

Металлургия және нанотехнологиялар кафедрасы

Пән: Metallургия өндірісінің технологиясы

Мамандық: 5B070900 «Metallургия»

9-слайд- дәріс (**23сл**)

Тақырып: Болатты конвертерлерде өндіру

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

Исин Д.Қ.

9-Дәріс жоспары

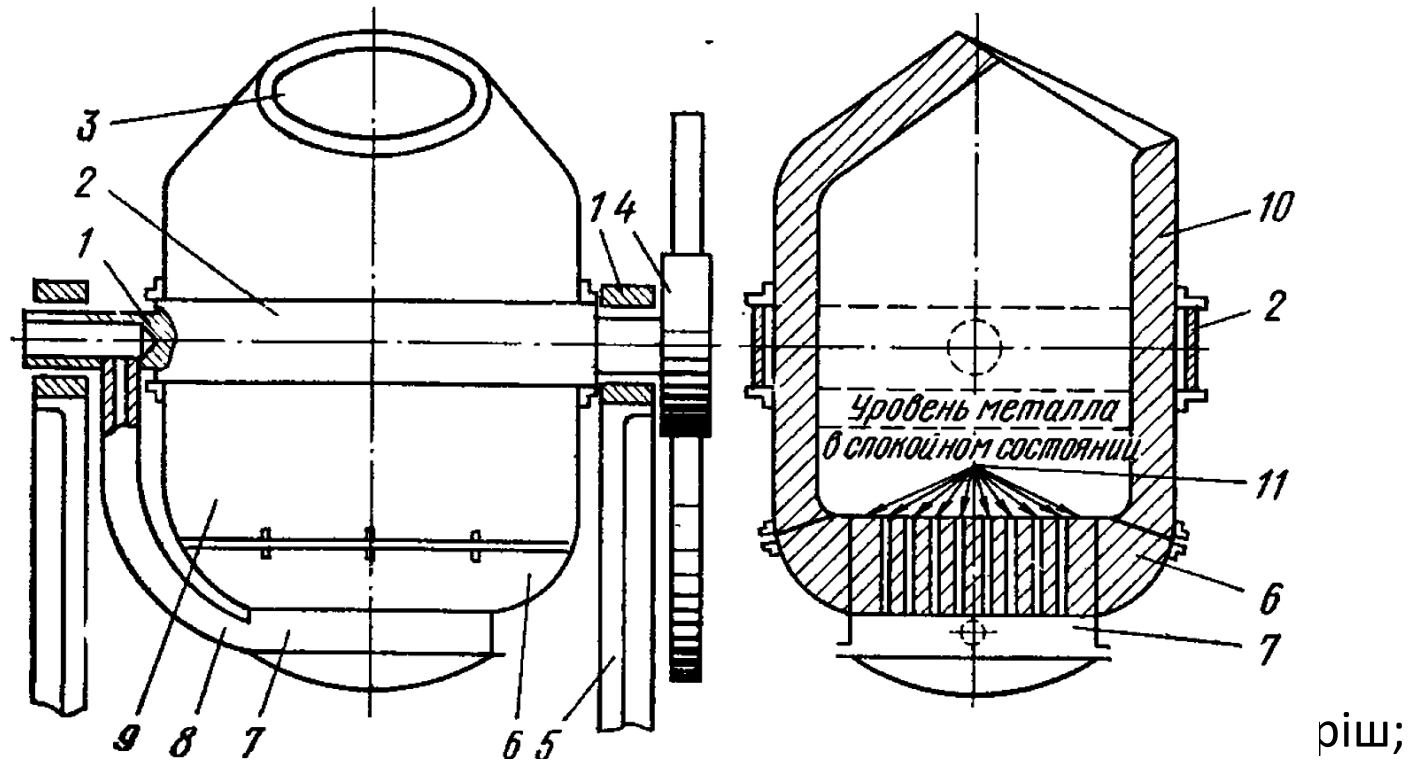
1. Бессемерлік және томастық болатты өндірудің қысқаша сипаттамасы
2. Оттекті конвертерлерде болатты алу
3. Конвертерлік процестердің алуан түрлілігі
4. Конвертерлерді шегендеу
5. Конвертерлік өндірістің шихта материалдары

