ӘБЛІҚАС САҒЫНОВ АТЫНДАҒЫ ҚАРАҒАНДЫ ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

SAGINOV TECHNICAL UNIVERSITY 1953



Пән атауы: Металлургия өндірісінің технологиясы

Дәріс -1 «КІРІСПЕ. МЕТАЛДАР МЕН ҚОРЫТПАЛАРДЫҢ ЖІКТЕЛУІ»

техника ғылымдарының докторы, профессор

НУРУМГАЛИЕВ АСЫЛБЕК ХАБАДАШЕВИЧ

Қарағанды, 2026

Дәріс №1
КІРІСПЕ. МЕТАЛДАР МЕН ҚОРЫТПАЛАРДЫҢ ЖІКТЕЛУІ

Дәріс мақсаты: студенттерге металдар туралы жалпы түсінік беру және олардың техникада қолданылуымен таныстыру

Дәріс жоспары:
1. Металдардың жіктелуі.
2. Металдар мен қорытпалардың техникада қолданылуы.

Кілт сөздер: қара металдар, түсті металдар, сирек жер металдары, темір, алюминий, мыс, никель, хром, марганец, мырыш, алтын, күміс, вольфрам, ванадий, титан, уран, рений.



Металдардың жіктелуі. Қазіргі уақытта металдардың келесі жіктелуі қабылданды. Барлық металдар қара және түсті болып екі топқа бөлінеді. *Қара металдар* тобына темір және оның қорытпалары, сонымен қатар марганец, ванадий, хром кіреді. Қалғандары *түсті металдар* тобын құрайды [1, 6-9 бет].

Түсті металдар өз кезегінде келесі топшаларға бөлінеді:

а) *ауыр түсті металдар*: мыс, никель, мырыш, қалайы, қорғасын, кадмий, кобальт, мышьяк, сүрме;

б) *жеңіл түсті металдар*: алюминий, магний, натрий және сонымен қатар берилий, литий, барий, кальций, стронций, калий;

в) *асыл металдар*: алтын, күміс, платина, осмий, иридий, родий, рутений, палладий;

г) *сирек металдар*:

- *қиын балқығыш металдар*: титан, цирконий, гафний, ниобий, тантал, молибден, вольфрам, рений;
- *шашыранды металдары*: галлий, таллий, германий, селен, теллур, индий, рубидий, цезий;
- *сирек жер металдар*: скандий, иттрий, лантан және лантаноидтар;
- *радиоактивті металдар*: радий, актиний, актиноидтар (торий, проактиний, уран және ураннның ар жағындағы элементтер), полоний.

Сирек кездесетін металдар жер қабатында аз мөлшерде болуы міндетті емес екенін естен шығармау керек. Мысалы, 1-кестеде көрсетілгендей титан, цирконий және литийдің жер қабатындағы мөлшерлері мырыш, қалайы және қорғасын мөлшерлерінен көп. Бұл топшадағы металдардың «сирек» деп аталуының басты себебі – олардың басқа тау жыныстарының көп мөлшерінде шашырағанында. Осыдан бұл металдардың кендердегі концентрациясы мардымсыз, ал сирек кездесетін металл кендерінің кен орындары кішкене көлемді екендігін көруге болады [1,2].

2. Металдардың техникада қолданылуы. Бүгінгі адамзат цивилизациясының материалдық іргетасы *темір* болып табылады. Темір қорытпаларынан – болаттардан – аппаратуралардың, құрылыстардың, машиналардың басым бөлігі дайындалады. Темір үлесіне металл өндірісі жалпы көлемінің 90%-нан астамы тиесілі. Сондықтан өмір сүріп отырған тарихи кезен темір дәуірі деп тектен тек аталмаған.

Алюминий. Екі жүз жыл бұрын ғана ашылғанына қарамастан алюминий қолдану масштабы бойынша екінші орынға ие. Жаңа техника жасаушылар – конструкторларды алюминийдің төмен тығыздығы (оның тығыздығы темір мен мыстан үш есе аз), пластикалығы, салыстырмалы жоғары беріктігі және коррозияға төзімділігі сияқты қасиеттері қызықтырады. Алюминийдің электр өткізгіштігі мен жылу өткізгіштігі мыстан сәл ғана төмен. Басқа элементтермен (Si, Mg, Be, Ni, Cu, Ni) легірлеу және термоөңдеу нәтижесінде қаттылығы мен беріктігі жағынан таза алюминийден асып түсетін қорытпалар алуға болады. Осы қасиеттерінің арқасында алюминий авиациялық және ғарыштық өнеркәсіпте басты металл болып саналады. Зымыран массасының жартысын, ал жолаушылар ұшағының 2/3, тіпті 3/4 бөлігі алюминий үлесіне тиесілі. Алюминийді көліктің басқа да түрлерінде қолдану масштабтары күннен күнге өсуде [2, 4-8 бет].

