

## ЛАЗЕРНА ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Денисенко М.І.<sup>1</sup>, к.т.н.,

Іващенко С.В.<sup>1</sup>, інж.,

Лісовський Л.В.<sup>1</sup>, інж.,

Дев'ятко О.С.<sup>2</sup>, к.т.н.

<sup>1</sup>*Відокремлений структурний підрозділ «Немішаївський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України» Київська обл., Бучанський р-н, смт. Немішаєве, Україна.*

<sup>2</sup>*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна.*

**Постановка проблеми.** Агропромисловий комплекс України представляє собою важливу галузь економіки держави, котрий має стратегічне значення для забезпечення сталого розвитку суспільства, має мультиплікативний ефект для розвитку національної економіки, і при цьому представляє виключно, у порівнянні з іншими секторами, соціальне значення. Одним з найважливіших напрямків даної галузі являється сільськогосподарське машинобудування, котре повинно задовольняти жорстким вимогам, що постають перед працездатністю і продуктивністю готового обладнання.

Більше 70% випадків виходу з ладу машин і механізмів являються наслідками зносу тертьових поверхонь деталей на глибину 0,3...0,5 мм, причому відношення площі цих поверхонь до загальної площі деталей значно менше одиниці. Локальне зміцнення деталі за допомогою лазерного променя дозволяє ефективно вирішувати низку виробничих завдань, забезпечуючи переваги у порівнянні з традиційними технологіями за критерієм «ціна – якість».

**Основні матеріали дослідження.** У більшості випадків проблема катастрофічного зносу постає від того, що поверхня деталі зазнає контактних навантажень, втоми і корозійних пошкоджень. У зв'язку з цим на сучасному етапі розвитку техніки і технології, зростаюча увага приділяється питанням інженерії поверхні, що припускає розробку та отримання нових матеріалів з заданими наперед властивостями. Завдання створення металевих матеріалів з якісно новими властивостями, звично вирішують на основі структурно-енергетичного підходу, що об'єднує принципи формування хімічного складу матеріалу, а потім шляхом розробки технологічних процесів його зміцнювальної обробки.

Зростає випуск машин і обладнання, створюються нові зразки техніки, що працюють у важких умовах технічної експлуатації. Техніка

безперервно стає більш складною, до її деталей пред'являються підвищені вимоги за якістю, зносостійкості, корозійної стійкості, терміну служби. Використання лазерних технологій для підвищення ресурсу деталей машин має великі можливості, і дозволяє успішно вирішувати низку проблем. Лазерний промінь як технологічний інструмент, завдяки своїм унікальним характеристикам, насамперед всього високої інтенсивності і монохроматичності, можливості досягнення високих значень потужності та щільності потоку енергії, відрізняється від відомих технологічних засобів зміцнення поверхонь.

Основні показники технології лазерного поверхневого зміцнення для активного широкомасштабного його використання:

Співвідношення «ціна – якість»; підвищення терміну служби деталей за рахунок радикального, у 2-6 разів підвищення зносостійкості, зміцнених на глибину до 0,8...1,5 мм поверхонь досягається вартістю зміцнення, що не перевищує 10-15% вартості незміцнених деталей;

Зміцнення та підвищення зносостійкості поверхонь відбувається без порушення макро і мікрогеометрії деталі, відсутня необхідність виконання будь яких трудомістких підготовчих або заключних доводочних робіт;

Відсутність проблем міцності зв'язку (адгезії) зміцненого шару з основою, що важливо, наприклад, при використанні технології напилювання;

Оперативність виконання робіт, тому що зміцнюються локально відповідно програмі тільки швидкозношуваних поверхонь, а не вся деталь.

Можливість зміцнення і модифікування поверхонь широкої номенклатури матеріалів з підвищенням їх експлуатаційних характеристик, що дозволяє у багатьох випадках замінити дорого вартісні, складно леговані матеріали на більш дешеві та доступні, з наданням їм потрібних експлуатаційних характеристик.

