

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни «Хімія»
обов'язкових компонент
освітньої-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
бакалавр з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки за

Електромеханіка

за темою 14 – Сплави чорних і кольорових металів.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 26.09.2022 № 9

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 19.09.2022 № 2

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 23.09.2022 № 9

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 14.09.2022 № 3

Розробник:

1. канд. хім. наук, доцент, спеціаліст вищої категорії, викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, Козловська Т. Ф.

Рецензенти:

1. канд. хім. наук, доцент, завідувач кафедри екології та біотехнологій Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, професор Новохатько О. В.

2. канд. техн. наук, доцент, викладач циклової комісії природничих дисциплін Кременчуцького льотного коледжу Харківського національного університету внутрішніх справ, викладач-методист, спеціаліст вищої категорії Долударєва Я. С.

План лекції

1. Класифікація чорних металів і сплавів
2. Кольорові метали і сплави.

Рекомендована література:

Основна

1. Романова Н. В. Загальна та неорганічна хімія : практикум. Київ : Либідь, 2003. 205 с.
2. Кириченко В. І. Загальна хімія : навч. посібн. Київ : Вища школа, 2005. 635 с.
3. Басов В. П., Радіонов В. М. Хімія : навч. посібн. 4-те вид. Київ : Каравела, 2004. 302 с.
4. Бочеров А. Д., Жикол О. А., Красовська М. В. Хімія: Довідник з прикладами розв'язання задач. Харків, 2011. 416 с.
5. Григор'єва В. В., Самійленко В.М., Сич А. М., Голуб О. А. Загальна хімія : підручник для студентів нехімічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Київ : Вища школа, 2009. 471 с.
6. Степаненко О. М., Рейтер Л. Г., Ледовських В. М., Іванов С. В. Загальна та неорганічна хімія. Част. 1. Київ : Педагогічна преса, 2002. 418 с.
7. Степаненко О. М., Рейтер Л. Г., Ледовських В. М., Іванов С. В. Загальна та неорганічна хімія. Част. 2. Київ : Педагогічна преса, 2000. 783 с.

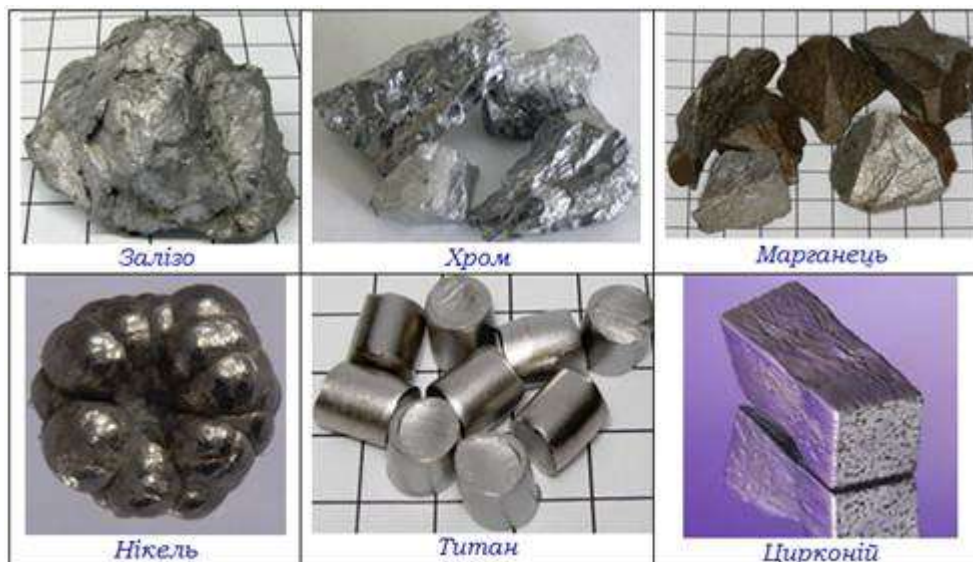
Додаткова

1. Панасенко О. І. та ін. Неорганічна хімія : підручник. Запоріжжя : Запорізький державний медичний університет, 2016. 462 с.
2. Андрійко О. О. Неорганічна хімія біогенних елементів. Київ : НТТУ«КПІ», 2013. 332 с.
3. Рейтер Л. Г., Степаненко О. М., Басов В. П. Теоретичні розділи загальної хімії. Київ : Каравела, 2012. 303 с.
4. Загальна та неорганічна хімія : підруч. для студентів вищ. навч. закл. / Є. Я. Левітін, А. М. Бризицька, Р. Г. Ключєва; за заг. ред. Є.Я. Левітіна. 3-тє вид. Харків : НФаУ : Золоті сторінки, 2017. 512 с.
5. Гомонай В. І., Мільович С. С. Загальна та неорганічна хімія : підручник для студентів вищих навчальних закладів. Вінниця, 2016. 448 с.

Текст лекції

1. Класифікація чорних металів і сплавів

Чорні метали – залізо, манган, хром – є основними продуктами чорної металургії, а їх сплави використовують у всіх галузях машинобудування.



Металевими сплавами називають речовини, які складаються не менше як з двох компонентів, і одним з них обов'язково повинен бути метал. Сплави металів відіграють велику роль, оскільки зазвичай вони мають вищі функціональні (механічні, електричні тощо) і технологічні властивості, ніж їхні складові – чисті метали.

Компонентами називають хімічні елементи або їх сполуки у складі сплаву. За кількістю компонентів сплави поділяють на подвійні, потрійні і т.д.

У техніці найчастіше застосовують сплави на основі заліза (чавун, сталь) і сплави кольорових металів на основі міді (латунь, бронза), алюмінію (силумін, дюралюміній), свинцю, цинку, олова, нікелю. Деякі сплави створюють на основі вольфраму, титану, ванадію, молібдену й інших металів.

Залежно від характеру взаємодії компонентів сплаву, вирізняють такі різновиди сплавів:

- механічна суміш компонентів – ці суміші неоднорідні, вони є найдрібнішою сумішшю кристалітів компонентів;
- необмежений твердий розчин компонентів – однорідний, може утворюватися за будь-якого співвідношення компонентів;
- обмежений твердий розчин компонентів – однорідний, зазвичай може утворюватися, якщо склад сплаву є близьким до одного з чистих компонентів або до певної хімічної сполуки компонентів;

- хімічна сполука компонентів – однорідний, може утворюватися за чітко визначеного співвідношення компонентів.

