

Лекція 29

ДИFUЗІЙНА МЕТАЛІЗАЦІЯ (АЛІТУВАННЯ, ХРОМУВАННЯ)

Дифузійна металізація полягає в дифузійному насиченні поверхневих шарів сталевих виробів металами з метою надання їм особливих фізико-хімічних властивостей.

З численних видів дифузійної металізації найбільшого поширення набули хромування й алітування.

Дифузійне хромування застосовують для підвищення окислостійкості і опору корозії сталевих виробів у хімічно активних середовищах. Цей вид обробки сприяє також підвищенню зносостійкості деталей машин.

Дифузійне хромування частіше здійснюється в газовому середовищі, яке містить летючі хлориди хрому CrCl_2 і CrCl_3 . При температурі $800\text{—}1200^\circ\text{C}$ ці хлориди виділяють атомарний хром, який і дифундує в поверхню виробу.

Дифузійне алітування полягає в насиченні поверхневих шарів сталевих виробів алюмінієм з метою підвищення їх окислостійкості (до $800\text{—}900^\circ\text{C}$). Вироби для алітування завантажують у сталевий ящик, заповнений фероалюмінієм, окисом алюмінію Al_2O_3 і нашатирем NH_4Cl і видержують при температурі $950\text{—}1000^\circ\text{C}$ протягом $4\text{—}16$ год. За цих умов утворюється хлорид алюмінію AlCl_3 , який у дальшому і виділяє атомарний алюміній, що дифундує в поверхню оброблюваного виробу.

Дифузійне насичення металевих сплавів металами та неметалами

Для багатьох деталей енергетичного машинобудування потрібна висока опірність окисній дії робочого і навколишнього середовища при високих температурах (окислостійкість). Залишається важливою проблемою захист виробів з

вуглецевих та низьколегованих сталей від корозії на повітрі, у воді, водяній парі. Розв'язати ці проблеми можна за допомогою дифузійної металізації.

Дифузійна металізація — це процес хіміко-термічної обробки, під час якої відбувається насичення поверхні виробів із сталі та чавуну металами. Процес насичення їх алюмінієм називають алітуванням, хромом — хромуванням, бором — боруванням, кремнієм — силіціюванням тощо. На відміну від електролітичних, дифузійні покриття не мають різкої межі з металом. Частіше від інших видів дифузійної обробки в промисловості використовують алітування, хромування, а також хромоалітування і хромосиліціювання.

Дифузійну металізацію, як і інші процеси хіміко-термічної обробки виробів, можна здійснювати у твердих, рідких та газоподібних середовищах.

Металізаторами для твердої дифузійної металізації виробів є порошкоподібні суміші потрібного елемента або його сплаву з залізом — феросплави (FeAl, FeCr, FeSi та ін.), активаторами (NH₄Cl, NH₄I та ін.), а також нейтральною домішкою (каолін, шамот) для запобігання спіканню суміші. У процесі хіміко-термічної обробки виробу одночасно або послідовно перебігають кілька хімічних реакцій, що мають різне значення для дифузійного насичення, як основні, так і побічні небажані перетворення.

Рідку дифузійну металізацію здійснюють, занурюючи деталі в розплавлений метал (наприклад, алюміній).

Газову дифузійну металізацію виконують у середовищах, у яких може утворюватися газова насичувальна фаза (наприклад, при пропусканні хлору в середовищі, що містить феросиліцій FeSi чи карбід кремнію SiC).

Оскільки метали, на відміну від вуглецю та азоту, утворюють із залізом розчини заміщення, дифузія їх відбувається значно

повільніше. Тому дифузійні металізаційні шари у десятки й сотні разів тонші за однакових температурно-часових умов процесу.

Поширенню дифузійної металізації заважають велика тривалість процесу і необхідність використання високих температур.

Хромування сталевих деталей здійснюють при температурі 900...1400 °С в порошковому, рідкому або газовому середовищах, що містять хром. Тривалість процесу насичення становить 5—12 год, унаслідок чого на поверхні деталі утворюється дифузійний шар завглибшки 0,1—0,3 мм.

Хромовані сталеві деталі мають підвищену окалиностійкість до температури 800 °С, високу корозійну стійкість, а при концентрації хрому в поверхневому шарі 0,3—0,4 % — підвищену твердість і зносостійкість. Хромують різні сталеві деталі й інструменти: клапани, вентиля, патрубки, штампи для холодного штампування тощо. Хромуванню можна піддавати деталі, виготовлені з будь-яких сталей, чавунів, металокерамічних матеріалів. Термодифузійне хромування сталевих деталей виконують після їх механічної обробки. При цьому потрібно враховувати приріст розмірів при насиченні, який становить 0,03 мм на діаметр. Стійкість сталевих штампів, що піддавалися дифузійному хромуванню, підвищується у 10 разів, матриць холодного осадження — у 5 разів, гарячого осадження — у 3 рази, порівняно з нехромованими. Твердість карбідного шару хромованої сталі досягає 1200...1300 HV.

Основна мета *алітування* — підвищення жаростійкості, корозійної стійкості, ерозійної стійкості поверхні деталей зі сталі та чавуну (деталі газогенераторних машин, цементацийних ящиків, чохла термопар, лопаті газотурбінних двигунів тощо). При алітуванні заліза і сталей спостерігається плавне падіння концентрації алюмінію за товщиною шару. Залежно від методу і режиму насичення, вона може сягати 58 % за масою на поверхні і відповідати утворенню фазового шару $FeAl_3$. У результаті алітування сталь має високу окалиностійкість до 850...900 °С,

оскільки у процесі нагрівання поверхні алітованих виробів утворюється щільна плівка оксиду алюмінію Al_2O_3 , яка захищає метал від окиснення. Насичення поверхні виконують при температурі 950...1050 °С протягом 3—12 год, унаслідок чого утворюється шар, товщина якого 0,1—1,0 мм, а твердість — до 500 HV, зносостійкість є низькою.

