

Металлургия және нанотехнологиялар кафедрасы

Пән: Metallургия өндірісінің технологиясы

Мамандық: 5B070900 «Metallургия»

3-слайд- дәріс (**23сл**)

**Тақырып:** Agломерация процесы

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

Исин Д.Қ.

### 3-Дәріс жоспары

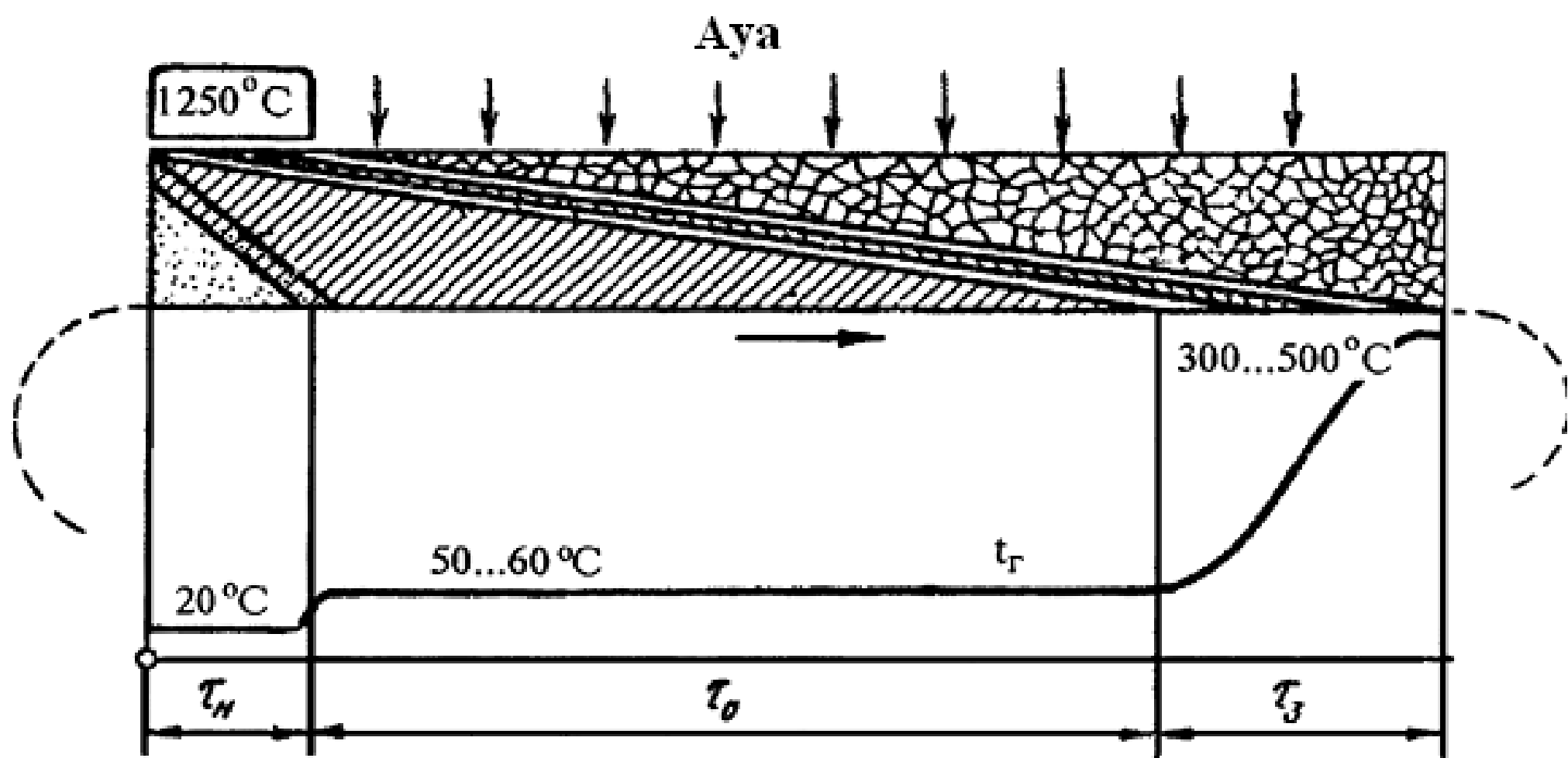
1. Агломерациялық процестің уақытпен машина ұзындығы бойынша жаймасы
2. Агломерациялық фабрика руда және кокс беру жүйесі
3. Темір рудалы шекем тас өндіру.
4. Шекем тастарды күйдіру
5. Металдаған шекем тастар өндірісі