У твердих розчинах атоми розчиненої речовини заміщують атоми розчинника у кристалічній ґратці або проникають у неї; хімічні сполуки утворюють нову відмінну кристалічну ґратку. Після кристалізації сплаву утворюється або одна фаза (твердий розчин, хімічна сполука), або сплав, який містить суміш фаз. Фазою називають однорідну частину системи, відділену від інших складових (фаз) поверхнею поділу.

У суміші певного складу (евтектика) компоненти кристалізуються одночасно, причому температура кристалізації такого сплаву мінімальна. У неевтектичних сплавах двох компонентів, що не розчиняються один в одному і не утворюють хімічних сполук, відбувається розділення сплаву на дві фази, спочатку з розплаву виділяються кристали надлишкового, порівняно з евтектикою, компоненту, тоді температура розплаву знижується, а склад рідкої фази наближається до евтектики, кристалізація якої, нарешті, відбувається при сталій температурі. Таким чином утворюється двофазний сплав.

Сплави речовин, необмежено розчинних одна в одній у твердому стані (наприклад, золото-срібло), евтектики не утворюють. Хоча спочатку з розплаву виділяються кристали більш тугоплавкого елементу (золота) при повільному остиганні вони розчиняються у сріблі (відбувається дифузія), і сплав виходить однорідним. Швидким охолодженням, однак, можна добути сплав, що міститиме кристали різного складу.

Чорні метали найчастіше мають темно-сірий колір, велику щільність (окрім лужно-земельних), високу температуру плавлення, відносно високу твердість. Найбільш типовим металом цієї групи є залізо.

Чорні метали (залізо та сплави на його основі) – це чавун, сталь, феросплави. Вони посідають провідне місце за об'ємом виплавки (94 %).



Важливі також і **кольорові метали** (алюміній, мідь, цинк, олово та ін.), які використовують у електротехніці, напівпровідниках як легуючі домішки для одержання сплавів зі спеціальними властивостями (тугоплавких, нержавіючих сталей та ін.).

Залежно від фізичних і хімічних властивостей розрізняють метали:

- **легкі** (магній, алюміній, титан) і **важкі** (мідь, олово, цинк, хром, золото, срібло та ін.);
- **тугоплавкі** (вольфрам, молібден, титан) та **легкоплавкі** (олово, цинк, алюміній, магній, свинець).

Походження всім відомого вислову «благородні метали», що стосується золота, платини та срібла, пов'язано з високою хімічною стійкістю цих металів. Вони практично не взаємодіють ні з якими хімічними елементами та сполуками, а тому знаходяться в природі переважно у вигляді самородних руд.

Чорні метали, у свою чергу, можна підрозділити таким чином:

1. Залізні метали – залізо, кобальт, нікель (так звані феромагнетики) і близький до них за властивостями марганець. Со, Ni, Mn часто застосовують як добавки до сплавів заліза, а також в якості основи для відповідних сплавів, схожих за своїми властивостями на високолеговані сталі.

2. Тугоплавкі метали, температура плавлення яких вище, ніж заліза (тобто вище 1539 °C). Застосовують як добавки до легованих сталей, а також в якості основи для відповідних сплавів. До них відносять: Ti, V, Cr, Zr, Nb, Mo, Tc (технецій), Hf (гафій), Ta (тантал), W, Re (реній).

3. Уранові метали – актиніди, що мають переважне застосування в сплавах для атомної енергетики. До них відносять: Ac (актиній), Th (торій), U (уран), Np (нептуній), Pu (плутоній), Bk (берклій), Cf (каліфорній), Md (менделевій), No (нобелій) та ін.

4. Рідкоземельні метали (РЗМ) – La (лантан), Ce (церій), Nd (неодим), Sm (САНАРЕ), Eu (європій), Dy (діспрозій), Lu (лютецій), Y (ітрій), Sc (Сландо) та ін., що об'єднуються під назвою лантановидів. Ці метали мають вельми близькі хімічні властивості, але відрізняються досить різними фізичними властивостями (типу Та ін.). Їх застосовують як присадки до сплавів інших елементів. У природних умовах вони зустрічаються разом із важко розділеними на окремі елементи. Зазвичай використовується змішаний сплав – 40–45 % Ce (церій) і 40–45 % всіх інших РЗМ.

5. Лужноземельні метали – у вільному металевому стані не застосовуються, за винятком особливих випадків, наприклад, теплоносії в атомних реакторах. Li (літій), Na, K (калій), Rb (рубідій), Cs (цезій), Fr (Франція), Ca (кальцій), Sr (стронцій), Ba (барій), Ra (радій).

Найбільшого поширення в техніці набули сплави заліза з вуглецем: сталь (0,025–2,14 % C) чавун (2,14–6,76 % C); причина широкого використання Fe-C сплавів пов'язано з низкою причин: малою вартістю, найкращими механічними властивостями, можливістю масового виготовлення і великою поширеністю руд Fe в природі.

Більше 90 % виготовлених металів становить сталь. Залізо – 718000 тис. тонн; Марганець > 10000 тис. тонн; Алюміній – 17000 тис. тонн; Мідь – 9400 тис. тонн; Цинк – 6200 тис. тонн; Олово – 5400 тис. тонн; Нікель – 760 тис. тонн; Магній – 370 тис. тонн; Золото > 1,2 тис. тонн.

Сталі класифікують за різними ознаками:

хімічним складом:

- вуглецеві:
- маловуглецеві (до 0,25 % C);
- середньовуглецеві (0,3...0,55 % C);
- високовуглецеві (0,6...0,85 % C);
- леговані (залежно від того, які елементи введено до їхнього складу):
- хромисті;
- марганцевисті;
- хроммарганцевисті;
- хромнікелеві;
- **якістю** (якість сталі залежить від металургійного процесу виробництва;

якість визначається вмістом в сталі газів кисню, водню, азоту та шкідливих домішок сірки і фосфору):

- звичайної якості;
- якісні;
- високоякісні;
- особливо високоякісні.
- **способом розкиснення:**
- спокійні;
- напівспокійні;

• киплячі (*кипляча сталь* - не повністю розкиснена в печі. Виділення газів відбувається й при затвердінні виливка, тому в ньому утворюється велика кількість розосереджених газових бульбашок. Вони зникають при подальшій гарячій прокатці. Найдешевша.)

