ӘБЛІҚАС САҒЫНОВ АТЫНДАҒЫ ҚАРАҒАНДЫ ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

SAGINOV TECHNICAL UNIVERSITY 1953



Пән атауы: Металлургия өндірісінің технологиясы

Дәріс -4 «ҚОРЫТПАЛАР МЕН МЕТАЛДАР ӨНДІРІСІНДЕГІ НЕГІЗГІ МАТЕРИАЛДАР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ БАЛҚЫТУҒА ДАЙЫНДАУ»

техника ғылымдарының докторы, профессор
НУРУМГАЛИЕВ АСЫЛБЕК ХАБАДАШЕВИЧ

Қарағанды, 2026

Дәріс №4

ҚОРЫТПАЛАР МЕН МЕТАЛДАР ӨНДІРІСІНДЕГІ НЕГІЗГІ МАТЕРИАЛДАР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ БАЛҚЫТУҒА ДАЙЫНДАУ

Дәріс мақсаты: өндірістік кендердің категорияларын және оларды металлургиялық қайта өңдеуге дайындауды оқып білу

Дәріс жоспары:

1. Өндірістік кен және олардың категориялары
2. Кендерді кесектеудің әдістері
3. Қождама, отын және отқа төзімді материалдар

Кілт сөздер: өндірістік кен, кен категориясы, брикеттеу, агломерация, шекемтас, отын, қождама, отқа төзімді материалдар

1. Өндірістік кен және олардың категориялары. Шойын, болат және түсті металдар өндірісінде кен, қождама, отын және оттөзімді материалдар қолданылады.

Өндірістік кен деп берілген техниканың даму сатысында құрамындағы металдарды немесе олардың қосылыстарын бөліп алу экономикалық тиімді болатын тау жынысын атайды. Мысалы, қазіргі уақытта кен құрамында: темір 30-60%, мыс 3-5%, молибден 0,005-0,02%-дан артық болғанда ғана металдарды кендерден өндіру тиімді деп есептеледі.

Кеннің қорлары – кен орындарын бағалаудың маңызды критерийі. Бұрынғы КСРО елдерінде қабылданған жүйеге сәйкес кен қорларының келесі категориялары кездеседі. А категориясына (өндірістік қорлар) ұңғымалардың жиі сеткасы бойынша барлау бұрғылау жұмыстары жүргізіліп, кен денесінің пішіні дәл анықталған кен орындар немесе кен орындар участкілері жатқызылады. А категориялы өндірістік қорлардың A_1 разрядына байыту, кесектеу және металлургиялық өңдеу технологиялары ғылыми-зерттеу мекемелерімен жасалынған және өндірістік масштабта сыналған кендер жатқызылады; A_2 разрядына өңдеу технологиялары жасалуы тиіс немесе лабораториялық жағдайда тексерілген кендер жатқызылады. Кен орнының А категориясы бойынша бекітілуі металлургиялық зауыт құрылысының басталуына негіз бола алады.

В категориясына (ықтимал қорлар) скважиналардың сирек сеткасы бойынша барлау бұрғылау жұмыстары жүргізілген кен орындар жатқызылады. Бұл кен денесі пішінің дәл анықтауға қиындықтар туғызады. Кен орнының В категориясына жатқызылуы металлургиялық зауыттың тек жобалануына ғана негіз бола алады.

С категориясына (болжанған қорлар) кен денесінің пішіні тек жалпы түрде ғана белгілі кен орындар жатқызылады. С категориялы қорлардың C_1 разрядына тек бірнеше барлау скважиналары бұрғыланған кен орындар, ал C_2 разрядына қорлары жер бетіне шыққан кен пласттары немесе тіпті теориялық тұжырымдар негізінде анықталған кен орындары жатады. С категориялы кендердің қорлары металлургия дамуының перспективті жоспарлау барсында қолданылуы мүмкін және металлургиялық зауыттар жобалануының басталуына жеткіліксіз. Техникалық әдебиеттерде жиі кездесетін «барланған» қорлар термині $A+B+C_1$ категорияларының суммасына қатысты айтылады. Кен орындарының барлану категориялары тек «баланстық қорларға» қатысты айтылады және өңделуі қазіргі уақытта экономикалық тиімсіз болып саналатын «баланстан тыс» жыныстарға қатысы жоқ.

Кен металл немесе оның қосылыстары бар минералдар мен бос жыныстан (әр түрлі қоспалар) тұрады. Кендерді құрамына кіретін бір немесе бірнеше металдарға қарап атайды. Мысалы, темір кені, мыс кені, мыс-никель кені және т.б.