Соңғы жылдары алюминий қорытпаларынан жасалған құрылыс конструкциялар индустриясы қарқынды дамуда. Электртехникалық өндіріс алюминийдің ірі тұтынушысы болып табылады: сымдар, кабельдер, трасформаторлар мен қозғағыштар орамдары, конденсаторлар және т.б.

Алюминийдің коррозиялық төзімділігі оның бетінде металды ауамен әрі қарай тотығуынан сақтайтын жұқа (0,0001 мм) оксидтік пленканың пайда болуына негізделген.

Алюминий металлургияда да белсенді химиялық тотықсыздандырғыш элемент ретінде болатты қышқылсыздандыру және көптеген маталдар мен қорытпаларды алюмотермиялық әдіспен алу үшін кеңінен қолданылады.

Мыс – өндіру және тұтыну көлемі бойынша үшінші орында**.** Мыс ең жоғары электрөткізгіштікке (күмістен кейін) ие болғандықтан электртехникадағы басты металл болып саналады. Жақсы пластикалығы мен жоғары беріктілігінің үйлесіміне ие болғандықтан мыс ток өткізгіш өнімдер дайындауда өте жақсы материал болып табылады: сымдар, кабельдер, контактілер және т.б. Мыс өте жоғары жылу өткізгіштікке ие болғандықтан көптеген жылу техникалық құрылғылар (тоңазытқыштар, қыздырғыштар) өндірісінде таптырмайтын металл ретінде қолданылады.

Мыстың мырышпен (жез) және қалайымен (қола) қорытпалары өндірісте кең қолданыс тапты. Мыстың никельмен қорытпалары монеталар (ақша белгілері) жасауда қолданылады.

Никель – ашылғанынан кейін 150 жыл бойы өндірістік қолданыс таба алмады. Тек XIX ғасырдың екінші жартысында никельдің болат сапасын жақсартатын керемет қасиеттері табылғаннан кейін ғана оны өндіру көлемдері тез қарқынмен дамыды.

Никельдің 70%-ына жуығы ыстыққа төзімді және таттанбайтын болат өндіруде қолданылады. Басқа металдармен бірге никель қатты және аса қатты қорытпалар құрамына кіреді. «Инвар» қорытпасы өте төмен термиялық ұлғаю коэффициентіне ие; «нихром» қорытпасы қыздыру құралдарында қолданылады; серіппелі «элинвар» қорытпасы серіппелер үшін өте жақсы материал; никель қорытпаларының бірқатары жоғары магниттік қасиеттерге де ие. Тұрмыс пен техникада құрамына никель кіретін барлығы 3000-нан астам қорытпалар қолданылады. Никель бірқатар химиялық үрдістерде катализатор ретінде, басқа металдар (мыс, темір) үшін декоротивтік және антикоррозиялық қаптама ретінде де қолданылады [1-3].

Магний. Магнийдің ерекше қасиеттерінің бірі – оның алюминийден 1,5 есе, темірден 4,5 есе кіші төмен тығыздығы – 1,74 г/см^3. Ғалымдар магнийдің қатысуымен жеңіл, берік, термотұрақты қорытпалар қатарын ашты. Магнийді легірлеу үшін Ti, Al, Zn, Mn, Be, Li, Ce, Cd, Cu қолданылады.

Зымырандар мен ядролық реакторлар, қозғағыштар бөлшектері, бензин мен майлар бактары, вагондар, автобустар, жеңіл машиналар корпустары, дөнгелектер, фото- және киноаппараттар және т.б. магний қорытпаларынан жасалынады. Магний болатты қышқылсыздандыру, бірқатар металдарды (титан, ванадий, хром, цирконий) тотықсыздандыру, шойынды модификациялау үшін қолданылып, металлургияда үлкен роль атқарады. Сонымен қатар, магний оксиді металлургиялық пештер құрылысында қолданылатын оттөзімді материалдар өндірісінде қолданылады.

Хром. Хромның негізгі мөлшері (никельмен бірге) таттанбайтын, ыстыққа төзімді болат өндіруде қолданылады. Хроммен легірленген болаттардан подшипниктер, автомобильдер мен тракторлардың, локомотивтер мен турбиналардың бөлшектері жасалынады. Хром металл (және бейметалл) өнімдеріне электролиттік қаптама жасауда қолданылады. Магнезитхромитті кірпіш – жоғары сапалы оттөзімді материал.

