

Сплави на основі свинцю

Існують дві групи сплавів на основі свинцю: низьколеговані та високолеговані. До першої групи входять свинцеві сплави, що містять добавки заліза, міді, сурми, олова, кадмію або кальцію в кількості $\leq 0,1\%$. Указані елементи в такій кількості підвищують корозійну стійкість, рідкоплинність та тривалу міцність сплавів. До другої групи належать сплави, що містять більше $0,1\%$ кальцію, магнію, літію, калію або натрію. Ці елементи підвищують міцність, твердість, антифрикційні властивості сплавів, знижують температуру їхнього плавлення та усадку при кристалізації. При цьому підвищується корозійна стійкість сплавів на повітрі, у воді, та в розбавлених неорганічних кислотах при кімнатній і понижених температурах.

Особливістю свинцевих сплавів є підвищена схильність до ліквідації. У першу чергу це стосується тих сплавів, які містять сурму та олово. Для зменшення ліквідації та одержання виливків із дрібною структурою необхідно забезпечити високу швидкість їхнього тверднення або додати до складу сплаву мідь. Такого типу сплави плавлять у тиглях, які виготовлено з чавуну або сталі. Плавку сплавів ведуть під шаром деревного вугілля. Спочатку завантажують у холодний тигель частину свинцю, потім вмикають нагрів і доводять температуру до $350-400^{\circ}\text{C}$. Розплавлений свинець перемішують та очищують його поверхню від шлаку. Після цього в розплав додають сурму у вигляді шматків розміром $50-75$ мм. Коли сурма повністю розплавляється, температуру метала піднімають до 500°C і вводять залишковий свинець. Розплав, який одержали, перемішують, рафінують хлоридом амонію ($0,1\% \text{NH}_4\text{Cl}$ від маси сплаву) і розливають у виливниці або форми.

На базі систем Pb-Sb-Sn , Pb-Sb-Sn-Cu , Pb-Ca-Na одержують антифрикційні сплави та бабіти. Для виготовлення бабітів використовують вторинний сурм'яний свинець, сурму, лігатури ($\text{Cu} - 50\% \text{Sb}$, $\text{Sb} - 30\% \text{Te}$, $\text{Sn} - 30\% \text{Sb} - 10\% \text{Ni}$), натрій, кадмій та хлориди кальцію. Для приготування бабітів Б16, Б10 у холодний тигель печі завантажують усю тугоплавку шихту й дві третини свинцю. Потім шихтові матеріали нагрівають до температури 700°C під шаром деревного вугілля. Після розплавлення метал охолоджують до температури 600°C , знімають із його поверхні шлак і вводять свинець та олово. Потім розплав перемішують і відстоюють протягом $10-15$ хв. Перед заливанням у виливниці сплав знову перемішують при температурі $400-450^{\circ}\text{C}$.

Технологія плавки бабіту БН має деякі особливості. Спочатку в тигель, що виготовлено з чавуну, завантажують сурму, лігатури $\text{Sn} - 30\% \text{Sb} - 10 \text{Ni}$, $\text{Cu} - 50\% \text{Sb}$ і частину свинцю. Ці шихтові складові розплавляють під шаром деревного вугілля. Після розплавлення шихти знімають шлак і вводять у метал, який перемішують, кусковий або порошкоподібний миш'як і залишки свинцю. Останніми вводять кадмій та олово. Температура сплаву під час розливання складає $500-540^{\circ}\text{C}$.

Сплави на основі свинцю, що містять $(0,03-0,06)\% \text{Te}$; $(0,04-0,08)\% \text{Cu}$; $(0,5-2,0)\% \text{Sb}$, використовують для виготовлення листів, труб, різних напівфабрикатів для захисту електrolітичних ванн та іншого кислототривкого обладнання. Для екранізації низьковольтних і силових кабелів застосовують сплави такого складу: $\text{Pb} - (0,04-0,06)\% \text{Te} - (0,03-0,07)\% \text{Ca} - (1,0-2,0)\% \text{Sn} - (0,4-0,8)\% \text{Sb}$.

Легкоплавкі свинцеві сплави одержують на основі різних евтектичних систем свинцю з індієм, оловом, вісмутом, сурмою, кадмієм і ртуттю. Наприклад, на базі систем Pb-Sn, Pb-Ag, Pb-Sn-Sb та інших створено серію припоїв (з температурою плавлення від 185°C до 305°C). Дані припої мають високу адгезію до багатьох металів і сплавів та характеризуються високою корозійною стійкістю. Завдяки високим густині та ливарним властивостям сплави системи Pb + (0,1-1,5)% Sb + (0,06-0,2)% As + (0,02-0,04)% Na використовують для одержання мисливського дроби, сплави Pb + (0,3-3,0)% Sb застосовують для виготовлення сердечники куль, а із сплавів Pb + (6,0-9,0)% Sb виробляють пластини свинцевих акумуляторів.

Сплави на основі нікелю

Ливарні нікелеві сплави поділяють на чотири групи:

- жаростійкі нікель-хромові сплави;
- жароміцні нікель-хромові сплави;
- корозійностійкі нікелеві та нікель-мідні сплави;
- сплави з особливими властивостями.

Жаростійкі сплави, що містять більше 14% хрому, називають ніхромом. До типових марок нікель-хромових сплавів відносять ХН78Т, Х20Н80, ніхром 85-15-5 (інконель), ХН80ТБЮ, ХН70ВМЮТ. Із жаростійких нікель-хромових сплавів виготовляють вироби, що мають високі окислювальні та опір газовій ерозії. Вироби з цих сплавів витримують багатократні цикли нагрівання й охолодження в середовищі окислювальних і відновлювальних газів без короблення та утворення тріщин. Тому такі сплави широко застосовуються в газопроводах, камерах згорання, відбивачах газу, форсажних камерах, реактивних, парових і газових турбінах, у пінній арматурі та іншому обладнанні.

