**ӘБЛІҚАС САҒЫНОВ АТЫНДАҒЫ ҚАРАҒАНДЫ ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

SAGINOV TECHNICAL UNIVERSITY 1953



**Пән атауы: Ферроқорытпалар өндіру технологиясының негіздері**

# Дәріс -8 «ФЕРРОТИТАН ЭЛЕКТРОМЕТАЛЛУРГИЯСЫ»


**техника ғылымдарының докторы, профессор**

**НУРУМГАЛИЕВ АСЫЛБЕК ХАБАДАШЕВИЧ**


**Қарағанды, 2026**

# ЖОСПАР

11.1 Титан мен оның қосылыстарының қасиеттері

11.2 Титанның минералдары, кендері мен концентраттары

11.3 Ферротитанды алюминотермиялық әдіспен алу технологиясы

# ТИТАН МЕН ОНЫҢ ҚОСЫЛЫСТАРЫНЫҢ ҚАСИЕТТЕРІ

Ферротитан қара металлургияда болатты қышкылсыздандыру, легірлеу, газсыздандыру үшін қолданылады. Таттанбайтын және ыстыққа берік болаттардың өндірісінде титан көміртегіні карбидтерге байланыстырады, нәтижесінде болаттардың коррозияға төзімділігі және дәнекерлеу қабілеті артады. Әлемде өндірілетін ферротитанның 70%-ы таттанбайтын және ыстыққа берік болаттардың өндірісінде қолданылады. Титаның балқу тепературасы 1671°С, қайнау 3260 °С,тығыздығы 4,5 г/см$^3$.

# ТИТАННЫҢ МИНЕРАЛДАРЫ, КЕНДЕРІ МЕН КОНЦЕНТРАТТАРЫ

Жер қыртысында таралуы бойынша (0,6%) титан металдар ішінен Al Fe және Mg кейін төртінші орынды алады. Титанның көптеген минералдары белгілі, олардың бәрін 5 негізгі топқа біріктіруге болады: рутил ($TiO_2$), ильменит ($FeO \cdot TiO_2$), перовскит($CaO \cdot TiO_2$), ниоботанталотитанаттар және сфен ($CaO \cdot SiO_2 \cdot TiO_2$). Титанның белгілі минералдарының ішінен өндірістік маңызға тек екеуі ие: рутил мен ильменит.Рутил - титанның табиғи оксиді $TiO_2$ - титан өндіру үшін ең тиімді шикізат болып табылады, бірақ рутилдің ірі кен орындары сирек кездеседі. Ильменит $FeTiO_3$ - титанның кеңінен таралған минералы. Ильмениттің 40%-ға жуығы өзен немесе теңіз жағалауларындағы құмдардан өндіріледі. Мұндай кендерде титан мөлшері 35%-ға дейін жетеді. Оларды күрделі гравитациялық, магнитті және флотациялық әдістермен байытады.

ТМД елдері титан қорлары бойынша әлемдегі бірінші орынға ие. Бұл металдың өндірістік қорлары Ресейде, Украинада және Қазақстанда бар. Қазақстандары қазіргі уақытта Шоқаш (Ақтюбе обл.) және Сатпаев кен орындары игерілуде.

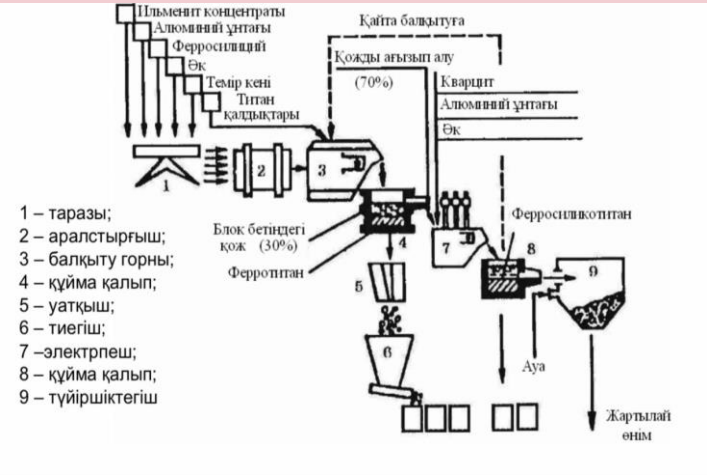
| Ел | Кен орындар саны | Қорлар үлесі,% |
|---|---|---|
| Ресей | 13 | 58,5 |
| Украина | 4 | 40,5 |
| Қазақстан | 5 | 1,0 |

| Кен орны | Компоненттер мөлшері, масс.% | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $ZrO_2$ | $TiO_2$ | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | $SiO_2$ | $Cr_2O_3$ | $P_2O_5$ | $V_2O_5$ |
| Сатпаев | 0,12 | 50,9 | 34,5 | 5,78 | 0,94 | 0,06 | 0,15 | 0,46 |
| Шоқаш | 0,15 | 55,8 | 27,3 | 2,34 | 3,59 | 2,36 | 0,21 | 0,12 |
| Шоқаш рутил | 0,43 | 95,1 | 0,1 | 0,1 | 1,4 | 0,12 | 0,12 | 0,04 |

