

УДК 504.062:621.791.052:66.013+620.197:669.788

**В.Г. Старчак, докт. техн. наук, професор**  
 Чернігівський національний педагогічний університет ім. Т.Г. Шевченка  
**С.Д. Цибуля, докт. техн. наук, доцент**  
**К.М. Іваненко, канд. техн. наук**  
**Н.П. Буяльська, канд. техн. наук, доцент**  
**І.А. Костенко, канд. техн. наук, доцент**  
 Чернігівський національний технологічний університет, [stcibula@gmail.com](mailto:stcibula@gmail.com)

## ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЛЕКСНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

Науково-технічний прогрес в машинобудівному комплексі неможливий без високої якості, технологічності, довговічності, екологічної безпеки та експлуатаційної надійності, зварних з'єднань (ЗЗ), особливо в умовах дії агресивних наводнювальних середовищ та циклічних, статичних навантажень. Рівень якості зварних конструкцій обумовлює певний ризик техногенних аварій, оскільки в 90% випадків катастрофічні руйнування відбуваються в зоні зварних з'єднань, чому сприяє їх висока чутливість до водню. Разом з тим, водень – неминучий компонент технологічних середовищ на всіх стадіях одержання, обробки металів: виплавки, зварювання, термообробки, експлуатації тощо. [1, 2].

Тому важливе удосконалення технологічних процесів зварювання (зокрема – використання автоматичного дугового зварювання (АДЗ) замість ручного дугового, зварювання з охолодженням, об'ємним термозміцненням), впровадження технічних засобів захисту агресивних середовищ універсальним технологічним методом – синергічними захисними композиціями (СЗК), модифікованими захисними покриттями (МЗП). Це обумовлює комплексне забезпечення якості ЗЗ, підвищення рівня екологічної безпеки, експлуатаційної надійності зварних конструкцій, запобігання техногенних аварій, із забрудненням довкілля [1-2].

Запропоновано новий критерій визначення технологічної ефективності  $\gamma_T^\beta$  технічних засобів захисту зварних конструкцій за коефіцієнтом впливу водню:

$$\beta_N^1 = (N_\Pi - N_H) / (V_H / N_H),$$

де  $N_\Pi$ ,  $N_H$  – число циклів до руйнування на повітрі, в наводнювальному середовищі;

$V_H$  – показник наводнювання.

Показник наводнювання  $V_H$  чітко визначає якість ЗЗ, ніж інші показники (табл. 1).

Таблиця 1 – Технологічна ефективність  $\gamma_T$  технічних засобів захисту зварних з'єднань сталі 09Г2ФБ (АДЗ, з охолодженням – 1, і без нього – 2)

Середовище	$\gamma_T^\beta = \beta_N^{(2)} / \beta_N^{(1)}$	Комплексний захист СЗК	
		за $\beta_N^1$	за $\gamma_T^N = N_1 / N_2$
NACE	2.2	3.9	1.8
3% NaCl+i <sub>K</sub>	3.2	5.2	2.0

### Список посилань

1. Сучасне матеріалознавство XXI ст. / Відп. редактор акад. НАНУ І. К. Походня – К.: Наук. думка, 1998. – 658 с.
2. Походня И. К. Исследование водородного охрупчивания сварных соединений конструкционных сталей / И.К. Походня, В.И. Швачко // Сварные конструкции. – Киев, 1995. – С.41 – 42.

3. Підвищення корозійної стійкості, довговічності та екологічної безпеки конструкційних матеріалів поверхневою модифікацією / [В.Г. Старчак, С.Д. Цибуля, С.О. Олексієнко, К.М. Іваненко ] //Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2006. Спецвип. № 5. – Т. 2. – С. 883 – 888.

УДК 621.791.72

**В.Ю. Хаскін, докт. техн. наук, пров. наук. співр.**

Інститут електрозварювання ім. Є.О.Патона НАНУ, м. Київ, [khaskin@ua.fm](mailto:khaskin@ua.fm)

**О.В. Долянівська, інж., ст. викладач**

Національний технічний університет України «КПІ», [dow2@i.ua](mailto:dow2@i.ua)

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СУПУТНЬОГО ПЛАЗМОВОГО НАГРІВУ НА ВЛАСТИВОСТІ ОБРОБЛЕНОЇ СТАЛЕВОЇ ПОВЕРХНІ ПРИ ЛАЗЕРНІЙ МОДИФІКАЦІЇ**

Підвищення ресурсу роботи машин і механізмів є одним з важливіших завдань сучасного виробництва. До найбільш перспективних шляхів вирішення цього завдання відносяться застосування лазерної або плазмової обробки [1]. Але в кожного з цих процесів є певні недоліки. Так, у разі застосування лазерного зміцнення сталевих поверхонь в них виникають залишкові напруження, які з часом призводять до виникнення тріщин втоми із подальшим руйнуванням деталі. У разі плазмового зміцнення спостерігається низька стабільність процесу і загроза привнесення матеріалу катоду в матеріал оброблюваної деталі. Суміщення лазерного і плазмового процесів дозволить одержати нову форму термічного циклу обробки, що в свою чергу призведе до усунення вказаних недоліків із одночасним взаємним покращенням впливу на матеріал, який зміцнюють [2].

Тому метою даної роботи є дослідження можливостей підвищення експлуатаційного ресурсу поверхонь тертя деталей з вуглецевих і легованих сталей шляхом застосування комбінованої лазерно-плазмової модифікації цих поверхонь, спрямованої на отримання зносостійких структур і зниження залишкових напружень в модифікованих шарах.

Основна схема лазерного модифікування передбачає зміцнення як із попередньо нанесених на поверхню шарів, так і з присаджувального матеріалу, що подається в процесі обробки. За цією ж схемою виконується загартування поверхні із підвищенням її здатності поглинати випромінювання за допомогою нанесення поглинаючих покриттів. Однак, реалізовані за традиційною схемою процеси лазерного модифікування мають низку недоліків [3]: утворення мікротріщин (поперечних напрямку обробки, сітки тріщин, тріщин в перехідній зоні тощо); утворення мікропор в зоні литого металу і на межі між зоною литого металу і ЗТВ; надмірні проплавлення або відсутність формування доріжки зміцнення; нерівномірність висоти або значні коливання мікрорельєфу зміцненого шару.

Одним із способів усунення цих недоліків є підвищення поглинаючої здатності поверхні, що зміцнюють шляхом модифікування. Випромінювання діодних, волоконних і Nd:YAG-лазерів забезпечує поглинальну здатність близько 40...50%. Випромінювання CO<sub>2</sub>-лазера на металевих поверхнях забезпечує поглинальну здатність близько 10...20%. Як бачимо, неповне використання лазерної потужності є однією з важливіших проблем лазерного зміцнення, що призводить до зниження ефективного ККД процесу і його здороження. Розв'язання цієї проблеми із одночасним введенням додаткової можливості модифікування термічного циклу процесу пов'язано із використанням додаткового локального теплового джерела (наприклад, плазмового), яке підігріватиме поверхню в зоні дії лазерного випромінювання. Це сприятиме, також, зниженню залишкових