Ніхроми Х10Н20, Х20Н80...Х50Н50 та інші сплави нікелю зі вмістом хрому понад 10% належать до найбільш поширеної групи жаростійких сплавів. Плівка оксиду нікелю NiO в таких сплавах більш щільна, ніж із оксидів заліза FeO та міді CuO. Оксидна плівка NiO має однаковий із нікелем коефіцієнт термічного розширення. Висока жаростійкість ніхромів обумовлена наявністю під такою плівкою захисного прошарку з оксиду хрому Cr₂O₃ і міцної шпінелі. Ніхроми мають високий електричний опір. Тому їх часто використовують для виготовлення елементів нагрівання в плавильних і термічних печах, що працюють за температур ~ 1000°C.

Жароміцні нікель-хромові сплави належать до складнолегованих ливарних та деформівних сплавів. Вироби з таких сплавів мають підвищений ресурс роботи в умовах агресивних середовищ та високих температур (лопатки та диски авіаційних турбін, камери згорання в реактивних двигунах та інші). Жароміцні сплави, крім нікелю і 14-23% хрому, додатково містять 6-8% легувальних елементів. До цієї групи відносять відомі вітчизняні та закордонні марки нікелевих сплавів ВЖЛ-10, ЖС-3Д, ЄИ-765Л, Німокаст 80, Німокаст 90, Німонік 90, Німонік 95 та інші. Від ливарних нікелевих сплавів не завжди вимагається висока пластичність. Тому концентрація легувальних елементів у них може бути більшою, ніж у деформівних сплавах.

Корозійностійкі сплави на основі нікелю не володіють жаростійкістю і жароміцністю. Нікель та мідь, що входить до складу цих сплавів,

мають високу пластичність при низьких міцнісних характеристиках. Це заважає використанню корозійностійких сплавів у якості конструкційних матеріалів. Однак при визначеному співвідношенні концентрацій нікелю і міді підвищується міцність та твердість сплавів при збереженні їхньої пластичності й корозійної стійкості. Максимальну міцність і твердість має бінарний сплав, що містить 50% нікелю та 50% міді. Додаткове легування мідно-нікелевих сплавів іншими металами підвищує не тільки механічні характеристики, але й надає їм спеціальних експлуатаційних властивостей.

Мельхіор марки МН19 використовують для виготовлення художніх виробів та декоративного посуду, а сплав МН30Ж1Мц1 – для одержання трубної арматури, яка корозійностійка в морській воді. Нейзильбер марки МН15Ц20 – це сплав на основі міді, що містить 15% нікелю і 20% цинку, має сріблястий колір, не окислюється на повітрі, стійкий у солях і органічних кислотах. Тому цей сплав використовують для виготовлення хімічного посуду та спеціальних корозійностійких виробів.

Сплав монель НМ28Ж2,5Мц1,5 має підвищені зносостійкість, пластичність, міцність та корозійну стійкість у кислотах і лугах. Такий сплав широко застосовується в хімічному машинобудуванні та у виробництві монет.

Кукаль марки МН13А13 є сплавом на основі міді, який містить по 13% нікелю і алюмінію. Кукаль при гартуванні від температури 900-1000°C і подальшому старінні за температури 500-600°C зміцнюється дисперсійною фазою NiAl. У результаті термічної обробки за вказаними режимами одержують корозійностійкий сплав із високими міцністю ($\sigma_b = 640-700$ МПа) та пластичністю ($\delta = 50\%$, $\Psi = 67\%$).

Нікелева бронза марки Бр08Ц1Ж1Н52 відрізняється високою корозійною стійкістю в агресивних середовищах. Використовуються також багатокомпонентні нікелеві сплави з підвищеним вмістом молібдену, які називають хастелоями. Існують три види таких сплавів: хастелой А (ЕІ 450Л) НМо21Ж19Мц3К; В (ЕІ 461Л) НМо28Ж6Мц3ХВдК; С марки НМо15Ж6Х16Мц1Вф4К, які відрізняються високою корозійною стійкістю в агресивних середовищах за підвищених температур. Із них виготовляють арматуру та ванни для збереження й транспортування сірчаної або соляної кислот.

Сплави зі спеціальними властивостями на основі нікелю застосовуються переважно в електротехніці. Копель марки МН43Мц0,5, константан марки МН40Мц1,5, хромель марок НХ9 і НХ9,5 та алюмель марки НМцАК використовують для виготовлення термоелектричних та компенсаційних дротів у контрольно-вимірювальній техніці. Із таких корозійностійких сплавів у парі між собою або з міддю виготовляють

термоелектричні перетворювачі (термопари), які відрізняються високою чутливістю до зміни температури в інтервалі 300-900°C.

Нікель-кремнієвий сплав марки НК0,2 та нікель-марганцеві сплави НМц2,5 і НМц5 відрізняються низькою пружністю парів і короткочасною стійкістю в електричній дузі. Такі сплави застосовують в електролампах та для виготовлення свічок запалювання у двигунах внутрішнього згорання.

Інвар – сплав нікелю з залізом (64% Fe – 36% Ni) – має дуже малий (на порядок менше, ніж у заліза) коефіцієнт термічного розширення. Інвар використовують для виготовлення маятників у годинниках та в точних вимірювальних приладах.

Пермалой марки Н80Мо4Ж16 і суперпермалой Н79Мо5Ж16 мають низьку коерцитивну силу та залишкову намагніченість. Тому їх застосовують для виготовлення сердечників у високочастотних дроселях, трансформаторах і радіоелектроніці.