9-дәріс. (23сл) Болатты конвертерлерде өндіру

1 Бессемерлік және томастық болатты өндірудің қысқаша сипаттамасы

Әдістің мәні сұйық шойынды конвертерде ауамен үрлеуден тұрады. Үрлеу оттектің әсерінен шойын қоспалары (кремний, марганец, көміртек) едәуір жылу мөлшерін бөліп тотығады. Сонымен бірге, қоспалардың мөлшері азаяды және алынатын болатты қыздыру үшін жеткілікті металл температурасы шығару температурасына дейін (~1600°C) жоғарылайды. Шойынды астыңғы жағынан үрлеуге арналған конвертердің жалпы түрі 7.1-суретте көрсетілген. Корпусы – болат қаптама, отқа төзімді кірпішпен шегенделген. Конвертер шегені - қышқыл (динас кірпіші). Шегенделген түбі ауа беруге арналған

соплолармен жабдықталған. Соплолар жеке отқа төзімді (шамоттық) шеген кірпіштерде орындалған.



5 – тіреуіш тұғыр; 6 – түбі; 7 – ауа қорабы; 8 – үрлеуге арналған келте құбыр; 9 – корпус; 10 – шеген; 11 – соплолар

7.1-сурет – Бессемерлік конвертер құрылғысы

Процестің негізгі кемшіліктері металл сапасының жоғары болмауы, онда үрлеу кезінде жойылмаған зиянды қоспалардың: фосфордың және күкірттің болуы. Бессемерлік шойынды қорыту үшін табиғи қорлары шектелген, күкірт пен фосфор мөлшері бойынша өте таза темір рудасы керек.

1878 жылы С. Томас бессемерлік конвертердің қышқыл шегенінің орнына негізгі шегенді қолданды, ал фосфорды байланыстыру үшін әктасты пайдалануды ұсынды. Томас процесі жоғары фосфорлы шойынды қайта өңдеуге мүмкіндік берді және көптеген кен орындарының темір рудасында фосфор мөлшері бар көп елдерде (Бельгия, Люксембург және т.б.) таралған. Алайда томастық процестің де айтарлықтай кемшіліктері бар, олардың ең бастысы онда азот мөлшерінің жоғары болуы

салдарынан сапасының төмендеуі болып табылады. Томастық болаттың жоғары морттылығы және ескіруге бейімділігі оның қолданылу саласын шектейді. XX ғасырдың 70-ші жылдарында бессемерлік және томастық процестер оттекті-конвертерлік процеспен ығыстырылды. Оттекті конвертерлерде шойынды үрлеу техникалық таза (99,5 %-дан кем емес) оттеппен жоғары үрлеуіш арқылы жүзеге асырылады, бұл азот мөлшері төмен болатты алуға мүмкіндік береді. Әдетте оттегілі конвертер шегені негізгі болады. Оттегілі конвертер сұлбасы 7.2-суретте келтірілген. Конвертердің жұмыс істеу принципі келесідей. Конвертер – жоғарғы жағы ашық, алмұрт түріндегі немесе цилиндр пішінді ыдыс. Жоғарғы тесік (мойын) арқылы болат сынығы беріледі,