- **призначенням:**
- конструкційні;
- інструментальні;
- особливих властивостей.

Комплекс виробництв чорної металургії



Способи виробництва металів і сплавів:

- - пірометалургійний (нагрівання за допомогою палива до потрібної температури);
- - електromеталургійний;
- - плазмовий;
- - хіміко-металургійний (виплавка титану);
- - гідрометалургійний (електролізом із розчинів Cu, Zn, Ni, Co, Au, Ag);
- - порошкова металургія;
- - космічна металургія (ведеться в вакуумному середовищі, при відсутності сили тяжіння).

Виробництво чавуну. Сировиною для чавуну є породи, вміст заліза у яких 23–70 %. Ними виступають магнетитовий залізняк (50–60 %), червоний залізняк (51–69 %), бурий залізняк (35–40 %), шпатовий залізняк (до 40 %), залізні кварцити. Також у процесі виплавки чавуну використовуються *флюси* – речовини для видалення домішок, шлаків із оксидів (ними виступають як правило вапняки, чи доломіти), кокс, природний газ, марганцеві і хромітові руди, вода, кисень та легуючі метали.

Видобута руда проходить підготовчу обробку: подрібнення, обпалювання, збагачення і агломерацію.

Метою подрібнення є надання руді єдиного фізичного стану. Воно проходить на дробильних машинах, які надають кускам руди розмірів від 8 до

300 мм. Інколи руду розтирають на менші частинки. На машинах-ситях здійснюють сортування подрібненої чи розтертої руди.

Обпалювання руди здійснюють із метою видалення із руди хімічно зв'язаної води, вуглекислоти, частково сірки та фосфору. Обпалювання проводять у спеціальних печах при температурі 700–800 °С.

Збагачення руди підвищує в руді вміст заліза за рахунок видалення пустої породи. Застосовують кілька видів збагачення:

гравітаційне,
промивання водою,
магнітне,
флотація.

Промивання здійснюють струменем води у барабанах що обертаються. Порода має меншу вагу, тому вимивається із барабану у відходи.

Гравітаційне збагачення за технологією близьке до промивання.

Магнітне збагачення (сепарація) здійснюється у роторних латунних барабанах, у яких нерухомо закріплені електромагніти. Для збагачення використовуються руди, що володіють магнетизмом (магнетити, титаномангнетити). Руда притягується до поверхні барабану, а порода - вилітає.

Агломерація – це процес формування пористих кусочків (спікання) подрібненої руди. Для спікання руду зволожують, додають 5% коксу і обпалюють. Часто при спіканні використовують флюси (подрібнений вапняк), що у подальшому технологічному процесі доменної виплавки зменшує витрати коксу на 5%, та збільшує продуктивність печі на 6 - 7%.

У якості технологічного палива у доменному виробництві застосовують кокс, рідше деревне вугілля і торф'яний кокс, а також газ. Кам'яновугільний кокс є висококалорійним, пористим та твердим, містить мало попелу та сірки. В доменному процесі паливо є також і джерелом вуглецю який потрібний для відновлення заліза.

Флюси (вапняки, кварцовий пісок) додаються до руди. Під час плавлення вони вступають у реакцію із часткою породи, що залишилася у руді і утворюють шлак, який легко відділяється від чавуну.

Вогнетривкі матеріали складають внутрішню частину плавильних агрегатів та ємностей для розливання металу. Їм притаманна термічна та хімічна стійкість.

За хімічними властивостями вогнетриви поділяються на три види: основні, нейтральні і кислі. Основними є: магнезит, доломіт і хромомagneзит. Останній є найбільш тривким, його температура плавлення 2000 °С.

Нейтральними вогнетривами є шамот і хромовий залізняк. Шамот

виготовляють з обпаленої вогнетривкої глини чи каоліну. Температура плавлення – 1700 °С.

Кислі вогнетриви - динас і кварцит. вони містять до 90% окису кремнію, мають температуру плавлення 1750 °С.

У металургійному виробництві в якості легуючих металів використовують марганець, нікель, вольфрам, ванадій і інші, які надають металу ті чи інші властивості.

Металургійне виробництво споживає велику кількість води, яка використовується для охолодження агрегатів та ін. Витрати води досягають 150-200 м³ на тонну металу.

Доменне виробництво. Чавун варять у печах-домнах. Доменний цех металургійного заводу має від 1 до 10 доменних печей, рудний двір, підйомні і вантажні агрегати, повітронагрівачі і газоочисники.

Доменна піч – промислова піч для виплавки доменного чавуну. Це вертикальна споруда (30–40 м висоти) внутрішня частина якої викладена вогнетривким матеріалом – шамотом, а зовнішня представлена зварним стальним кожухом. Об'єм печі – від 3 до 5 тис. м³. Основні частини такі: *колошник, шахта, розпар, заплечики, горно, лещадь(черінь)*.

Колошник – верхня частина печі. Тут завантажують шихту. Є газовідводи для доменного і колошникового газу. Температура шихти в колошнику досягає 150–300 °С. Шахта – найбільша частина печі, що знаходиться під колошником. Тут температура досягає до 1200 °С. Проходить видалення вологи із шихти і відновлення заліза із руди (в результаті горіння коксу формується вуглекислий газ (CO₂), який проходить через розжарений кокс і формує окис вуглецю (2CO). Остання, підіймаючись вгору вступає у взаємодію із рудою (FeO) і відновлює залізо – забирає з окису кисень (Fe + CO₂)). Нижче знаходиться розпар, де температура досягає 1400 °С і проходить процес формування чавуну. Заплечики мають форму конуса, що звужується до низу. Це втримує шихту, що знаходиться у шахті і розпарі. Нижня частина печі називається горном. Тут накопичується розплавлений чавун та шлак. Чавун важчий, тому він опускається на дно горна – лещадь. В горні розташовані отвори (лютьки), через які періодично зливають шлак та чавун. У верхній частині горна розташовані отвори (фурми), через які з метою підтримання процесу горіння подають гаряче повітря. Нижня частина горна а також фурми охолоджуються циркулюючою водою.