Борування. З метою підвищення твердості, зносостійкості, корозійної стійкості проводять насичення поверхні металів і сплавів бором. Борування здійснюють для сталей перлітного, феритного й аустенітного класів, тугоплавких металів і нікелевих сплавів. Насичення поверхні бором і утворення боридів відбувається при нагріванні виробів до температури 900...1000 °С у середовищах, які містять бор (2—5 год), або при електролізному боруванні в розплаві. Товщина боридного шару становить 0,05—0,4 мм, твердість досягає 2000 HV. Основна структура зміцненого шару — бориди FeB та Fe_2B , а вуглець сталей повністю витісняється із зони боридів у глибину. Під шаром стовбчастих кристалів боридів — α -твердий розчин бору в залізі, а при більшій кількості кремнію в перехідній зоні можуть утворюватись графіт і ферит що є небажаним. У сталях легованих Cr і Mn створюються леговані бориди $(Fe, Cr, Mn)B$ та $(Fe, Cr, Mn)_2B$, що за будовою аналогічні боридам заліза. При нагріванні бориди стійкі: FeB — до 800 °С, Fe_2B — до 1000 °С. Таким чином, висока мікротвердість боридного шару зберігається до 700 °С, що дозволяє застосовувати борування для підвищення зносостійкості деталей, які працюють при високих температурах (борування інструменту із сталей P18, P9, ХВГ).

Сталі після борування мають високу корозійну стійкість у водних розчинах соляної, сірчаної і фосфорної кислот. При однаковій товщині шару однофазні боридні шари мають більшу кислотостійкість, ніж двофазні. В азотній кислоті боридні шари нестійкі, але швидкість руйнування сталей після борування в 1,5—5 разів нижча, ніж без борування. Боровані шари на вуглецевих сталях стійкі до дії киплячих водних розчинів NaOH і KOH, а також розплавів цинку, свинцю, олова, кадмію.

Силіціювання — дифузійне насичення кремнієм поверхневих шарів виробів — виконують при температурі 950...1100 °С у відповідних середовищах. Тривалість витримки становить 2—12 год. При силіціюванні заліза і сталі на поверхні утворюється α -фаза (твердий розчин кремнію в α -залізі). Іноді дифузійний шар складається з двох фазових шарів: на поверхні утворюється шар впорядкованої α' -фази Fe_3Si , а далі йде α -фаза. Товщина дифузійного шару лежить у межах 0,15—0,8 мм. Він має підвищену стійкість до корозії в морській воді та кислотах, а також підвищену зносостійкість при відносно невеликій твердості (200...250 HV). Якість силіційованого шару значно знижується за рахунок пористості. Безпористі шари кременистого фериту на сталі 20 при 1100...1200 °С протягом 3—5 год. були отримані в суміші моносилану SiH_4 6—10 л/год. з дисоційованим аміаком (аргоном або азотом). Найцікавішим є силіціювання легованих сталей, оскільки Cr, Al і Ti, потрапляючи в силіційований шар, підвищує його окалинотійкість.

Дифузійне цинкування — процес, що полягає в насиченні поверхні сталі цинком при температурах 300...550 °С і 700...1000 °С у відповідному середовищі. Його використовують для підвищення корозійної стійкості сталі на повітрі, в бензині, маслах і гарячих газах (300...500 °С), що містять сірководень. Цинкове покриття нестійке в кислотах і лугах.

Для підвищення корозійної стійкості різних виробів (листів, труб, дроту, посуду, апаратури для здобуття спиртів, деталей газових компресорів тощо) частіше застосовують цинкування їх короткочасним (15—90 с) зануренням через флюс у розплавлений цинк (430...460 °С). Товщина утвореного шару при цьому становить 0,02—0,03 мм. При цинкуванні сталі в порошку цинку (температура 350...450 °С, тривалість витримки складає 1—10 год), товщина дифузійного шару становить 0,03—0,08 мм. Цинкування сталі в парах цинку здійснюється при температурі 700...1000 °С. Утворена товщина шару досягає 0,15—0,2 мм і більше.

Усе більше поширення набуває *сульфідкування залізовуглецевих сплавів* — насичення поверхні виробів сіркою.

Його здійснюють у сульфуризаторах, що містять хлористий калій, сульфат натрію, тіосульфат натрію, ціанистий натрій, карбамід тощо, тому поверхня виробів одночасно насичується вуглецем і азотом. У зв'язку з цим такий процес називають *сульфоціануванням*. Після сульфідуювання підвищується зносостійкість виробів; поліпшується адсорбція масла на поверхнях деталей, які працюють в умовах тертя; усуваються захоплювання і задири під час різання; поліпшується припрацювання деталей при терті. Тому сульфідуюванню піддають високоточні деталі, що працюють в умовах тертя (наприклад, компресійні та маслозйомні кільця двигунів внутрішнього згорання).

Комбінуючи набори компонентів, якими одночасно чи послідовно насичують поверхні деталей, можна здобувати широкую гаму властивостей дифузійних шарів. Тому в практиці сучасної хіміко-термічної обробки виробів комбіноване насичення їхньої поверхні набуває значного поширення.

Дефекти хіміко-термічної обробки металів

Основними факторами появи дефектів при хіміко-термічній обробці металів є порушення призначених режимних параметрів процесу, недотримання умов виконання допоміжних операцій і незадовільна якість матеріалів.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Види дифузійної металізації.
2. Суть дифузійної металізації.
3. Мета виконання дифузійної металізації.