы конвертерлерде, 33,5%-ы электр пештерде, 4,2%-ы мартен пештерінде және 2,5%-ы арнайы болат балқыту қондырғыларында балқытылады. Болаттар химиялық құрамына қарай көміртекті және легірленген болып бөлінеді. Көміртекті болаттың құрамына темір және көміртегімен қатар, марганец (1%-ға дейін), кремний (0,4%-ға дейін), сондай-ақ зиянды қоспалар - күкірт, фосфор және т.б. элементтер кіреді. Болаттың сапасын арттыру үшін құрамына хром, никель, молибден, ванадий, вольфрам және т.б. элементтер қосылады. Мұндай қорытпа легірленген болат деп аталады. Украина мен Ресей жылына, сәйкесінше, 40,9 және 70,6 млн. т болат өндіреді. Қытай болат балқытушылары болат өндірісінің ең жоғарғы деңгейін көрсетті - 418,78 млн. т. Әлемдегі қара металдар өндірісі өсімінің 70%-нан астамын Қытай қамтамасыз ететінін айта кету керек. Дүние жүзінде өндірілетін болаттың 33,9%-ы Қатай үлесіне тиесілі.

1. Оттекті-конвертерлік болат өндірісі. Конвертерлерде болатты бессемерлік, томастық және оттекті-конвертерлік әдістермен балқытады.

Алғашқы екі әдістің кемшілігі - азот концентрациясының көп болуына байланысты, алынатын болат сапасының төмендігі және шикізат базасының шектелгендігі. Соңғы кемшілік құрамында кремний, күкірт және фосфор мөлшерлері қатаң белгіленген тек арнайы (бессемерлік және томастық) шойын түрлерін қолдану қажеттілігінен туындап отыр. Сондықтан бұл екі әдістің қолдану аясы шектелген. Қазіргі уақытта бессемерлік және томастық болат өндірілмейді деуге де болады. Конвертерлік үрдістер негізінде сырттан қосымша жылу бермей-ақ, сұйық шойынды газтектес тотықтырғыштармен өңдеу жатады. Болат балқыту үрдісі тек қана сұйық шойынның физикалық жылуы мен қоспалар тотығуының экзотермиялық рекцияларының химиялық жылуы есебінен жүзеге асады. Шойынға оттегі жоғарыдан немесе конвертердің түбінен беріледі. Металл-тотықтырғыш бөліну беттігінің үлкендігі және қоспалар тотығуының жоғары жылдамдығы конвертерлік балқытудың жоғары өнімділігін қамтамасыз етеді. Шойынды үрлеу үшін техникалық таза оттегіні (99,5%-дан артық O_2) қолдану азот мөлшерін азайту арқылы оттекті-конвертерлік болаттың сапасын арттыруға мүмкіндік берді. Оттегі қолданатын алғашқы өндірістік конвертерлер 50-ші жылдардан бастап жұмыс істей бастады. Келесі жылдары бұл әдіс кеңінен тарап, көптеген елдерде болат балқытатын негізгі әдіс ретінде танымал болды. Қазіргі кезде сыйымдылығы 100-400 тоннадан асатын конвертерлер пайдаланылады. Оттекті-конвертердің құрылысы 1 - ші суретте келтірілген. Конвертер корпусы (*1*) қалыңдығы 100 мм дәнекерленген болат жаймаларынан жасалған. Корпус цилиндрлі ортаңғы бөліктен, бітеу түбтен және тарылған симметриялы мойнындықтан (*2*) құралған. Мойындық негізінде балқытылған болатты ағызатын тесік (*3*) орналасқан. Оның осылай орналасуы болатты шығару кезінде қождан бөлінуін жақсартуға және фосфордың тотықсыздану қаупін азайтуға мүмкіндік береді. Конвертердің балқыту кеңістігі шайырдоломитті отқа төзімді материалдармен, ал болат ағызу тесігі - магнезит блоктарымен қапталған. Тірек белдіктерінде орналасқан цапфалар (*4*) арқасында конвертер вертикальді жазықтықта бұрыла алады. Оттегі, әдетте, жоғарыдан сумен салқындатылатын фурма (*5*) арқылы беріледі. Жоғарыдан беру оттегіні металға енгізген жерде жоғары температуралы реакциялық аймақтың пайда болуымен және конвертер түбінің футеровкасын сақтау қажеттілігімен түсіндіріледі.

