

Металлургия және нанотехнологиялар кафедрасы

Пән: Metallургия өндірісінің технологиясы

Мамандық: 5B070900 «Metallургия»

8-слайд- дәріс (25сл)

- **Тақырып:** Темірді тікелей алу және оның перспективалары

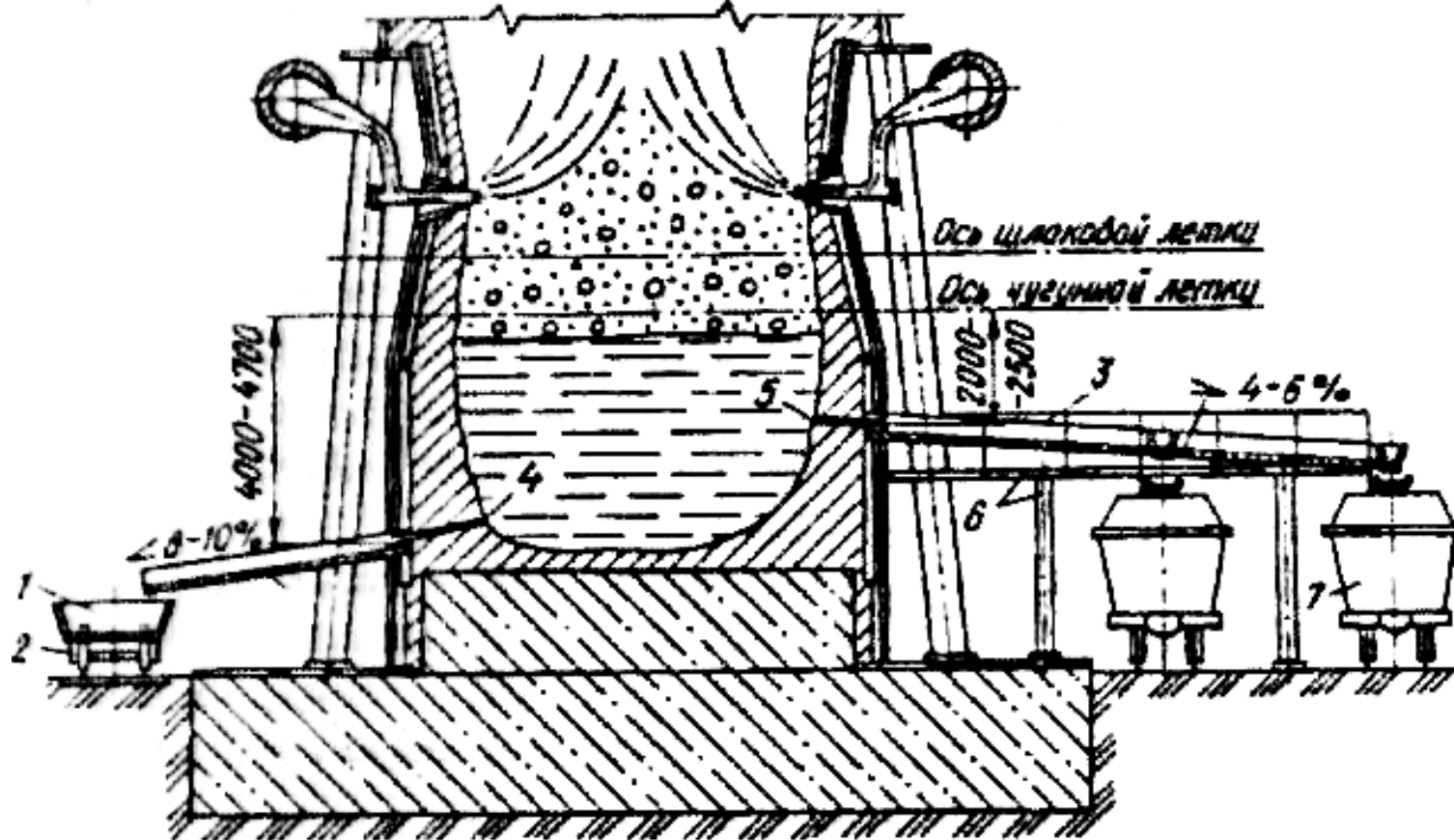
Автор: НТМ кафедрасының профессоры, к.т.н.

Исин Д.Қ.

