

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Сучасні технології  
у промисловому виробництві**

**МАТЕРІАЛИ**

**НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
ВИКЛАДАЧІВ, СПІВРОБІТНИКІВ,  
АСПІРАНТІВ І СТУДЕНТІВ  
ФАКУЛЬТЕТУ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ  
ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
(Суми, 18–21 квітня 2017 року)**

**ЧАСТИНА 1**

**Конференція присвячена Дню науки в Україні**

Суми  
Сумський державний університет  
20 17

## ЗАСТОСУВАННЯ ХІМІКО-ТЕРМОЦИКЛІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЛЯ ВАЛІВ ЗІ СТАЛІ 25ХГТ

*Мірошніченко О. М., магістрант; Лупирь О. В., студент;  
Говорун Т. П., доцент*

Часто традиційні способи зміцнюючих технологій виявляються недостатньо ефективними при вирішенні задач нової техніки. Це призвело до розробки у останній час способів та режимів, в основі яких лежать прийоми, що дозволяють інтенсифікувати велику кількість фізико-хімічних процесів за рахунок використання природи матеріалів і особливостей протікаючих у них структурних перетворень. До них можна віднести термоциклічну обробку (ТЦО). ТЦО складається із періодично повторюваних нагрівань і охолоджень по режимам, що враховують внутрішню будову матеріалу, а саме: різницю у теплофізичних характеристиках фаз, об'ємний ефект фазових перетворень та ін. Такий підхід дає можливість за короткий проміжок часу, залучивши до роботи практично всі резерви, сформулювати оптимальну структуру. При цьому можуть бути суттєво розширені можливості у частині отримання матеріалів із заданими властивостями і вдосконалення на цій основі машин, конструкцій, окремих вузлів та деталей. Все це ставить ТЦО у розряд перспективних напрямлень у металообробці.

Основним завданням в області технології хіміко-термічної обробки (ХТО) є істотна інтенсифікація процесів дифузійного насичення. Одним з перспективних напрямків вирішення поставленої задачі є використання при ХТО режимів термоциклічної обробки (ХТЦО), яка полягає в спільному здійсненні процесів дифузійного насичення і термічної обробки в режимі термоциклів матеріалу в інтервалі температур поліморфних перетворень. Використання ТЦО безпосередньо у процесах ХТО при цементації, азотуванні (ХТЦО) і т.д. дозволяє за більш короткий проміжок часу, ніж при ізотермічній витримці, досягти необхідного дифузійного збагачення поверхневих шарів необхідними елементами.

Для поверхневого зміцнення виробів із низьковуглецевих сталей (до 0,25 % вуглецю), якою є і сталь 25ХГТ, переважно застосовують цементацію. Метою цементації є отримання твердої та зносостійкої поверхні, що досягається збагаченням поверхневого шару вуглецем та наступним гартуванням із низьким відпуском. Цементація та наступна термічна обробка одночасно підвищує і межу витривалості.

Основними недоліками технології традиційних методів ХТО сталей є велика тривалість процесів дифузійного насичення і необхідність застосування додаткової термічної обробки з дотриманням суворо регламентованих технологічних режимів. Крім того, при ХТО відбуваються деформація і викривлення виробів, що пов'язані з об'ємними змінами внаслідок структурних перетворень в сталі, наприклад, через відмінності питомих обсягів структурних складових до і після гартування. Джерелом

викривлення є так само напруги, що виникають у виробі при нагріванні і охолодженні, при фазових перетвореннях і в результаті попередньої обробки. Значний вплив на викривлення мають прокалюваність і розмір зерна сталі. Для зменшення викривлення необхідно використовувати сталі з регламентованою прокалюваністю і гарантованим розміром спадкового зерна. Ефективними шляхами регулювання напруги для зменшення деформацій і викривлення оброблюваних виробів є методи попередньої термічної обробки і способи, що передбачають певні режими нагрівання та охолодження, наприклад, використання після насичення ступінчастого або ізотермічного гартування в розплаві солей.

Недоліки традиційних способів ХТО у багатьох випадках ліквідуються при поєднанні цього процесу із ТЦО. По-перше, ті структурні зміни, які отримуються у результаті ТЦО, прискорюють наступну дифузію атомів у металевому матеріалі. Тому використання ТЦО як попередньої ТО перед звичайною ХТО є достатньо перспективним. По-друге, проведення ХТО у температурному режимі ТЦО є найбільш ефективним методом інтенсифікації хімічного насичення поверхні деталей при одночасному покращенні їх якості. По-третє, використання ТЦО після ХТО у одному технологічному процесі виправляє перегрів (крупнозернистість) і інші дефекти структури, які отримуються зазвичай при високотемпературній ХТО.

Проведено дослідження поверхневого зміцнення зразків зі сталі 25ХГТ із застосуванням звичайної цементації у твердому карбюризаторі і цементації з ТЦО. Склад карбюризатора був наступний: вуглекислий барій 10 – 15 % та деревинне вугілля 90 – 85 %. Після традиційної цементації зразки піддавалися подвійному гартуванню із охолодженням у маслі і низькому відпуску. ХТЦО проводилося у інтервалі температур (920 - 930) °С – 550 °С. Тривалість циклу при температурі насичення 920 – 930 °С складала 1,5 години. Друга партія зразків після вказаного вище ХТЦО піддавалися повторному нагріванню до температури 790-810 °С із охолодженням у циклі до 550 °С та тривалістю процесу два цикли, далі проводили гартування у маслі і низький відпуск.

Циклування при цементації дозволяє позбавитися від залишкового аустеніту та підвищеної кількості цементиту, а використання термоциклічної обробки із додатковими циклами гартування ТЦО дозволяє збільшити глибину дифузійного шару до 1,1 – 1,2 мм. ХТЦО за рахунок інтенсифікації процесів дифузії, фазових та структурних перетворень дозволяє скоротити тривалість термічної обробки, підвищити зносостійкість сталей у порівнянні із стандартною хіміко-термічною обробкою в 1,2 – 1,5 рази за рахунок збільшення товщини цементованого шару, покращити весь комплекс механічних властивостей, а значить – надійність деталі. Також слід зазначити, що обробка із використання ТЦО забезпечує мінімальне короблення виробу завдяки малим витримкам при максимальних температурах процесу.