

Металлургия және нанотехнологиялар кафедрасы

Пән: Metallургия өндірісінің технологиясы

Мамандық: 5B070900 «Metallургия»

2-слайд- дәріс (**23сл**)

Тақырып: Рудалы материалдарды байыту әдістері

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

Исин Д.Қ.

2-Дәріс жоспары

1. Магниттік сепарация
2. Таспалы құрғақ сепаратор
3. Ылғалды байытуға арналған барабанды сепараторлар
4. Әлсіз магнитті рудалар үшін магниттейтін немесе тотықсыздандыратын күйдіру
5. Күйе жентектелу процесі

1. Магниттік сепарацияны барлық руда минералдарына қолдануға болады, бірақ жақсы нәтижелер магнитті теміртастарды байытқан кезде алынады. Заттардың магниттік қасиеттерінің маңызды сипаттамасы – магниттік қабылдағыштық деп аталатын магниттелу қабілеті. Күшті магниттілерге: магнетиттер, титан-магнетиттер және нашар қышқылданған мартиттер жатады. Аз магниттілерге: гематиттер, қоңыр теміртастар және сидериттер жатады. Магнитті еместерге: кварц, кальцит, дала шпаты және т.б. жатады. Орташа магнитті материалдар жарты мартиттер, мартиттер, ильменит болып табылады. Электрмагниттік байыту әдісі кеңінен тараған. Осы әдіспен 90 %-ға дейін темір рудалы концентрат алады. Ол минералдардың түрлі магниттік өткізгіштігіне негізделген.

Сулы, құрғақ немесе аралас (сумен кезектесетін құрғақ сепарация) магнитті байыту қолданылады. Конструкциялық көрсеткіштері бойынша сепараторлар - барабанды, таспалы, шкивті, роликті және сақиналы болып бөлінеді. Магнетитті рудаларды байыту үшін барабанды сепараторлар кең қолданыс тапты. Құрғақ байытуға арналған барабанды сепаратор құрылымы мен жұмысының сұлбасы 1.21-суретте көрсетілген.

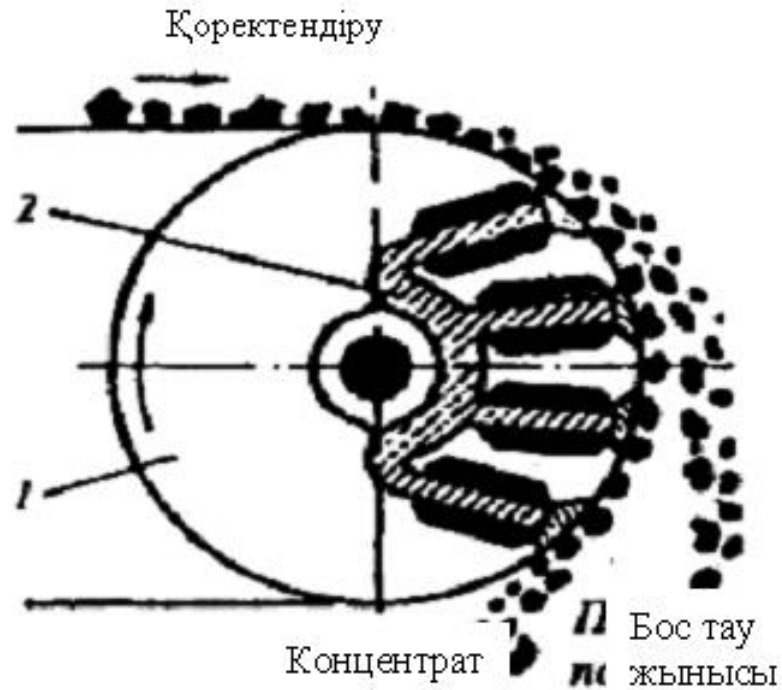
Айналмалы барабан 1 ішінде магнитті емес болаттан жасалған жылжымайтын электрмагниттер 2 бекітілген. Байытылатын руданы барабанға жоғарыдан береді; магнетит бөлшектері электрмагнитпен барабан бетіне тартылады және магнит әсер ететін аймақтан шыққанша оның үстінде орын ауыстырады. Мұнда олар ауырлық күшінің әсерінен концентраттың қабылдау шанабына түседі.

.