8-Дәріс жоспары

- 1 Темір металлургиясын дамыту маңыздылығы
- 2 Темірді қатты фазалық тотықсыздандыру
3. Болат балқыту өндірісін дамытудың негізгі кезеңдері
4. Болат балқыту процестерінің термодинамикасы
5. Болаттың қышқылсыздануы

8-слайд – дәріс. Темірді тікелей алу және оның перспективалары **7-слайд- дәріс(жалғасы)** Тұтатуға дайындалған домна пешіне арнайы тұтату шихтасын жүктейді. Тұтату шихтасының тағайындалуы – пештің және материалдардың тотықсыздандыру, қож түзілу, балқыту және т.б. процестердің жүруі үшін жеткілікті температураларға дейін қыздырылуын қамтамасыз ету. Тұтату шихтасына кіретін материалдарда, мүмкіндігінше, ұсақ фракциялар болмауы тиіс, себебі тұтатудан кейінгі алғашқы сағаттарда шихта материалдары діңгегінің максимум мүмкін газ өткізгіштігін қамтамасыз ету қалаулы болады. Тұтату шихтасында механикалық беріктігі жоғары, ылғалдылығы төмен және күкірт мөлшері жоғары емес коксты пайдалану қалаулы болады. Тұтату шихтасы құрамында 2,0-3,0 % Si, 0,3-0,8 % Mn және < 0,1 % S бар онша ыстық емес құю шойынын алуға арналған.



1 – қорап; 2 – арбаша; 3 – қосымша ағын өзектерге арналған науа;
 4, 5 – төменгі және жоғарғы қосымша ағын өзектер; 6 – уақытша
 тіреулер; 7 – шойын тасығыш шөміштер

4.14-сурет – Балқып ойықталған пеш табаннан сұйық
 шойынды шығару сұлбасы

Пешті босату 7-слайд- дәріс (жалғасы). Босатуды бастаудан үш-төрт сағат бұрын пешке жеңілдетілген берістерді жүктейді (агломерат мөлшері азайтылған), ал босатудың алдында 10-15 бос берісті (агломератсыз кокс) береді; пешті кәдімгі қысымға ауыстырады. Әрі қарай босатады, яғни процесті пешке шихтаны жүктемей жүргізеді, бұл шихта деңгейінің төмендеуін тудырады. Балқып ойықталған пеш табаннан сұйық шойынды шығару сұлбасы 4.14-суретте келтірілген. Шойын мен қождың шойын ағын өзек арқылы соңғы шығарылуын шихта деңгейі кемершіктер аймағына келген кезде жасайды. Бұрын жанып жатқан пеш табандағы қатып қалған шойынды жинауға көп уақыт жұмсалған. Енді сұйық шойынды пеш табанда түзілетін шұңқырдан шойын ағын өзек осінен 2-4 м-ге төмен орналасқан қосымша ағын өзек арқылы шығарады.

Ағын өзекті әр түрлі биіктіктерде жасайды, себебі пеш табан қызуының тереңдігін дәл анықтауға болмайды. Төменгі ағын өзекке шойын шықпауы мүмкін, себебі ол пеш табанның қызу деңгейінен төмен орналасқан, онда жоғарғы ағын өзектің бар болуы шойынның тым болмаса бір бөлігінің шығуына кепілдік береді.

8-слайд-дәріс басталуы 1 Темір металлургиясын дамыту маңыздылығы

Домна пешін қатыстырмай, рудадан кеуек, қож темір немесе сұйық металл түріндегі металл темірді алуға мүмкіндік беретін процестерді темірді тікелей алу процестері деп түсінеді. Мұндай процестер қымбат тұратын металлургиялық кокстың орнына төмен сұрыпты арзан отынды пайдалануға мүмкіндік береді. Кейінгі жылдары рудалардан темірді тікелей алу процестеріне қызығушылық біршама арта түсті.

Бұл коксты басқа отынмен ауыстыру мүмкіндігінен басқа, концентратта темірдің жоғары мөлшерін (70 % дейін) алуға мүмкіндік беріп қана қоймайтын, рудаларды терең байыту тәсілдерін дамытумен де байланысты. Осындай бай концентраттарды болатты және темір ұнтағын шығару кезінде кеуекті темірді алу үшін пайдалану өте тиімді. Темірді тікелей тотықсыздандырудың көптеген процестерінің ішінде кеуекті темірді жасап шығару аса жақсы дамыды.