Фурма жоғары-төмен қозғала алады. Оттегіні үрлеген кезде ол ванна бетінен 300-800мм қашықтықта орналасады. Оттегі 0,8-1,0МПа қысыммен беріледі. Оның шығыны конвертер сыйымдылығы мен үрлеу қарқынына байланысты және минутына 2,5-4,0м^3/т құрайды. Қазіргі заманғы конвертерлерде болат балқыту ұзақтығы 35-50 минут. Конвертерлік балқытудың бастапқы материалдары мыналар: шикіқұрамның металдық бөлігі - сұйық шойын, болат сынықтары, ферроқорытпалар және бейметалл бөлігі - қожтүзушілер, тотықтырғыштар. Жүктемес бұрын конвертерді еңкейтеді. Басында металл сынықтарын жүктейді (балқыманың 20-30%), сонан соң сұйық шойын құйып, конвертерді тігінен орналастырады да, фурманы түсіріп, оттегімен үрлеуді бастайды. Үрлеуді бастаған уақыттан бастап арнайы науа арқылы әкті, темір кенін, қождамаларды (боксит, балқытатын шпат) жүктейді. Үрленген оттегі металға енген кезде, алдыменен құйылған шойынның негізгі бөлігін құрайтын темірмен әрекеттеседі:

$$2Fe + O_2 = 2FeO + Q.$$

Түзілген FeO-ның бір бөлігі қожға өтеді, ал келесі бөлігі металда еріп шойын құрамындағы қоспаларды тотықтырады:

$$2FeO + Si = 2Fe + SiO_2 + Q_1$$
$$FeO + Mn = Fe + MnO + Q_2$$
$$5FeO + 2P = 5Fe + P_2O_5 + Q_3$$

Бұл реакциялар, әсіресе кремнийдің тотығуы, көп мөлшерде жылу бөле жүреді. Үрлеу басталғаннан кейін 2-4 минут ішінде кремний толығымен тотығып кетеді. Кремний мен марганец мөлшері төмендеп, металл температурасы жоғарлаған кезде көміртегінің FeO-мен:

$$FeO + C = Fe + CO + Q,$$

сонымен қатар тікелей газтәрізді оттегімен әрекеттесуі нәтижесінде тотығу жылдамдығы артады. Бөлінген CO көпіршіктері металл мен қождың араласуын жақсартады. Қоспалардың тотығуы барысында қож пайда болады. Қождың түзілу жылдамдығы әктің еру жылдамдығына байланысты. Үрлеу басында қож құрамында кремнезем SiO_2 мен темірдің шала тотығы FeO мөлшерлері жоғары және негізділік төмен ($CaO/SiO_2 < 1$) болады.

Үрлеу барысында әк еріп, қож негізділігі артады да, үрлеу аяғында негізділік $CaO/SiO_2 \approx 3$ дейін жетеді. Қождың жалпы мөлшері әдетте металдың 10-15%-ын құрайды. Белсенді негізді қож металдың зиянды қоспалардан - фосфор мен күкірттен арылуына ықпал етеді. Жоғары негізді қожда күкірт кальций сульфидін түзеді:

$$FeS + CaO = CaS + FeO.$$

Көміртегінің қажетті мөлшері алынып, үрлеу аяқталған соң конвертерді горизонталь күйге бұрып, сынаманы алғаннан кейін металды шөмішке жібереді. Соңғы жылдары шойынды оттегімен конвертердің түбінде орналасқан фурмалар арқылы астыдан үрлеп болат балқытудың әдісі кеңінен тарап келеді. Фурма концентрлі орналасқан екі түтіктен тұрады: ішкісінен оттегі, ал түтіктер арасындағы қуыс арқылы - қорғағыш газ (әдетте метан немесе пропан) беріледі. Қорғағыш газ оттегінің сұйық металмен ерте әсерлесуінен, фурма мен фурма аймағындағы кеңістікті жанып кетуден сақтайды. Фурма саны конвертер сыйымдылығына байланысты өзгеріп отырады, кей жағдайда 20-дан да көп болуы мүмкін. Конвертер түбі қабырғаларға қарағанда әлсіздеу, шыдамсыз болып келеді, сондықтан оларды ауыстырмалы етіп жасайды. Фурмалардың сұйық металмен бітеліп, істен шығуының алдын алу мақсатында, конвертерді тікейтер алдында, фурмалар арқылы қандай да бір инертті газ (әдетте аргон) үрленеді. Жоғарыдан үрлеумен салыстырғанда, конвертердің төменгі жағынан үрлеу кезінде металл-газ әсерлесу ауданы үлкейіп, металдың араласуы күшейеді. Осының арқасында шойынның көміртексізденуі және зиянды қоспалар мен газдардың бөліну жылдамдығы артады. Болатты шөміште қышқылсыздандыру - міндетті қорытынды операция. Балқытудың тотықтыру сипаты металда еріген FeO-ның жоғары концентрациясына әкеліп, ыстықпен деформациялау кезінде болаттың қызусынғыштығын және механикалық қасиеттерінің төмендеуін туғызады. Қышқылсыздандыру деп сұйық металда еріген FeO түріндегі оттегіден арылу үрдісін атайды. Қышқылсыздандыруды марганец, кремний және алюминиймен келесі реакциялар бойынша жүзеге асырады:

$$FeO + Mn = Fe + MnO,$$

$$2FeO + Si = 2Fe + SiO_2,$$

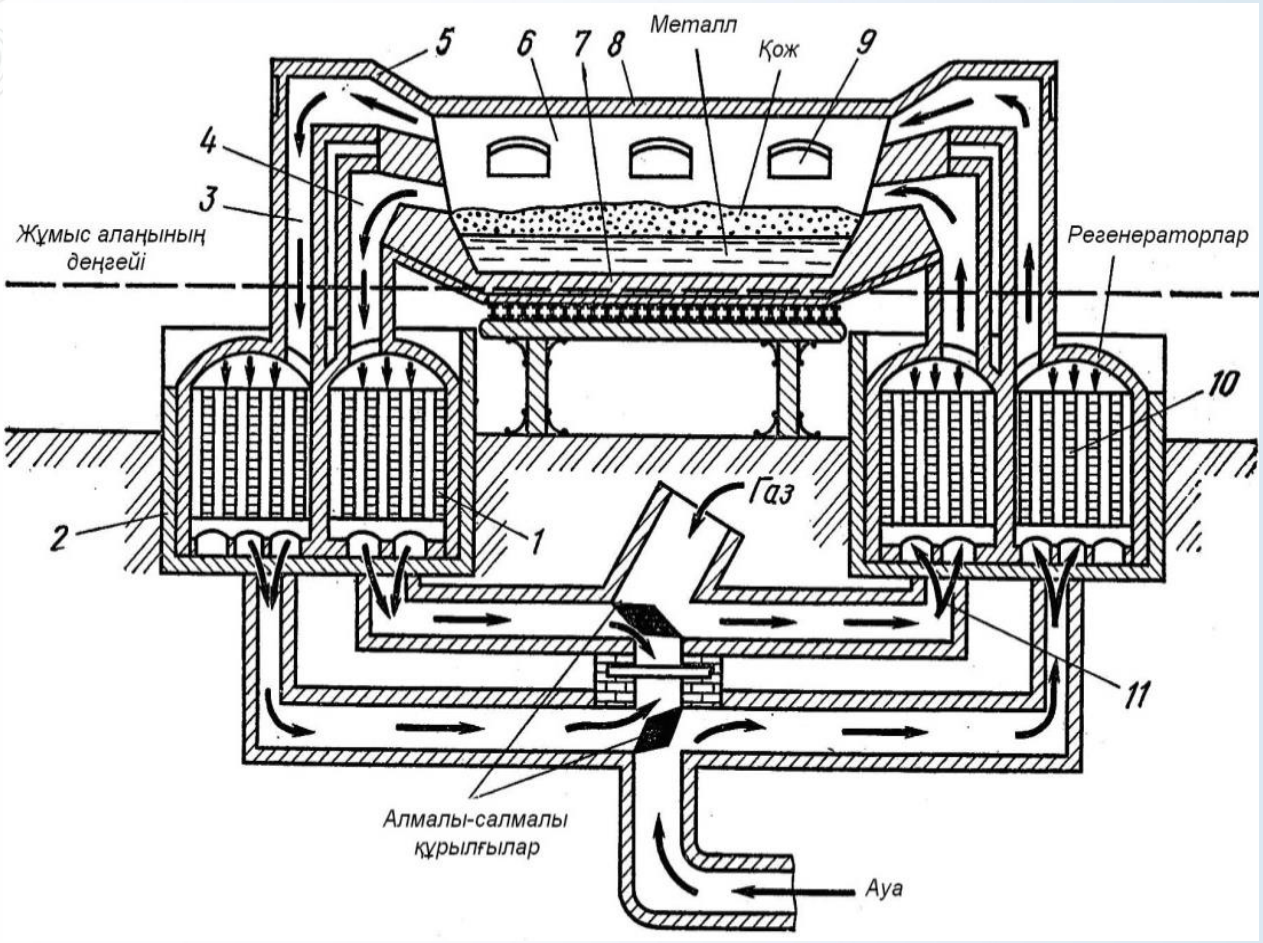
$$3FeO + 2Al = 3Fe + Al_2O_3.$$

Кремний мен марганецті сәйкес ферроқорытпалар түрінде, ал алюминийді таза күйінде қолданады. Марганец, кремний және алюминийді болат қышқылсыздандырғыштары деп атайды. Қышқылсыздану дәрежесіне қарай болаттың қайнаған, жартылай тыныш және тыныш түрлерін айырады. Қайнаған болатты тек ферромарганецпен қышқылсыздандырады. Мұндай болатта еріген FeO-ның бір бөлігі қалып қояды да кристалдану барысында қайнау үрдісі

$$FeO + C = Fe + CO$$

реакциясы бойынша жүре береді. Газ көпіршіктері қатқан құйманың құрамында қалып қояды және илектеу кезінде жапырылып жойылады. Қайнайтын болаттың құны бәрінен де төмен болады. Себебі ол кәдеге жарайтын металдың жоғары шығымын және аз мөлшерде қалдықтар береді. Тыныш болатты ферромарганецпен, ферросилициймен және алюминиймен кешенді қышқылсыздандырады. Құрамында еріген FeO жоқ болғасын қайнау үрдісі тоқтап, болат «тыныштанады». Тыныш болат құймасының елеулі