

ЛЕКЦІЯ 9

ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ СПОСОБИ ЗМІЦНЕННЯ

1. ЛАЗЕРНЕ ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХОНЬ

Лазерне зміцнення поверхонь дозволяє вибірково змінювати властивості різних ділянок деталей машин і інструментів, у результаті чого можна одержувати більше міцні зносо- і корозійностійкі поверхні. Воно має ряд особливостей, які вигідно відрізняються від інших методів і способів зміцнення: локальність процесу зміцнення, можливість обробки важкодоступних місць, одержання заданої шорсткості поверхні, можливість одержання на поверхні деталі шару із заданими властивостями; можливість автоматизації процесу тощо. Крім того, цим способом можна не тільки зміцнювати поверхневий шар, оброблюваних деталей. Використання лазерних установок для зміцнення відсічних кромek плунжерів паливних насосів, роликів і кулачків розподільних валів двигунів внутрішнього згоряння дозволяє значно збільшити зносостійкість і подовжити їхню довговічність.

Продуктивність зміцнення залежить від швидкості протікання процесу $V = lf / n$, де l – довжина оброблюваної ділянки, мм; f – частота проходження імпульсів, регламентована технологічними параметрами лазера n – кількість імпульсів, необхідна для обробки заданої ділянки.

Щоб уникнути оплавлення дна в бічних стінок канавки при зміцненні кромek плунжера він розташовується в зафокальній області лінзи. Обробка лазерним зміцненням виконується в середовищі захисного газу, наприклад, аргону. Оброблювані місця піддаються хімічному травленню.

У зв'язку з тим що цей спосіб зміцнення не змінює шорсткості оброблюваної поверхні, операція лазерного зміцнення звичайно виконується після остаточної механічної обробки деталей. При обробці великих поверхонь, наприклад, при зміцненні контактуючих поверхонь кулачків вала двигунів внутрішнього згоряння обробка проводиться на окремих ділянках. Стійкість зміцнення при цьому підвищується на 30-50 %.

Лазерному зміцненню піддаються багато деталей, що працюють при значних контактних навантаженнях. Після такого зміцнення значно підвищуються контактна зносостійкість і міцність кромek клапанних тарілок, робочих поверхонь напірних золотників паливної апаратури, головки штоків вихлопних клапанів, робочих поверхонь вимірювального інструмента. Обробка робочої поверхні золотника конусного ущільнення трубопровідних арматур високого тиску на лазерній установці дозволила одержати зміцнені зони по контактному колу золотника. Зміцнена зона є сукупністю плям фокусування лазерного променя із кроком $0,75 D$ і шириною 0,6 мм. Таке зміцнення призводить до росту стійкості клапанного з'єднання більш ніж в 3 рази.

Великий ефект від використання цього способу досягається при зміцненні пуансонів і матриць штампів, стійкість яких залежить від твердості й стану поверхні їхніх робочих елементів. Лазерне зміцнення цих елементів здійснюється після їх остаточної механічної обробки, причому щільність потужності лазерного випромінювання не повинна перевищувати критичного значення, коли спостерігається оплавлення поверхневого шару оброблюваного матеріалу.

Лазерне зміцнення з високою ефективністю використовується для обробки шийок і галтелей колінчатих валів, бічних сторін кільцевих виточок поршнів двигунів внутрішнього згоряння, зубів і торцевих поверхонь зубчастих коліс. Лазерне зміцнення дозволяє одержати стабільно однорідний зміцнений шар, що практично недосяжно при інших методах обробки. При цьому глибина зміцнення, що залежить від матеріалу й режимів обробки, досягає 1-2 мм.

Лазерному зміцненню можна піддавати чавунні напрямні станин верстатів. Таке зміцнення дозволяє довести їхню твердість до 60 HRC.

У ряді випадків при лазерному зміцненні деталей на їхню поверхню наносять легуючі елементи. При цьому необхідно, щоб температура на поверхні перевищувала температуру плавлення легуючого елемента. У процесі оплавлення металу відбувається його інтенсивне перемішування з легуючими елементами, розміщеними на оброблюваній поверхні. Глибина легування

визначається потужністю променя, його діаметром і швидкістю сканування. При легуванні, наприклад, вуглецевої сталі кобальтом глибина шару досягає 1,2 мм, при цьому зносостійкість деталей збільшується у 3-4 рази.

Для підвищення ефективності лазерної обробки застосовується чорніння оброблюваних поверхонь, наприклад, хімічне травлення, що дозволяє проводити процес при меншій енергії випромінювання. Зниження енергії лазерних імпульсів збільшує частоту їхнього проходження і продуктивність обробки. Для підвищення стабільності параметрів зміцнення, зниження ймовірності зменшення вуглецю в поверхневому шарі й поліпшення зовнішнього вигляду деталей лазерну обробку рекомендується вести в аргоні.

