

Хіміко-термічна обробка

Хіміко-термічна обробка (ХТО) — це вид [термічної обробки](#), що полягає в поєднанні термічного та хімічного впливу з метою зміни хімічного складу, структури і властивостей поверхневого шару металевого матеріалу.

Мета хіміко-термічної обробки — надати поверхневому шару металевої [деталі](#) підвищеної [твердості](#), [зносостійкості](#), [жаротривкості](#), [корозійної стійкості](#) тощо.



Хіміко-термічна обробка може передбачати:

- дифузійне насичення неметалами ([вуглецем](#), [азотом](#), [бором](#) та ін.);
- дифузійне насичення металами (дифузійна металізація — [алюмінієм](#), [хромом](#), [цинком](#), [титаном](#) тощо);
- дифузійне видалення домішок (вуглецю, кисню, водню).

Дифузійне насичення

Для дифузійного насичення поверхневих шарів виробів відповідними хімічними елементами [деталі](#) поміщають у середовище, з якого при витримці у процесі [дифузії](#) вглиб поверхневого шару переходять певні елементи ([вуглець](#), [азот](#), [алюміній](#), [хром](#), [кремній](#), [бор](#) та ін.). Можливе одночасне насичення декількома елементами (комплексне насичення). З метою прискорення ХТО й підвищення якості поверхневих шарів застосовують процеси іонного насичення (наприклад, азотування у тліючому розряді).

Цей вид обробки може виконуватись і як остаточне, так і попереднє термічне оброблення. За дифузійного насичення у поверхневому шарі виникають, зазвичай, значні залишкові напруження стиску, що сприяють підвищенню [границі витривалості](#) матеріалу виробів.

Дифузійне видалення домішок

Дифузійне видалення домішок використовують для видалення кисню, водню, вуглецю та ін. Здійснюють при нагріванні у вакуумі та різних середовищах за рахунок дифузії атомів домішок із серцевини до поверхні виробу та їх видалення з поверхні. Широко застосовують у промисловості [знеуглецьовування](#) трансформаторної сталі відпалом листів у середовищі водню.

Характеристика технологічного процесу

Процес хіміко-термічної обробки є багатоступеневим, і включає в себе три послідовні стадії:

1. Утворення активних атомів в середовищі насичення біля поверхні або безпосередньо на поверхні металу. Потужність дифузійного потоку, тобто кількість активних атомів які виникають за одиницю часу, залежить від

- складу і агрегатного стану середовища насичення, яка може бути твердим, рідким чи газоподібним;
- взаємодії окремих складових між собою;
- [тиску](#);
- [температури](#);
- хімічного складу металу, що підлягає обробці.

2. [Адсорбція](#) поверхнею насичення активних атомів, що утворилися. Адсорбція є складним процесом, перебіг якого носить нестационарний характер. Розрізняють фізичну (оборотну) адсорбцію і хімічну адсорбцію (хемосорбцію). При хіміко-термічній обробці ці типи адсорбції накладаються одна на одну. Фізична адсорбція призводить до зчеплення адсорбованих атомів елементу насичення (адсорбату) з оброблюваною поверхнею (адсорбентом) завдяки притягальній дії [сил Ван дер Ваальса](#), і для неї характерна легка оборотність процесу адсорбції — десорбція. При хемосорбції відбувається взаємодія між атомами адсорбату і адсорбенту, яка за своїм характером і силою близька до хімічної.

3. [Дифузія](#) — переміщення адсорбованих атомів в решітці оброблюваного металу. Процес дифузії можливий тільки при наявності розчинності дифундуючого елементу в оброблюваному матеріалі і досить високій температурі, що забезпечує енергію необхідну для перебігу процесу.

Товщина дифузійного шару, а отже і товщина зміцненого шару поверхні виробу, є найважливішою характеристикою хіміко-термічної обробки.

Товщина шару визначається рядом таких факторів, як

- температура насичення;
- тривалість процесу насичення;
- склад металу, тобто вміст у ній тих чи інших легуючих елементів;
- градієнт концентрацій насичує елемента між поверхнею виробу і в глибині шару насичення.

Види хіміко-термічної обробки [сталі](#)^[ред. | ред. код]

Найпоширенішими видами хіміко-термічної обробки сталі є: *цементация, азотування, ціанування, дифузійна металізація.*

[Цементация](#) називається процес насичення поверхні сталюого [виробу вуглецем](#). Після [загартування](#) такого виробу він стає твердим на поверхні і в'язким у серцевині. Цементация піддають в основному [деталі](#), які працюють на стирання і [удар](#) одночасно. Цементация застосовується для маловуглецевих сталей. Використовують два види цементация: цементация твердим карбюризатором і газова цементация.

Азотування — це технологічний процес насичення поверхневого шару виробу **азотом**, щоб надати поверхневому шару виробу високої твердості, підвищити **зносоустійкість** та опір агресивним середовищам. Азотують переважно **леговану сталь**, що містить **алюміній**, **титан**, **ванадій**, **вольфрам**, **молібден** або **хром**. Ці елементи, при взаємодії з азотом, утворюють тверді, стійкі до агресивних середовищ **нітриди** (TiN і т. д.).

Ціанування (карбонітрація) — насичення поверхневого шару виробів одночасно азотом (у меншій мірі) і вуглецем (у більшій мірі). Воно буває рідинне і газове, низькотемпературне (773...973 К), високотемпературне (1073...1123 К). Ціанування в основному застосовують для обробки інструментів із **швидкорізальної сталі**, підвищується **твердість** і **корозійна стійкість**.

Нітроцементация (газове ціанування) — насичення атомами переважно азоту і у меншій мірі вуглецю. Використовують для підвищення зносоустійкості.

Дифузійна металізація — насичення поверхневого шару виробу різними металами. Процес відбувається в розплавах металів, якщо метал має невисоку температуру плавлення (цинк, алюміній), або в газовому середовищі хлоридів металів (CrCl₃, AlCl₃, SiCl₄ і т. д.). Між хлоридом та **залізом** протікає реакція обміну, в результаті, якої утворюється активний атомарний елемент, який дифундує в поверхневий шар. Дифузійна металізація проводиться для підвищення твердості, корозійної стійкості, **жаростійкості**, блиску і естетичного вигляду. Найпоширеніші види дифузійної металізації:

- **алітування** (насичення алюмінієм), використовується для деталей, що працюють при високих температурах;
- **хромування** (насичення хромом), супроводжується утворенням дифузійного шару з твердого розчину хрому в α -залізі та включень карбідів хрому з твердістю 1200...1300 **HV** та глибиною 0,15...0,2 мм. Використовують для деталей, що працюють на **зношування** в агресивних середовищах;
- **борування** (насичення бором), який забезпечує високу твердість (1800...2000 **HV**), зносоустійкість та стійкість проти корозії в різних середовищах;
- **силіціювання** (насичення кремнієм), що сприяє високій корозійній стійкості в морській воді, а також деяких кислотах.