

# ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО СПЛАВИ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ

## План лекції

1. Класифікація і вимоги до сплавів кольорових металів. Основні терміни.
2. Способи виробництва сплавів кольорових металів.
3. Основні властивості сплавів кольорових металів. Ливарні властивості.

## 1 КЛАСИФІКАЦІЯ І ВИМОГИ ДО СПЛАВІВ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ

В техніці найбільше практичне значення мають металеві сплави, що мають, порівнянно з чистими металами, нові цінні властивості і відповідають потребам техніки, що безперервно зростають.

**Сплав** – це речовина, яку одержують поєднанням (сплавлянням, спіканням, електролізом) двох або більше елементів.

Зазвичай, сплави одержують розплавленням двох або більше елементів (металів або неметалів) з наступною їх кристалізацією (твердінням).

Структура і властивості сплавів значною мірою відрізняються від структури і властивостей елементів, що їх утворюють.

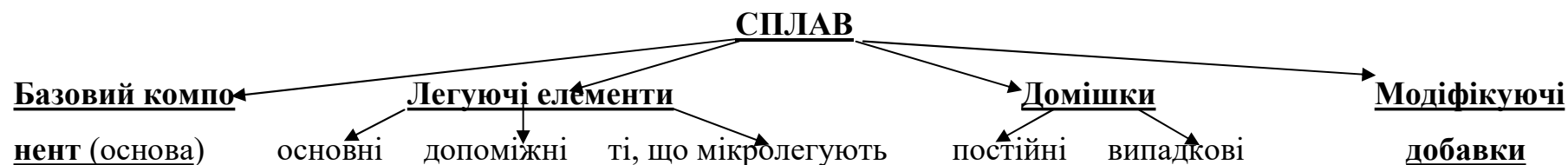


### **Неметалеві сплави:**

- природні гірські породи (граніт, гнейс, базальт та ін.),
- силікатні стекла,
- деякі неметалеві продукти металургійних виробництв (шлаки, штейни, флюси) та ін.

**Металевий сплав** – сплав, виготовлений переважно з металів, який має металеві властивості.

Порівняно з чистими металами металеві сплави мають більш цінний комплекс механічних, фізичних і технологічних властивостей



**Базовий компонент** (основа сплаву) – переважаючий в сплаві елемент.

За основним компонентом сплав отримує свою назву (алюмінієві, магнієві, титанові й інші сплави; спеціальні назви: бронзи, латуні, силуміни, магналії).

**Легуючі елементи** (добавки) – компоненти, що спеціально вводяться в сплав для отримання потрібного комплексу властивостей.

Їх поділяють на:

- *основні* (вводяться в кількості від 2...5 до 20...35 %),
- *допоміжні* (зазвичай вводяться в кількості менше 2...5 %);
- *такі, що мікролегують* (менше 0,1...0,3 %).

**Модифікуючі добавки** – це невеликі (0,05...0,2 %) добавки модифікаторів I та II роду або комплексні добавки у вигляді готових лігатур.

**Домішки** – елементи, що потрапляють в сплав або з шихтою, або протягом плавки з футеровки печі, пічної атмосфери та ін.

Розрізняють домішки *постійні* і *випадкові*.

За типом дії на комплекс властивостей сплаву домішки поділяють на:

- *шкідливі* (їх кількість строго обмежується);
- *технологічні*, що позитивно впливають на властивості сплаву (розкислювачі або інші добавки),
- *нейтральні*.

Хімічний склад сплаву визначається властивостями і регламентується державними стандартами (ДСТУ), технічними умовами (ТУ), а також різними галузевими стандартами.

Вміст *основного компонента* в сплаві знаходиться зазвичай в широких межах.

Вміст *легуючих елементів* визначається нижнім і верхнім рівнями. Вміст домішок обмежується верхньою межею, перевищення якої виводить сплав у брак.

Наприклад, хімічний склад ливарного алюмінієвого сплаву АК5М7, %: 4,5...6,5 Si; 6,0...8,0 Cu; 0,2...0,5 Mg; 0,5 Mn; 0,6 Zn; 1,2 Fe; 0,5 Ni.

### Маркування сплавів

Сплави кольорових металів не мають єдиного стандартного позначення.

Так, алюмінієві та магнієві сплави позначають літерами, які вказують на належність до:

- 1) основного металу (А – алюмінієві; М – магнієві, Т – титанові),
- 2) до певного типу сплаву (Д – дуралюміні),
- 3) одночасно вказують на основу та на призначення сплаву (АК – алюмінієвий, кувальний).