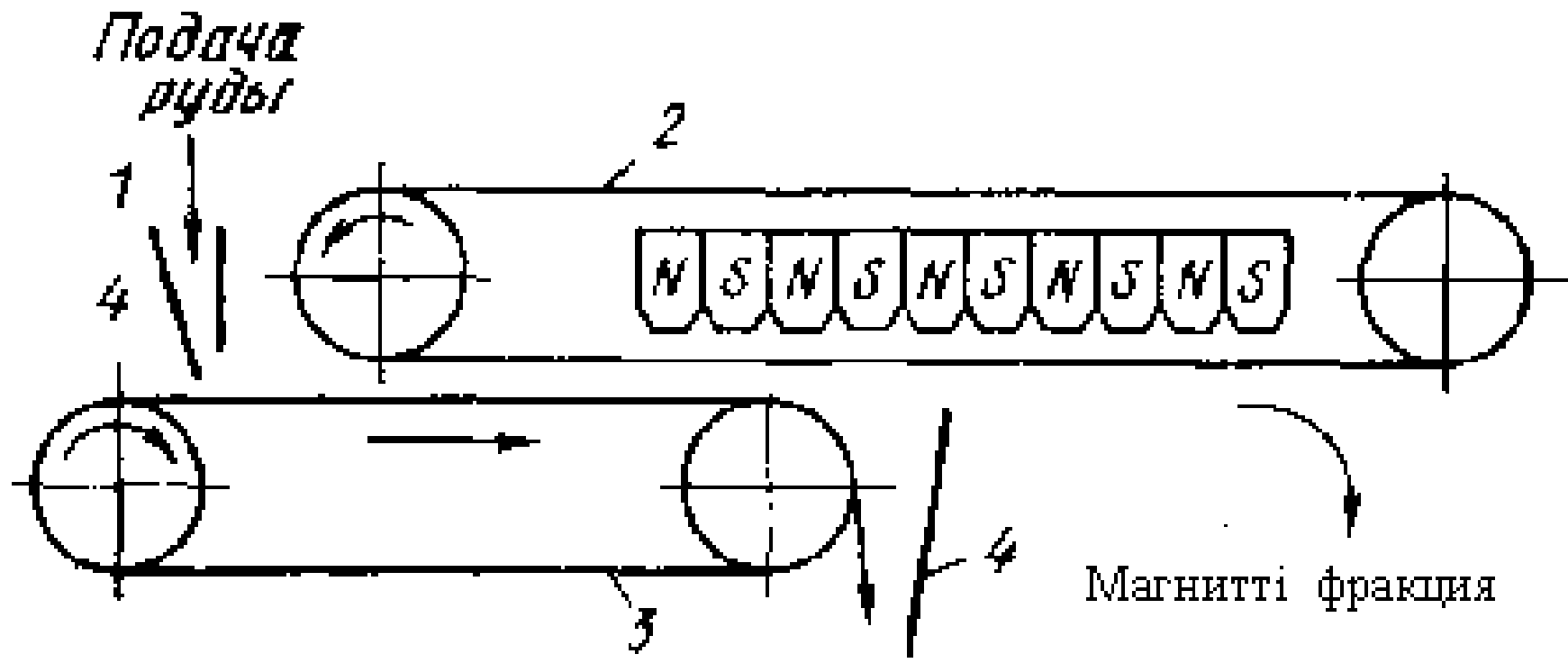
Магнитті емес бөлшектер барабанның бөлшектерге тіреу бола алмайтын бетінен (шеткі оң жақ) себіледі, олар бос тау жынысы (қалдық) шанабына түседі. Сулы магнитті сепарация әдісімен Ресейде 75 %-дан астам темір рудасын байытады. Сулы байыту кезінде руданы сумен бірге (қойыртпақты) ваннаға, қойыртпақтан ферромагнитті минералдарды шығаратын электрмагниті бар айналмалы барабан астына береді.

2. Таспалы құрғақ сепаратор сұлбасы 1.22-суретте берілген. Шихта қоректендіргіш таспаға шанаптан беріледі, магнитті фракция таспамен алынып тасталады. Таспаның төменгі тармағының астында машина ішінде электрмагниттер орналастырылған. Темір рудасының бөлшектері магниттік күштер әсерінен таспаға жабысады да, сол арқылы концентрат шанабына тасымалданады, ал бос тау жынысы

қоректендіргіш таспадан үйінді шанапқа тасталады. Мұндай сепаратор өнімділігі 25 т/сағ.



1.21-сурет - ірі руданы құрғақ шайытуда арналған барабанды электрмагнитті сепаратор сұлбасы



- 1 – руда беру; 2 – алып тастау таспасы;
- 3 – қоректендіргіш таспа; 4 -магнитті емес фракция