Можливість додаткового підвищення зносостійкості відновлених ремонтним наплавленням поверхонь після їх механічної обробки у креслярські розміри.

Лазерне зміцнення ножів і молотків (матеріали сталь 45, 65Г) для подрібнення комбікормів здійснювали на установці «Квант-16», і на газовому лазері CO<sub>2</sub> «Лотос-31». Глибина зміцнення складала 0,5...0,6 мм. Першими установками для поверхневої обробки матеріалів використовувались лазери імпульсної дії. Але лазерні установки імпульсної дії характеризуються малою середньою потужністю, тому їх використання доцільне для обробки деталей невеликих розмірів. Протягом багатьох років CO<sub>2</sub> - лазер безперервної дії є самим потужним серед коли-небудь розроблених промислових лазерів.

Йому надається перевага у процесах зварювання, різання, термозміцнення. Потужність безперервних CO<sub>2</sub> - лазерів може

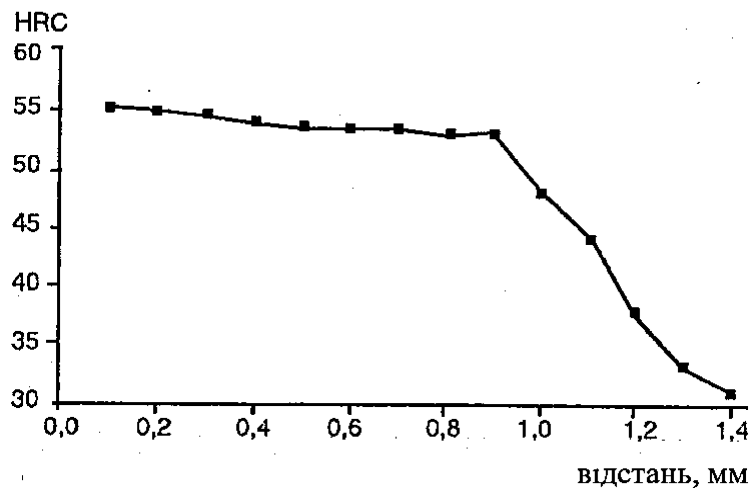
досягати сотні кіловат, що дозволяє значно підвищити продуктивність обробки. У цих лазерах, у якості активного середовища використовували суміш газів  $\text{CO}_2$ , He,  $\text{N}_2$ . Довжина хвилі генеруючого випромінювання – 10,6 мкм. Вони здатні працювати у імпульсному та безперервному режимах, мають високу просторову когерентність і промисловий ККД, що дорівнює приблизно 10-15%. Причому, вартість  $\text{CO}_2$  лазерів на протязі двох останніх десятиліть, декілька зменшилася, вартість використовуваних газів невисока, характеристики стабільні. Лазери легкі у керуванні та безпечні за дотримання правил експлуатації. Також для оплавлення композиційних покриттів при розробці технології зміцнення треба використовувати лазерні установки безперервної дії ЛГН – 702 потужністю 800 Вт і Комета – 2, потужністю 1200 Вт.

У сучасному лазерному технологічному обладнанні по обробці матеріалів, в основному на сьогодні використовуються потужні газові і волоконні лазери, успішно, замість лазерів Nd – YAG. Використання лазерного випромінювання, як локального висококонцентрованого джерела інфрачервоного кольору відкриває широкі можливості при модифікуванні структури та властивостей поверхневих шарів металевих матеріалів. Крім локальності, перевагами лазерної обробки являється можливість безперервного управління процесом: глибина нагрівання зменшується зі зростанням інтенсивності лазерного випромінювання, тому що при цьому відбувається більше швидке нагрівання поверхні тертя, за малої щільності потоку і тривалого часу зовнішнього опромінення, утворюється значна термодифузія в основний метал, а утворений температурний градієнт, недостатній для швидкого охолодження поверхневого шару, котре необхідне для отримання твердої структури.