Тағайындалуы бойынша металдандырылған өнімдерді әдетте үш топқа бөледі:

а) домна пештерінде пайдалануға арналған 85 % дейін металдандыру дәрежесі бар төмен тотықсыздандырылған концентраттық, концентратты-отындық және концентратты-отынды-флюстік

шекем тастар немесе кесекшелер және төмен тотықсыздандырылған агломерат;

б) болат балқыту пештерінде болат балқыту кезінде шихта ретінде пайдалануға арналған 85-95 % металдандыру дәрежесі бар жоғары тотықсыздандырылған шекем тастар, кесекшелер және басқа материалдар;

в) темірдің мөлшері жоғары (98 % астам) металдандырылған концентратты алу арқылы кейіннен магниттік сепарациямен байытуға арналған қиын байытылатын рудалардан алынатын металдандырылған шекем тастарды темір ұнтағын өндіру үшін пайдаланады. Металдандырылған материалдарды қолдану домна пештерінің жұмыс көрсеткіштерін қатты өзгертеді, ал электр пештерінде қолдану олардың

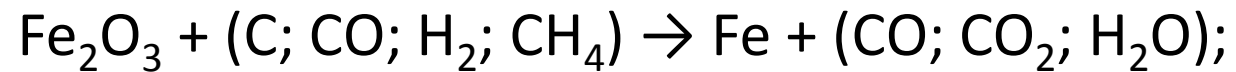
өнімділігін жоғарылатады, электр энергиясы шығынын төмендетеді және металдың сапасын жақсартады. Сонымен қатар, келесіні де назарға алу қажет:

- темір рудаларын терең байыту амалдарын дамыту бүгінгі таңда концентраттарда темірдің жоғары мөлшерін алуды ғана емес, сонымен қатар олардың күкірт пен фосфордан айқын тазаруын қамтамасыз етеді. Кәдімгі домналық балқыту кезінде бұл артықшылықтар пайдаланыла алмайды (әсіресе кокстағы күкірттің мөлшерін ескергенде);

- тікелей темір рудаларынан алынған материалда түсті металдар қоспалары жоқ. Түсті металдар қоспалары бойынша жоғары тазалықты талап ететін жауапты тағайындалған болатты өндіру кезінде мұндай материалдар таптырмайды.

Домна процесін қатыстырмай темірді алу мәселесін шешу (өнеркәсіптік ауқымда), негізінде келесі тәсілдермен жүзеге асырылады:

1) мына реакциялар бойынша қатты немесе газ тәрізді тотықсыздандырғыштармен өзара әрекеттесу арқылы қатты темір-руда материалдарынан темірді тотықсыздандыру



2) мына реакциялар бойынша қайнап жатқан темірлі қожды темірді тотықсыздандыру (сұйық-фазалық тотықсыздандыру) $(\text{FeO}) + (\text{C}; \text{CO}) \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2;$

3) $3\text{Fe}_2\text{O}_3 + 5\text{H}_2 + 2\text{CH}_4 = 2\text{Fe}_3\text{C} + 9\text{H}_2\text{O}$ реакциясы бойынша таза темір рудаларынан темір карбидін алу. Процесс $\sim 600^\circ\text{C}$ температурада және $\sim 4\text{атм}$ (0,4 МПа) қысымда жүреді, мөлшері $> 90\%$ Fe_3C 0,1-1,0 мм түйірлерді алады.

2 Темірді қатты фазалық тотықсыздандыру

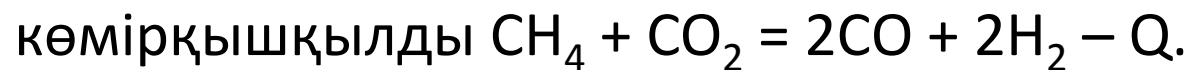
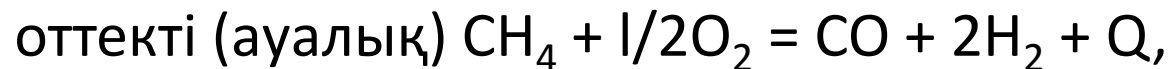
Темір рудалы материалдардағы темірдің мөлшерін жоғарылату процесі – металдандыру процесі, алынатын өнім металдандырылған деп аталды, әдетте өнімдегі темірдің пайызын металдандыру дәрежесі деп түсінеді. Әдетте металдандырылған өнімдерді тағайындалуы бойынша үш топқа бөледі:

- 1) 85% дейін металдандыру дәрежесі бар өнім домналық балқыту шихтасы ретінде пайдаланылады;
- 2) 85-95% металдандыру дәрежесі бар өнім болат балқыту кезінде шихта ретінде пайдаланылады;
- 3) мөлшері 98% астам Fe бар өнімді темір ұнтағын өндіру үшін пайдаланады. Темір рудалы материалдарды металдандыру процестері 1000-1200 °C температурадан аспайтын, яғни шикізат (темір

рудасы немесе темір рудалы концентраты) және өнім қатты фазаны білдіретін, сондай-ақ, материалдардың жұмсаруы, олардың агрегаттардың қабырғасына жабыспауы және жабысуы жағдайларында іске асырылады. Мұндай рудалардан темірді тікелей алу процестері қатты фазалық тотықсыздандыру процестері деп аталды. Алынатын материал кеуекті еске салатындықтан, оны көбінесе «кеуекті темір» деп атайды.

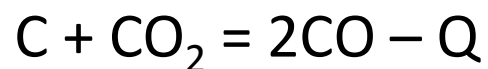
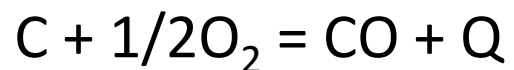
Темір оксидтерін тотықсыздандыру үшін әдетте тотықсыздандырғыш ретінде не көмірді (қатты тотықсыздандырғыш) немесе табиғи газды (газ тәрізді тотықсыздандырғыш) пайдаланады. Тотықсыздандырғыш газдар газ тәрізді көмірсутектер конверсиясымен немесе қатты отынның газдандырылуымен алынады.

Конверсия мынадай болуы мүмкін:



Реакцияның жүруі үшін булы және көмірқышқылды конверсиялар жылу шығындарын талап етеді. Конверсияны катализаторларды пайдаланып, арнайы аппараттарда жүзеге асырады.

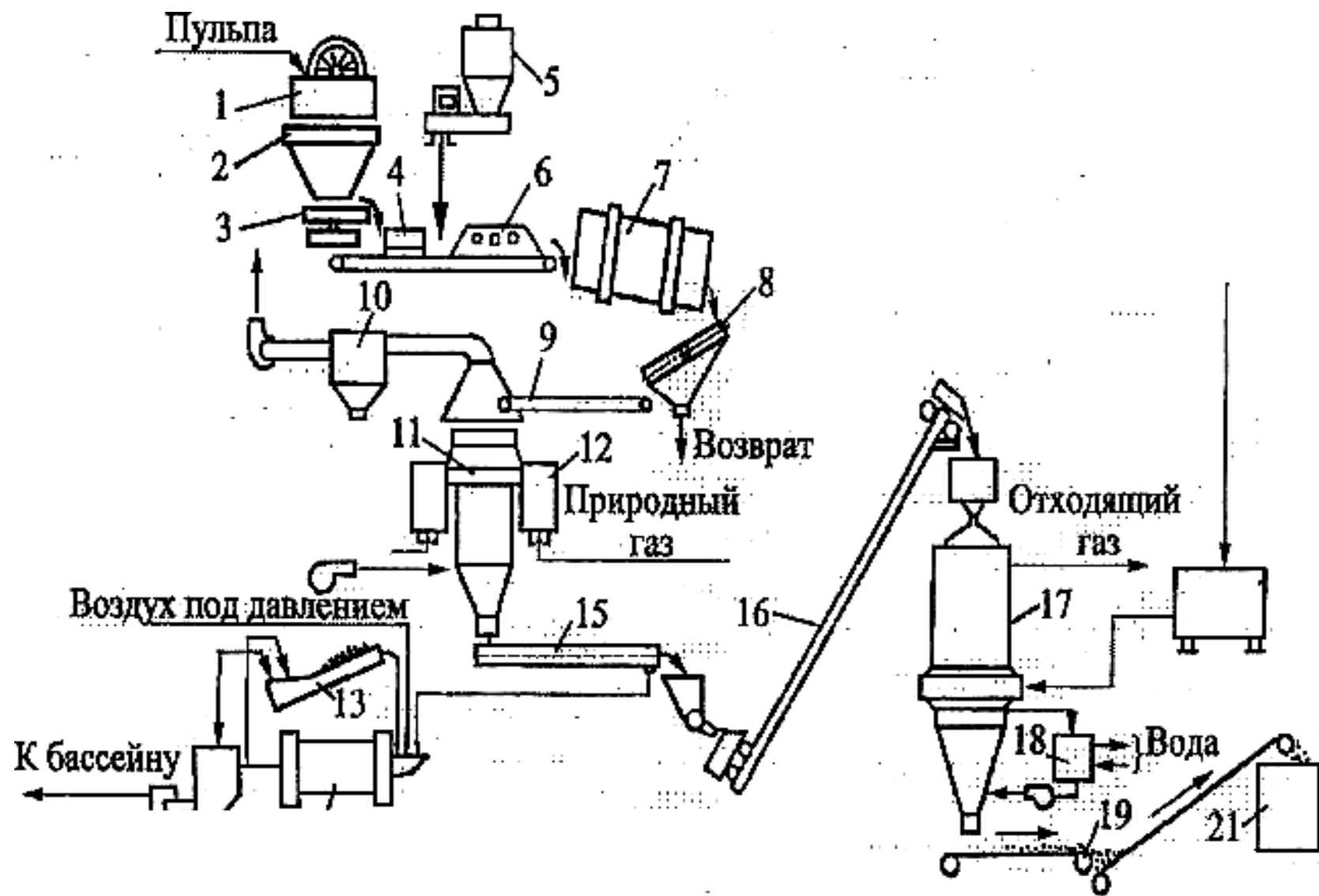
Қатты отынды газдандыру келесі реакциялар бойынша жүзеге асырылады:



Қондырғылар, ең алдымен, арзан шикізаты бар

елдерде (Үндістан, Мексика, Венесуэла, ОАР) құрылады.
Мидрекс-процесс газ-тотықсыздандырғыш және темір рудалы материал бір-біріне қарама-қарсы қозғалатын шахта пешінде жүзеге асырылады. Бұл тәсіл Оскол электр металлургия комбинаты (ОХЭМК) өндірісінің негізі болып табылады.

.Мидрекс процесінің технологиялық сұлбасы 5.2-суретте келтірілген. Руда ұсату, ұнтақтау және байыту сатыларынан өтеді, нәтижесінде концентрат алады. Магниттік концентраттан жасалған тарелка тәрізді түйіршектегіштерде бентонит қосып кәдімгі технология бойынша шахта пештерінде 11 беріктендіріп күйдірілетін шекем тастарды өндіреді. Күйдірілген шекем тастарды 425 °С дейін салқындатылғаннан кейін ірілігіне қарай електе 15 жіктейді.



1 – табақшалы сүзгі; 2 – аралық шанап; 3 – тарелкалы қоректендіргіш; 4 – таразы; 5 – бентониті бар шанап;
6 – араластырғыш; 7 – барабанды кесектегіш; 8 – шикі шекем тастарға арналған елек; 9 – таспалы қоректендіргіш; 10 – шаң тұтқыш; 11 – шекем тастарды күйдіруге арналған пеш; 12 – жану камерасы; 13 – спиральды жіктеуіш; 14 – шарлы диірмен; 15 – күйдірілген шекем тастарға арналған елек; 16 – скипті көтергіш; 17 – металдандыруға арналған шахта пеші; 18 – газ тоңазытқышы; 19 – металдандырылған шекем тастар конвейері; 20 – табиғи газ конверсиясына арналған қондырғы; 21 – металдандырылған шекем тастар шанабы

5.2-сурет – Мидрекс процесінің сұлбасы

Сұрып-талған және беріктендірілген шекем тастарды шахта пештеріне 17 үстінен салады. Пешке газ-тотықсыздандырғыш беріледі, оны конверсия қондырғысында табиғи газды конверсиялау жолымен алады. Тотықсыздандыру 750 °С температурада жүргізіледі. Тотықсыздандыру аймағынан металдандырылған шекем тастар салқындату аймағына түсіріледі, оған табиғи газбен қоспадағы мойындық газды береді. Пештен шығатын газдарды конверсияға келетін табиғи газға қосады. Мойындық газдың бір бөлігін табиғи газбен бірге конверсия қондырғысын қыздыру үшін жағады. Металдандыру дәрежесі 95 % және мөлшері 0,7-1,0 % көміртек бар металдандырылған өнімдер 50-65°С температураға дейін айналатын инерттік газбен тоңазытқышта 18