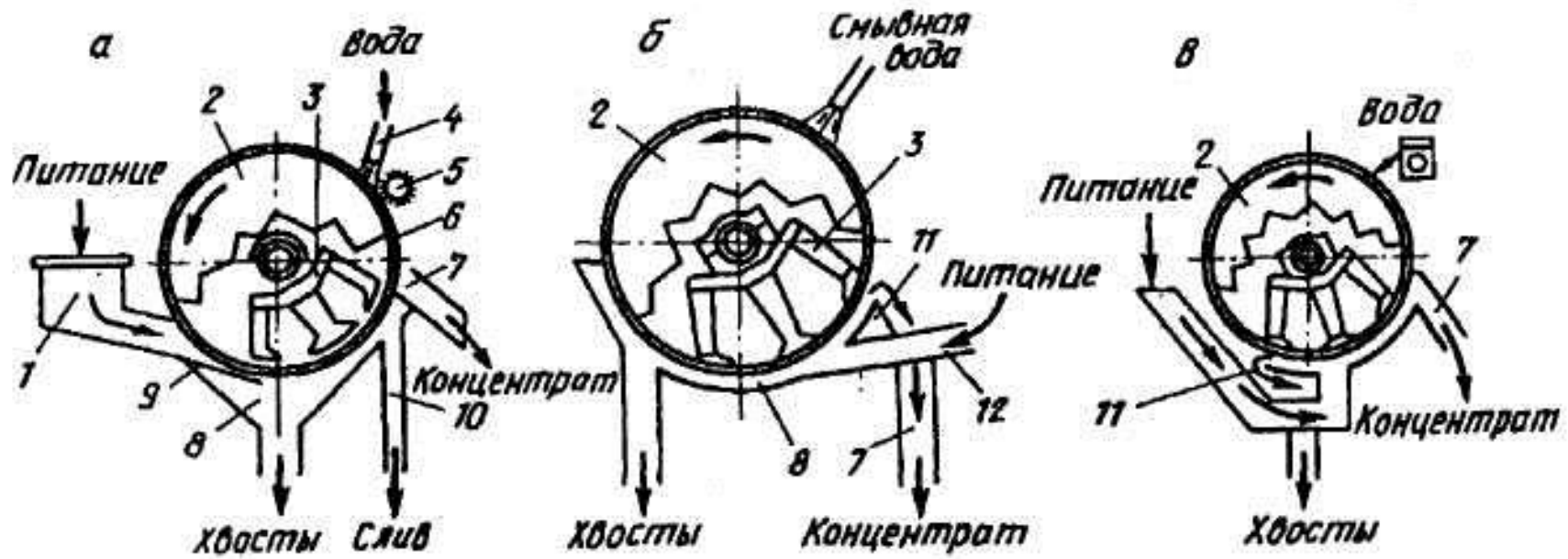
1.22-сурет – Таспа типті магнитті сепаратор

Ірілігі 3-6 мм магнитті темір рудаларын байыту үшін тек құрғақ магнитті сепарацияны қолданады. Ірілігі кішкене руда мен өнімдерді құрғақ та, сондай-ақ ылғалды да сепарациямен байытуға болады. Ылғалды магнитті сепарация тиімдірек, өйткені бұл кезде шаң түзілу болмайды. Өлшемдері 0,1 мм-ден аз бөлшектерден тұратын руданы тек ылғалды магнитті сепарациямен байытады.

3. Ылғалды байытуға арналған барабанды сепараторлар руда материалын жіберу бағыты мен оның барабан айналымы бағытына қатысты қозғалысына байланысты үш түрге бөлінеді (1.23-сурет): тік ағымды, қарсы ағымды және жартылай қарсы ағымды ванналар.

Тік ағынды ванналы барабанды сепараторды

.



1.23-сурет - Руданы ылғалды байытуға арналған барабанды сепараторлар сұлбасы

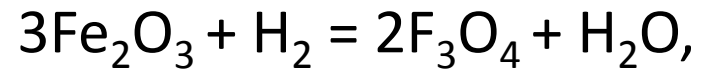
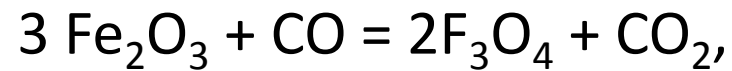
(1.23, а-сурет) ірілігі 0–6 мм руданы байытуға қолданады Ол ішінде жылжымайтын электрмагниттер 3 орналасқан айналмалы магнитті емес барабаннан 2 тұрады. Руда қойыртпағын тиеу қорабы 1 арқылы науаша 9 бойымен барабан астына, оның айналым бағытына сәйкес келетін бағытта береді. Руданың магнитті бөлшектері барабанға тартылады және магниттер әсер ететін аймақтан шыққанша соның бетінде болады, бұдан кейін олар ауырлық күшінің, гидрошайылу 4 және щетка алып тастағыштың 5 әсерінен концентраттың түсіру науашасына 7 түседі. Бос тау жынысы ваннада 8 қалады және қалдықтар түрінде жойылады. Ваннадағы қойыртпақтың тұрақты деңгейі оның артықтығын келте құбыр 10 арқылы төгу есебінен қамтамасыз етіледі. Барабан резеңкелі жабынға 6 ие.

.

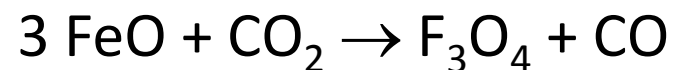
Қарсы ағымды ванналы сепараторлар (1.23, б-сурет) ұсақ түйіршікті (0–2 мм) руданы байытуға қолданылады. Руда қойыртпағын қоректендіргіш науаша бойымен барабан айналымының бағытына қарама-қарсы береді 12. Магнетит бөлшектері барабан арқылы ваннадан қарсы ағымда алынады және магниттер әсер ететін аймақтың 3 аяқталған жерінде төгу табалдырығы арқылы 11 концентрат науашасына 7 шығарылады. Суы бар бос тау жынысы барабан астымен өтеді және ваннадан концентрат берілетін жерге қарама-қарсы жақтан жойылады (қалдықтар).