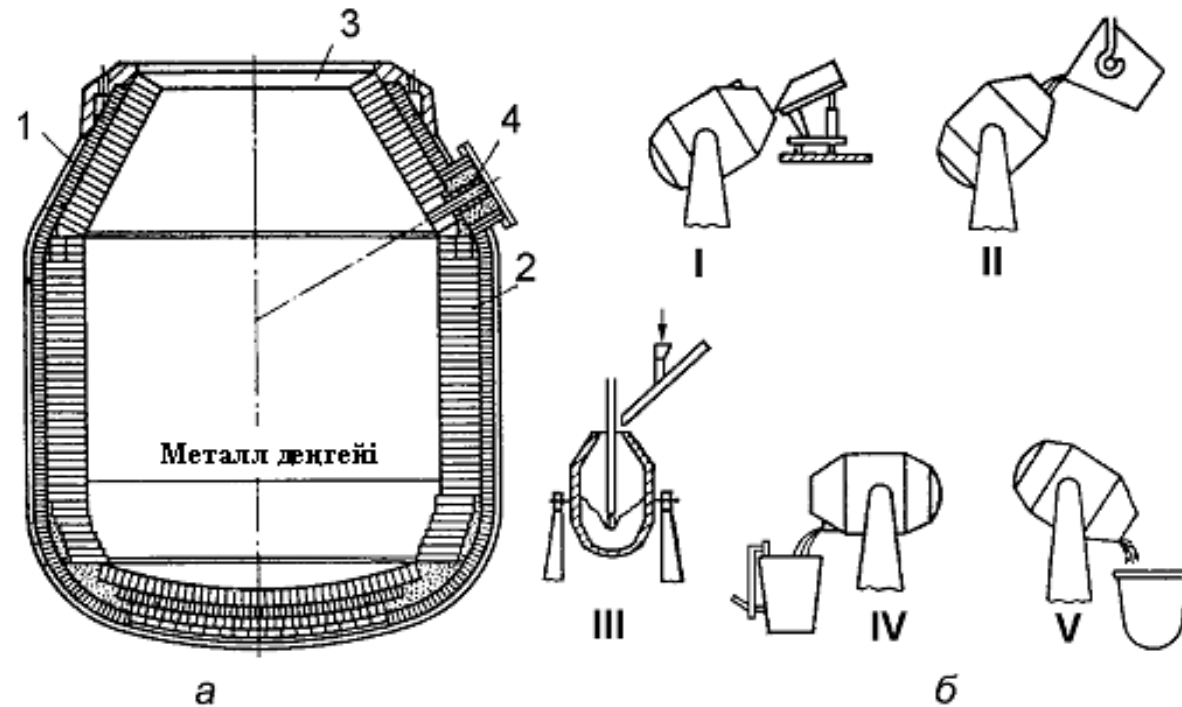
сұйық шойын құйылады, оттегілі үрлеуіш енгізіледі және үрлеу жүргізіледі. Үрлеудің басталуымен бір мезгілде $2/3$ қож түзетін қоспа (бокситі немесе балқыту шпаты бар әктас) енгізіледі. Қоспалардың қалған мөлшері үрлеу барысында оның ұзақтығының $1/3$ ішінде енгізіледі. Қоспалар конвертер тоқтатылмаған үздіксіз режимде арнайы транспортерлар бойымен шанаптардан тиеледі. Томас процесі жоғары фосфорлы шойынды қайта өңдеуге мүмкіндік берді және көптеген кен орындарының темір рудасында фосфор мөлшері бар көп елдерде (Бельгия, Люксембург және т.б.) таралған. Алайда томастық процестің де айтарлықтай кемшіліктері бар, олардың ең бастысы онда азот мөлшерінің жоғары болуы салдарынан сапасының төмендеуі болып табылады.

Томастық болаттың жоғары морттылығы және ескіруге бейімділігі оның қолданылу саласын шектейді. ХХ ғасырдың 70-ші жылдарында бессемерлік және томастық процестер оттекті-конвертерлік процеспен ығыстырылды. **2. Оттекті конвертерлерде болатты алу.** Оттекті конвертерлерде шойынды үрлеу техникалық таза (99,5 %-дан кем емес) оттеппен жоғары үрлеуіш арқылы жүзеге асырылады, бұл азот мөлшері төмен болатты алуға мүмкіндік береді. Әдетте оттегілі конвертер шегені негізгі болады. Оттегілі конвертер сұлбасы 7.2-суретте келтірілген. Конвертердің жұмыс істеу принципі келесідей. Конвертер – жоғарғы жағы ашық, алмұрт түріндегі немесе цилиндр пішінді ыдыс. Жоғарғы тесік (мойын) арқылы болат сынығы беріледі, сұйық шойын құйылады, оттегілі үрлеуіш енгізіледі және үрлеу жүргізіледі.

.