Допоміжні пристрої доменної печі – водонагрівачі і газоочисники. У повітронагрівачах нагрів іде за рахунок спалювання доменних газів, а в газоочисниках проходить очистка колошникового газу від рудної пилюки і

частинок коксу. Очищений газ направляють для спалювання у повітрянагрівачі.

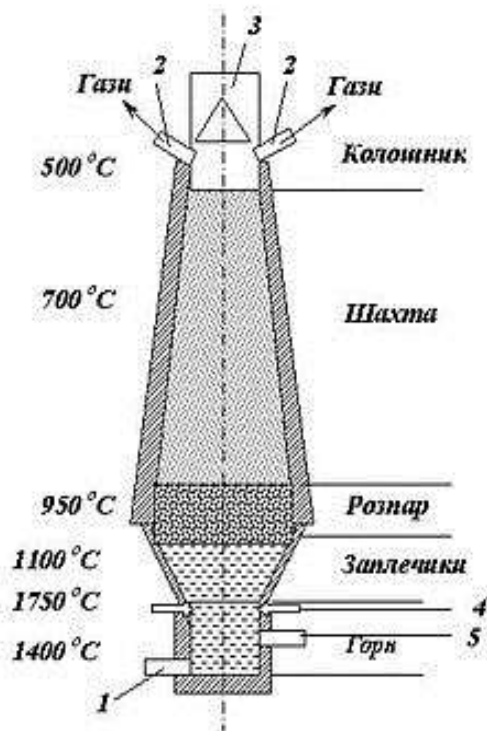


Рисунок 1 – Схема доменної печі: 1 – лютка для випуску чавуну;
2 – газовідведення; 3 – засипний агрегат; 4 – фурми;
5 – лютка для випуску шлаку

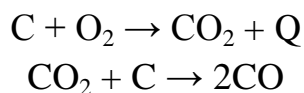
Робота доменних печей іде безперервно протягом кількох років, поки не потрібен капітальний ремонт.

Для виробництва однієї тони чавуну витрачається 1,5–3 т залізної руди, 0,5–0,7 т коксу, 0,25–0,4 т флюсів і 2500–3000 м³ повітря.

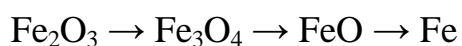
Середній склад чавуну такий: заліза – до 92 %, вуглецю – 2 % і більше, до 6 % складають кремній, марганець, сірка, фосфор.

Вуглець надає чавуну крихкості. У складі чавуну він знаходиться у двох станах: у поєднанні із залізом (у вигляді карбиду заліза) – це білий чавун, чи у вигляді графіту (у вільному стані) – сірий чавун. Підготовлену руду (куски розміром 2–4 см) завантажують у доменну піч разом із флюсами та паливом.

Шихту (руда флюси і паливо) засипають через колошник. Внизу горить паливо. Через фурми у верхній частині горна печі (*фурми – отвори, яких може бути близько 60*), нагнітають повітря збагачене киснем. Біля кожної печі є 3–4 нагрівники, щоб повітря було гарячим. Падаючи з висоти шихта стикається з гарячим повітрям миттєво вступаючи у реакцію. По-перше відбувається горіння, та відновлення вуглецю.



Окрім того, проходить поступове відновлення заліза вуглецем.



Також утворюється цементит $3\text{Fe} + \text{C} \rightarrow \text{Fe}_3\text{C}$

Fe_3C – розчиняється у залізі, утворює з ним сплав і стікає в горно. Флюси служать для виведення шкідливих домішок. Шкідливими, насамперед, є домішки сірки та фосфору, які роблять чавун крихким. Корисними домішками є Mn і Si, вони добре розчиняються у сплаві. Окрім вищезгаданих у процесі доменного виробництва отримують: шлак, доменний газ (100 т. ум. п. на добу) і колошниковий пил, які також використовуються у господарстві. Основні шлаки використовуються у виробництві цементу та інших будматеріалів, а кислі – для отримання шлакової вати, яка є хорошим ізолятором. Доменний газ використовується у якості палива. колошниковий пил – для отримання залізовмісного агломерату.

Виробництво сталі.

Переробка чавуну в сталь здійснюється у мартенівських печах, конвертерах, електропечах. Суть процесу полягає в окисленні домішок, що містяться у чавуні.

Мартенівська піч – промислова піч, у якій чавун та металевий брухт переплавляють на мартенівську сталь. Тверду вихідну суміш (чавун, сталевий брухт, флюси тощо) завантажують у робочий простір печі через вікна у передній стінці; через них звичайно заливають і рідкий чавун. Рідке, або нагріте газоподібне паливо і повітря (атмосферне або збагачене на кисень) надходять у робочий простір по головках.

Об'єм мартенівських печей коливається від 20 до 900 т.

Мартенівську сталь використовують для виробництва шестерень, валів, пружин тощо.

Сьогодні мартенівські печі уже не будують, але поодинокі ще діють.



Киснево-конверторний спосіб отримання сталі базується на випалюванні в розплавленому чавуні домішок шляхом продування кисню. Процес проходить в конверторах. Конвертор є сталевую спорудою грушовидної форми об'ємом від 20 до 350 т. Всередині він викладений вогнетривким матеріалом, зверху є отвір - горловина, через яку заливається рідкий чавун і закидається скрап (металобрухт). В горловинній частині конвертера є лютка (отвір для виливання сталі). Конвертор може повертатися навколо горизонтальної осі. По водоохолоджувальній фурмі, що вводиться підйомником у горловину конвертора, подається кисень під тиском 9–14 атмосфер.