Далі за літерами вказана цифра, що позначає нумерацію сплаву та не зв'язана з хімічним складом і структурою сплаву. Так, для титанових сплавів ВТ-1, ВТ-2 (літера «В» позначає організацію, яка розробила цей сплав, – ВІАМ; літера «Т» – титановий сплав).

Для *алюмінієвих ливарних сплавів* (відповідно до ГОСТ 1583-93) прийнято літеро-цифрову систему для маркування сплавів.

Літера «А» позначає тип основи сплаву, наступна літера відповідає типу легуючого елемента:

«К» – Si; «М» – Cu; «Мг» – Mg; «Ц» – Zn; «Н» – Ni; «Кд» – Cd.

Цифри після позначення елемента вказують середній його вміст.

Якщо концентрація елемента не перевищує 1,5 %, то після його позначення цифри не проставляють. Літери «ч» або «пч» наприкінці марки (чистий, підвищеної чистоти) означають знижений вміст домішок.

*Мідні сплави* позначають літерами і цифрами, які безпосередньо визначають найменування сплаву та його хімічний склад у якісному та кількісному відношеннях. Олов'яні та безолов'яні ливарні бронзи позначають так:

БрО5Ц5С5, де Бр – бронза, що містить олово (О), цинк (Ц) и свинець (С), а цифри вказують середній вміст цих елементів у %;

БрА9Ж4Н4, де А – алюміній, Ф – фосфор.

Латунь: ЛЦ40С, де Л – латунь, Ц – цинк з середнім вмістом 40 %; С – свинець з середнім вмістом 1 %, решта – мідь.

### Класифікація сплавів:

#### 1) по числу компонентів;

Залежно від кількості металів (компонентів), що входять до складу розплаву, розрізняють:

- двокомпонентні,
- трикомпонентні
- багатоконпонентні сплави (системи).

2) по структурі – на гомогенні (однофазні) системи і гетерогенні (суміші), що складаються з декількох фаз; останні можуть бути стабільними (у рівноважних сплавах) і метастабільними (у нерівноважних сплавах);

3) за природою металу, що є основою сплаву, – на чорні (сталь, чавун) і кольорові (на основі кольорових металів – алюмінієві, титанові, мідні, нікелеві та ін.);

4) по характерних властивостях – на тугоплавкі, легкоплавкі, високоміцні, жароміцні, тверді, антифрикційні, корозійностійкі, зносостійкі, з високим електроопором, магнітні та ін.;

5) за способом виготовлення виробів – на ливарні сплави (для виготовлення деталей методом лиття) і деформівні (що піддаються куванню, штампуванню, плющенню, протяжці, пресуванню і іншим видам обробки тиском).

За технологічним призначенням сплави можна поділити на наступні групи: робочі сплави, лігатури, вторинні сплави.

**Робочі сплави** – сплави стандартного складу, що йдуть безпосередньо на виготовлення фасонних виливок (ливарні) і напівфабрикатів (деформовані). Ці сплави мають певний хімічний склад і мають задані фізичні та механічні властивості.

**Лігатури** – проміжні (допоміжні) сплави, призначені для введення тугоплавких і легкоплавких (летких) елементів у робочі сплави.

Застосування лігатур дозволяє отримати сплави з точнішим вмістом заданого компонента. До лігатур не висувають вимог відносно механічних і фізико-хімічних властивостей. Проте вони повинні мати специфічні властивості – крихкість, однорідність хімічного складу, хорошу розчинність при введенні в сплав.

**Вторинні сплави** – сплави стандартного складу, отримані в результаті переплавлення відходів власного виробництва і металевого брухту. Залежно від забрудненості домішками ці сплави використовують як робочі, проміжні і як лігатури.

#### **Вимоги до сплавів кольорових металів:**

- забезпечення у виливках заданих механічних, фізичних, хімічних та інших властивостей, що забезпечують їх якість, надійність і довговічність;
- забезпечення заданих ливарних властивостей для отримання якісних виливок вільних від ливарних дефектів;
- можливість застосування маловідхідних і безвідходних технологій при мінімальній витраті дорогих компонентів шихти.