Құрамындағы өндірілетін металл мөлшеріне байланысты кендер бай және кедей болып бөлінеді. Металлургиялық пештердің өнімділігін арттыру, отын шығының азайту және металл сапасын арттыру үшін кедей кендерді (құрамында өндірілетін металл мөлшері төмен) балқыту алдында алдын-ала дайындықтан өткізу қажет. Бұл дайындықтың мақсаты – шикіқұрамдағы пайдалы компонент мөлшерін арттыру және зиянды қоспалар (күкірт пен фосфор) мөлшерін азайту, кесектілігі мен химиялық құрамы бойынша біркелкілігін арттыру. Жалпы жағдайда кендердің металлургиялық өңдеуге дайындалуы келесі операциялар кешенінен құралады: ұсақтау, елеу, байыту және кесектеу.

Кендерді ұсақтау және ірілігі бойынша еленуі балқыту үшін оңтайлы кесектер алу үшін қолданылады. Кендер кесектерін ұсатқыштар мен електерде ұсақтап сұрыптайды.

Кендердің байытылуы құрамына кіретін минералдардың физика-химиялық қасиеттерінің (тығыздық, магнитті қасиеттері, дымдалуы) айырмашылығына негізделген. Кенді сумен шаю тығыз кен мен бос жынысты (құм мен саз) айыруға мүмкіндік береді. Гравитациялық байыту – пайдалы қазбаларды сулы, не ауалы ортада, не суспензияда минералдардың тығыздығы мен құлау жылдамдығының айырмашылығына негізделген байыту әдісі. Магнитті байыту – кен ішінде бағалы минералдардың магнитті қасиеттері болған жағдайда қолданылатын әдіс. Мысалы мұндай қасиеттерге темір минералы – магнетит ие. Минералдың магниттілігіне байланысты байытылатын құрғақ кеннің жұқа қабаты әр түрлі кернеулі магнит өрісінен өткізіледі де, минералдар мен бос жыныс бір бірінен бөлінеді. Флотация (франц. *Flottation* – қалқу) – минералдардың физика-химиялық қасиеттерінің айырмашылықтарына негізделген, ең көп тараған байыту әдісі. Минералдарды бөлу – олардың беттерінің дымдалу ерекшеліктеріне байланысты. Дымдалуы төмен минерал түйіршіктері ауа көпіршіктеріне жабысып, қалқып шығады да, көбік қабатын құрайды, ал дымдалған түйіршіктер пульпа ішінде қалып қояды. Байыту нәтижесінде өндірілетін металл мөлшері жоғары концентрат алынады. Концентраттарды қолдану металлургиялық пештер жұмысының техника-экономикалық көрсеткіштерін елеулі арттырады.

Кендерді байытудан кейін алынған ұсақ концентраттар тікелей домналық және басқа да шахталы пештерде балқытуға жарамсыз, өйткені олар шикіқұрамның жеткілікті газөткізгіштігін қамтамасыз етпейді. Сондықтан оларды балқыту алдында кесектеу қажет. Металлургиялық практикада кесектеудің үш әдісі қолданылады: брикеттеу, агломерация және шекемтастар өндірісі.

2. Кендерді кесектеудің әдістері. *Брикеттеу.* Бұл әдіс бойынша ылғалданған және байланыстырғыш қоспалардың аз ғана (5-10%) мөлшерімен араластырылған ұсақ сеппелі материал брикет-преске біріліп, 50-100 Мпа қысыммен өңдеу нәтижесінде тікбұрышты, цилиндрлі немесе сопақ пішінді, өлшемдері 20-150 мм брикеттер түзіледі. Брикеттердің қажетті беріктігі 150-500°С температураларда кептіру нәтижесінде алынады. Байланыстырғыштар ретінде, әдетте, сульфит-спиртті барда, сұйық шыны, әк, цемент және т.б. қолданылады. Брикеттеуді өндіріс көлемі төмен (жылына 200-300 мын т./жыл) болғанда қолданған тиімді.

Агломераттау. Бұл кесектеудің термиялық әдісі. Ол ұсақ кен түйіршіктерінен құралған қабатты балқу температураларына дейін тез қыздыру және суыту үрдістеріне негізделген. Нәтижесінде кен түйіршіктері бір бірімен жентектеліп, кеуекті масса түзіледі. Агломерациялық үрдісті оттық торларында іске асырады. Отын ретінде, әдетте, 3-5 мм-ге дейін ұсақталған кокс пен тас көмір қолданылады. Түсті металдардың сульфидті кендерін агломераттағанда отын ретінде сульфидті минералдар қолданылады, олардың тотығуы нәтижесінде елеулі мөлшерде жылу бөлінеді. Шикіқұрамға қождамаларды жиі енгізеді.

