**Практична робота № 12**

**Сплави міді (латунь, бронза і спецсплав)**

**Мета роботи:** вивчення структури, властивостей, маркування мідних сплавів; ознайомлення з вимогами, які ставляться до сплавів в залежності від умов роботи виробів в них.

**Теоретичні відомості**

1. Мідь і її сплави.

Мідь має гранецентровану кубічну гратку. Густина міді 8,94 г/см3, температура плавлення 1083 °С.

Характерною властивістю міді є її висока електропровідність, тому вона знаходить широке застосування в електротехніці. Технічно чиста мідь маркується: М00 (99,99 % Cu), М0 (99,95 % Cu), М2, М3 і М4 (99 % Cu).

Механічні властивості міді відносно низькі: межа міцності складає 150…200 МПа, відносне видовження – 15…25 %. Тому як конструкційний матеріал мідь застосовується рідко. Підвищення механічних властивостей досягається створенням різних сплавів на основі міді.

Розрізняють дві групи мідних сплавів: **латунь**– сплави міді з цинком, **бронза** – сплави міді з іншими (окрім цинку) елементами.

2. Латунь.

Латунь може мати в своєму складі до 45 % цинку. Підвищення вмісту цинку до 45 % призводить до збільшення межі міцності до 450 МПа. Максимальна пластичність має місце при вмісті цинку близько 37 %.

При сплавлянні міді з цинком утворюється ряд твердих розчинів α, β, γ, ε (рис. 1.).



Рис. 1. Діаграма стану мідь – цинк

З діаграми стану мідь – цинк видно, що залежно від складу є однофазна латунь, що складається з α– твердого розчину, і двофазні (α + β) – латунь.

За способом виготовлення виробів розрізняє латунь, що деформується і ливарну.

Латунь, що деформується, маркується буквою Л, за якою слідує число, що показує вміст міді у відсотках, наприклад в латуні Л62 міститься 62 % мідь і 38 % цинку. Якщо крім міді і цинку, є інші елементи, то ставляться їх початкові букви ( О – олово, С – свинець, Ж – залізо, Ф – фосфор, Мц – марганець, А – алюміній, Ц – цинк, Б – берилій, Н – нікель, К – кремній). Кількість цих елементів позначається відповідними цифрами після числа, що показує вміст міді, наприклад, сплав ЛАЖ60-1-1 містить 60 % мідь, 1 % алюмінія, 1 % заліза і 38 % цинку.

Однофазні α – латунь використовується для виготовлення деталей, що деформуються в холодному стані. Виготовляють стрічки, гільзи патронів, радіаторні трубки, дріт.

Для виготовлення деталей , що деформуються при температурі вище 500 °С використовують (α + β) – латунь. З двофазної латуні виготовляють листи, прутки і інші заготовки, з яких подальшою механічною обробкою виготовляють деталі. Латунь, яка оброблена різанням і покращується при введенні до складу свинцю як домішки, наприклад, латунь марки ЛС59-1, називають “автоматною латунню”.

Латунь має добру корозійну стійкість, яку можна підвищити додатково домішкою олова. Латунь ЛО70-1 стійка проти дії корозії в морській воді і називається “морською латунню“.

Домішка нікелю і заліза підвищує механічну міцність до 550 МПа.

Ливарна латунь також маркується буквою Л, після буквеного позначення основного легуючого елемента (цинк) і кожного подальшого ставиться цифра, яка вказує його мередній вміст в сплаві. Наприклад, латунь ЛЦ23А6Ж3Мц2 містить 23 % цинку, 6 % алюмінію, 3 % заліза, 2 % марганцю.. Найкращою рідкотекучістю володіє латунь марки ЛЦ16К4. До ливарної латуні відноситься латунь типу ЛС, ЛК, ЛА, ЛАЖ, ЛАЖМц. Ливарна латунь не схильна до ліквації, має зосереджену усадку, виливки виходять з високою густиною.

Латунь є добрим матеріалом для конструкцій, які працюють при негативних температурах.

3. Бронза

Сплави міді з іншими елементами крім цинку називаються бронзою*.*

Бронзи поділяється на деформівні і ливарні.

За маркуванням бронзи, що деформуються, на першому місці ставляться букви Бр, потім букви, які вказують, які елементи, крім міді, входять до складу сплаву. Після букв йдуть цифри, які показують вміст компонентів в сплаві. Наприклад, марка БрОФ10-1 означає, що в бронзу входить 10 % олово, 1 % фосфору, інше – мідь.