4. Әлсіз магнитті рудалар үшін магниттейтін немесе тотықсыздандыратын күйдіру, олардың магниттік қабылдағыштығын арттыру мақсатында қолданылады. Магнитті емес қоңыр және қызыл теміртастарды

байыту үшін оларды ең алдымен тотықсыздану атмосферасы бар пеште 600-800 °С-та магниттейтін күйдіруге ұшыратады. Руданы күйдіру, отын көміртегін көміртек оксидіне дейін күйдіріп немесе тотықсыздану газын реакциялық кеңістікке сырттан енгізу арқылы, тотықсыздану атмосферасында жүргізіледі. Тотықсыздану 550-800⁰ С температурада реакция бойынша жүргізіледі:

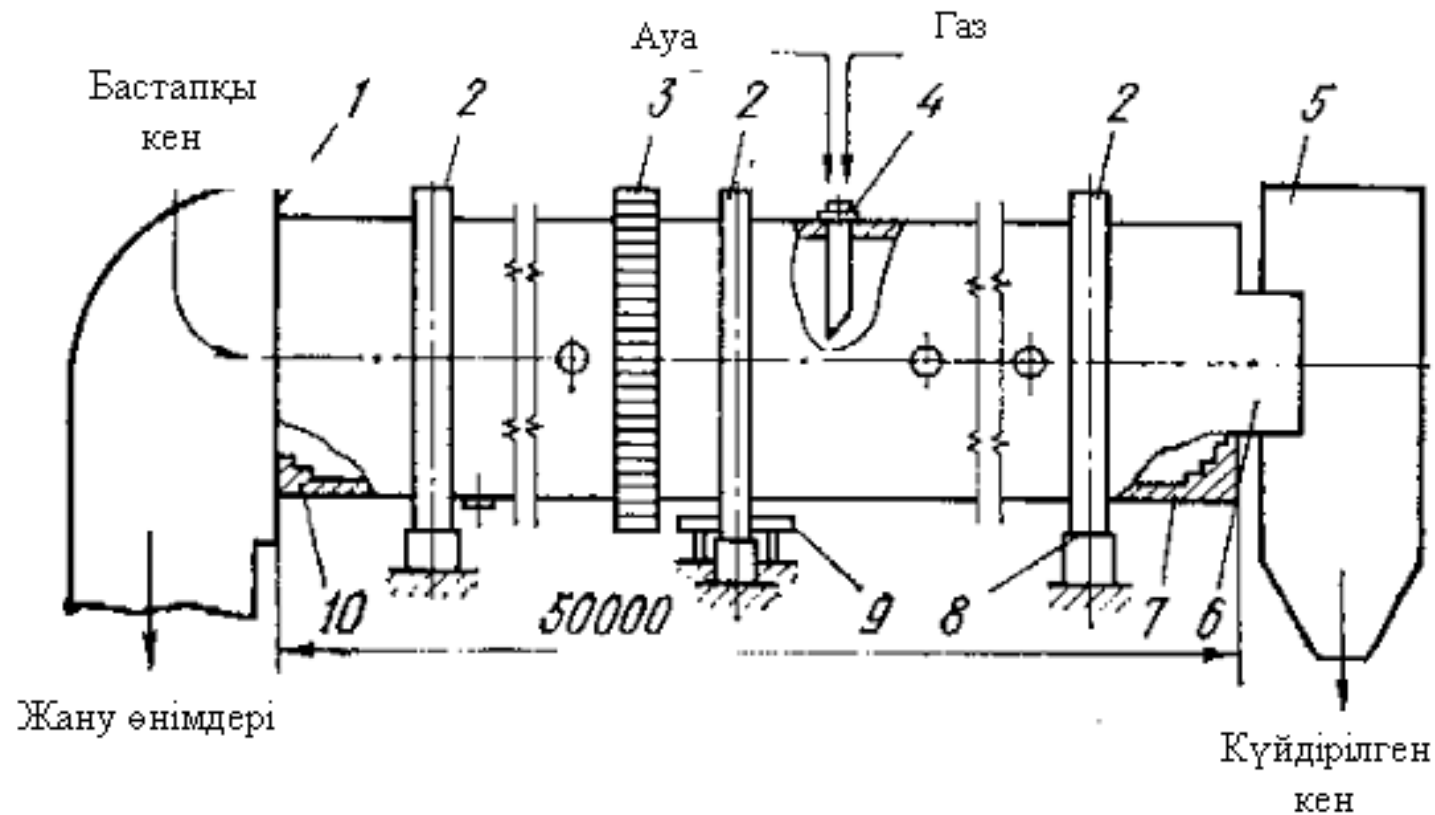


яғни, Fe_2O_3 темірдің магнитті емес оксиді F_3O_4 магнитті оксидке айналады. Қайта тотықсыздану нәтижесінде FeO темір оксиді магнититке дейін қышқылданады:



Рудаларды магнетиттеп күйдіруді жүзеге асыру үшін

құбырлы айналмалы пештер анағұрлым кең таралған (1.24-сурет).). Олар 0,7 – 1,4 айн/мин жиілікпен айналатын, ұзындығы 50-60 м және диаметрі 3,5 – 4,0 м, шамотты кірпішпен шегенделген құбыр болып табылады. Бастапқы руда, 3-5° көлбеумен орнатылған құбыр айналымының салдарынан шашыла отырып, бір жақ шетінен бастап басқасына қарай тотықсыздандыру газдарының ағымына қарсы орын ауыстырады. Қыздыру, пеш қабырғаларында спираль бойынша орналасқан және газбен жағылатын перифериялық шілтерлер арқылы жүзеге асырылады. Домна немесе генератор газын ауаны біршама жеткізбестен жағады. Бастапқы руданың ірілігі – 0-25 мм. Пеште болу ұзақтығы 2 сағ. Күйдірілген руда оттегімен байланыспастан суы бар суыту барабанына түсіріледі. Пеш өнімділігі 1000-1150 т/тәулік.



- 1 – шілтер; 5 – түсіру оттығы; 6 – түсіру аузы; 7 – түсіру табалдырығы;
 8 – тірек ролигі; 9 – соққы ролигі; 10 – тиеу табалдырығы