**3-лек. Агломерация процесы. Агломашинаның жалғасы**  
Жұмыс тармағымен қозғалған кезде паллеталар құрама газ өткізгіш 13 арқылы эксгаустермен қосылған вакуум-камералардың 11 үстімен өтеді. Арнайы тығыздау ауаның жылжымалы паллеталары бар түйіс арқылы вакуум-камераларға сорылуына кедергі жасайды. Күйе жентектелу арбашалары машинаның жұмыс тармағымен бірінің артынан бірі үзілместен немесе саңылаусыз қозғалады. Арбашалар арасымен вакуум-камераларға ауа сорылуы болмайды. Осылайша, ауаның басты массасы паллеталардың вакуум-камералар үстімен қозғалысы кезінде машинаның жұмыс бетінде орнатылған шихта қабаты арқылы өтуі керек. Қозғалыстағы паллеталарға төсеніш 2 пен шихтаны салу арнайы қоректендіргіштер арқылы 3 жүзеге асырылады. Шихтаның жануын стационарлық газ көрігінің 4 көмегімен жүзеге асырады.

Паллетаның көрік астында болу уақыты 1 мин жуық.

Паллеталардың қозғалу шамасына қарай жану аймағы оттықты тор бағыты бойынша, барлық күйе жентектелу қабатын 10-12 минут ішінде өтіп, төмен түседі (қабат биіктігі мен күйе жентектелудің вертикаль жылдамдығына байланысты). Жану аймағы төсеніш қабатына жеткенде, паллета таспаның түсіру бөлігінің, жүру рельсінен және контррельсінен жасалатын айналмаға енеді, аударылады, дайын агломерат кесегі паллетадан лақтырылады. Шихтадан дайын агломераттың (> 5 мм ірілікті фракциялар) шығуы 70–80%-дан жоғары болмайды.

**1. Агломерациялық процестің уақытпен машина ұзындығы бойынша жаймасы 1.27-суретте көрсетілген**



1.27-сурет - Агломерацияланатын қабаттың бойлық қимасындағы жеке аймақтардың орналасу сұлбасы ( $t_r$  – сорылатын газ температурасы)

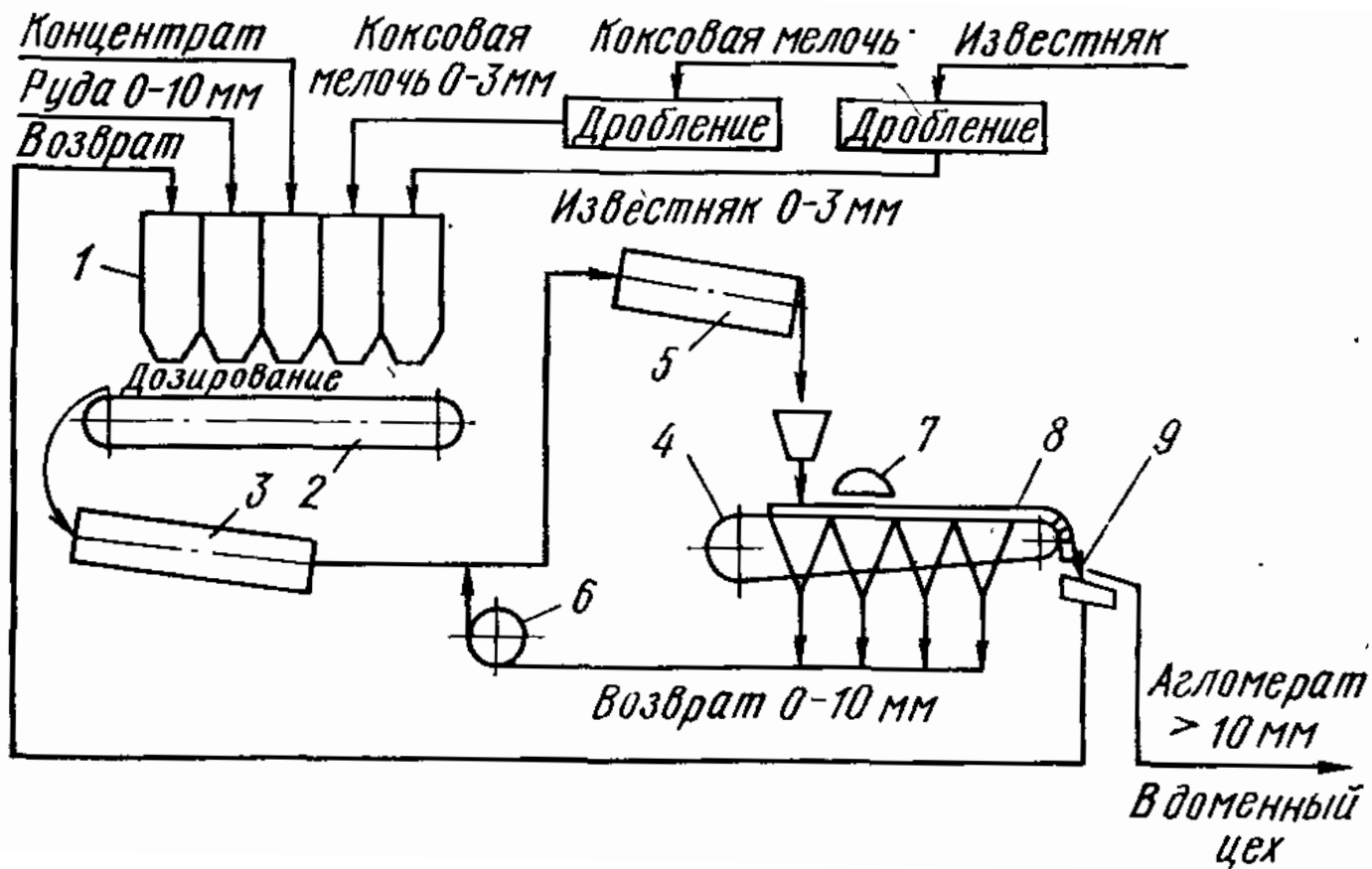
## **2. Агломерациялық фабрика руда және кокс беру жүйесі**

