

О.Б. НАСТИЧ, канд. техн. наук, доц., Р.О. ТИМЧЕНКО, д-р техн. наук, проф.,  
Д.А. КРІШКО, канд. техн. наук, ст. викладач., Криворізькій національний університет

### ТЕХНОЛОГІЯ ЕЛЕКТРОШЛАКОВОГО ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ

Для ремонту зношених деталей розроблено технологію електрошлакового відновлення. В основу покладено високоефективний спосіб переплаву електрода, що витрачається, в металевий водоохолоджуваний кристалізатор. Відновлення деталі полягає в наплавленні замість зруйнованого елемента електрошлакової заготовки електрошлакового типу відповідної форми та розмірів з мінімальними припусками на механічну обробку.

Електрошлакове відновлення деталей, володіючи всіма перевагами процесу ЕШП, відрізняється низкою специфічних особливостей. З'єднання основного металу і металу, що наплавляється, відбувається в початковий період процесу наплавлення, званий розводкою. Необхідною умовою правильно виконаної розводки є повне оплавлення основного металу по всьому перетину кристалізатора. Важливу роль у цьому відіграє застосовуваний флюс. Дослідженнями встановлено, що флюси АНФ-1П, АНФ-29 не мають необхідної для оплавлення основного металу тепловідляючої здатності. Під час сплавлення однорідних і неоднорідних сталей у зоні з'єднання виявлено залишки шлаку. Використання флюсу АНФ-6 забезпечує відновлення високої якості, що досягається за рахунок високотемпературного розігріву і проплавлення основного металу на глибину 5-10 мм.

Відпрацьовано дві основні схеми електрошлакового ремонту: наплавлення "встик" і відновлення з додатковим нижнім кристалізатором.

З урахуванням практичних даних залежно від перерізу зношеного елемента (до 0,03 м<sup>2</sup>) і його висоти отримано залежності для розрахунку оснащення та електричних параметрів процесу електрошлакового відновлення деталей. Для ремонту великих деталей складної конструкції (до 150 кг) відпрацьовано оптимальний термічний цикл процесу відновлення, що містить попереднє підігрівання в спеціальному пристрої – термостаті та уповільнене охолодження. Деталі, відновлені за розробленим термічним циклом, не піддаються додатковій термічній обробці. Під час наплавлення складної конструкції без попереднього підігріву в зоні термічного впливу виявлено холодні тріщини, у зоні сплавлення – залишки шлаку. Виконання попереднього підігріву безпосередньо відновлюваної частини деталі дає змогу усунути холодні тріщини, але в зоні оплавлення залишається непровар і з'являються надриви. Для дрібних деталей (до 45 кг) внаслідок рівномірного прогрівання основного металу в процесі наплавлення попередній підігрів може не виконуватися.

Наплавлення електрошлакової заготовки здійснюється металом, ідентичним або близьким за хімічним складом до основного металу. Розподіл хімічних елементів у зоні сплавлення для однорідних сталей змінюється в межах марочного складу. Під час сплавлення різнорідних сталей утворюється зона перехідного металу шириною 50-100 мкм. Для наплавленого металу характерна чад кремнію (до 30%), що вимагає застосування витратних електродів з верхньою межею за кремнієм. Видалення сірки становить 30-70%. Макроструктура металу відновлення вирізняється строго спрямованим зростанням дендритів, що забезпечує під час експлуатації підвищення довговічності та працездатності деталей. У відновлених деталях без термічної обробки для наплавленого металу характерна крупнозернистість на відміну від дрібнозернистої мікроструктури основи. Різномірність мікроструктури усувається термічною обробкою.

Проведені комплексні дослідження якісних показників металу відновлених деталей показали, що з'єднання металу, що наплавляється, і основного металів за своїми механічними властивостями значно перевершує вимоги технічних умов до литого металу і не поступається за деякими властивостями деформованому. Наплавлений метал вирізняється високою щільністю, чистотою за неметалевими включеннями і вищою, ніж основа, корозійною стійкістю. Результати оцінки показали, що за об'ємним відсотком включень електрошлаковий метал у 2-4 рази чистіший, ніж метал, з якого виготовлено деталь. Дослідженнями встановлено можливість багаторазового відновлення зношених деталей з подальшою термічною обробкою.

Розроблено спосіб і технологію електрошлакового відновлення, що дають змогу забезпечити високу довговічність і надійність роботи відремонтованих деталей.

Доповідь присвячена технології електрошлакового відновлення деталей.