Өлшемдері 0,07 мм-ден кіші ұсақталған концентраттарды *шекемтастар өндірісінде* қолданған дұрыс. Шекемтастар деп – жоғары беріктікке (2-3 кН/окатыш) ие, өлшемдері 5-20 мм құмалақ түріндегі кесектеу өнімдері. Теміркенді шекемтастар өндірісі екі сатыдан құралады: 1) концентраттардан шикі шекемтастарды алу; 2) беріктендіре күйдіру.

Шикіқұрам үш компоненттерден құралады: концентрат; бентонит (0,5-1,0% мөлшерінде қосу нәтижесінде ылғал шекемтастардың пластикалығын және құрғақ шекемтастардың беріктігін арттыратын саздың ерекше сұрыбы) және әктас (5%). Бентонит пен әктас алдын ала концентрат ірілігіне дейін ұнталуы тиіс.

Араластырылған дайын шикіқұрам барабанды немесе тарелкалы түйіршіктегішке беріледі де, 8,5-9,0% ылғалдандыру нәтижесінде шекемтастар түзіледі. Домналық балқыту талаптарын қанағаттандыратын беріктікті қамтамасыз ету үшін шекемтастар конвейерлі машиналарда 1300°С температураларда 5-10 мин бойы күйдіріледі. Күйдіру кезінде шекемтастардың беріктенуі ұсақ кен бөлшектерінің бір бірімен жентектелуі нәтижесінде жүреді. Шекемтастарды күйдіру барысында әктастың ыдырауы, күкірттің бөлінуі және жаңа минералдардың (кальцийдің фериттері мен силикаттары) түзілуі жүреді. Қождамаланған агломерат пен шекемтастар құрамына жеткілікті мөлшерде қождама кіріп отырғандықтан, оларды домна пешінде балқытқанда әктасты қолданбауға мүмкіндік береді.

3. Қождама, отын және отқа төзімді материалдар. *Қождама* деп қож түзу әрі оның құрамын реттеу, яғни кеннің немесе концентраттың бос жыныстарын, отынның күлін және металдың тотықсызданған өнімдерін байланыстыру мақсатында шикіқұрам құрамына енгізілетін минерал тектес материалдарды атайды. Осындай байланыстыру нәтижесінде алынған материалды қож деп атайды.
Әдетте қождың тығыздылығы металға қарағанда төмен, сондықтан ол металл бетінде орналасады және балқыту үрдісі барысында да алынып тасталуы мүмкін. Ол металды ауа мен пеш газдарының әсерінен қорғайды. Егер құрамында қышқылды оксидтер (SiO_2, P_2O_5) басым болса, қож қышқылды деп, ал негізді оксидтер (CaO, MgO, FeO, MnO және т.б.) басым болса, негізді деп аталады.
Металлургиялық пештерде *отын* ретінде кокс, табиғи газ, мазут, домналық (мойындық) газ қолданылады.
Коксты коксохимиялық зауыттарда тас көмірдің кокстелетін сұрыптарын 1000°С температурада (ауаның қатысуынсыз) қыздыру арқылы алады. Кокс құрамында 80-88% көміртегі, 8-12% күл, 2-5% ылғал, 0,5-1,8% күкірт, 0,02-0,2 фосфор, және 1-2%-ға дейін ұшқыш өнімдер болады. Домналық балқыту үшін кокс құрамында күкірт пен күл барынша аз мөлшерде болуы қажет. Кокс кесектерінің өлшемдері 25-60 мм болуы тиіс. Шикіқұрам материалдарының әсерінен бұзылмау үшін кокс жеткілікті беріктікке ие болуы қажет.
Табиғи газ 90-98% көмірсутектерден (CH_4, C_2H_6) және 1% азоттан тұрады. Мазут құрамында 84-88% көміртегі, 10-12% сутегі, шамалы күкірт және оттегі бар.
Бұлардан басқа, отын ретінде домналық үрдістің жанама өнімі – домналық немесе мойындық газдар қолданылады.

Оттөзімді материалдарды металлургиялық пештер мен шөміштердің ішкі беттерін (футеровка) қаптау үшін қолданады. Оттөзімді материалдар жоғары температурада салмаққа, температураның күрт өзгерісіне, қож бен пеш газдарының химиялық әсеріне шыдауға қабілетті. Материалдың оттөзімділігі оның жұмсару температурасымен анықталады. Химиялық қасиеттеріне байланысты оттөзімді материалдар қышқылды, негізді, бейтарап болып үш топқа бөлінеді.