Агломерациялық фабрика руда және кокс беру жүйесінен, ұсату, сұрыптау, араластыру бөлімшелерінен тұратын күрделі ғимарат болып табылады. Фабрикадағы барлық жұмыс механикаланған. Материалдардың жүк лектері транспортерлер бойымен жүреді (1.28-сурет). Темір рудасы, концентрат және ірілігі 8-10 мм аспайтын қайтарым аглофабриканың араластыру бөлімшесінің шихта шанаптарына түседі.

Өлшемдері 10 мм-ден үлкен фракцияларды домна цехына жібереді, ал одан гөрі ұсақтары агломерация үшін қайтарылады.

1 – шихта шанаптары; 2 – транспортер; 3- барабанды араластырғыш; 4 – агломашина; 5 – барабанды кесектегіш; 6 – эксгаустер; 7 – тұтатқыш көрік; 8 – шихтаның күйе жентектелетін қабаты; 9 – елек

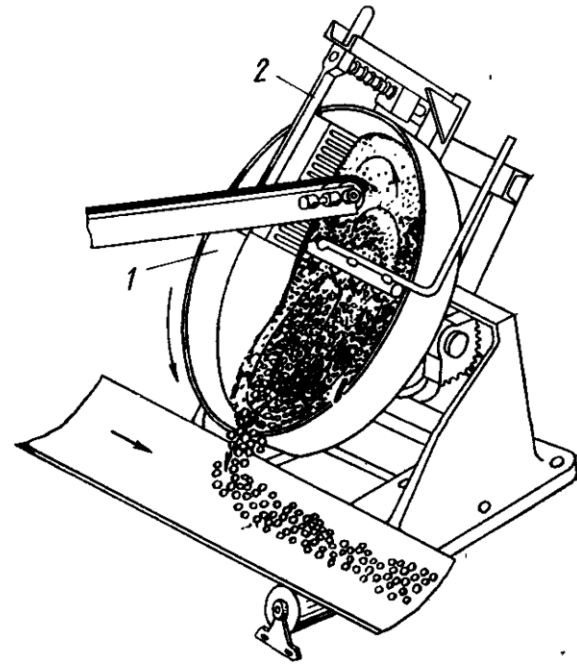
1.28-сурет - Аглофабриканың технологиялық процесінің сұлбасы



**3. Темір рудалы шекем тас өндіру.** Кедей рудалар қолданысының кеңеюі және оларды анағұрлым терең байытуға талпыныс жіңішке ұсақталған темір рудалы концентраттарды (0,07 мм аз) алуға әкелді, олар үшін кесектеудің жаңа жолдары табылды. Осыған байланысты шекемдеу немесе кесектеу процесі дами бастады. Бұл процесс концентраттарды кесектеу фабрикасын металлургиялық зауытта салмауға тура келетін жағдайда ерекше мәнге ие. Бұл, шекем тастар тасымалдау кезінде, әсіресе флюстелген агломераттарға қарағанда, аз бұзылатындығымен түсіндіріледі. Шекем тастарды өндіру процесі екі кезеңнен тұрады: а) шикі (сулы) шекем тастар алу; б) шекем тасты беріктендіру (300-600°C кезінде құрғату және 1200-1300°C кезінде күйдіру).



Шикі шекем тастар алу үшін тәрелкелі тостаған кесектегіштерді қолдануға болады (1.29-сурет). Бұл - 5.15 айн/мин жылдамдықпен айналатын, беткеймен жабдықталған дисктер. Олардың диаметрі (5,0-7,0) м жетеді. Шекемдегіштің айналу осі вертикальға  $30.55^\circ$  көлбеу орналасқан.