бөлігі қалдыққа кететіндіктен, ол қымбат болып саналады. Жартылай тыныш болатты қышқылсыздандыру үшін ферромарганец пен аз мөлшерде ферросилицийді қолданады. Ол сапасы мен бағасы жөнінен қайнайтын және тыныш болаттың ортасында орналасады. Болат сапасы құрамындағы зиянды қоспалар, газдар және бейметалл кірінділер мөлшерімен анықталады. Сапасы жөнінен оттекті-конвертерлік болат мартендік болаттан кем емес, кей жағдайда тіпті артық. Өңдеуге кететін шығындардың 20-30%-ға төмен болуына байланысты, оттекті-конвертерлік болаттың өзіндік құны мартендік болаттан аз болады. Конвертерлік үрдістерді кешенді механикаландыру және автоматтандыру оңайға түседі. Өндірістік қуаты мартен цехымен бірдей оттекті-конвертерлік цехтың құрылысы арзанға түседі. Оттекті-конвертерлік болаттың айтылған артықшылықтары дамыған елдерде мартендік пештердің толығымен (Жапония) немесе көп бөлігін (АҚШ, Германия, Ұлыбритания) оттекті конвертерлермен ауыстырылуына әкелді. Отандық өндірісте де оттекті-конвертерлер мартендік пештерді ығыстырып шығарды.

