

## ВПЛИВ ПРОГРЕСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТЕРМОЦИКЛІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ПІДВИЩЕННЯ МІЦНІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАЛІ 5ХНМ ДЛЯ ШТАМПІВ ГАРЯЧОГО ДЕФОРМУВАННЯ

Берладір Х.В., студент, Говорун Т.П., ст. викладач, СумДУ, м. Суми

Гаряче об'ємне штампування - це вид обробки металів тиском, при якому формоутворення поковки з нагрітої заготовки здійснюють за допомогою спеціального інструменту - штампа. Штмп є інструментом для обробки тиском, поверхня і контур однієї або обох частин якого відповідає вигляду, формі і розмірам оброблюваної деталі або заготовки.

Гарячим об'ємним штампуванням виготовляють заготовки для відповідальних деталей автомобілів, тракторів, сільськогосподарських машин, літаків, залізничних вагонів, верстатів і т.п. Для штампів гарячого деформування досить часто використовують сталь 5ХНМ, яка в даний час є найбільш поширеним матеріалом при виготовленні гарячештампового інструменту в серійному виробництві. Проблема підвищення якості, надійності і довговічності інструменту для гарячої деформації металу актуальна у зв'язку з вдосконаленням конструкції прокатних станів і ковальсько-пресового обладнання за необхідності досягнення більших зусиль обжимання і швидкостей деформації. Тому пріоритетною задачею металознавства на сучасному етапі є розробка нових високоефективних режимів зміцнення, що дозволяють підвищити рівень фізико-механічних і експлуатаційних властивостей інструменту.

Одним з ефективних видів термообробки, яка комплексно підвищує властивості сталей, є термоциклічна обробка (ТЦО) – термічна обробка в умовах циклічних теплових впливів. Задача створення такої зміцнюючої термоциклічної технології, застосовної для інструментів, працюючих в різних умовах термосилового навантаження, надзвичайно складна і різноманітна. Її вирішення дозволить значно збільшити ресурс експлуатаційної стійкості шляхом пошуку нових нестандартних поєднань схем циклічної обробки і параметрів ТЦО у межах режимів, які дозволили б створювати в металі керовані структурні стани за рахунок подрібнення зерна, створення підвищеної густини дефектів, прискорення дифузійних процесів і інших фізичних ефектів. Тому розробка нових режимів ТЦО для штампового інструменту гарячого деформування металу з метою ефективного управління структурою, підвищення механічних, експлуатаційних властивостей і запобігання руйнування робочих поверхонь інструмента є актуальною задачею, що представляє теоретичний і практичний інтерес.

При проведенні термоциклічної обробки для сталі 5ХНМ [1] використовувались режими, що включали одноразовий, двоцикловий і трицикловий нагрів до сталої температури  $T_{max}$  (850°C) і проміжне охолодження на повітрі до 300...450°C (вище за точку початку мартенситного перетворення  $M_n$  для досліджуваного матеріалу). З температури останнього нагріву здійснювалося гартування в масло [1]. Далі проводився відпуск до 470° С з отриманням необхідної твердості. Відбір проб, випробування механічних властивостей, заміри твердості і мікротвердості евтектоїда (H50) проводилися за стандартними методиками. Випробування гарячої зносостійкості проводилися в режимі сухого тертя об

поверхню ролика з твердого сплаву з частотою обертання 200 хв-1. Випробування разгаростійкості проводилося при нагріванні пропусканням струму ( $U=380$  В), інтервал зміни температур від 20 до 620...640°C, охолодження виконувалось стисненим повітрям. Авторами [1] було встановлено, що ТЦО з постійною  $T_{max}$ , охолодженням між циклами на повітрі до 350° С, охолодженням в маслі з останнього нагріву подрібнює структуру і робить її більш однорідною, що підвищує комплекс механічних властивостей сталі 5ХНМ після термоциклювання та відпуску на задану твердість: КСУ зростає в 1,4...1,6 рази, характеристики міцності на 5 ... 8%, характеристики пластичності більше, ніж вдвічі. Збільшення кількості циклів в режимі ТЦО сприяє більш повному розчиненню карбідної фази, розташованої по межах зерен, і утворенню збагаченого аустеніту, що дозволяє одержати більш однорідну структуру зі збереженням дрібного зерна. Для такої структури помітно зростання показників міцності ( $\sigma_{0,2}$  - на 80 МПа,  $\sigma_b$  - на 100 МПа) при одночасному збільшенні відносного звуження - в 1,5 рази і КСУ в 1,3...1,5 рази після ТЦО і відпуску, що значно перевершує властивості сталі порівняно з типовою термообробкою. Відносна зносостійкість ( $\epsilon$ ) сталі 5ХНМ [2] змінюється залежно від  $T_{max}$ , кількості циклів і температури немонотонно. Так,  $\epsilon$  після ТЦО з  $T_{max}$  850 і 870° С має істотно вищі значення, ніж після ТЦО з  $T_{max} = 790^\circ$  С і після типових режимів гартування і відпуску. Оптимальним режимом ТЦО визначено наступний - 3 цикли з  $T_{max} = 850^\circ$  С, охолодження у маслі, відпуск при 300°C, при якому отримано найбільше підвищення зносостійкості - на 22%.

Використання термоциклічної обробки, як остаточного виду термообробки, для поліпшення структури і властивостей штампових сталей гарячого деформування дозволяє підвищити ударну в'язкість таких сталей при збереженні високої твердості і міцності, отримати сприятливу структуру сталі із можливістю сфероїдизації неметалевих частинок (сульфідів, фосфідів тощо) з метою зменшення шкідливого впливу цих домішок.

## Список літератури

1. Иващенко В.Ю. О повышении стойкости штампов для горячего деформирования / В.Ю. Иващенко, А.П. Чейлях // Строительство, материаловедение, машиностроение : сборник научных трудов, Вып. 48. Ч. 1. – Днепропетровск : ПГАСА, 2009. – С. 114-118.
2. Иващенко В.Ю. Анализ причин разрушения гравюры и повышение стойкости штампового инструмента из стали 5ХНМ с помощью ТЦО // Захист металургійних машин від поломок. – 2006. – Вип. №9. – С. 46-49.