Маркування ливарної бронзи також починається з букв Бр, потім вказуються буквені позначення легуючих елементів і ставиться цифра, яка вказує його середній вміст в сплаві. Наприклад, бронза БрО3Ц12С5 містить 3 % олово, 12 % цинку, 5 % свинцю, інше – мідь.

**Олов’яна бронза** При сплавлянні міді з оловом утворюються тверді розчини. Ці сплави дуже схильні до ліквації через великий температурний інтервал кристалізації. Завдяки ліквації сплави із вмістом олова вище 5 % мають в структурі евтектоїдну складову Е(α + δ), що складається з м’якої і твердої фаз. Така будова є сприятливою для деталей типу підшипників ковзання: м’яка фаза забезпечує добру припрацьовуваність, тверді частинки створюють зносостійкість. Тому олов’яна бронза є добрим антифрикційним матеріалом.

Олов’яна бронза має низьку об’ємну усадку (близько 0,8 %), тому використовуються в художньому литті.

Наявність фосфору забезпечує добру рідкотекучість.

Олов’на бронза поділяється на деформівну і ливарну.

В **бронзі, що деформується***,* вміст олова не повинен перевищувати 6 %, для забезпечення необхідної пластичності, БрОФ6,5-0,15.

Залежно від складу бронза, що деформується, відрізняється високими механічними, антикорозійними, антифрикційними і пружними властивостями, і використовуються в різних галузях промисловості. З цих сплавів виготовляють прутки, труби, стрічку, дріт.

**Ливарна олов’яна бронза***,* БрО3Ц7С5Н1, БрО4Ц4С17, застосовуються для виготовлення арматури і для виливання антифрикційних деталей типу втулок, вінців черв’ячних коліс, вкладишів підшипників.

**Алюмінієва бронза***,* БрАЖ9-4, БрАЖ9-4Л, БрАЖН10-4-4.

Бронза із вмістом алюмінія до 9,4 % мають однофазну будову α – твердого розчину. При вмісті алюмінія 9,4…15,6 % сплави системи мідь – алюміній двофазні і складаються з α – і γ – фаз.

Оптимальними властивостями володіє алюмінієва бронза, що містить 5…8 % алюмінія. Збільшення вмісту алюмінія до 10…11 % внаслідок появи λ – фази веде до різкого підвищення міцності і сильного зниження пластичності. Додаткове підвищення міцності для сплавів із вмістом алюмінія 8…9,5 % можна досягти гартуванням.

Переваги алюмінієвої бронзи в порівнянні з олов’яними:

- мало схильність до внутрішньокристалічної ліквації;

- велика густина виливок;

- більш висока міцність і жароміцність;

- мало схильність до холодоламкості.

Основні недоліки алюмінієвої бронзи:

- значна усадка;

-схильність до утворення стовпчастих кристалів при кристалізації і зростання зерна при нагріванні, що окрихчує сплав;

- сильний газопоглинач рідкого розплаву;

- самовідпуск при повільному охолоджуванні;

- недостатня корозійна стійкість в перегрітому парі.

Для усунення цих недоліків сплави додатково легують марганцем, залізом, нікелем, свинцем.

З алюмінієвої бронзи виготовляють відносно дрібні, але високовідповідальні деталі типу шестерень, втулок, фланців литтям і обробкою тиском. З бронзи БрА5 штампуванням виготовляють медалі і дрібну розмінну монету.

**Кремнієві бронза**, БрКМц3-1, БрК4, застосовують як замінники олов’яної бронзи. Вони немагнітні і морозостійкі, перевершують олов’яну бронзу за корозійною стійкістю і механічними властивостями, мають високі пружні властивості. Сплави добре зварюються і піддаються паянню. Завдяки високій стійкості сухих газів, їх використовують для виробництва стічних труб, газо- і димопроводів.

**Свинцева бронза**, БрС30, використовує як високоякісний антифрикційний матеріал. В порівнянні з олов’яною бронзою має нижчі механічні і технологічні властивості.

**Берилієва бронза**, БрБ2, є високоякісним пружинним матеріалом. Розчинність берилію в міді з пониженням температури значно зменшується. Це явище використовують для отримання високих пружних і міцнісних властивостей виробів методом дисперсійного твердіння. Готові вироби з берилієвої бронзи піддають гартуванню від 800 °С, завдяки чому фіксується при кімнатній температурі пересичений твердий розчин берилію в міді. Потім проводять штучне старіння при температурі 300…350 °С. При цьому відбувається виділення дисперсних частинок, зростають міцність і пружність. Після старіння межа міцності досягає 1100…1200 МПа.