Лазерна обробка являється одним з методів отримання покриттів, що підвищують їх міцність зчеплення з основою, з мінімальним об'ємним розігріванням деталі та високою локальністю процесу зміцнення. На сьогодні створено лазерні комплекси декількох модифікацій з багатоканальними випромінювачами [1,2,3]. Однопроменеві лазери з гаусовим розподіленням енергії у промені, не дають рівномірності глибини та розподілення мікротвердості ділянки зміцнення, без використання спеціальної складної оптичної системи. Якість випромінювання зв'язане з просторовим розподіленням інтенсивності випромінювання у плямі та її геометрії.

Від геометрії лазерної плями на виході з лазера, і у фокусі лінзи, а також просторового розподілення інтенсивності світла у цій плямі безпосередньо залежить нагрівання поверхні матеріалу і, і як наслідок, ефективність його плавлення та видалення розплаву від ділянки зміцнення. Очевидно переваги зміцнення поверхонь тертя багатоканальним лазером, тому що у міру спрацювання поверхневих шарів матеріалу, зменшення ширини доріжки зміцнення відбувається з

меншою швидкістю. Крім того, використання багатопроменевих лазерів дозволяє отримувати більш високу рівномірність глибини зміцнення, обробляти поверхні з меншою кількістю доріжок за рахунок зменшення коефіцієнту перекриття. Зменшується час і вартість обробки, зростає продуктивність. На рис.1 наведено приклад практичного зміцнення деталей машин різного функціонального призначення: лазерне термозміцнення крайок статора і ротору подрібнювача для виробництва комбикормів.



**Рис. 1. Лазерне термозміцнення крайок статора і ротора обладнання для виробництва комбикормів. Твердість після зміцнення 55...56 HRC.**

За розробленими технологіями на спеціалізованих лазерних комплексах, за останні роки вже зміцнили декілька тисяч деталей для підприємств різних галузей. Зміцнені деталі можуть бути різної складності з розмірами від десятків міліметрів до двох метрів і більше, масою від сотень грамів до двох тон. Глибина зміцнення залежить від потрібних властивостей конкретної деталі і може змінюватися від 30...50 мкм до 1,2... 1,5 мм. Лазерне гартування призводить до підвищення твердості, дисперсності структури та зростанню зносостійкості у 2-6 разів.

Лазерне зміцнення ріжучого інструменту зі швидкоріжучих та легованих сталей здійснюється імпульсним випроміненням робочих крайок інструменту на лазерній технологічній установці. Зміцнений шар має дисперсну аустенітну -мартенситну структуру, в результаті на поверхні утворюється шар товщиною 60...80 мкм та мікротвердістю 1100-1200 Н/мм<sup>2</sup>.

**Висновки.** Лазерна технологія термозміцнення може бути ефективно використана:

у системі залізничного транспорту для обробки надресорних балок, бічних рам, колісних пар, авто зчіпок, різних валів;

у галузі виробництва, ремонту та експлуатації сільськогосподарської техніки для збільшення терміну служби робочих органів ґрунтообробної техніки (дисків борін, плужних лемішів, ножів культиватора). Асортимент виробів охоплює всю програму деталей, близько 10 тисяч видів, що швидко зношуються, для всіх сучасних сільськогосподарських машин та ґрунтообробної техніки;

в оборонній промисловості, зокрема, для підвищення ресурсу стволів артилерійських установок.

### ***Список використаних джерел***

1. Elmer J.W., Hochanadel P.W., Lachenberg K., Caristan C. and T. Webber High Electron, Beam and Laser Beam Welding ASM Handbook, Volume 6A, Welding Fundamentals and Processes, T. Siewert, S. Babu, and V. Acoff, editors.

2. Технология формирования износостойких покрытий на железной основе методами лазерной обработки / О.Г. Девойно и др. Минск: БНТУ, 2020. 280 с.

3. Огов В.И., Афанасьева Л.Е., Новоселова М.В. Особенности формирования структуры и микрогеометрии поверхности лазерных наплавов с использованием многоканального CO<sub>2</sub> лазера // Упрочняющие технологии и покрытия. 2016. №11. С.19–22.