Кеуекті темірді алудың немесе шекем тастарды металдандырудың аталған амалдарының ішінен Пурофер, Мидрекс, ВНИИМТ (шахта пештері), Охалат және Ламин (реторта), Н-процесс (қайнайтын қабат) амалдары өнеркәсіптік қолданыс тапты. Кейінгі кезде шекем тастарды металдандыруды бір уақытта оларды беріктендіре күйдірумен алдын ала ескеретін конвейерлік машиналарда темір рудалы материалдарды металдандыру амалдары әзірленуде. Мұндай жағдайда тотықсыздандырғыш ретінде қолданылатын ылғалды шекем тастарға қатты отын илектенеді. Күйдіру және металдандыру шекем тастарды күйдіруге арналған біршама жетілдірілген машинада жүргізіледі. Шекем тастарды металдандырумен қатар, агломерациялық машинада.

агломератты металдандыру бойынша жұмыстар жүргізіледі. Агломерациялық шихтаға жылу шығынын енгізу металды темірге дейін моноксидтің кейбір көлемін тотықсыздандыру мүмкіндігін береді.

Алайда агломерация процесінде дайын агломераттың қабаты арқылы ауа сорылады және жану аймағынан жоғары (дайын агломератта) бұрын пайда болған темірдің бастауыш оксидтері мен металды темір қарқынды тотықтырылады, бұл тіпті жоғары температураларда және қабатта қатты тотықсыздандырғыштың бар кезінде металдандырылған өнімді алуға мүмкіндік бермейді

4. Болат балқыту өндірісінің жалпы негіздері

4. Болат балқыту өндірісін дамытудың негізгі кезеңдері.

Темір 4000-ға жуық уақыттан бері белгілі, яғни ол қола дәуірінде қолданылған. Темір жердегі ең көп таралған элементтердің бірі болып табылады. Темірдің атомдық массасы 55,84, атомдық нөмірі 26, тығыздығы 7,86 г/см³, балқу температурасы 1539°С. Таза темір – ақ-сұр түсті, илемді және магниттік қасиеттерді иеленеді.

Болат балқыту өндірісіндегі қазіргі заманғы даму бағыттары:
1) болатты алудың оттегі-конвертерлік және электр-болат балқыту тәсілдерін дамытумен, 2) агрегаттық тәсілден тыс (шөміштік металлургиямен),

- көптеген технологиялық операциялар болат балқыту агрегатының шегінен тыс шығарылғанда (қышқылсыздану, қоспалау, инерттік газдармен, вакууммен, синтетикалық қождармен, ЩЗМ, РЗМ өңдеу), 3) болатты үздіксіз құюмен, 4) арнайы электрметаллургияның (ВИП, ЭШП, ЭЛП, ВДП, ПДП) дамуымен сипатталады.
- Болаттың тұтынушылық қасиеттері. Болат – осы материалдан жасалған бұйымдардың механикалық және басқа қызметтік қасиеттерін өзгертудің айрықша кем ауқымы бар негізгі конструкциялық материал.

6.3 Болат балқыту өндірісінің негізгі реакциялары және процестері

5. Болат балқыту процестерінің термодинамикасы

Болат өндіру процестері физика-химиялық реакциялардың және жоғары температураларда болатын және бір мезгілде масса мен жылу алмасу процестерімен және аэро және гидродинамика заңдарына сәйкес сұйық металл мен қождың оттегімен және инертті газдармен өзара әрекеттесуімен дамитын түрленулердің күрделі кешенін білдіреді.

Физика-химиялық процестер тәжірибелік жолмен де, физикалық химия (термодинамика және кинетика) заңдары түрінде берілген теориялық сипатты жалпылап қорыту жолымен алынған тұжырымдар мен ережелер негізінде де зерделенуі мүмкін.

Физикалық химия заңдарын және процестің ағымдағы параметрлері (концентрациясы, температурасы, газдар қысымы) туралы аспаптық ақпаратты пайдалану негізінде келесі көрсеткіштердің анықталуы мүмкін:

- процестің (реакцияның) жүру бағыттары және түзілетін өнімдердің құрамы;
- жүйенің соңғы күйі, яғни процестің тепе-теңдік күйі бағытында даму шектері;
- процестің жүру жылдамдығы және оның компоненттердің ағымдағы концентрацияларына байланысты өзгеруі.