2. Мартендік болат өндірісі. Мартен пеші - жалынды регенеративті пеш. Пештің жұмыс кеңістігінде газтектес немесе сұйық отын жағылады. Сұйық күйдегі болат алу үшін қажет жоғары температура пештен шығатын газдар жылуының регенерациясы есебінен алынады. Мартен пешінің жоғарғы құрылысы балқыту кеңістігінен, бастардан және вертикальді каналдардан тұрады (сурет 1). Балқыту кеңістігі жүктеу терезелері бар алдыңғы қабырғамен, шығару тесіктері бар артқы қабырғамен, астынан - пеш түбі және еңестерімен, үстінен - күмбезбен, екі маңдайынан - бастармен шектелген. Жүктеу терезелері арқылы пешке шикіқұрам және балқыту барысында қосымша материалдар жүктеледі, қож шығарылады, металл мен қож сынамалары алынады. Артқы қабырғада пеш түбінің деңгейінде орналасқан тесік арқылы дайын металл мен қож ағызылып алынады. Балқыту кезінде ол тесік магнезитті ұнтақпен бітеледі. Пештің жұмыс кеңістігі отқа төзімді кірпішпен қаланған. Футеровка түріне байланысты мартен пештері негізді және қышқылды болып бөлінеді. Негізді пештерде пеш түбі мен еңестері магнезитті кірпіштен қаланып, үстіне магнезитті немесе доломитті ұнтақ қабаты жентектеледі. Аспалы күмбезді хромомагнезитті кірпіштен жасайды. Негізді футеровканы қолдану пешке әкті жүктеуге, негізді қож алуға және күкірт пен фосфор сияқты зиянды қоспалардан арылуға мүмкіндік береді. Қышқылды пештерде пеш түбі мен еңестерін кремнезем негізіндегі қышқыл динас кірпішімен қалайды да, үстінен кварц құмымен қабаттайды. Күмбезді де династан қалайды. Күкірт пен фосфорды жою мүмкін болмағандықтан, қышқыл үрдіс сирек қолданылады. Қышқылды пеште шикіқұрам ретінде күкірт пен фосфордан таза шойын және болат сыныктары немесе негізді пеште зиянды қоспалардан тазартылған сұйық өнімдер (дуплекс-үрдіс: негізді-қышқылды мартен пеші) қолданылады. Қышқылды мартен пештерінде балқытылған болат өте жақсы қышқылсызданған және құрамында еріген газдар мөлшері төмен болады, бейметал кірінділердің аз мөлшерімен, олардың қолайлы пішінімен және металл көлемінде біркелкі орналасқандығымен сипатталады. Пеш жұмыс кеңістігінің екі маңдайында отын және ауа жеткізуге, жану өнімдерін сыртқа шығаруға арналған бастар орналасқан. Бастар пештің төменгі құрылысымен вертикальді каналдармен жалғанған.



1 - газ регенераторы; 2 - ауа регенераторы; 3, 4 - ауа және газ жүретін вертикальді каналдар; 5 - бас; 6 - пештің жұмыс кеңістігі; 7 - пеш табаны; 8 - күмбез; 9 - жұмыс терезесі; 10 - регенератор салмасы; 11 - пеш көмейі

Сурет 1 - Мартен пешінің сұлбасы

Мартен пешінің төменгі құрылысы жұмыс алаңының астында орналасады. Ол түтін газдарын қож бөлшектері мен жұмыс кеңістігінің шаңдарынан тазартатын қож жинағыштардан (1 - ші суретте көрсетілмеген), регенеративті камералардан және ауыспалы клапандары бар пеш көмейінен құралған. 1 - ші суретте отын мен ауаның оң жақтан берілгендегі мартен пешінің жұмысы, ал бағдаршалармен газ қозғалысы көрсетілген. Пештің жұмыс кеңістігінде отын мен ауа араласып, 1800-1900°С температуралы жалын шығара жанады. Жанудың газтектес өнімдері қарама-қарсы сол бастағы каналдардан, содан вертикальді каналдардан, қож жинағыштардан және регенераторлардан өтеді. Регенераторларға келетін түтін газдарының температурасы 1500-1550°С-қа жетеді. Регенератор - отқа төзімді шамот кірпішінен торлы қабат түрінде қаланған салмалары бар камера. Түтін газдары өткенде регенераторлардың бір жұбының, біздің жағдайда сол жұбының, салмалары 1300-1400°С-ге дейін қыздырылады. Клапандарды ауыстырғаннан кейін отын, ауа және газдар қозғалысы қарама-қарсы бағытқа өзгереді. Қыздырылған регенераторлардың біреуі арқылы пештің жұмыс кеңістігіне газтектес отын, ал екіншісі арқылы ауа өтеді. Олар салмалар арқылы өткенде 1100-1200°С температураға дейін қызады. Бұл уақытта регенератордың келесі жұбы газ жылуымен қыза бастайды. Регенераторлардың бірінші жұбының салмалары белгілі бір температураға дейін салқындағанда клапандардың кезекті ауыстырылуы орындалады да үрдіс кері бағытта қайталанады. Регенераторлардан шыққан түтін газдары пеш көмейімен, жолай тазартудан өтіп, түтін мұржасы арқылы шығып кетеді. Сұйық отынмен (мазутпен) жұмыс істейтін мартен пештерінің екі жағында ауа қыздыратын тек бір ғана регенератор болады. Газтектес отын ретінде, әдетте, домна және кокс газдарының қоспасы пайдаланылады. Соңғы уақытта кокс-домналық газ қоспасына араластыра отырып табиғи газды да кеңінен қолдана бастады. Жағуға берілетін ауаны қосымша 25-30%-ға дейін оттегімен байытады. Мазут, табиғи газ және оттегіні беруге арналған құрылғылар мен форсункалар пештің бастарында орналасқан. Әдетте тұрақты (стационарлы) пештер қолданылады, ал фосфорлы шойыннан болат алу және қожды бөліп алуды жеңілдету үшін теңселмелі пештер де қолданылады. Теңселмелі пештің жұмыс кеңістігі берік болат бүркенішінде орналасқан. Бүркеніш қаңқасы сырғанақтарға тірелуі арқасында бұрыла алады.