## 2 СПОСОБИ ВИРОБНИЦТВА СПЛАВІВ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ

Залежно від призначення сплаву, необхідного ступеня чистоти, економічних міркувань і характеру початкових шихтових матеріалів сплави виготовляють наступними способами:

- безпосереднім сплавлянням чистих металів;
- сумісним відновленням компонентів сплаву з руд в процесі руднотермічної плавки;
- електролізом розплавлених середовищ і водних розчинів;
- заміщенням одного елемента іншим в будь-якій сполуці (металотермія);
- дифузійним способом з використанням твердих, рідких і газоподібних речовин;
- металокерамічним способом (метод порошкової металургії);
- комбінованим способом з застосуванням двох або трьох вищезгаданих.

## 3 ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ СПЛАВІВ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ. ЛИВАРНІ ВЛАСТИВОСТІ

Всі властивості металевих сплавів можна розділити на чотири групи: фізичні, хімічні, технологічні та механічні.

**Фізичні властивості** – колір, щільність, плавкість, електро- і теплопровідність, теплоємність, коефіцієнт лінійного розширення, магнітні та ін.

Щільність має велике значення для вибору матеріалів при проектуванні машин, апаратів і ін.

Коефіцієнт лінійного розширення визначає величину, на яку змінюються лінійні розміри тіла при зміні температури. Його слід враховувати при конструюванні апаратів.

**Хімічні властивості** – окислюваність, розчинність, корозійна стійкість.

**Технологічні властивості** – рідкоплинність, ковкість, зварюваність, оброблюваність ріжучим інструментом. Знання технологічних властивостей допомагає грамотно вибрати спосіб виготовлення деталей.

Ковкість визначає схильність металів і сплавів до обробки тиском (прокатування, пресування, волочіння, кування і штампування).

Зварюваність визначає можливість виготовлення зварних конструкцій, виправлення браку литва й ін.

Оброблюваність різанням дозволяє визначити можливість отримання точних розмірів і високої чистоти деталей.

Рідкоплинність – здатність розплавів заповнювати ливарну форму. Мідь навіть при перегріванні густо і погано заповнює форми, тоді як бронза, латунь та інші сплави мають високу рідкоплинність.

**Механічні властивості** – міцність, в'язкість, пружність, пластичність.

Міцність. Чим міцніше метал, тим менше розмір деталі, її маса і тим менша витрата металу на її виготовлення.

В'язкість – здатність металу чинити опір ударним навантаженням.

Пружність – властивість металу відновлювати свою форму після дії зовнішніх сил.

Пластичність – властивість металу деформуватися без руйнування при дії зовнішніх сил.

Особливо слід виділити **ливарні властивості** сплавів. Найважливішими ливарними властивостями сплавів є рідкоплинність, усадка, схильність до утворення напруги, ліквіація.

**Рідкоплинність** – здатність розплаву заповнювати ливарну форму і точно відтворювати контури порожнини форми. Рідкоплинність залежить від інтервалу кристалізації сплаву. Для широкоінтервальних сплавів рідкоплинність менша, ніж для вузькоінтервальних.

**Усадка** характеризує процес зменшення лінійних розмірів і об'єму рідкого сплаву у формі при охолодженні. Розрізняють об'ємну і лінійну усадку сплавів.

**Напруга.** Внаслідок нерівномірної усадки різних частин вилівка в ньому виникає термічна напруга у зв'язку зі зміною кристалічної будови вилівка – фазова напруга. В процесі простого охолодження вилівка у формі виникає ливарна напруга.

Напруга у вилівках (злитках) знімається термообробкою. Напруга може спричинити тріщиноутворення у вилівках. Гарячі тріщини утворюються при високих температурах, коли сплави мають низькі механічні властивості. Достатньо невеликих перешкод усадці, щоб у вилівках утворилися тріщини. Гарячі тріщини мають темну, окислену поверхню.

Холодні тріщини утворюються при порівняно низьких температурах. Вони мають менші розміри і чисту неокислену поверхню. Усунення як гарячих, так і холодних тріщин досягається створенням рівномірних перерізів, без різких переходів між їх окремими частинами.

**Ліквіація.** При твердінні сплаву, залитого у форму, відбувається процес вирівнювання хімічного складу по всьому перерізу вилівка. Проте цей процес відбувається повільно, і в окремих частинах вилівка, і навіть в окремих зернах сплаву спостерігається хімічна неоднорідність – ліквіація. Причин для цього багато (різна щільність компонентів сплаву, різна температура твердіння та ін.).

Типи ліквіації: за щільністю, внутрішньзерена (дендритна), зональна (зворотна і пряма).

Ліквіація зменшується при пониженні температури лиття і зниженні швидкості заливання, а також при підвищенні швидкості твердіння.