Кремнеземнің (SiO_2) көп мөлшері бар материалдар қышқылды (династы, кварцты) деп аталады, мысалы, кварц құмы (95% SiO_2), динас кірпіші (отқа төзімділігі 1690-1700^oC). Құрамында негізді оксидтер (CaO, MgO) көп материалдар – негізді деп аталады (магнезитті кірпіш пен металлургиялық ұнтақ, отқа төзімділігі 2000^oC-ден жоғары магнезитхромитті кірпіш). Ал құрамында Al_2O_3 және Cr_2O_3 көп мөлшерде болса – бейтарап (хроммагнезитті, жоғары глиноземді, шамоттық, мысалы, шамоттық кірпіште 50-60% SiO_2 және 30-40% Al_2O_3 бар) деп аталады.

Жоғары температураларда пеш футеровкасы қождамамен және қожбен әрекетеседі. Егер негізді оттөзімді материалдармен қапталған пеште қышқылды қождама қолданса, онда қож бен футеровканың әрекеттесуі оның бұзылуына әкеледі. Сол сияқты қышқылды оттөзімді материалмен қапталған пеште негізді қождарды қолданған кезде де осындай жағдай орын алуы мүмкін. Сондықтан негізді футеровкалы пештерде негізді қож, ал қышқылды футеровкалы пеште – қышқылды қож пайдаланылады.

Көміртекті кірпіш пен блоктар 92%-ға дейін графит түріндегі көміртегіден тұрады және жоғары оттөзімділікке ие. Олардан домна пештерінің табандары, алюминий алуда қолданылатын электролиздік ванналар, ферроқорыту пештері, мыс қорытпаларын құятын тигельдер жасалынады.

Бақылау сұрақтары:

1. Өндірістік кен дегеніміз не?
2. Өндірістік кендердің қандай категориялары бар?
3. Металлургиялық қайта өңдеуге кендерді дайындау қандай операциялар кешендерінен тұрады?
4. Кендерді кесектеудің қандай түрлері белгілі?
5. Металлургиялық пештерде отын ретінде не қолданылады?
6. Металлургиялық тәжірибеде қандай отқа төзімді материалдар бар?

Глоссарий:

Өндірістік кен – берілген техниканың даму сатысында құрамындағы металдарды немесе олардың қосылыстарын бөліп алу экономикалық тиімді болатын тау жынысы.

Ұсақтау – ұсақтағыштарда қатты материалдар кесектерінің қажетті ірілікке дейін механикалық бұзылу үрдісі.

Ұнтақтау – механикалық, электрмагниттік және химиялық әдістер арқылы ұсақ бөлшектерден ұнтақтар алу үрдісі.

Елеу – електен өткізу арқылы жүзеге асырылатын сусыламы материалдардың механикалық бөлінуі.

Байыту – пайдалы қазбаларды бос жыныстардан бөлу мақсатымен жүргізілетін минералды шикізаттың бірінші ретті өңделуінің үрдістер кешені.
Гравитациялық байыту – сұйық немесе газ тәріздес ортада гравтациялық алабында әртүрлі тығыздықты минералдарды бөлуге негізделген байыту әдісі.
Флотация – фазалар бөлігінің бетінде концентрацияланатын және сулану қабілетінің айырмашылығына негізделген сұйық ортада ұсақ бөлшектерді бөлу әдісі**.**
Магниттік сепарация – әртүрлі магниттік қабілеттілікке ие бөлшектердің магниттік алабының әсері қолданылатын сепарация.
Кесектеу – ұсақ кендерді қажетті өлшемдерге дейін агломерация, шекемтастау және брикеттеу арқылы ірілетуге арналған ұсақ кендер мен концентраттарды балқытуға дайындау.
Брикеттеу – геометриялық дұрыс және біркелкі түрдегі кесектерге прессту арқылы ұсақ материалдарды қайта өңдеу үрдісі.
Агломерация – ұсақ кендерді кесектеудің термиялық әдісі.
Шекемтастау – түйіршік алу арқылы шаң тәріздес кен немесе ұнтақталған концентраттарды кесектеу.
Қождама – қож түзуге және оның құрамын реттеу мақсатымен шикіқұрамға енгізілетін материал.
Отын – жану барысында бөлінетін жылулық энергия қолдану мақсатымен жағылатын жанғыш материалдар.

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.