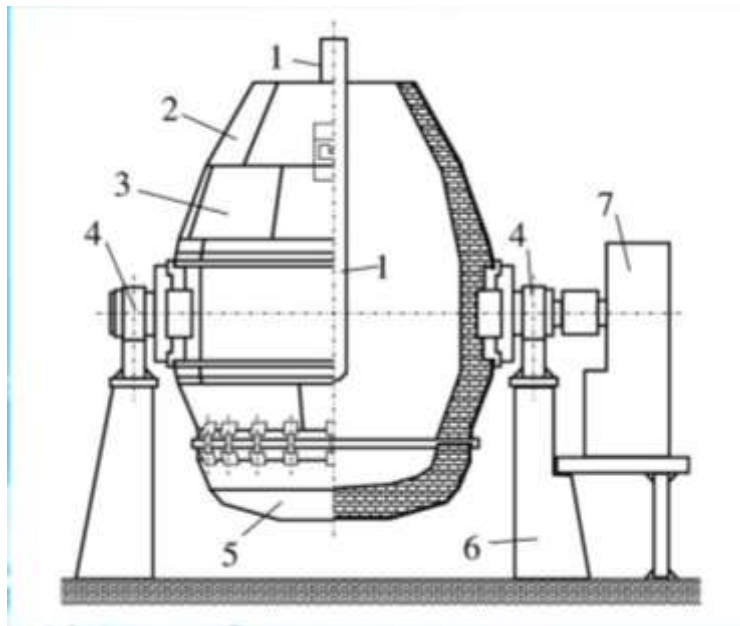
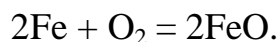
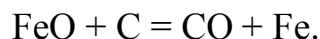


Рисунок 2 – Кисневий конвертер: 1 – киснева фурма; 2 – шолом; 3 – корпус; 4 – опірні підшипники; 5 – днище; 6 – станина; 7 – механізм обертуту

Процес починається із закидання металолому у горловину нахилоного конвертора. Потім заливається рідкий чавун. Встановивши конвертор вертикально, встановлюють фурму (через горловину) і починають продувати кисень. Спочатку окисляється залізо:



Потім залізо відновлюється за рахунок окислення вуглецю:



Кисень також окисляє решту домішок у чавуні.

Процес не потребує палива, оскільки тепло виділяється за рахунок спалювання вуглецю, фосфору тощо. Накопичений шлак виводять із конвертора через горловину. Сталь – через бокову лютку. Тривалість процесу від 25 до 60 хвилин.

Конвертор є дешевшим за мартенівську піч, більша швидкість і

продуктивність процесу, економія палива, менші експлуатаційні видатки. Проте 7–10 % металу втрачається через вигорання. У великому конвертері не менше чотирьох фурм і за 1хв використовується 4 м³ кисню. Він може мати місткість до 300 тонн і давати за годину 400–500 т сталі, тоді як мартенівська піч не більше 80 т. Окрім того, в мартенівських печах шкідливі домішки утворюються і при згорянні палива.

Виробництво сталі в електропечах.

В дугових електропечах виплавка металу проходить за рахунок тепла, що йде від електричної дуги. Остання виникає між графітовим (чи вугільним) електродом і металевою шихтою. Віддаль між шихтою та електродом можна міняти, що дозволяє регулювати довжину та температуру електричної дуги. Температура у електропечах досягає 3500 °С. Об'єм промислових електропечей коливається від 0,5 до 400 т.

Шихта на 90 % складається із скрапу (лом, метало відходи) і на 10 % із чавуну, який добавляється для збагачення сталі вуглецем. Для окислення надлишку вуглецю і домішок добавляється залізна руда (10 кг на 1 т розплавленого металу). Для нейтралізації хімічної реакції вводиться флюс (вапно чи кварц).

Для виплавки 1 т сталі потребується від 600 до 1000 кВт·год. електроенергії та 5–10 кг електродів. Тривалість плавки – 2–3 години. Сталь виходить із незначними небажаними домішками фосфору і сірки.

Індукційна піч є вогнетривким тиглем, на поверхні якого розташована обмотка пустих мідних трубок. Ця обмотка є індуктором і через неї пропускається струм високої частоти. В пустій частині трубок циркулює вода для охолодження. Під час пропускання електричного струму через обмотку виникають індукційні струми, які розігрівають і плавлять шихту що знаходиться всередині тигля.

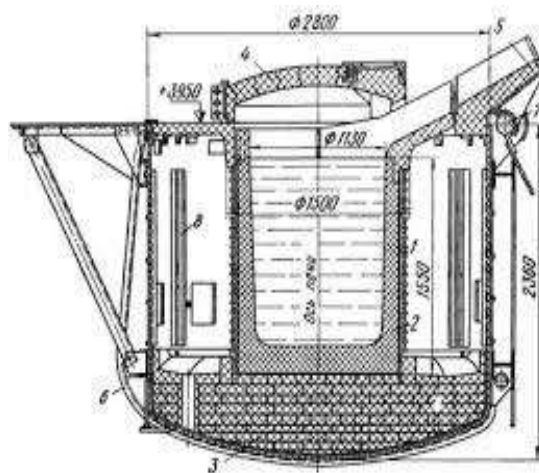


Рисунок 3 – Індукційна тигельна піч

У такий спосіб електроплавлення отримують високо леговані, нержавіючі і інші види сталі. Окислювальні процеси в тиглі усуваються шляхом застосування вакууму чи газового середовища. За рахунок цього підвищується якість сталі. Об'єм печей – до 25 т.

Дуплекс-процес є одним із способів отримання високоякісної сталі. Він базується на використанні в електропечах рідкої сталі отриманої в конверторах чи мартенівській печі. Конверторна чи мартенівська сталь звільняється від домішок. Економічною основою дуплекс-процесу є невелика витрата електроенергії для отримання високоякісної сталі при великій потребі промисловості у якісній сталі.

Розлив сталі. Рідка сталь потрапляє у ковші і за допомогою крана потрапляє в місце розливання у ливарні форми. Відливки є частиною готового виробу, або просто болванкою, яка проходить подальшу обробку на машинобудівному заводі. У випадку, коли із сталі потрібно отримати прокат, відливають злитки у спеціальних формах (ізложницях).

Прокат металу – це спосіб його обробки за рахунок пресування і обтискання. Ці операції здійснюються над розігрітими болванками обертовими валиками прокатних станів. Прокатні вироби у залежності від виду прокату поділяються на чотири групи: сортовий прокат, листовий, спеціальний прокат, труби.

Сортовий прокат залежно від профілю поділяється на дві групи – профілі простої геометричної форми (круглої, квадратної, шестигранної, прямокутної тощо) і фасонні профілі прокату (овальний, напівкруглий, ромбовидний, трикутний, сегментний).

Листовий прокат за стандартом випускається двох видів: листова сталь тонка (0,2–0,4 мм) і листова сталь товста (4–60 мм). Спеціальний вид прокату – колеса, зубчасті колеса, кулі, труби.