Хромның химиялық қоспалары шыны, керамика, мата жасау өндірістерінде бояу ретінде қолданылады. Лазерлік қондырғыларға арналған рубиндік кристалдар құрамына аз мөлшерде хром оксидін енгізеді.

Марганец. Марганецтің кейбір мөлшері химиялық қосылыстар түрінде шыны өндірісінде, химиялық үрдістердің катализаторы ретінде қолданылады. Бірақ марганецтің негізгі бөлігі легірленген болаттар балқытуда қолданылады. Олардың біреуі – «Гадфильд болаты» (Mn>10%) – соқпалы-үйкелмелі жүктемелерге төзімді. Кейбір жағдайларда осындай жүктемелердің әсерінен кейін металл беріктігі тіпті арта түседі. Осы іспеттес болаттар рельстер крестовинасын, трактодың трактарын, ұсатқыштар, диірмендер, эксковатор шөміштерінің бөлшектерін және т.б. дайындауда қолданылады [1, 12-15 бет].

Mn-Cu-Ni – манганин қорытпасы ерекше бірегей қасиеттерге ие. Ол электрлік кедергісін қысымға байланысты күрт өзгертеді. Бұл қорытпа он мыңдаған атмосфералық қысымды өлшейтін электрлік монометр дайындауда қолданылады.
Мырыш темірдің антикоррозиялық қаптамасы ретінде, электрлік батареялар дайындауда, цианидті ерітінділерден алтын мен күмісті тұндыру үшін, мыс және басқа да металдармен қорытпалар өндіру үшін қолданылады [1-3].
Қалайы – мыс және қорғасынның қорытпалары – қола мен баббиттер (сырғанау подшипниктерін дайындау үшін қолданылады) құрамына енеді.
Қорғасынның үштен бір бөлігіне жуығы автомобиль және басқа көлік түрлері үшін электрлік аккумулятор өндірісінде жұмсалады; қорғасын пластинкасын сәулеленуден (рентген сәулелері, радиоактивті изотоптардың сәулеленуі) қорғану үшін бөлмелерді қаптауға пайдаланады; қорғасынның кейбір қышқылдар мен негіздер әсеріне жоғары химиялық тұрақтылығын ескеріп онымен көптеген химимиялық реакторлардың ішкі беттерін қаптайды.
Алтын және күміс өзінің химиялық тұрақтылығының және жоғары құнының арқасында тауар-ақша қарым-қатынасының даму дәуірінде құн өлшемі ретінде пайдаланылып ақша функциясын атқарды. Кейінірек ақша эквиваленті функцияларын тек алтын ғана атқарды [1, 84-99 бет].
Күміс химия өнеркәсібінде бір қатар химиялық үрдістердің каталлизаторы ретінде, фото және кино материалдары үшін жарыққа сезімтал эмульсиялар өндірісінде кеңінен қолданылады. Алтын мен күміс қазіргі уақытта зергерлік бұйымдар өндірісімен қатар, таттанбайтын сенімді контактілер дайындау үшін электрондық приборларда қолданылады.

XX ғасырдың ортасындағы техникалық революциясының нәтижесінде жаңа үрдістер, технологиялар, өндіріс салалары: электроника, ядролық энергетика, ғарыштық зымыран кешендері пайда болды. Оларды іске асыру үшін жаңа қасиеттерге ие материалдар қажет болды. Берілген талаптарды көптеген сирек металдар қанағаттандыра алатындығы анықталды.

Бериллий. Көптеген жылдар бойы практикада қолданылмай келген бериллий қазіргі уақытта перспективті конструкциялық материалдардың бірі болып саналады. Бериллий жоғары радиациялық тұрақтылыққа ие – ол ядролық реакторлардағы нейтрондардың ең жақсы баяулатқышы болып табылады. Бериллий металдар ішінде ең жоғары меншікті беріктікке (беріктіктің тығыздыққа қатынасы) ие. Бериллийді болатқа аз мөлшерде еңгізудің нәтижесінде оның соқпалы тұтқырлығын елеулі арттыруға болады. Бериллийлі қоладан дайындалған серіппелер жүздеген мың тербеліс циклдарына шыдайды. Жоғары жылу өткізгіштігі мен жылу сыйымдылықтарына және алюминиймен магниймен салыстырғанда екі есе жоғары балқу температурасына ие болғандықтан, бериллий дыбыс жылдамдығынан жоғары әуе ұшақтары мен ғарыш кемелерінің бетін қаптау үшін қолданылуы мүмкін. Бериллий тотығы BeO – өте жақсы оттөзімді материалдардың бірі ($t_{бал}$ = 2570^{o}C).