1.24-сурет - Руданы магнетитті күйдіруге арналған құбырлы
 айналмалы пеш

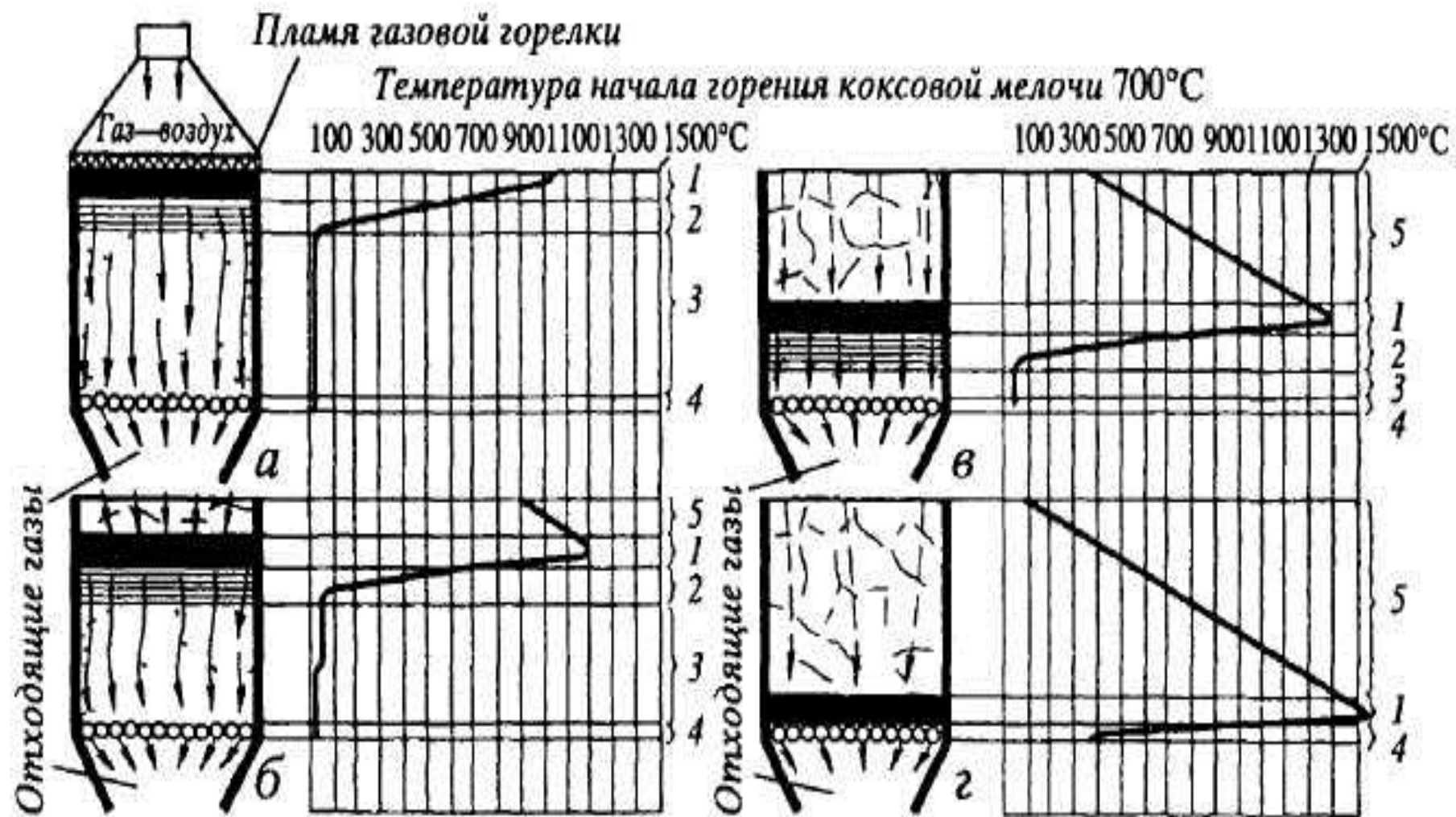
5. Күйе жентектелу процесі

Агломерациялық шихта құрамына шаң түстес рудалар мен концентраттардан басқа, мойын шаңы, әктас, әк, кокс ұсақ-түйегі, антрацитті ұнтақ және қайтарым – ұсақ (<5 мм) жеткіліксіз күйе жентектелген, қатты күйе жентектеуге жіберілетін агломерат (1.25-сурет) енеді. Мұқият араластыру, ылғалдандыру және кесектеуден кейін шихта аглотостағанға төсеніш үстінен орнатылады, бұдан кейін эксгаустер қосылады, күйе жентектелетін қабаттың бетіне газ оттығын келтіре отырып, шихтаны газ жалынымен жағуды жүргізеді (1200-1300 °С). Вакуум әсерінен жалын, ұсақ бөлшектер мен кесектерден тұратын шихтаның күйе жентектелетін қабатына тартылады, олардың беті тым үлкен.

Шихтада 800–850°C изотермадан төмен орналасқан отын бөлшектері жанбайды № Кокс ұсақ-түйегі жану үшін 45–60 с жеткілікті, жандырғыш шілтерді шетке жылжытады.

Жану аймағының астында, 800-850 °C изотермадан төмен шихтаны қыздыру және құрғату аймағы орналасады (1.25-суретті қараңыз). Күйе жентектелу процесі. Жану аймағында температура 1400–1500°C дейін жетеді. Мұндай температурада әктас CaCO_3 - CaO және CO_2 -ге ыдырайды, шихта темірі оксидтерінің бір бөлігі FeO -дейін тотықсызданады. Пайда болатын CaO және FeO , сонымен қатар шихта оксидтері SiO_2 , Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 және т. б. оңай балқитын қосындылармен химиялық әрекеттеседі, олар балқиды. Түзілетін сұйық фаза қатты бөлшектерді сіңіреді және олармен химиялық әрекеттеседі.

.



а – газ оттығының жалынымен шихтаны жандыру соңы (жоғарғы аймақта кокс ұсақ-түйегі жанады, жану аймағының астында шихтаны қыздыру аймағы орналасқан), б – жану аяқталғаннан кейін 1–2 мин соң (шілтер сөндірілген және шетке жылжытылған, тостағанға ауа сорылады, жану аймағының үстінде дайын агломерат қабаты қалыптасқан), в – күйе жентектелу басталғаннан кейін 8–10 мин соң (жану аймағы мойын торға дейін жарты жолдың көбін өткен, дайын агломерат қабаты минут сайын өседі), г – процесс аяқталу алдында (жану аймағы шеткі төменгі жағдайда). Сонымен қатар температуралардың күйе жентектелу қабатының биіктігі бойынша таралуы көрсетілген: 1 – қатты отынның жану аймағы, 2 – шихтаны құрғату және жылыту аймағы, 3 – шикі шихта аймағы, 4 – төсеніш, 5 – дайын агломерат аймақтарына

1.25-сурет - Күйе жентектелу басталғаннан кейін тостағандық агломерациялы құрылғының түрлі мезгілдегі сұлбалық қимасы

Кеуектер ылғалдың булануы мен ауаның сорылуы нәтижесінде туындайды. Шихта қабаты арқылы, отынның жануы мен агломерат (яғни пісірілетін қабат) қалыптасуы жүретін аймақта жоғарыдан төмен жылжу 8–12 мин созылады және төсенішке жеткенде аяқталады.

Агломерация кезінде күкірт және жартылай (20% шамасында) күші жойылады. Шихтадағы күкірт әдетте темір сульфиді FeS_2 (пирит) түрінде, кейде сульфаттар түрінде де $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (гипс) және BaSO_4 (барит) болады. Пирит агломерация кезінде бірнеше реакция бойынша тотығады, олардың бірі: $3\text{FeS}_2 + 8\text{O}_2 = \text{Fe}_3\text{O}_4 + 6\text{SO}_2$. Гипс және барит $1200\text{--}1400^\circ\text{C}$ температура кезінде $\text{CaSO}_4 = \text{CaO} + \text{SO}_3$; $\text{BaSO}_4 = \text{BaO} + \text{SO}_3$ реакциялары бойынша ыдырайды.

.

Агломерация процесінде 90–98% сульфидті күкірт, ал сульфаттының 60–70% жанып кетеді. Төменгі шегі - флюстелген агломератқа, ал жоғарғысы флюстелмеген агломератқа жатады.