1.29-сурет - Тәрелкелі түйіршіктегіш

Сонымен қатар биік беткейлермен жабдықталған конусты кесектегіштер кеңінен таралған. Бөлшектерінің 74-90 %-ы < 74 мкм өлшемі бар жіңішке концентраттарды шекемдеу мақсатты.

Байланыстырғыш қоспа ретінде, концентрат бөлшектерін кесектерге біріктіретін және шекемдеу кезінде шекем тастың одан әрі іріленуін қамтамасыз ететін су қызмет етеді. Бентонит табиғатта көптеген жағдайларда шихтаға, шикі шекем тастардың беріктігін арттыратын арнайы кесектегіш қоспалар береді. АҚШ пен Ресейде шихтаға көбінесе 0.5-1 % бентонит – монтмориллонит пен бейделлиттен тұратын (слюда тобының алюмосиликаттары) аса жұқа сазды тау жынысын қосады. егізгі тау жыныстарының желденуі нәтижесінде қалыптасады.

Сонымен қатар байланыстырғыш ретінде сода, крахмал, сұйық шыны қолданылады. Флюстелген шекем тастар өндірісінде шихтаға жіңішке ұсақталған әктас немесе әк қосады. Флюстелген шекем тастарды күйдірген кезде жылжымалы балқыма қалыптасады. Сондықтан күйдіру кезінде шекем тасты жабысу мен пісірілуден сақтап қалу қиын. Кейде шихтаға көмір мен кокстық ұсақ-түйекті араластырады. Мұндай шекем тас ішінде күйдіру кезінде тотықсыздану атмосферасы қалыптасады. Бұл жағдайда темірдің айтарлықтай бөлігі металға дейін тотықсызданады. Дайын шекем тастарда 40 %-ға дейін металл темір мөлшері болады. **4.Шекем тастарды күйдіру.** Шикі шекем тастар құрғатуға және беріктендіргіш жоғары температуралы күйдіруге ұшырайды.

Шекем тастарды 1300-1400°С дейін температурада күйдіру барысында беріктендіру сұйық фазаның пайда болуымен байланысты. Шекем тастарды күйдіру шахта пештерінде, конвейер типті машиналарда және аралас конструкциялы құрылғыларда жүзеге асырылады.

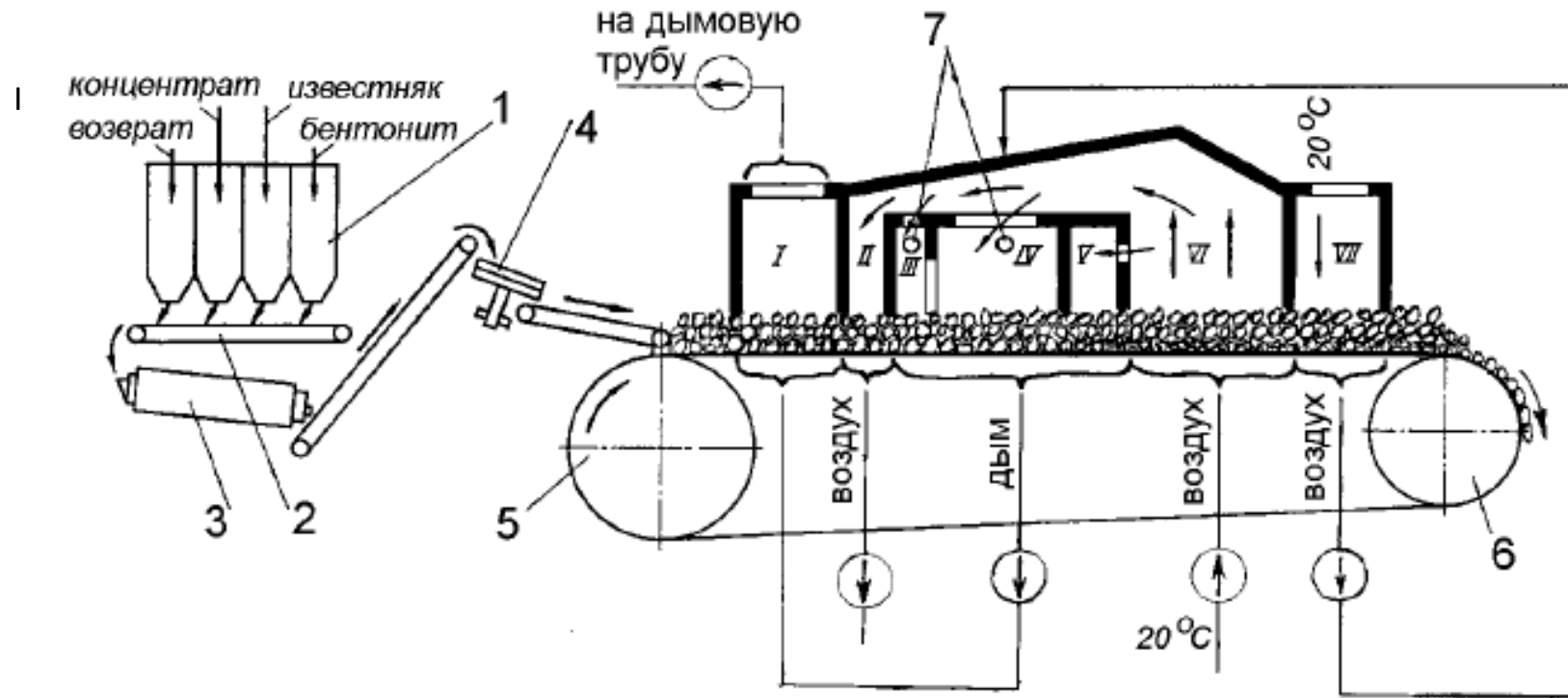
## **5. Шекем тастардың металлургиялық қасиеттері**