Литий – ең жеңіл металл (судан 2 есе, алюминийден 5 есе жеңіл). Li-Be қорытпасы не бары 1,0-1,5 г/см^3 тығыздылыққа ие бола отырып, жеткілікті механикалық қасиеттерге ие. Сілтілік аккумулятордағы NaOH-қа аз мөлшерде LiOH-ты қосу нәтижесінде олардың қызмет ету мерзімін 3 есеге ұзартады. Литийлі электр батареяларының сыйымдылығы мырыш электр батареялары-нан 6-7 есе жоғары. LiF-тен жасалған линзалар ультракүлгін сәулелер үшін ең мөлдір болып табылады. Li ядролық энергетикада реакция жылдамдығын реттеуші, ядролық реакторларда сұйық жылутасығыш ретінде қолданылады. Литий аса ауыр сутегі – тритийді өндіруге мүмкіндік беретін жалғыз элемент ретінде танымал. Тритийдің дейтериймен әрекеттесуі термоядролық реактордың негізгі реакциясы болып табылады және оның нәтижесінде едәуір мөлшерде жылу бөлінеді [1, 10-13 бет]. Қиын балқитын металдар *вольфрам мен молибденді* электр пештерінде қыздырғыш ретінде, жарық беретін және электронды лампалар элементтерін, электрлік контактілер, лактар, -45^{o}C-ден 700^{o}C-ге дейін жұмыс істей алатын жағар майлар дайындау үшін қолданылады. Бұл металдардың негізгі бөлігі (50-80%) легірленген: құралдық, жылдам кескіш, ыстыққа берік, үйкеліске төзімді, қышқылға төзімді болаттар балқытуда пайдаланылады. Вольфрамның елеулі бөлігі кесу және бұрғылау құралдарын дайындауға арналған қатты қорытпалар өндірісінде пайдаланылады.

Ванадийдің 90%-ы болат пен шойындарды легірлеуге жұмсалады. Болатқа ванадийді қосу нәтижесінде оның беріктігі, тұтқырлығы, серпімділік шегі жоғарылайды және шынықтыру температураларының интервалы кеңейеді. Ванадий карбидтері болаттың қаттылығын жоғарлатады, соқпалы және үйкелмелі жүктемелерге кедергісін арттырады. Ванидиймен бірге болатты легірлеу үшін Cr, Ni, Mo, W пайдаланылады. Ванидийлі болаттарды ауыр және жеңіл машина жасау өнеркәсібінде кеңінен қолданады. Ti-4%Al-4%V қорытпасынан авиациялық реактивті қозғағыштардың, зымырандардың элементтері дайындалады Ванадий ядролық реакторлар қабыршағына арналған материал ретінде, аса өткізгіш қорытпалар өндірісінде пайдаланылады. Ванадий оксиді V_2O_5 – күкірт қышқылы өндірісінде және органикалық заттар синтезінің кейбір реакцияларында белсенді каталлизатор ретінде танымал[1, 16-19 бет].

Титан негізіндегі қорытпалар жоғары меншікті беріктікке ие, сондықтан оларды қолданудың негізгі облысы (70-80%) реактивті авиация және ғарыштық зымыран техникасы болып табылады. Соңғы уақытта титан қорытпаларын кеме жасауда, химиялық машина жасауда, медициналық құралдар өндірісінде қолдана бастады. Титан карбиді құралдық қатты қорытпалар (10-40% NiC, 85-50%WC, қалғаны Co) құрамына кіреді. Сонымен қатар, титан карбидін реактивті қозғағыштар, газ турбиналарының элементтерін дайындауда қолданылатын ыстыққа төзімді және ыстыққы берік қорытпалар өндірісінде пайдаланады.

Цирконий ядролық реакторлар элементтерін жасауда ең қолайлы материал болып шықты. Электроникада цирконийдің газды жұту қабілетін электрондық құрылғыда жоғары вакуумды сақтау үшін қолданады. Өндірілетін цирконның жартысынан көбі ZrO_2 және $ZrSiO_4$ түрінде оттөзімділер, фарфор, эмаль және шыны өндірісінде қолданылады.

Гафнийдің басты қолдану аясы – ядролық реакторлардың қорғағыш және реттегіш қондырғылары. Сонымен қатар, ол қиын балқитын және ыстыққа төзімді қорытпалар өндірісінде де қолданылады. Гафний карбидінің HfC балқу температурасы – 3890°С, ал 25% HfC және 75% TaC қатты ерітіндісінің балқу температурасы – 4200°С.