Үрлеудің басталуымен бір мезгілде $2/3$ қож түзетін қоспа (бокситі немесе балқыту шпаты бар әктас) енгізіледі. Қоспалардың қалған мөлшері үрлеу барысында оның ұзақтығының $1/3$ ішінде енгізіледі. Қоспалар конвертер тоқтатылмаған үздіксіз режимде арнайы транспортерлар бойымен шанаптардан тиеледі. Әдетте артық жылудың орнын толтыру үшін 25-30 %-ға дейін болат сынығын енгізеді. Осы мақсатта темір рудасы (8 %-ға дейін) сирек пайдаланылады. Салқындатқыш түрінде агломерат, шекем тастар, әктас, доломит сынды материалдарды пайдалану мүмкін болады. Көміртек тотыққан кезде көп мөлшерде түзілетін көміртек оксидтері (CO , CO_2) газдық фазаға бөлінеді және конвертер мойыны арқылы газ тазарту жолына кетеді. Si, Mn, P, Fe оксидтері қожды қалыптастыруға қатысады, ал олардың бір бөлігі,

басты түрде темір оксидтері (Fe_2O_3) газбен бірге шаң түрінде (280 г/м^3 дейін) жойылады



I – сынықты тиеу; II – шойынды құю; III – қож түзетін қоспаларды тиеу және оттеппен үрлеу; IV – болатты төгу; V – қожды төгу;

1 – қаптама; 2 – шеген; 3 – мойын; 4 – болатты шығаруға арналған бүйірлік тесік (ағын өзек)

7.2-сурет–Конвертер сұлбасы (а) және негізгі балқыту кезеңдері (б)

Сондықтан конвертерлік газды тазартуға жібереді. Тазартылған конвертерлік газдың құрамы: $\text{CO} = 85-90 \%$; $\text{CO}_2 = 8-14 \%$; $\text{O}_2 = 1,5-3,5 \%$; $\text{N}_2 = 0,5-2,5 \%$. Газдың жану жылылығы тым жоғары – $9,5-10 \text{ МДж/м}^3$. Конвертерлік газдың шығуы $100-150 \text{ м}^3$ т болатты құрайды.

3. Конвертерлік процестердің алуан түрлілігі. Оттекті конвертерлер конструкциялары

Қолданылатын шегенге байланысты конвертерлік процестер қышқыл немесе негізік болуы мүмкін; пайдаланылатын газға байланысты олар ауалы, оттекті және аралас үрлеуде болуы мүмкін. Үрлеуді келтіру тәсілдері алуан түрлілігімен ерекшеленеді және ол берілу тәсіліне қарай топтарға біріктірілуі мүмкін:

- жоғарыдан үрленетін (суды салқындататын үрлеуіш арқылы);

-төменнен үрленетін (арнайы құрылғылардың көмегімен түбі арқылы);

- аралас үрленетін (газдарды жоғарыдан және төменнен бір мезгілде беру).

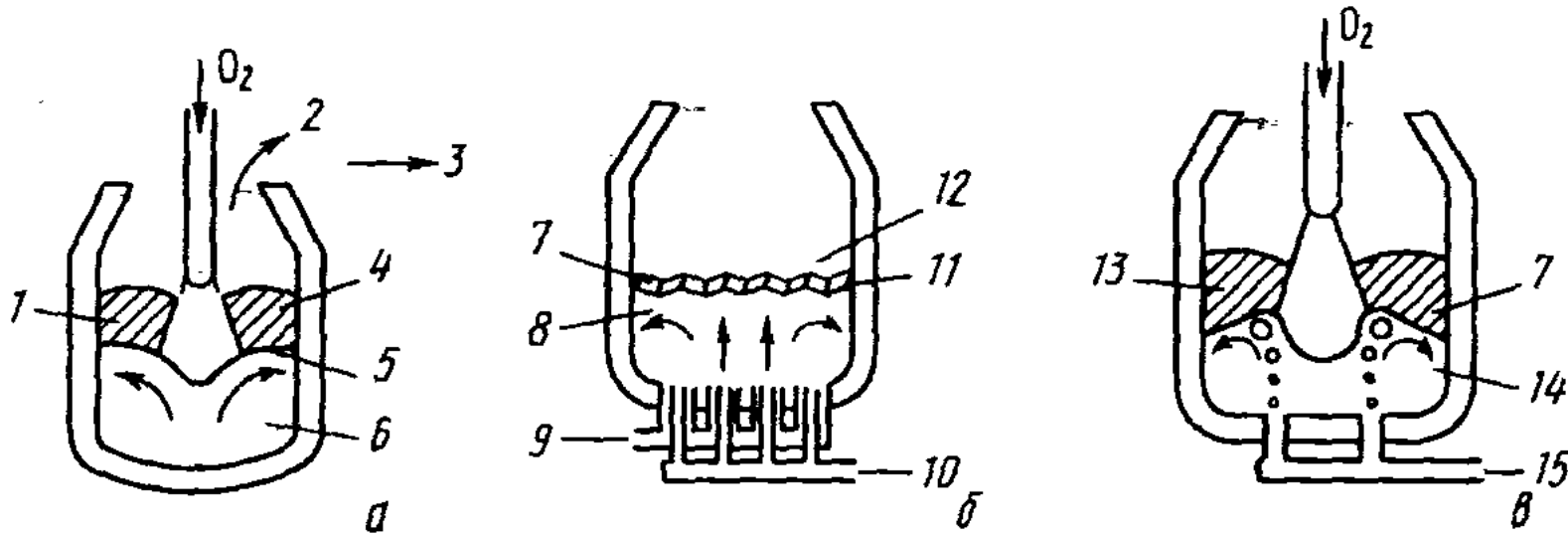
- **7.3-суретте** оттекті-конвертерлік процестің сол немесе басқа нұсқаларының артықшылықтары мен кемшіліктерін талдау сұлба түрінде көрсетілген.