Шихта оксидтерінің арасында әрекеттесу реакциялары жүреді, соның нәтижесінде он шақты түрлі химиялық қосылыстар пайда болады. Қатты флюстелген агломератта темір кальций оливиндері $(\text{CaO})_x \cdot (\text{FeO})_{2-x} \cdot \text{SiO}_2$ ($t_{\text{балқу}} = 1130^\circ\text{C}$), кальций ферриттері $\text{CaO} \cdot 2\text{Fe}_2\text{O}_3$ ($t_{\text{балқу}} = 1230^\circ\text{C}$) және $\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ($t_{\text{плав}} = 1216^\circ\text{C}$), кальций силикаттары $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ($t_{\text{балқу}} = 1540^\circ\text{C}$) және $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ($t_{\text{балқу}} = 2130^\circ\text{C}$), магнетит, шыны (силикатты темірлі) табылады. **Агломерат түрлері.** Қазіргі кезде флюстелген агломерат шығарады, яғни агломерация шихтасына, агломератта CaO мөлшері болу үшін және

-
- .

оның CaO/SiO_2 негізділігі 1–1,4 және одан көп құрау үшін, әктас енгізеді. Бұл домна пешіне әктасты тиеместен жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Түрлі зауыт агломераттарында, %: $\text{Fe}_{\text{общ}}$ 47–58; FeO 9–17; Mn 0,2–0,6; SiO_2 8–13; Al_2O_3 1,0–2,5; CaO 8–17; MgO 1–3; S 0,03–0,1 мөлшері бар. Флюстелген агломератты (агломераттың негізгі түрі) шихтаға, агломераттағы кремний қышқылдарының мөлшерін толық флюстеу және агломерация үшін әктас қосу нәтижесінде алады. Домна пешіндегі руданы флюстелген агломератқа толық алмастыру кезінде домна пешіне тиеу тек екі материалмен шектелуі мүмкін: кокс және агломерат.

Агломерат сапасы. Темір рудалы агломерат сапасына қазіргі кезде қатал талаптар қояды. Темір рудалы агломерат сапасына қазіргі кезде қатал талаптар қояды.