# ФЕРРОТИТАНДЫ АЛЮМИНОТЕРМИЯЛЫҚ ӘДІСПЕН АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Ферротитанның химиялық құрамы ГОСТ 4761-91

| Марка | Ti | Al | Si | C | S | P | Cu | Zr |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ФТи70С05 | 68-75 | 5 | 0,5 | 0,2 | 0,05 | 0,05 | 0,2 | 0,6 |
| ФТи70С08 | 68-75 | 4 | 0,8 | 0,3 | 0,03 | 0,03 | 0,3 | 1,5 |
| ФТи70С1 | 68-75 | 5 | 1,0 | 0,4 | 0,05 | 0,05 | 0,4 | 2,0 |
| ФТи35С5 | 28-40 | 8 | 5,0 | 0,2 | 0,04 | 0,04 | 2,0 | 0,2 |
| ФТи35С7 | 28-40 | 9 | 7,0 | 0,2 | 0,05 | 0,07 | 2,0 | 0,2 |
| ФТи35С8 | 28-40 | 14 | 8,0 | 0,2 | 0,07 | 0,07 | 3,0 | 0,7 |
| ФТи30 | 28-37 | 8 | 4,0 | 0,12 | 0,03 | 0,04 | 0,4 | 0,2 |
| ФТи20 | 20-30 | 5-25 | 5-30 | 1,0 | 0,03 | 0,08 | - | - |




**Қазіргі уақытта әлемде негізінен тек ФТи70 және ФТи35 маркалары өндірілуде. ФТи70 маркалы ферротитанды металдық титан сынықтарын индукциялы пештерде қожсыз қайта балқыту жолымен ғана алуға болады. Бүгінгі күнде тікелей ильменит концентраттарынан тек ФТи35 маркасын ғана алу мүмкін болып отыр. Өйткені алюмотермиялық әдіспен алынған жоғары пайызды ферротитан қорытпаларының тығыздығы қождардың тығыздығына жақын болғандықтан, қорытпа мен тұтқырлығы жоғары глиноземді қождың бөлінуі қиынға түседі.**

**Титан диоксидінің алюминиймен тотықсыздануынақажетті жылу ильменит құрамындары темір мен титаннын оксидтерден тотықсыздануы нәтижесінде бөлінеді. Үрдістіпештен тыс жүргізу үшін шикіқұрам $Fe_2O_3$:$TiO_2$=1 қатынасына ие болуы қажет.**

**Балқытуға дайындалған горн шикіқұрам шанаптарымен және шнектермен жабдықталған балқыту камерасына орналастырылады.Ферротитанды әдетте балқыту горнында төменнен тұтандырып балқытады. Ол үшін балқыту басында горн түбіне 200 кг шикіқұрам және тұтандырғыш қоспа (селитра мен магний жоңқасы) тиеледі. Қоспа тұтандырылып, экзотермиялық үрдістер қарқынды жүре бастағаннан кейін, горнға шнек көмегімен шанаптардан шикіқұрам тиеле бастайды.Балқытуды салмағы 3,0-4,5 т құрайтын құйманы алуға есептелген шикіқұрам мөлшерімен жүргізеді. 4,2 т ильменит концентратынан құралған шикіқұрам 15-18 мин.уақытта балқытылады. Ферротитан балқытуға арналғаншикіқұрам кестеде келтірілген. Ферротитанды пештен тыс алюминотермиялық әдіспенбалқыту титан және әсіресе темірокситтерінің тотықсыздану реакцияларынан бөлінген жылу есебінен іске асырылады. Алайда, жетіспейтін жылу мөлшерінің орның толтыру үшін термодинамикалық беріктігі төмен темір оксидтерің тотықсыздандыруға қымбат алюминийдің шығындалуы, оның қымбаттылығына байланысты тиімсіз болып саналады. Сондықтан, шикіқұрамның оксидті бөлігін алдын-ала электр пеште балқытып, жылудың бір бөлігін электр энергиясы есебінен енгізуге негізделген титан қорытпаларын балқытудың электрпешті әдісі пәрменді болып табылады.**

| Шикіқұрам | Ильменит концентраты | Темір кені | Al ұнтағы | ФС 75 | Әк |
|---|---|---|---|---|---|
| Тұтандырғыш қоспа | - | 100 | 30-38 | 12-20 | 15-25 |
| Шикіқұрамның негізгі бөлігі | 100 | 15-30 | 46-60 | 0-6 | 8-12 |
| Темір термитті қоспа | - | 100 | 35-40 | - | 10-25 |