**Шекем тастар беріктігі.** Жеке алғанда, домна пешіне << 3.5 мм кесектерді тиемеген жөн. Суыту жылдамдығы да шекем тастың беріктік қасиеттеріне әсер етеді. Суытудың жоғары температураларында (100-150°С/мин көп) шекем тас беріктігі төмендейді, бұл термиялық кернеулердің дамуына байланысты.

Тотықсыздандыру кезіндегі шекем тастардың беріктігі. Тотықсыздану кезінде темір рудалы шекем тастардың беріктігі төмендейді.

Соңғы кездері әр елде жүргізілген зерттеулер, домна пешінде тотықсыздану кезінде барлық темір рудалы материалдар өз беріктігін жоғалтады. Шекем тастардың беріктігін жоғалтуы 500°C-тан басталады. Минимум беріктік 20-40 % тотықсыздану дәрежесіне сәйкес келеді, яғни вюстит болу аймағына жатады. тотықсызданғыштық. Шекем тастардың тотықсызданғыштығы олардың құрылымы мен құрамына байланысты өзгереді, бұл өз кезегінде күйдіру режимімен анықталады. 1000-1150°C температурада күйдірілген шекем тастар ең жақсы тотықсызданғыштыққа ие. Қалыпты өндірістік жағдайдағы күйдіру температурасында (1200-1350°C) шекем тастардың тотықсызданғыштығына балқыманың қалыптасуы әсер етеді, бұл түйіршіктердің физикалық құрылымында, осыған орай шекем тастың

тотықсызданғыштығына да әсер етеді. Шекем тастар өндірісіне арналған конвейер типті күйдіру пеші. Конвейер типті машиналарда күйдіру анағұрлым кең тараған. Шекем тастарды осы машиналарда өндіру сұлбасы 1.32-суретте көрсетілген. Жұмыс принципі мынадай. Қайтарымнан, концентраттан, әктастан және бентониттен (ұсақ дисперстік саз – байланыс үшін) тұратын шихта - шихта конвейері және араластырғыш барабан арқылы тәрелкелі түйіршіктегішке (4)түседі, онда ол ылғалданады. Түйіршіктегіштен тек диаметрі 10-нан 20 мм-ге дейінгі кесектер ғана түсіріледі. Одан әрі шикі кесектер конвейерлі машинаның (күйдіретін пеш) жылжымалы оттықты (күйдіретін) таспасына түседі. Шикі шекем тастар оттықты таспаға, түпті "төсеніш" қабатының үстінен және ернеу "төсеніші"



- II – құрғату аймақтары; III – қыздыру аймағы; IV – күйдіру аймағы;  
 V – рекуперация аймағы; VI, VII – суыту аймақтары;  
 1 – шихта шанаптары; 2 – құрама тасымалдауыш; 3 – араластырғыш барабан;  
 4 – тәрелкелі түйіршіктегіш; 5 – күйдіру машинасының жүктеу бөлігі;  
 6 – машинаның түсіру бөлігі; 7 – шілтерлер
- 1.32-сурет - Шекем тастарды өндіру сұлбасы

Мұның бәрі күйдіру таспасын газ шілтері жалынының бұзушы әсерінен сақтайды. Шекем тастарды қыздыру биіктігі 350-550 мм қабатта жүзеге асырылады.