Түбінен үрленетін конвертерлерді пайдаланудың жинақталған тәжірибесі осы технологияның келесі ерекшеліктерін атап көрсетуге мүмкіндік береді:

1. Оттектің бытыраңқы берілуі және ваннаның жақсы араласуы үрлеуді өте қарқынды жүргізуге мүмкіндік береді. Түбінен үрленетін конвертерде балқыту жылдамырақ болатындықтан, сәйкесінше конвертердің өнімділігі ұлғаюы мүмкін (есептеу бойынша $\geq 5\%$ -ға);

2. Сұйық болаттың шығуы жоғарыдан үрлеуге қарағанда түбінен үрлеу кезінде жоғары болады.

3. Жоғарыдан үрлегенде, жылудың белгілі мөлшері үрлеуішті суытатын сумен бірге жоғалады. Сонымен бірге, жоғарыдан үрленетін конвертерде пайдаланылатын газдарда СО көп, яғни конвертер қуысында толық жанады.



a – жоғарыдан үрлеу; *б* – түбінен үрлеу; *в* – аралас үрлеу; 1 – қожды жақсы бақылау; 2 – лақтырындылар; 3 – ваннаның әртекті құрамы; 4 – қождың жоғары температурасы; 5 – қож бен металл арасындағы реакциялардың нашар дамуы; 6 – ваннаның жеткіліксіз араласуы; 7 – қож-металл жүйесіндегі реакцияларды үдету; 8 – ваннаны жақсы араластыру; 9 – көмірсутектерді енгізу; 10 – $O_2 + CaO$ ұнтағы қоспасын енгізу; 11 – қождың төмен температурасы; 12 – қожды қиындатылған бақылау; 13 – қождың салыстырмалы түрде жоғары емес температурасы; 14 – ваннаны қосымша араластыру; 15 – инертті және салқындатқыш газды, сондай-ақ, CaO ұнтағын енгізу

7.3-сурет – Жоғарыдан, түбінен және аралас үрлейтін конвертерлердің жұмысын салыстырмалы бағалау

Жалпы алғанда, жоғарыдан үрлеуге қарағанда, түбінен үрлегенде жылу шығындары біршама жоғары болып шығады, сондықтан түбінен үрленетін конвертерде қайта өңдеуге болатын сынық мөлшері жоғарыдан үрленетін конвертерге қарағанда біршама аз болады

4. Аса қарқынды үрлеуге, сондай-ақ, оттектің көмірсутектермен қоспасын енгізуге байланысты, төменнен үрлегенде пайдаланылатын газдардың көлемі, жоғарыдан үрлеуге қарағанда, уақыт бірлігінде шамамен 20 %-ға артық; 7.3-суреттен көрініп тұрғандай, жоғарыдан үрленетін және түбінен үрленетін конвертерлерге тән кемшіліктер аралас үрлеуді (бір мезгілде жоғарыдан және түбінен) пайдалану кезінде жоғалады.