Алғашқы екі міндет термодинамика – тепе-тең күйлер туралы ғылымның, соңғысы процесс кинетикасы негізінде шешіледі. Практикалық міндеттерді шешу

кезінде пайдаланылатын процестердің жеке сипаттамаларын (коэффициенттерін, параметрлерін) эксперимент түрінде зертхана немесе жартылай өнеркәсіптік эксперименттер жағдайларында алады *Жүйе* – өзара әрекеттесетін және қоршаған ортадан физикалық бөлінген денелер тобы, мысалы, металл-қож, шеген-металл жүйесі және т.б. Осы жүйелерді зерттеу және сипаттау проблемалы болады, сондықтан мұндай жүйелерде процестердің жүруі туралы айтарлықтай толық түсінікті алу үшін әдетте жеке жүйелердегі процестерді зерттейді және сипаттайды: металл-қож, қож-шеген және т.с.с., сонан соң оларды бірлестіріп, тұтас алғанда толық процесс картинасын білдіреді. ***Гомогенді жүйе*** – химиялық құрамы және физикалық қасиеттері бірдей немесе өзгерістерсіз (жүйенің ішінде бөлу беті жоқ) үздіксіз өзгертін жүйе.

.

Гетерогенді жүйе – қасиеттері бойынша бөлу беттерімен бөлінген әр түрлі бөлімдерден тұратын жүйе.

Жүйелер біртекті және біртексіз болуы мүмкін. Химиялық құрамы (химиялық біртекті) және қасиеттері (физикалық біртекті) бірдей жүйе біртекті деп аталады.

Фаза – бөлу беті жүйесінің басқа бөліктерінен бөлінген және химиялық құрамы мен қасиеттері бойынша бірдей жүйенің барлық гомогенді бөліктерінің жиынтығы.

Қазіргі заманғы болат балқыту процестері – күрделі, көп фазалы және көп компонентті. Болат балқыту процестерінде бір мезгілде химиялық реакциялар, масса және жылу беру процестері жүреді.

Күй параметрлері – жүйе күйін сипаттайтын шамалар (қысым, көлем, температура, концентрация).

Процесс параметрлері – процесті, яғни күй параметрлерінің өзгеруімен байланысты жүйелердің өзгерісін сипаттайтын шамалар. Олардың қатарына энтальпия, энтропия, Гельмгольц энергиясы, Гиббс энергиясы жатады. дальше нет.

Болаттың қышқылсыздануы.

Металда еріген оттегі металда ерімейтін қосылысқа ауыстырылатын немесе металдан жойылатын технологиялық операцияны қышқылсыздану деп атайды. Қышқылсыздану операциясынан кейін болатты **қышқылсызданған деп атайды**. Мұндай болат сауыт қалыптарда қатып қалғанда, өзін **«тыныш»** ұстайды, одан газдар бөлінбейді деуге болады, сондықтан мұндай болатты көбінесе «тыныш» деп атайды. Егер де қышқылсыздану операциясын жүргізбесе, онда

болаттың сауыт қалыпта біртіндеп салқындауы кезінде металда еріген оттегі пен көміртектің арасында оның $[O]+[C]=CO_{газ}$ реакциясы жүретін болады. Бұл кезде түзілетін көміртек оксидінің көпіршіктері кристалданатын кесектен бөлініп, металл қайнайтын болады. Мұндай болатты **«қайнайтын»** деп атайды.

Кейбір жағдайларда болатты, одан барлық оттегі жойылмайтындай, қышқылсыздандырады. Қалған ерітілген оттегі металл кристалдана бастаған кезде оның қысқа мерзімде **«қайнауын»** тудырады. Мұндай болатты **«жартылай тыныш»** деп атайды.

Болаттың қышқылсыздануының келесі тәсілдерін қолданады: а) тереңдік; б) диффузиялық; в) синтетикалық қождармен өңдеу; г) вакууммен өңдеу.

Бақылау сұрақтары:

1. Жүйе күйі бойынша фаза туралы анықтама беру
2. Жүйе күйін сипаттайтын шамалар.
3. Қандай жағдайда «тыныш болат» деп атайды.
4. Қандай жағдайда «қайнайтын болат» деп атайды.
5. Бессемерлік процестің негізгі кемшіліктерін баяндау.
6. Бессемерлік процестің негізгі кемшіліктеріне түсінік беру.

Үй тапсырмасы:

1. Домна пешіне мазут пен ұсақталған көмірді үрлеу
2. Домна пешіндегі қождың балқуы.