Күйдіру машинасында беріктендіру процесі екі негізгі кезеңнен тұрады: 300-600 °С температурада құрғату және 1200-1350°С температурада тікелей күйдіру. Агломашинаға қарағанда, таспаның жоғарғы жағы құрғату, қыздыру, күйдіру, рекуперация және суыту аймақтарына бөлуге сәйкес камералармен жабылған. Қыздыру және күйдіру аймақтарында қыздыру шілтерлерде отынды жандыру және жану өнімдерінің шекем тастар қабаты арқылы сорылу әсерінен жүреді. Қабаттан кететін газ температурасы 225-450 °С. Шекем тастардың негізгі беріктенуі 1000-нан 1300 °С-қа дейінгі температурада,

.

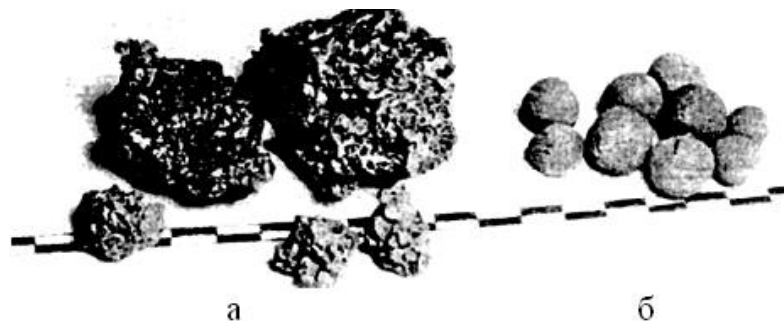


$\text{Fe}_2\text{O}_3$  жинақтап қайта кристалдану кезінде, яғни ұсақ түйіршіктерді іріге біріктіру кезінде жүреді. Қосымша беріктендіру  $1200-1350\text{ }^\circ\text{C}$  температурада сұйық қожды фазаның, суыту кезінде шекем тастар ішінде қатаятын оңай балқымалы қосылыстардан ( $\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$  және т.б.) қалыптасу есебінен жүреді.

Шекем тастар арасындағы қождық байланыс шағын жанасу ауданына байланысты әлсіз болады. Егер күйдіру процесінде температураны  $1350\text{ }^\circ\text{C}$  жоғарылатса, шекем тастар беті балқиды немесе шоғырланып күйе жентектеледі. Бұдан басқа,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -ның  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  деңгейіне дейін ыдырауы жүреді және шекем тастар беріктігі төмендейді. Шекем тастарды суыту суық ауамен үрлеу және қабат арқылы сорылу арқылы жүзеге асады. Машинадан түсірілетін шекем тастар температурасы  $90-375\text{ }^\circ\text{C}$ .

.

Суыту жылдамдығы, жоғары термиялық кернеулер тудыруды және шекем тастар беріктігін төмендетуді болдырмау үшін 100 К/мин жоғары болмау керек. Шекем тастың таспада болуының қосынды уақыты 30-40 минут. Агломерат кесектері мен шекем тастардың сыртқы түрі 1.33, а және б-суреттерінде көрсетілген.



1.33-сурет - Темір рудалы агломерат (а),  
темір рудалы шекем тастар (б)

**5. Металдаған шекем тастар өндірісі.** Металдаған материалдарды төмендегідей қолдануға болады.

*Кедей, кешенді және қиын байытылатын руданы байыту кезінде.* Бұл жағдайда металға дейін тотықсыздандыру орынды және әрі қарай концентратқа (мысалы, магнитті сепарация) темірдің максимум үлесін алып шығу керек. Бұл процесс үшін металдандырудың максимум мүмкін деңгейі қажет.

*Болат балқыту өндірісінде, домнада балқытуды қоспағанда, қолдану үшін.* Бұл процесс үшін металдандырудың максимум дәрежесі және зиянды қоспалар бойынша таза, әрі бай (бос тау жынысы 5% көп болмау керек) темір рудалы концентратты қолдану қажет.