. Жоғарыдан оттеппен және төменнен инертті газдың шағын мөлшерімен аралас үрлеу тәсілі аса қарапайым және тиімді тәсіл болып шықты; ол анағұрлым кеңінен таралған. Мұндай технология бірқатар технологиялық артықшылықтарды иеленеді, атап айтқанда, ол мыналарды қамтамасыз етеді:

1. Ваннаны араластыру және оның құрамын теңестіру

2. Металл мен қож арасында тепе-теңдікке жақындату.
3. Қождағы темір оксидтерінің металл көміртегімен өзара әрекеттесуі нәтижесінде қождағы темір оксидтерінің (араласқан кезде) мөлшерінің төмендеуі.
4. Қождағы темір мөлшерін төмендету нәтижесінде жарамды мөлшердің шығуын арттыру.
5. Ваннаны инертті газбен үрлеу процесінде қол жеткізілетін металдың тотыққандығын азайту.

8. Оттек шығынының төмендеуі, себебі темірдің тотығуына жұмсалатын оттектің мөлшері азаяды.

9. Инертті газ көпіршіктерінің газсыздандырушы әсері нәтижесінде газдар құрамының (ең алдымен сутектің) азаюы.

10. Газ көпіршіктерінің флотациялық әсері салдарынан металл емес қосындылар мөлшерінің төмендеуі.

6. Марганецтің азаюы және оның ваннадағы концентрациясының жоғарылауы (қождың тотыққандығының төмендеуіне қарай).

7. Аз тотыққан ваннамен өзара әрекеттесу нәтижесінде қышқылсыздандыру және қоспалау кезінде ферроқорытпалардың азаюы.

11. Араластыру қарқындылығы жоғарылағанда жақсы қож түзілуі салдарынан конвертерге тиелетін әктастың игерілуін жақсарту, сондай-ақ, флюстер, мысалы балқыту шпаты шығынының азаюы.

Аралас үрлеу технологиялық артықшылықтардан басқа бірқатар ұйымдастырылған және экономикалық артықшылықтарды қамтамасыз етеді:

1. Қождағы темір мөлшерін төмендету, лақтырындыларды жою, балқыту шаңының мөлшерін азайту нәтижесінде жарамдының шығымы 1,0-1,5 %-ға артады.

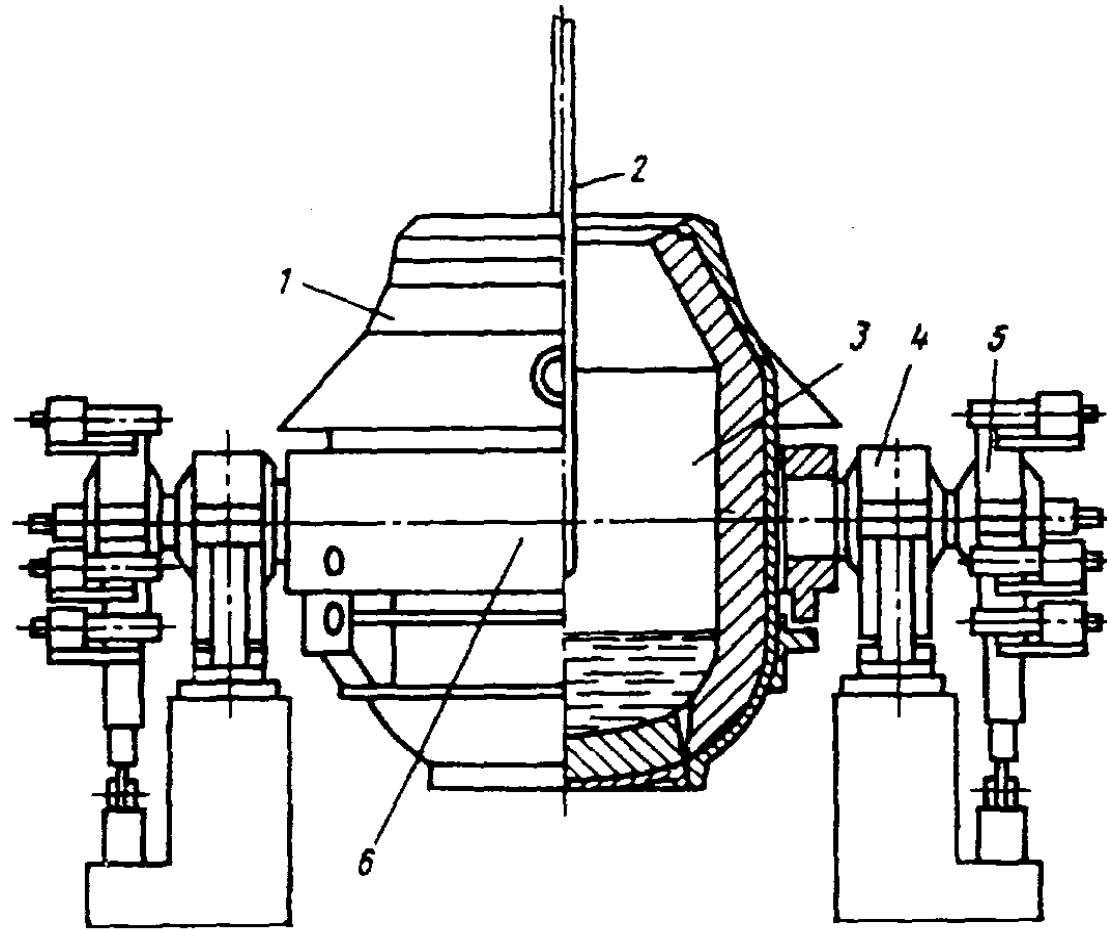
2. Қож түзілуін жеделдету үшін енгізілетін қож түзушілердің шығыны азайтылады (балқыту шпаты сияқты қоспаларды пайдаланудан бас тартуға дейін).