У металургійній промисловості отримало великий розвиток комбінування, яке може бути внутрігалузовим (чавун–сталь–прокат), міжгалузовим – при наявності хімічних цехів, підприємств будівельних матеріалів (на шлаку, цементних, шлаковатних тощо). Таке комбінування дає певний економічний ефект.

Виходячи із витрат сировини і інших техніко-економічних факторів, металургійні підприємства повного циклу тяжіють в розміщенні до паливних та рудних баз, а неповного циклу – до районів машинобудування, де є багато металу відходів.

2. Кольорові метали і сплави.

Кольорові метали поділяються на:

1. Легкі метали - Be (берилій), Mg (магній), Al (алюміній), що володіють малою щільністю.

2. Благородні метали - Ag (срібло), Pt (платина), Au (золото), Pd (паладій), Os (осмій), Ir (іридій), та ін. Cu - полублагородний метал. Мають високу стійкість проти корозії.

3. Легкоплавкі метали - Zn (цинк), Cd (кадмій), Hg (ртуть), Sn (олово), Bi (вісмут), Sb (сурма), Pb (свинець), As (миш'як), In (індій) і т.д., і елементи з ослабленими металевими властивостями - Ga (галій), Ge (германій).

Застосування металів почалося з міді, срібла і золота. Так як вони зустрічаються в природі в чистому (самородному) вигляді. Пізніше стали відновлювати метали з руд - Sn, Pb, Fe та ін.

За фізичними властивостями і призначенню кольорові метали умовно можна розділити на благородні, важкі, легкі й рідкі.

До благородних металів відносять метали з високою корозійною стійкістю: золото, платина, паладій, срібло, іридій, родій, рутеній і осмій. Їх використовують у вигляді сплавів в електротехніці, електровакуумної техніці, приладобудуванні, медицині і т.д.

До важких відносять метали з великою щільністю: свинець, мідь, хром, кобальт і т.д. Важкі метали застосовують головним чином як легуючі елементи, а такі метали, як мідь, свинець, цинк, кобальт частково, використовуються і в чистому вигляді.

До легких металів відносяться метали з щільністю менше 5 грам на кубічний сантиметр: літій, калій, натрій, алюміній і т.д. Їх застосовують як розкислювачів металів і сплавів, для легування, в піротехніці, фотографії, медицині і т.д.

До рідкісних металів відносять метали з особливими властивостями: вольфрам, молібден, селен, уран і т.д.

До групи широко застосовуються кольорових металів відносяться алюміній, титан, магній, мідь, свинець, олово.

Кольорові метали мають цілу низку дуже цінних властивостей. Наприклад, високу теплопровідність (алюміній, мідь), дуже малою щільністю (алюміній, магній), високою корозійною стійкістю (титан, алюміній).

За технологією виготовлення заготовок і виробів кольорові сплави діляться на деформуються і литі (іноді спечені).

На підставі цього поділу розрізняють металургію легких металів і металургію важких металів.

Мідь та її сплави.

Мідь – метал червоного, в зламі рожевого кольору. Мідь належить до металів, відомим з глибокої давнини.

Технічно чиста мідь володіє високою пластичністю і корозійною

стійкістю, високою електропровідністю і теплопровідністю (100 % чиста мідь-еталон, то 65 %-алюміній, 17 % залізо), а також стійкістю проти атмосферної корозії. Дозволяє використовувати її в якості покривельного матеріалу відповідальних будівель.

Температура плавлення міді 1083 °С. Кристалічна решітка ГЦК. Щільність міді 8,94 г/см³. Завдяки високій пластичності мідь добре обробляється тиском (з міді можна зробити фольгу товщиною 0,02 мм), погано різанням.

Ливарні властивості низькі через велику усадки. На властивості міді великий вплив мають домішки: всі, крім срібла та берилію погіршують електропровідність.

Вартість чистої міді постійно підвищується, а світові запаси мідної руди, за різними оцінками, виснажаться в найближчі 10–30 років.

Мідь маркують буквою М, після якої стоїть цифра. Чим більше цифра, тим більше в ній домішок. Найвища марка М00 - 99,99 % міді, М4 – 99 % міді.

Після позначення марки вказують спосіб виготовлення міді: к - катодна, б - безкиснева, р - розкислена. Мідь вогневого рафінування не позначається.

М00к - технічно чиста катодна мідь, що містить не менше 99,99 % міді і срібла.

М03 - технічно чиста мідь вогневого рафінування, містить не менше 99,5 % міді.

У техніці застосовують 2 великі групи мідних сплавів: латуні та бронзи.

Латуні - сплави міді з цинком (до 50 % Zn) і невеликими добавками алюмінію, кремнію, свинцю, нікелю, марганцю.

Мідні сплави, призначені для виготовлення деталей методами лиття, називають ливарними, а сплави, призначені для виготовлення деталей пластичним деформуванням - сплавами, оброблюваними тиском.

Латуні дешевше міді і перевершують її по міцності, в'язкості і корозійній стійкості. Володіють хорошими ливарні властивості.

Латуні, застосовуються в основному для виготовлення деталей штампуванням, витяжкою, розкочуванням, гнуття, тобто процесами, які вимагають високої пластичності матеріалу заготовки. З латуні виготовляються гільзи різних боєприпасів.

У залежності від числа компонентів розрізняють прості (подвійні) і спеціальні (багатокомпонентні) латуні.

Прості латуні містять тільки Cu і Zn.

Спеціальні латуні містять від 1 до 8 % різних легуючих елементів (Л.Е.), що підвищують механічні властивості і корозійну стійкість.

Al, Mn, Ni підвищують механічні властивості і корозійну стійкість латуней. Свинець покращує оброблюваність різанням. Крем'янисті латуні мають гарну жидкотекучість і зварюваність.

Бронзи - це сплави міді з оловом (4-33 % Sn), свинцем (до 30 % Pb), алюмінієм (5-11 % Al), кремнієм (4-5 % Si), сурмою, фосфором та іншими елементами.

Бронзи - це будь-мідний сплав, крім латуні. Це сплави міді, в яких цинк не є основним легуючим елементом. Загальною характеристикою бронз є висока корозійна стійкість і антифрикційні (від анти-і лат. Frictio-тертя). Бронзи відрізняються високою корозійною стійкістю і антифрикційними властивостями. З них виготовляють вкладиші підшипників ковзання, вінці черв'ячних зубчастих коліс і інші деталі.