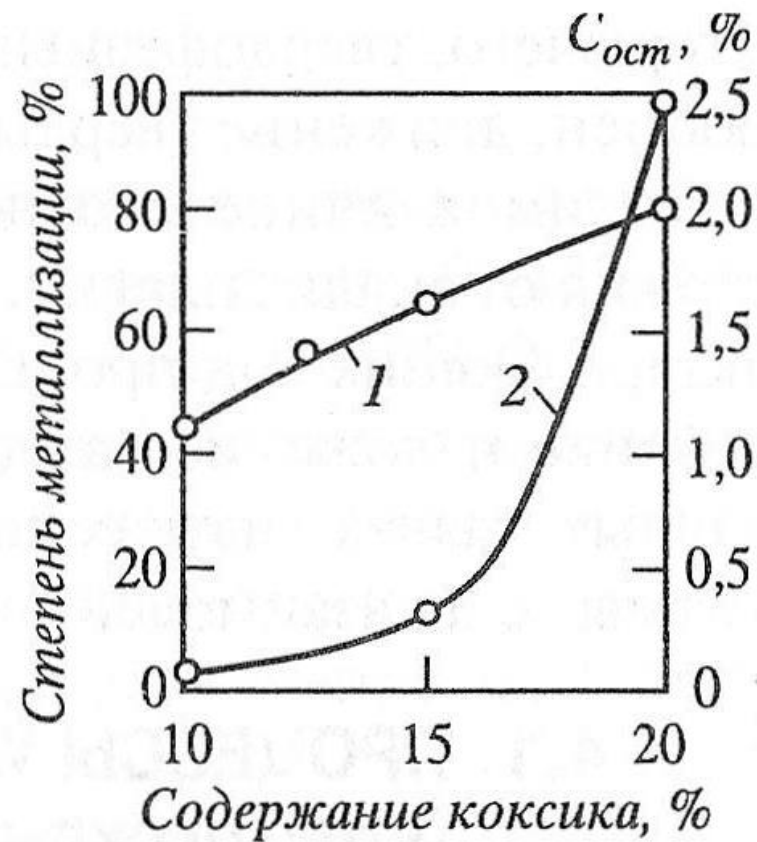
.

*Домна пешінде қайта балқыту үшін.* Соңғы бағыт анағұрлым перспективалы болып көрінеді, өйткені бұл жағдайда қатардағы шихта материалдары пайдаланылуы мүмкін, ал металданған шекем тастарды домна пешінде пайдалану тиімділігі анағұрлым жоғары. Жартылай тотықсызданған шихтаны алуда, әдетте шихтаның тотықсыздануы кезінде тартып алынған оттегі мөлшерінің оның бастапқы мөлшеріне қатынасымен бағаланатын тотықсызданудың жалпы дәрежесі емес, металдану дәрежесі - металл темірдің шихтаның барлық теміріне қатынасы маңызды. Осы тұрғыдан алғанда «металданған шихта» термині «жартылай тотықсызданған шихта» терминіне қарағанда артығырақ. Қазіргі кезде металданған шекем тастар өндірісінің екі мүмкіндігі бар:

.

күйдірілген тотыққан шекем тастарды металдандыру;

- беріктендіру мен тотықсыздандуды бір технологиялық процесте біріктіру. Соңғы бағыт анағұрлым үнемді және перспективалы, алайда оның технологиялық жүзеге асуы бірқатар қиындықтарға байланысты. Тотықсыздандырғыш ретінде газ (көп жағдайда табиғи газ конверсиясының өнімдері), қатты отын (коксты ұсақ-түйек, антрацит, қоңыр көмірлі жарты кокс және т. б.) немесе олардың қоспасын пайдаланады. 1.34-суретте коксик мөлшерінің шекем тастарды металдандыру деңгейіне әсері көрсетілген.



1.34-сурет - Кокс мөлшерінің шекем тастарды металдандыру деңгейіне әсері (1) және газ ағымында күйдіру кезіндегі (73% N<sub>2</sub> + 2% O<sub>2</sub> + 25% CO<sub>2</sub>), 1250 °С температурадағы қалдық көміртегі мөлшері (2); уақыт 10 мин, шекем тастар өлшемі 14 – 16 мм

## Бақылау сұрақтары

Өнеркәсіптік пештің арналуы.

Шикізат дайындау пештерінің экологияға әсері.

Кен орындарының өнеркәсіптік құндылығы.

Қара металлургияның негізгі өнімдері.

Темір рудасының құрамы.

Темір руданың құрамында қандай негізгі минералдар болуы мүмкін?

Агломератты алу үшін қандай материалдар қажет болады?

Магнетиттік рудаларды байыту әдісін сипаттау.

Темір рудалы шекем тасты қандай пеште балқытады?

-

## **1. Домна пешінің жалпы сипаттамасы.**

Домна пеші – құрамында темір бар материалдан жасалған шойынды балқытуға арналған шахта пеші. Пештің өнімділігі оның өлшемдеріне байланысты.

Домна пешінің сұлбасы 2.1- суретте көрсетілген.

1 – скип; 2 – қабылдайтын құйғыш; 3 – кіші конус; 4 – үлкен конус;

5 – үлкен конус құйғышы; 6 – қорғаныш сегменттер; 7 – мойын; 8 – шахта;  
9 – пеш қазан; 10 – кемершіктер; 11 – көрік; 12 – шойын ағын өзек;

13 – үрлеуіш; 14 – қож ағын өзек; 15 – пеш табан;