Перспективним є сполучення лазерної обробки із ШД. При цьому підвищуються фізико-механічні параметри й поліпшується мікрорельєф поверхні (рис. 1).

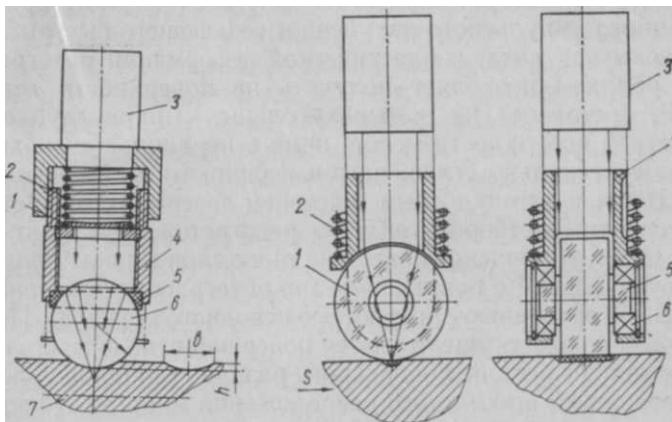


Рис. 1. Кулькова й роликова головка для лазерного зміцнення

Пристрій для такої комбінованої обробки складається із корпусу 4, який закріплюється на супорті верстата, в отворі якого на фторопластовому під'ятнику 5 установлена деформуюча

елемент-куля 6, виконана із прозорого для лазерного випромінювання матеріалу. Між кулею 6 і встановленим на корпусі 4 випромінювачем – лазерним генератором 3 розміщена лінза. Механізм навантаження кулі виконаний у вигляді пружини 2, яка розміщена в корпусі 4. Центр деформуючої кульки розташований на оптичній вісі негативної лінзи. Необхідна щільність світлового потоку в зоні контакту кулі й деталі 7, що забезпечує нагрівання до температури 1100-1200 °С і можливість керування розмірами плями нагрівання поверхні при імпульсній роботі генератора, а отже, і розмірами й формою мікрорельєфу, забезпечується за допомогою зсуву негативної лінзи. При цьому положення фокальної площини й розміри зони нагріву визначаються фокусною відстанню негативної лінзи і її положенням відносно кулі. Швидке охолодження місця контакту за рахунок інтенсивного відбору тепла основною масою металу забезпечує деяке зміцнення поверхні. У ході зміцнення корпус із деформуючою кулькою встановлюється на оброблювану поверхню, після чого пружиною 2 створюється певний натяг, який дорівнює зусиллю накатування, й включається випромінювач лазерного генератора з одночасною подачею головки уздовж оброблюваної деталі. Поперечна подача стола дозволяє одержувати мікрорельєф по всій ширині обробки. При відповідних режимах роботи й зусиллі деформування 100 Н найбільш доцільним з погляду зносостійкості є частково регулярний мікрорельєф із шаховим розташуванням зміцнених мікрозаглиблень розміром 0,5-0,6 мм глибиною 0,0015 мм і висотою напливів по їхніх краях 0,0003 мм. Одержання такого мікрорельєфу на деталях із цементованої й загартованої до 60-62 HRC сталі 20X с вихідною шорсткістю поверхні $Ra = 0,16...0,08$ мм підвищило в 1,5 рази зносостійкість поверхні у порівнянні зі шліфованою.

Пристрій закріплюється на супорті поздовжнього фрезерного або повздожньо-стругального верстата. Як деформуючий елемент використовується циліндричний ролик, через який пропускається на оброблювану поверхню імпульсне лазерне випромінювання.

С появою газових, найчастіше на базі вуглекислого газу, лазерів потужністю 5...15 кВт більш істотно розширилася область

застосування променевої обробки. Цьому сприяє ще й те, що лазерне зміцнення супроводжується в десятки разів меншим коробленням деталей, ніж при звичайному індукційному загартуванні, що дозволяє виключити деякі технологічні операції і тим самим знизити собівартість обробки. Крім того, мінімальне короблення деталей дає можливість будувати верстати, у яких можуть сполучатися процеси механічної обробки з лазерним термозміцненням.

2. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Переваги лазерного зміцнення поверхонь перед іншими методами обробки деталей.
2. Ряд особливостей лазерного зміцнення, які вигідно відрізняються від інших методів і способів зміцнення.
3. Матеріали деталей, які можуть підлягати лазерній обробці.
4. Від чого залежить продуктивність лазерної обробки.
5. Сполучення лазерної обробки із методами поверхневої пластичної деформації.
6. Підвищення контактної зносостійкості методами лазерної обробки.
7. Схеми установок для здійснення процесів лазерного гартування.