Високі ливарні властивості деяких бронз дозволяють використовувати їх для виготовлення художніх виробів, пам'ятників, дзвонів.

За хімічним складом поділяються на олов'яні бронзи і без олов'яні (спеціальні).

Олов'яні бронзи мають високі механічні, ливарними, антифрикційними властивостями, корозійною стійкістю, оброблюваністю різанням, але мають обмежене застосування через дефіцитності і дорожнечі олова.

Спеціальні бронзи не тільки служать заміниками олов'яних бронз, а й у ряді випадків перевершують їх за своїми механічними, антикорозійним і технологічним властивостям:

Алюмінієві бронзи - 5-11 % алюмінію. Мають більш високі механічні та антифрикційні властивості, ніж в олов'яних бронз, але ливарні властивості - нижче. Для підвищення механічних і антикорозійних властивостей вводять залізо, марганець, нікель (наприклад, БрАЖ9-4). З цих бронз виготовляють різні втулки, що направляють, дрібні відповідальні деталі.

Берилієві бронзи містять 1,8-2,3 % берилію відрізняються високою твердістю, зносостійкістю і пружністю (наприклад, БрБ2, БрБМН1, 7). Їх застосовують для пружин в приладах, які працюють в агресивному середовищі.

Крем'янисті бронзи - 3-4% кремнію, леговані нікелем, марганцем, цинком за механічними властивостями наближаються до сталей.

Свинцюваті бронзи містять 30 % свинцю, є хорошими антифрикційними сплавами і йдуть на виготовлення підшипників ковзання.

Мідні сплави позначають початковими буквами їх назви (Бр або Л), після чого слідує перші літери назв основних елементів, що утворюють сплав, і цифри, що вказують кількість елементу у відсотках.

Приклади:

- БрА9Мц2Л - бронза, що містить 9 % алюмінію, 2 % Mn, решта Cu («Л» вказує, що сплав ливарний);
- ЛЦ40Мц3Ж - латунь, що містить 40 % Zn, 3 % Mn, ~ 1 % Fe, решта Cu;
- Бр0Ф8 0,0-0,3 - бронза містить 8 % олова і 0,3 % фосфору;
- ЛАМш77-2-0, 05 - латунь містить 77 % Cu, 2 % Al, 0,055 миш'яку, решта Zn (у позначенні латуні, призначеної для обробки тиском, перше число вказує на вміст міді).

У нескладних за складом латунях вказують тільки вміст у сплаві міді:

- Л96 - латунь містить 96 % Cu і ~ 4 % Zn (томпак);
- Л63 - латунь що містить 63 % Cu і 37 % Zn.

Висока вартість міді і сплавів на її основі призвела в 20 столітті до пошуку матеріалів для їх заміни. В даний час їх успішно замінюють пластиками, композиційними матеріалами.

Алюміній і його сплави.

Алюміній - метал сріблясто-білого кольору. Температура плавлення 650 °С. Алюміній має кристалічну ГЦК грати. Алюміній має електричну провідність, складовою 65 % електричної провідності міді. Алюміній займає третє місце з поширення в земній корі після кисню і кремнію. Алюміній стійкий проти атмосферної корозії завдяки утворенню на його поверхні щільної окисної плівки. Найбільш важливою особливістю алюмінію є низька щільність - 2,7 г / см³ проти 7,8 г / см³ для заліза і 8,94 г / см³ для міді. Має хорошу тепло-і електропровідність. Добре обробляється тиском.

Маркується літерою А і цифрою, що вказує на вміст алюмінію. Алюміній особливої чистоти має марку А999 - вміст Al в цій марці 99,999 %. Алюміній високої чистоти - А99, А95 містять Al 99,99 % і 99,95 % відповідно. Технічний алюміній - А85, А8, А7 і ін

Застосовується в електропромисловості для виготовлення провідників струму, в харчовій і хімічній промисловості. Алюміній не стійкий у кислому і лужному середовищі, тому алюмінієвий посуд не використовується для маринадів, солінь, кисломолочних продуктів. Застосовується як розкислювача при виробництві сталі, для алітірованія деталей з метою підвищення їх жаростійкості. У чистому вигляді застосовується рідко через низьку міцності - 50 МПа.

Деформувальні алюмінієві сплави

Залежно від можливості термічного зміцнення деформуються алюмінієві сплави поділяються на не зміцнюється і зміцнюється термічною обробкою.

До сплавів, неупрочняємим т/о відносяться сплави Al с Mn (АМц1), і сплави Al с Mg (Амг 2, АМг3). Цифра - умовний номер марки.

Ці сплави добре зварюються, мають високі пластичні властивості і корозійною стійкістю, але невисокою міцністю, зміцнюють ці сплави нагартівка. Сплави даної групи знайшли застосування в якості листового матеріалу, що використовується для виготовлення складних за формою виробів, одержуваних холодної та гарячої штампуванням і прокаткою. Вироби, одержувані глибокої витяжкою, заклепки, рами і т.д.

Сплави, зміцнюється т/о, широко застосовуються в машинобудуванні, особливо в літакобудуванні, тому що володіють малою питомою вагою при досить високих механічних властивостях. До них відносяться:

Дуралюмін - основні легуючі компоненти - мідь і магній:

Д1 - лопаті повітряних гвинтів, Д16 - обшивки, шпангоути, лонжерони літаків, Д17 - основний заклепувальний сплав.

Високоміцні сплави - В95, В96 поряд з міддю і магнієм містять ще значна кількість цинку. Застосовують для високонавантажених конструкцій.

Сплави підвищеної пластичності та корозійної стійкості - АВ, АД31, АД33. Лопаті вертольотів, штамповані і ковані деталі складної конфігурації.

Ливарні алюмінієві сплави

Найбільш широко поширені сплави системи Al-Si-силуміні.

Силумін має поєднання високих ливарних і механічних властивостей, мала питома вага. Типовий силумін сплав АЛ2 (АК12) містить 10-13 % Si, Піддається загартуванню і старіння (АК7 (АЛ9), АК9 (АЛ4).

Цинк і його сплави

Цинк - в'язкий метал голубувато-сірого кольору. Метал з невеликою температурою плавлення (419 °С) і високою щільністю (7,1 г/см³). Міцність цинку низька (150 МПа) при високій пластичності.