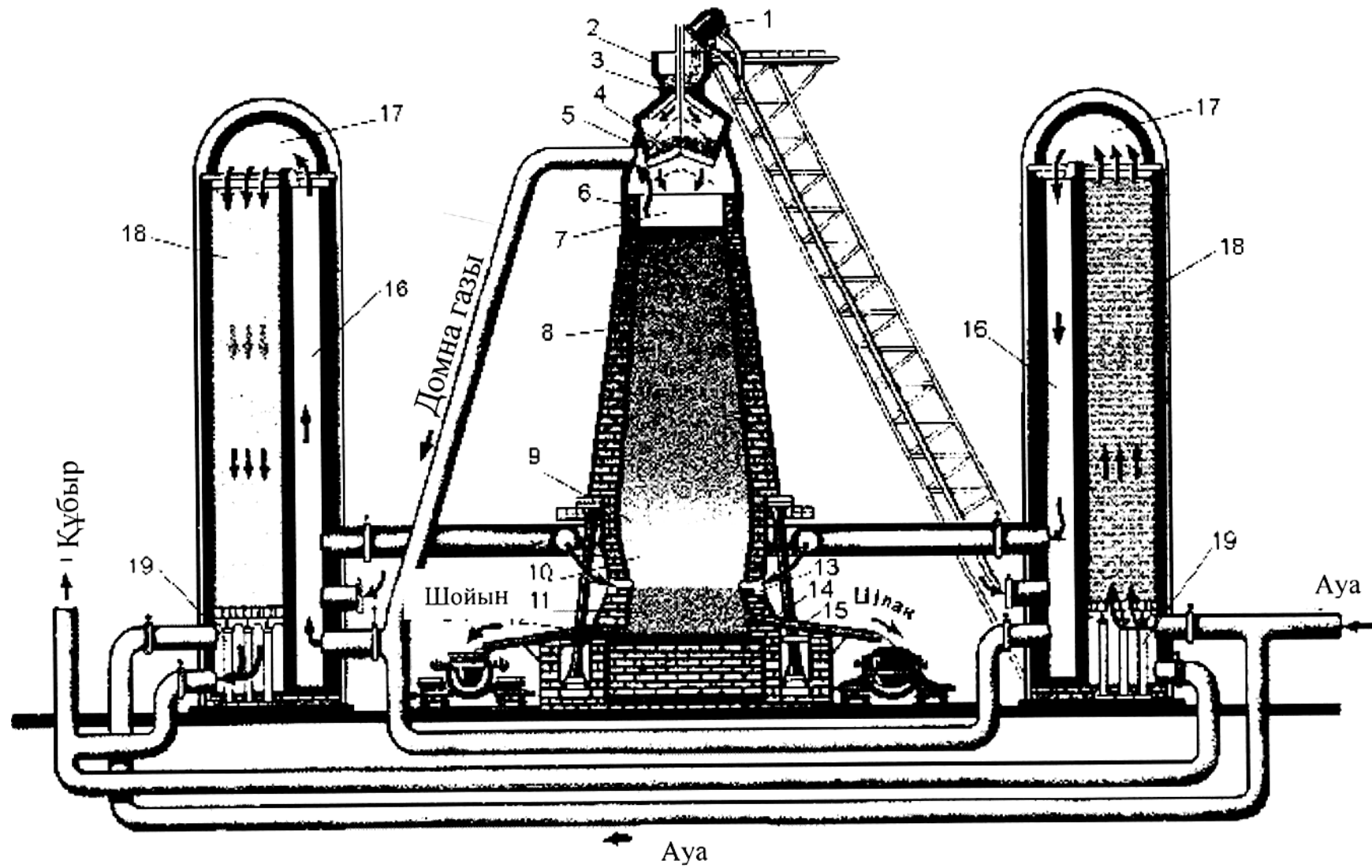
16 – каупердің жану камерасы; 17 – күмбез астындағы кеңістік;

18 – каупердің отқа төзімді қондырмасы;

19 – қондырма астындағы кеңістік

2.1-сурет – Домна пешінің жұмыс істеу сұлбасы





### **Бақылау сұрақтары:**

1. Агломерациялық шихта құрамына енетін заттар.
2. Флюстелген агломератта сульфидті күкірттің қанша пайызы жанып кетеді?
3. Агломерат сапасын бағалайтын параметрлерді атау.
4. Агломерат фракцияларының өлшемдеріне сәйкес таратылады.
5. Агломерат пен шекем тастарды беріктігі бойынша бағалау.
6. Домна пешінде тотықсыздану кезінде шекем тастардың беріктігін жоғалтуы қандай температурада басталады?

### **Үй тапсырмасы:**

1. Жүктеу құрылғысының кешенінің негізгі тораптары
2. Домна пешің толтыру аппараты

Металлургия және нанотехнологиялар кафедрасы

Пән: Metallургия өндірісінің технологиясы

Мамандық: 5B070900 «Metallургия»

4-слайд- дәріс (23сл)

Тақырып: Домна пешінің жалпы сипаттамасы

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

Исин Д.Қ.