**Суретте бейнеленген технологиялық сұлба бойынша ферротитанды балқыту барысында түзілген сұйық қождың 70%-ын электр пеште қосымша тотықсыздандыру арқылы ферросиликотитан мен қож (68-71% $A1_2O_3$, 14-17% CaO, 1-2% $SiO_2$) алуға болады. Мұндай қождар жоғары глиноземді цемент (М400-700 маркалы) клинкері немесе болат өндірісінде күкіртсіздендіру үшін қолданылатын синтетикалық қож ретінде қолданылуы мүмкін.**

**1 т ферротитанға келесі шикіқұрам материалдары шығындалады:**

| | |
|---|---|
| **940 кг** | **ильменит концентраты;** |
| **400 кг** | **алюминий ұнтағы;** |
| **100 кг** | **әк;** |
| **24 кг** | **ферросилиций ФС 75;** |
| **130 кг** | **темір кені;** |
| **9 кг** | **титан қалдықтары** |

**Кей бір касіпорындарда ферротитан жоғарыдантұтандырылып балқытылады. Бұл кезде дозаланып араластырылған бүкіл шикіқұрамды балқыту горнына орналастырып, тұтандырғыш қоспа көмегімен жоғарыдан тұтандырады да, процесс жоғарыдан төменге қарай жүреді. Балқыту аяқталғаннан кейін балқытудың сұйық өнімдері горн көлемінің тек 1/3 бөлігін алады. Ал төменнен тутандырып балқытқанда шикіқұрам біртіндеп балқып, балқыту өнімдері горнның бүкіл көлемін толтыра алады.Сондықтан жоғарыдан тұтандырып балқытқанда горнкөлемінің қолданылуы 3 есе азаяды. Бұл еңбек өнімділігін төмендетіп, цех ауданының артырылуын қажет етеді.Сонымен қатар құйманы қож бен футеровкадан тазарту барысында металл жоғалымдары артады.**

**Бірақ жоғарыдан тұтандырып балқыту өзінің қарапайымдылығымен ерекшелінеді. Бұл кезде балқыту жылдамдығы да артық болады,өйткені жоғарғы қабаттардатүзілген балқытудың сұйық өнімдері шикіқұрамның төменгі қабаттарын қарқынды қыздырады. Горннан шикіқұрамныңшаңдармен жоғалымдары да азая түседі. Жоғарыдан тұтандырып балқытудың басты кемшіліктерінің қатарына шикіқұрамның балқытужылдамдығын реттеу.**

## БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Титан мен оның қосылыстарының қасиеттерін түсіндіріңіз
2. Қазақстан Республикасындағы титан кен орындарын атаңыз
3. Ферротитан болаттың қандай физикалық қасиеттерін жақсартады
4. Титанның минералдары, кендері мен концентраттарын түсіндіріңіз
5. Ферротитанды алюминотермиялық әдіспен алу технологиясын түсіндіріңіз
6. Ферротитанның негізгі маркаларын атаңыз

## Әдебиеттер тізімі

1. Друинский М.И., Жучков В.И. Получение комплексных ферросплавов из минерального сырья Казахстана. - Алма-ата: Наука, 1988.С. 8-14.
2. Колпаков С.В. // Сталь. 1982. №7. С. 2-6.
3. Лунев В.В., Аверин В.В., Щульте Ю.А. // Теортия и практика получения и применения комплексных ферросплавов. Тбилиси, 1974. С. 156-161.
4. Строганов А.И. // Производство ферросплавов: Сб. Сибирского металлургич. ин-та. Новокузнецк, 1980. С. 5-24.
5. Казачков И.И. // Легирование стали. Киев, 1982. 120с.
6. Морозов А.Н., Хитрик С.И. // Производство ферросплавов: Сб. №2. М., 1973. 400с.
7. Гасик М.И., Игнатьев В.С., Гасик Л.Н. // Структура и качество промышленных ферросплавов и лигатур. Киев, 1975. 152с.
8. Строганов А.И., Рысс М.А. // Производство стали и ферросплавов. М., 1974. 400с.
9. Жучков В.И. // Совершенствование технологии производства марганцевых сплавов. Тбилнсин, 1983. С. 109-114.