Цинк застосовують для гарячого та гальванічного оцинкування сталевих листів, у поліграфічній промисловості, для виготовлення гальванічних елементів. Його використовують як добавку в сплави, в першу чергу в сплави міді (латуні і т.д.), і як основу для цинкових сплавів, а також як друкарський метал.

У залежності від чистоти цинк ділиться на марки ЦВ00 (99,997 % Zn), ЦВ0 (99,995 % Zn), ЦВ (99,99 % Zn), Ц0А (99,98 % Zn), Ц0 (99,975 % Zn), Ц1 (99,95 % Zn), Ц2 (98,7 % Zn), Ц3 (97,5 % Zn).

Цинкові сплави широко застосовуються в машинобудуванні і поділяються на сплави для лиття під тиском, в кокіль, для відцентрового лиття та на антифрикційні сплави. Основними легуючими компонентами цинкових сплавів є алюміній, мідь і магній. Відлиття з цинкових сплавів легко поліруються і сприймають гальванічні покриття.

Склад, властивості та застосування деяких цинкових сплавів:

- ЦА4 містить 3.9-4.3 % Al, 0,03-0,06 % Mg, тимчасовий опір 250-300 МПа, пластичність 3-6 %, твердість 70-90НВ). Застосовується при литті під тиском деталей, до яких пред'являються вимоги стабільності розмірів та механічних властивостей.

- ЦАМ10-5Л містить 9,0-12,4 % Al, 4,0-5,5 % Cu, 0,03-0,06 % Mg, тимчасовий опір не менше 250 МПа, пластичність не менше 0,4%, твердість - не менш 100НВ. З сплаву виготовляють підшипники і втулки металообробних верстатів, пресів, що працюють під тиском до 200-10000 Па.

- ЦАМ9-1.5 містить 9,0-11,0 % Al, 1,0-2,0 % Cu, 0,03-0,06 % Mg, тимчасовий опір не менше 250 МПа, пластичність не менше 1 %, твердість не менш 90НВ. Сплав застосовують для виготовлення різних вузлів тертя і підшипників рухомого складу.

Магній та його сплави.

Магній - метал сріблясто-білого кольору. Температура плавлення магнію 650 °С. Кристалічна решітка гексагональна. Відрізняється низькою щільністю (1,74 г/см³), хорошою оброблюваністю різанням, здатністю сприймати ударні і гасити вібраційні навантаження.

Залежно від вмісту домішок встановлені наступні марки магнію: Мг96 (99,96 % Mg), Мг95 (99,95 % Mg), Мг90 (99,90 % Mg), магній високої чистоти (99,9999 % Mg).

Магній хімічно активний метал, легко окислюється на повітрі. Чистий магній із-за низьких механічних властивостей (тимчасовий опір 100-190 МПа, відносне подовження 6-17 %, твердість 30-40НВ) як конструкційний матеріал практично не застосовують. Його використовують в піротехніку, в хімічній промисловості для синтезу органічних сполук, в металургії різних металів і сплавів як розкислювач, відновник і легуючий елемент.

Сплави на основі магнію.

Перевагою магнієвих сплавів є висока питома міцність. Межа міцності магнієвих сплавів досягає 250-400 МПа при щільності менше 2 грамів на кубічний сантиметр. Сплави в гарячому стані добре куються, прокочуються і пресуються. Магнієві сплави добре обробляються різанням (краще, чим сталі, алюмінієві та мідні сплави), добре шліфуються і поліруються. Задовільно зварюються контактної і дугового зварювання в середовищі захисних газів.

До недоліків магнієвих сплавів поряд з низькою корозійною стійкістю і малим модулем пружності слід віднести погані ливарні властивості, схильність до газонасичення, окислювання і займання при їх приготуванні.

За механічними властивостями магнієві сплави поділяють на сплави

невисокою і середньої міцності, високоміцні і жароміцні, по схильність до зміцнення за допомогою термічної обробки - на зміцнюється і неупрочняемое.

Деформуємі магнієві сплави. У сплавах МА1 і МА8 основним легируючим елементом є марганець. Термічною обробкою ці сплави не упрочнюються, мають гарну корозійною стійкістю і здатністю до зварювання. Сплави МА2-1 і МА5 відносяться до системи Mg-Al-Zn-Mn. Алюміній і цинк підвищують міцність сплавів, надають хорошу технологічну пластичність, що дозволяє виготовляти з них ковани і штамповані деталі складної форми (крильчатки і жалюзі капота літака). Сплави системи Mg-Zn, додатково леговані цирконієм (МА14), кадмієм, рідкісноземельними металами (МА15, МА19 та ін) відносять до високоміцних магнієвим сплавам. Їх застосовують для незварюваний сильно навантажених деталей (обшивки літаків, деталей вантажопідйомних машин, автомобілів, ткацьких верстатів та ін.)

Ливарні магнієві сплави. Найбільше застосування знайшли сплави системи Mg-Al-Zn (МЛ5, МЛ6). Вони широко застосовуються в літакобудуванні (корпуси приладів, насосів, коробок передач, ліхтарі і двері кабін і т.д.), ракетній техніці (корпуси ракет, обтічники, паливні й кисневі баки, стабілізатори), конструкціях автомобілів, особливо гоночних (корпусу, колеса, помпи та ін), в приладобудуванні (корпуси і деталі приладів). Внаслідок малої здатності до поглинання теплових нейтронів магнієві сплави використовують в атомній техніці, а завдяки високій демпфувальній здібності - при виробництві кожухів для електронної апаратури.

Більш високими технологічними і механічними властивостями володіють сплави магнію з цинком і цирконієм (МЛ 12), а також сплави, додатково леговані кадмієм (МЛ8), рідкісноземельними металами (МЛ9, МЛ10). Дані сплави застосовують для навантажених деталей літаків і авіадвигунів (корпусів компресорів, картерів, ферм шасі, колонок управління та ін.)

Магнієві сплави піддаються таким видам термічної обробки: Т1 - старіння, Т2 - відпал, Т4 - гомогенізація і гарт на повітрі, Т6 - гомогенізація, гарт на повітрі і старіння, Т61 - гомогенізація, загартування у воду і старіння.