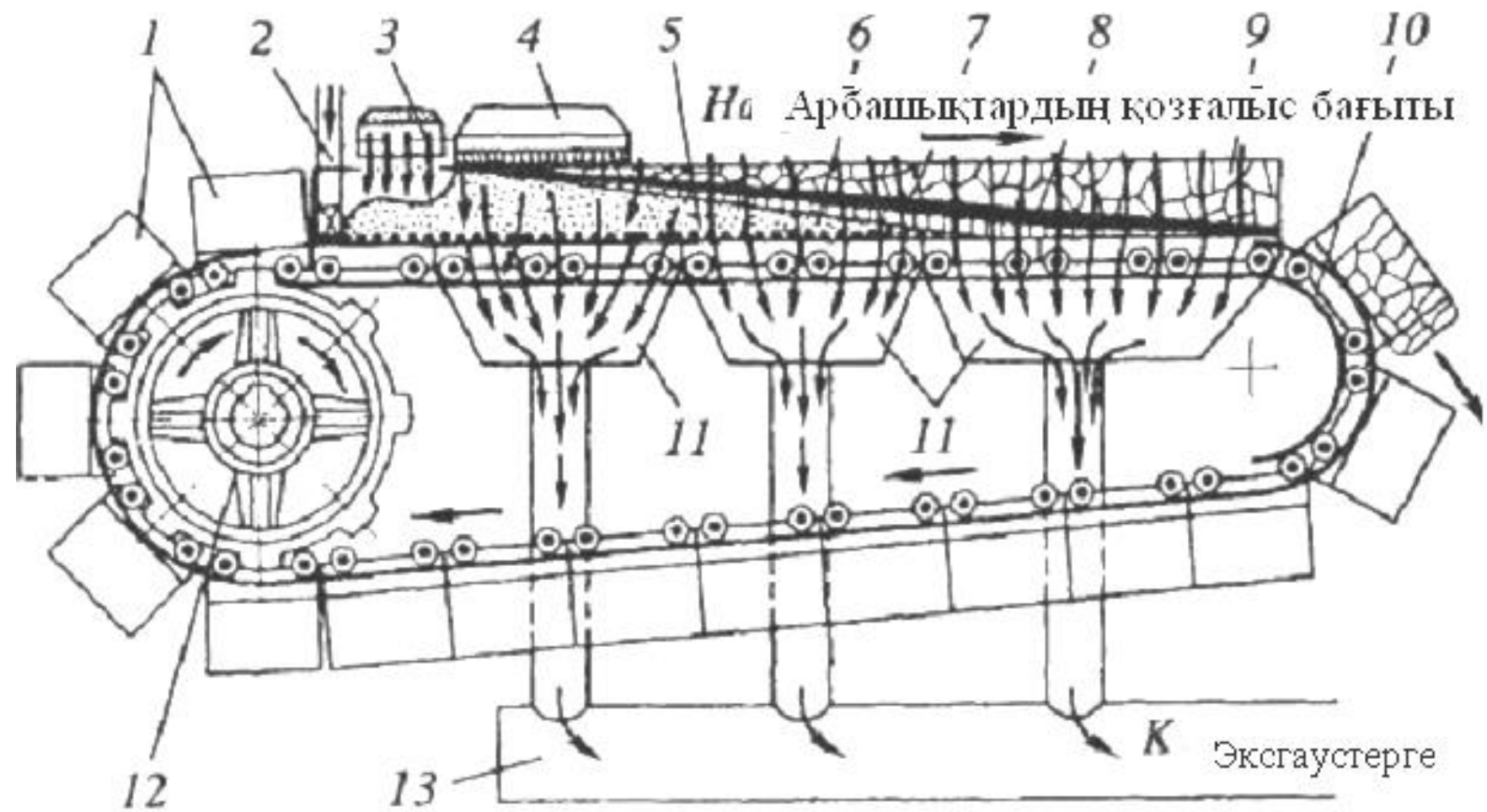
▪

Агломерат сапасын бірқатар параметрлермен бағалайды: ол кесектерде белгілі бір ірілікте болуы керек, суық және ыстық күйде жоғары беріктігі болуы, толық анықталған химиялық құрамда жоғары тотықсызданғыштығы, жұмсарудың жоғары температурасы болу керек. Агломерат сапасын жақсарту домна пештерінің өнімділігін арттыруға және шойынды балқытуға кететін кокс шығынын төмендетуге мүмкіндік беретінін ескерген жөн. гломератта < 5 мм фракциялар мөлшері болмау керек, өйткені ұсақ-түйек домна пешінде шихтаның газ өткізгіштігін қатты төмендетеді; агломерат ірілігі кішкентай және орташа пештер үшін 5–40, ал ірі және аса қуатты пештер үшін 15–40 мм құрау керек. Агломераттың суу жылдамдығы төмен болған сайын, шыны тәріздес заттар соғұрлым аз көлемде түзіледі және агломерат соғұрлым берік болады.

2. Конвейерлі агломерациялық машиналар

1906 ж. американдық А. Дуайт және Р. Ллойд конструкциясын ұсынған бірінші таспалы агломерациялық машина 1911 ж. пайдаланылуға енгізілді. Бұл типтегі машиналар көптеген елдерде кеңінен таралды. Конвейерлі машиналарда күйе жентектелу процесінің барысы 1.26-суретте көрсетілген.

Таспалы агломерациялық машина, жетектің 12 жұлдызшалары әсерінен машинаның жоғарғы горизонталь жұмыс тармағы рельстері бойынша және өз салмағының горизонталь құраушысының әсерінен аударулы күйде машинаның төменгі көлбеу ($2-3^\circ$) бос тармағы рельстері бойымен орын ауыстыратын



Дайын агрегат

жылжымалы күйе жентектелген арбаша-паллеталардың тұйықталған тізбегі болып табылады.

1 – күйе жентектегіш арбаша-паллеталар; 2 – төсеніш орнатушы; 3 – таспаны шихтамен қайықша (челноковый) қоректендіргіш; 4 – газ жандырғыш көрік; 5 – төсеніш;

6 – шикі шихта аймағы; 7 – шихтаны құрғату және қыздыру аймағы; 8 – қатты отынның жану аймағы;

9 – дайын агломерат аймағы; 10 – машинаның түсіру шеті; 11 – вакуум-камералар; 12 – таспа жетегінің жетекші жұлдызшасы; 13 – құрастырылған газ өткізгіш

1.26-сурет – Таспа типті агломерациялық машинада күйе жентектелу процесін көрсететін сұлба

Таспаның жұмыс тармағының арбашалары астында 13–26 вакуум-камера орналасқан.

Үй тапсырмасы.

1. Ірі ұсақтауға арналған конусты ұсатқыш.
2. Гравитациялық байытудың негізгі әдістерін баяндау..

Бақылау сұрақтары

1. Темір руданың байыту операциясына анықтама беру.
2. Дайындау процестеріне жататындарды келтіру.
3. Негізгі байыту процесінде өнімдердің бөліну»не түсінік беру.
4. Байыту тәсілі флотация руданың қандай қасиеттеріне негізделген?
5. Байыту әдісі магниттік байыту руданың қандай қасиеттеріне негізделген?
6. Аз магниттілерге: жататын минералдардың аталуы.

.

Бақылау сұрақтары:

1. Темір руданың байыту операциясына анықтама беру.
2. Дайындау процестеріне жататындарды келтіру.
3. Негізгі байыту процесінде өнімдердің бөліну»не түсінік беру.
4. Байыту тәсілі флотация руданың қандай қасиеттеріне негізделген?
5. Байыту әдісі магниттік байыту руданың қандай қасиеттеріне негізделген?
6. Аз магниттілерге: жататын минералдардың аталуы.

Үй тапсырмасы:

1. Гравитация және Флотация.
2. Домна пешін қалау