Сондықтан конвертерлік қондырғы кешеніне келесі құрама бөліктер кіреді:

- тіреуіш-айналмалы цапфалары және айналу механизмі бар конвертер корпусы;
- тотықтырғыш және бейтарап газдарды беру жүйесі;
- түтінді газдарды шығару, салқындату және тазарту жүйесі;
- қож түзетін және қосымша материалдарды беру жүйесі;
- конвертер шегеніне қызмет көрсетуге және жөндеуге арналған құрылғы.

Конвертер конструкциясы. Оттекті конвертерде ваннаны үрлеуді оттеппен үрлеуіш арқылы жүзеге асырады, оны конвертердің осі бойымен жоғарыдан енгізеді.

Балқыту процесін басқаруды негізінде үрлеуіштің орнын және оттектің қысымын өзгерту арқылы жүргізеді. Конвертерлердің сыйымдылығы 160-тан 400 т дейінгі кең аралықта өзгереді. Қазіргі заманғы конвертердің құрылысында (7.4-сурет) цилиндрлік ортаңғы бөлігін, центрлес мойынын (кесілген конус түрінде) және сфералық түбін ерекшелеуге болады. Қазіргі заманғы конвертерлерде ваннаның тереңдігі 1,6-1,9 м, ванна бетінің меншікті ауданы 0,12-0,18 м²/т. Қазіргі заманғы оттекті-конвертерлік процесс практикасында үрлеу қарқындылығы әдетте $i = 3-5 \text{ м}^3/(\text{т} \cdot \text{мин})$ құрайды. Әдетте конвертер корпусының түбі саңылаусыз, пісірме конструкциялы болады. Түбі саңылаусыз да, қайырмалы да (алмалы-салмалы немесе ендірмелі) болуы мүмкін, Қайырмалы түбі бар конвертерлерді жөндеу оңай, себебі түбін қайырғанда шеген



1 – шегені бар корпус; 2 – оттекті үрлеуіш; 3 – жұмыс кеңістігі;
4 – тіреуіш тораптар; 5 – айналу механизмі; 6- тіреуіш шығыршық

7.4-сурет – Оттекті конвертер

жылдамырақ салқындайды. Сонымен қоса, қайырмалы түбінің (корпуссыз) шегенін ғана айырбастау мүмкін болады. Конвертер корпусы тіреуіш шығыршыққа салынады да, сонда бекітіледі. Жинақтаушы жабдықтары бар сыйымдылығы 300-350 т конвертердің массасы 1200 тоннаға тең. Конвертер корпусының алмалы-салмалы қатты мойыны және ауыстырылатын көмкеруші ернемегі бар ағын өзегі болады.