Торий мен оның қосылыстарын темір мен түсті металдар қорытпаларын легірлеу үшін, органикалық синтезде катализатор ретінде қолданылады. Торий оксиді ThO_2 – жоғары оттөзімді материал. Торий ядролық отын ретінде (уранның орнына) қолданылуы мүмкін.

Уран ядролық реакторлардың негізгі отыны болып табылады.

Скандий және оның қосылыстары жеңіл қорытпалар өндірісінде, электронды техникада, жарық техникасында, арнайы керамика өндірісінде пайдаланылады. Скандийдің қолданылу мүмкіндігі жоғары бағасымен шектеледі. 1988 ж скандий оксидінің 1 граммы 2,8 доллар, ал таза скандий - 15 доллар тұрды.

Тантал мен ниобий радиоэлектроникада және электротехникада, ыстыққа төзімді, аса өткізгіш және қатты қорытпалар, легірленген болаттар өндірісінде, атомдық энергетикада және химиялық машина жасау өнеркәсібінде қолданылады.

Галлий мен индийдің қолдану аясы ұқсас: жартылай өткізгішті электроника, металдарды төмен температуралы дәнекерлеуге арналған қорытпалар мен дәнекерлегіштер. Оларды күн батареяларында, инфрақызыл сәулелердің қабылдағыштарында, лазерлерде қолданады. Индий қаптамалары жоғары шағылыстыру қабілетіне ие және көмескімейді. Оларды рефлекторлар дайындауда қолданады.

Германийдің басты қолдану бағыты – жартылай өткізгішті электроника (түзеткіштер мен күшейткіштер). Қазіргі уақытта германий негізінде өндірістік айнымалы тоқтың түзеткіштері жасалынған. Олар жоғары пайдалы әсер коэффициентімен (95%) және кіші өлшемдерімен ерекшелінеді. Германийдің екінші қолдану аясы – оптикалық шыны (40%) өндіру болып табылады.

Рений. Негізгі қолданыс аясы – химялық және мұнай өндірісінде химиялық үрдістердің (мұнайды крекингілеу) каталлизаторы қызметін атқарады. Рений таза және вольфраммен қорытпа түрінде электржарықтатқыш және электр вакуумды техникасын өндіруде қолданылады. Ренийдің елеулі мөлшері ыстыққа берік қорытпалар балқытуға шығындалады.

Селен мен теллур негізінен электр- және радиотехникада қолданылады. Селеннің жарық интенсивтігінің тербелістеріне деген жоғары сезімталдылығы фототранзисторларда, термоэлектрлік құрылғыларда, күн батареяларында, люминофорларда қолданады. Қорғасын, қалайы, сынап және кадмийдің теллуридтері инфрақызыл сәулелендірушілер, радиация детекторын дайындауда пайдаланылады. Селен және теллурмен жартылай өткізгіштерді легірлейді.

Сирек жер металдары (СЖМ) металдар, қорытпалар және химиялық қосылыстар түрінде қара және түсті металлургияда (лантан, церий), шыны мен керамика өндірісінде (Ce_2O_3), атом энергетикасында (гадолиний, самарий, европий) қолданылады. Бұл металдардың оксидтері реттегіш өзекшелер және қорғаушы керамикалық қаптамалар құрамына кіреді. Самарий-кобальттік магниттер көлем бірлігіне шаққандағы магниттік энергияның шамасы бойынша 2-4 есе және коэрцитивті күштің шамасы бойынша 5-10 есе барлық қорытпалардан (Fe-Ni-Co-Al) басым түседі. Сирек жер металдарын түрлі-түсті теледидар кинескоптары үшін люминофор ретінде қолдану осы элементтер өндірісінің қарқындауын туғызды. Сирек жер металдарын әр түрлі лазерлерде қолданады. Лантоноидтардың және олардың қорытпалары мен қосылыстарының қасиеттері зерттелінген сайын сирек жер металдарының қолдану мүмкіндіктері кеңее түсуде .

XX ғасырдын 70-ші жылдарынан бастап табиғатта кездесетін металдардың барлығы дерлік өндірісте қолданылады.

Бақылау сұрақтары:

1. Қара металдар тобына қандай металдар кіреді?
2. Түсті металдар тобына қандай металдар кіреді?
3. Қара металдар техниканың қай саласында қолданылады?
4. Түсті металдар техниканың қай саласында қолданылады?

Глоссарий:

Металдар – жоғары жылу- және электрөткізгіштікке, созылымдық, жылтырлық және басқа да кристалдық торына еркін қозғалатын электрондардың үлкен саны бар ерекше қасиеттерге ие заттар.

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.