Әдетте, негізді мартендік балқытуды екі әдістің біреуімен жүргізеді: скрап-үрдіс және скрап-кенді үрдіс. Болатты негізді мартен пештерінде скрап-үрдіс әдісімен балқытуды тек қана домна пештері жоқ және сұйық шойын өндірмейтін зауыттарда жүргізеді. Негізді скрап-үрдіс, әдетте, машина жасау зауыттарында сыйымдылығы аз (100 т-ға дейін) пештерде қолданылады. Бастапқы материалдары - болат сынықтары (шығыны 60-70%), қайта өңделетін шойын (30-40%) және әк (металл массасының 8-12% мөлшерінде). Балқыту үрдісі бірнеше кезеңдерден тұрады: пешті толтыру, шикіқұрам материалдарын қыздыру, оларды балқыту, қайнау, қышқылсыздандыру және металды шығару кезеңдері. Металл балқыған кезде кремний толығымен, ал көміртегі, марганец, фосфор жартылай тотығады. SiO_2, MnO, FeO, CaO оксидтерінен металл бетін жауып тұратын қож түзіледі. Осының арқасында металдың пеш газдарымен және оттегімен тікелей жанасуы тоқтатылады. Металл қоспаларының одан әрі тотығуы қож арқылы, оның құрамында еріген FeO есебінен жүреді. Фосфор келесі экзотермиялық реакциялар нәтижесінде бөлінеді:

$$2P + 5FeO = P_2O_5 + 5Fe + Q,$$

$$P_2O_5 + 3FeO = P_2O_5 \cdot FeO + Q,$$

$$P_2O_5 \cdot FeO + 3CaO = 3CaO \cdot P_2O_5 + 3FeO + Q.$$

Балқыту кезеңінде дефосфорация үшін төмен температура және жеткілікті негізділігі бар белсенді темірлі қож тиімді. Фосфордың қождан металға қайта тотықсыздануының алдын алу үшін, қождың көп бөлігін балқу кезеңінен кейін пештен ағызып алады да, жаңадан әк тиеп, жаңа қож түзеді. Қайнау кезеңінде металдағы көміртегіні тотықтыру үшін пешке азғантай порциялармен темір кенін тиейді:

$$C + FeO = Fe + CO - Q.$$

CO көпіршіктері металл қабаты арқылы өткенде оның қайнауын тудырады. Қайнау кезінде металдың қарқынды араласуы орын алады. Осының арқасында газдардың бөлінуін, жеңіл бейметалл кірінділердің қалқып шығуын, ванна тереңдігі бойынша біркелкі қыздырылуын жеңілдетеді. Қайнаудың оңтайлы ұзақтығы көміртегінің 0,4-0,6% жанып кеткенде қамтамасыз етіледі.

Күкірттің қожға өтіп, металдың пәрменді десульфурациясы қайнау кезеңінің соңында орын алады:

$$FeS + CaO = CaS + FeO.$$

Оған металлл мен қождың жоғары температурасы, қождың жоғары негізділігі және FeO-ның төмен концентрациясы оң ықпал етеді. Зиянды қоспалардан арылып, көміртегінің берілген концентрациясына қол жеткізілгеннен кейін болатты қышқылсыздандырады. Ол екі этаптан тұрады: пеште алдын-ала (бастапқы) қышқылсыздандыру және ақырғы - шөміште қышқылсыздандыру. Ферромарганец пен домналық ферросилицийді (12% Si) пешке, ал бай ферросилиций (45% Si) мен алюминийді - пештен тыс, шөмішке береді. Әдетте негізді скрап-үрдіспен тек тыныш болат балқытылады. Легірленген болат балқытылған жағдайда болат ваннасында тотықпайтын легірлеуші элементтер (никель, мыс, молибден) пешті жүктегенде немесе балқыту барысында тиеледі. Әлсіз тотығатын элементтер (хром, марганец) бастапқы қышқылсыздандырудан кейін ферроқорытпалар түрінде тиеледі, ал қатты тотығатындарды (кремний, титан, ванадий, алюминий, бор) металды шығару барысында шөмішке еңгізеді. Скрап-кенді үрдісті сұйық шойыны бар үлкен металлургиялық зауыттарда қолданады. Балқытуды, әдетте, сыйымдылығы 150-400т орташа және сыйымдылығы 900 т-ға дейінгі ірі мартендік пештерде жүргізеді. Шикіқұрам ретінде болат сынықтары (20-40%) және сұйық шойын (60-80%) қолданылады. Мұнда скрап-үрдіспен салыстырғанда шикіқұрамда шойын үлесі көбейтілген. Зиянды қоспалар мөлшерінің көп болуынан пешке қатты тотықтырғыштарды - темір кенін немесе агломератты тиеу арқылы тотықтыру үрдістерін үдетеді. Сондықтан бұл үрдіс - скрап-кенді үрдіс деп аталады. Бұл үрдістегі негізгі кезеңдер мен реакциялар скрап-үрдістегідей болады. Үрдісті жеделдету үшін оттегіні пайдаланады. Оттегіні отынды жағуға арналған ауаны байыту үшін, сонымен қатар балқу және қайнау кезеңдерінде пеш күмбезінде орналасқан арнайы фурмалар арқылы ваннаны үрлеу үшін қолданады. Оттегіні пайдаланғанда мартен пешінің өнімділігі 20-25%-ға артады, ал кокс шығыны 10-20%-ға төмендейді.

Скрап-кенді үрдіспен, әдетте, тек жаппай қолданыстағы көміртекті болаттар, ал скрап-үрдіспен көміртекті және легірленген болаттар балқытылады. Сонымен бірге, скрап-кенді үрдіс скрап-үрдістен үнемдірек.

Бақылау сұрақтары:

1. Болат дегеніміз не және оның құрамындағы тұрақты қоспалар болып қандай элементтер саналады?
2. Болат алу үшін қандай бастапқы материалдар қолданылады?
3. Шойынды болатқа қайта өңдегендегі басты мақсат қандай?
4. Болат балқытудың қандай арнайы әдістерін білесіз?
5. Болатты конвертерде қандай әдістермен балқытады?
6. Оттекті конвертер қандай бөліктерден тұрады?
7. Болатты шөміште қышқылсыздандыру кезінде қандай реакциялар өтеді?
8. Мартен пешінің құрылысы мен оның жұмыс жасау принципі қандай?

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИТТЕР ТІЗІМІ

1 **Абдулабеков Е.Э.** Металлургия бастамалары: Оқу құралы / Е.Э. Абдулабеков, Д.К. Каскина. - Актобе: К. Жубанов ат. АМУ РББ, 2010. - 112 бет

2 **Воскобойников В.Г.** Общая металлургия: Учебник / В.Г. Воскобойников, В.А. Кудрин, А.М. Якушев. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: ИКЦ "Академкнига", 2002. - 768 с

3 **Каблуковский А.Ф.** Производство электростали и ферросплавов. - М.: Академкнига, 2003. - 511 с.

4 Начала металлургии: Учебник / Под ред. проф. **В.И.Коротича.** - Екатеринбург: УГТУ, 2000. - 392 с.

5 **Уткин Н.И.** Производство цветных металлов/ Н.И. Уткин. - 2-е изд. - М.: Интермет Инжиниринг, 2004. - 442 с.

6 **Тарасов А.В.** Металлургия титана: Учебное пособие / А.В. Тарасов. - М.: ИКЦ"Академкнига", 2003. - 328 с.

7 **Дюдкин Д.А., Кисиленко В.В.** Производство стали. Том 1. Процессы выплавки внепечной обработки и непрерывной разливки. – М.: «Теплотехник», 2008. -528 с.

8 **Дюдкин Д.А., Кисиленко В.В.** Производство стали. Том 2. Внепечная обработка жидкого чугуна. – М.: «Теплотехник», 2008. -400 с.

9 Траектория технологического развития металлургии Казахстана / **Д.Муканов, М.А.Айсаутов, Т.К.Батпенов** и др. - Науч. изд. - Алматы, 2006. - 296 с.

10 **Бакенов М.М.** Нетрадиционные и новые виды полезных ископаемых Казахстана: КазНТУ им. К.И. Сатпаева, 2008. 140 с.