4. Конвертерлерді шегендеу

Оттекті конвертерді шегендеу бірқатар бұзылу әсеріне түседі. Оларға: шихтаны тиеу кезінде шегендеуге әсер етуден тұратын механикалық, әр түрлі өлшемді және құрамды қатты, әрі сұйық бөлшектерді таситын, үлкен жылдамдықпен қозғалатын газ ағынының жемірлі әсері, қозғалатын балқытпаның шаймалаушы әсері, құрамы бойынша әр түрлі қож, балқытпалар

балқыту шаңы, қож түзуші материалдарды шегендеуге химиялық (коррозиялықтар енетін) әсер, технологиялық операциялармен байланысты температуралардың күрт ауытқуы салдарынан термиялық әсерлер, сондай-ақ, жұмыс кеңістігінің бетінде температуралар таралуының бірқалыпты еместігі жатады. Конвертер шегені әдетте әр түрлі отқа төзімді материалдардың бірнеше қабатынан тұрады:

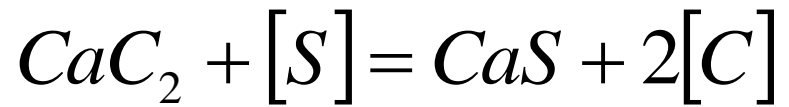
5. Конвертерлік өндірістің шихта материалдары.

Шойынды алдын ала өңдеу

. Оттекті конвертерде құрамының ауытқу диапазоны кең шойынды қайта өңдеуге болады, алайда аса қарапайым технологияны ұйымдастыру үшін келесі элементтердің мөлшері бойынша кейбір шектеулер қалаулы болады:

Si – кремнийдің тотығуы кезінде түзілетін SiO_2 жылу бөлінуінің арқасында әктастың қожда еру процесін және жалпы алғанда, қож түзілу процесін жеделдетеді. Бөлінетін жылу металл сынығын қыздыруға жұмсалады.

Шойындағы Mn мөлшері металды күкіртсіздендіруге мүмкіндік туғызады. Көптеген жағдайларда шойында 0,3-0,8 % Mn мөлшері болады. P және S – шойында бұл элементтердің минимум мөлшері болуы тиіс. Әдетте шойында 0,2 % P және 0,04 % S болады. Шойынды домнадан тыс (пештен тыс) өңдеудің мақсаттары оны күкіртсіздендіру және кремнийсіздендіру болып табылады. **Шойынды домнадан тыс күкіртсіздендіру.** Шойынды пештен тыс өңдеу кезінде реагент-күкіртсіздендіргіштер ретінде магнийді (таза магний, әктас пен магний



.Металл магнийді пайдалану жағдайында реагенттің шығыны ең төмен болады. Сонымен бірге, күкіртсіздендірудің жоғары дәрежесі қамтамасыз етіледі. Алайда магнийдің салыстырмалы түрде жоғары құнына байланысты реагентті таңдау соңғы есепте экономикалық есептермен анықталады. Реагенттерді металға енгізу кесектер, түйіршіктер, ұнтақтар, сым түрінде жүзеге асырылуы мүмкін. Ұнтақ тәрізді реагентті пайдалану кезінде көтергіш газ ретінде оны үрлеу үшін ауаны, азотты, табиғи газды пайдаланады. Негізгі газ ретінде табиғи газды пайдалану кезінде ең жақсы нәтижелер алады

Бақылау сұрақтары:

1. Конвертер корпусы түбінің өзгеруін келтіру.
2. Сұйық шойынды домнадан болат балқыту цехына баратын жолда тыс өңдеудің мақсаты.
3. Шойынды домнадан тыс (пештен тыс) өңдеудің мақсаттары
4. Шойынды пештен тыс өңдеу кезінде реагент-күкіртсіздендіргіштер ретінде пайдаланылады.
5. Шойынды металл магниймен күкіртсіздендірудің артықшылықтары.
6. Конвертерге жылу тасығыштарды қосымша берудің әдістері.

Үй тапсырмасы:

1. Домна пешінде пайда болған домна (мойын) газы.
2. Домна пешінің жұмысын әртүрлі амалдармен сипаттау.