

Парахнєвич Є.М., Івахненко Є.І.

(НУ «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя)

**ЗМІНА МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МЕТАЛУ ПРИ НАПЛАВЛЕННІ
БЛИЗЬКИХ ЗА ХІМІЧНИМ СКЛАДОМ СТАЛЕЙ ЕЛЕКТРОШЛАКОВИМ
МЕТОДОМ**

E-mail: g1028913@gmail.com

Проблема вторинного використання деталей, що вийшли із ладу, стоїть досить гостро для машинобудівної галузі України і світу. Однією з ефективних технологій відновлення зношених деталей є технологія, яка базується на електрошлаковому наплавленні (ЕШН). В процесі ЕШН в результаті рафінування активним шлаковим розплавом метал, який переплавляється, очищується від шкідливих домішок, газів, неметалевих вкраплень, а направлена знизу догори кристалізація забезпечує утворення щільної структури [1]. Використання цього методу особливо перспективне для відновлення деталей рухомого складу залізничного транспорту [2,3].

Під час експлуатації електровозів із ладу виходить лише частина деталі, маса якої складає 10...12 % від загальної маси деталі. Роботу відновлених деталей, їх робочий ресурс, експлуатаційну надійність в деяких випадках лімітує якість зони сплавлення та зон термічного впливу. Присутність у цих зонах несприятливої крихкої структури, плівкових неметалевих вкраплень, пор, дефектів газового походження викликає руйнування відновлених деталей по зоні сплавлення. В процесі експлуатації електровозів марок ЧС-4, ЧС-8 з ладу виходить «шестерня» – деталь ходової частини електровозу, яка виготовлена із сталі 45ХН, масою 145,5 кг. В ній зношується шліцьове з'єднання і внутрішня різьба на ступиці, в той час як зубчаста передача в більшості випадків не зношується. Шліцьове з'єднання працює на згин з крученням, а руйнування відбувається із-за значних динамічних навантажень. В якості пари для наплавлення було запропоновано на сталь 45ХН наплавити сталь 20ХН3А, тому що сталь 20ХН3А має більший рівень механічних властивостей, що призведе до підвищення ресурсу роботи відновленої деталі електровоза.

Зміна хімічного складу відбувається від металу основи до наплавленого по зоні сплавлення (табл. 1). Хімічний склад відрізняється тільки по вуглецю і нікелю. В табл. 1 не представлено дані хімічного складу зони сплавлення, тому що визначити її хімічний склад неможливо із-за її малого розміру (ширина 150–200 мкм). В зоні сплавлення метал має хімічний склад, середній між сталлю 45ХН і сталлю 20ХН3А. Спостерігається різниця по вмісту вуглецю (близько 0,3 %) і нікелю (близько 2 %). Вміст усіх елементів знаходиться в межах ДСТУ 7809:2015.

Таблиця 1 – Хімічний склад наплавлення сталі 20ХН3А на сталь 45ХН

Марка сталі, ДСТУ	Вміст елементів, %							
	C	Si	Mn	Ni	Cr	не більше		
						P	S	Cu
45ХН ДСТУ 7809:2015	0,41... 0,49	0,17... 0,37	0,5... 0,8	1,0... 1,4	0,45... 0,75	0,035	0,035	0,3
45ХН основа	0,43	0,24	0,53	1,14	0,53	0,024	0,020	0,14
20ХН3А ДСТУ 7809:2015	0,17... 0,24	0,17... 0,37	0,3... 0,6	2,75...3, 15	0,6... ,9	0,025	0,025	0,3
Електрод 20ХН3А	0,19	0,22	0,46	2,80	0,59	0,013	0,020	-
Наплавлений метал 20ХН3А	0,20	0,15	0,46	2,71	0,62	0,027	0,022	-

При наплавленні близьких за хімічним складом сталей провели випробування зразків до і після термічного оброблення (табл. 2).

Таблиця 2 – Механічні властивості металу при наплавленні сталі 20ХН3А на сталь 45ХН

Марка сталі, ГОСТ	Механічні властивості					
	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	Ψ , %	KCU, МДж/м ²	НВ
45ХН ДСТУ 7806:2015	717	-	11,0	52,9	0,565	197
20ХН3А ДСТУ 7806:2015	950	750	12,0	55	1,1	-
Вимоги для деталі (дані СТП)	686	-	10,0	-	-	217...241
Метал ЕШН без термічного оброблення	798	-	8,0	28	0,2	$\frac{187...197^*}{207}$
Метал ЕШН після термічного оброблення	849	-	9,0	43	0,42	$\frac{289^*}{241}$

Примітка: * чисельник – метал основи, знаменник – наплавлений метал

В литому стані до термічного оброблення показники ударної в'язкості металу зони сплавлення значно менші, ніж основного і наплавленого металів, що пояснюється неоднорідністю структури металу зони сплавлення. Травлення шліфів показало, що зразки розривалися по металу основи, з чого можна зробити висновок, що метал зони сплавлення і наплавленої сталі мають кращі показники механічних властивостей. Термічне оброблення сприяє покращенню мікроструктури металу зони сплавлення, і як наслідок, підвищує механічні властивості відновленої деталі.

Таким чином, наплавлення сталі 20ХН3А на сталь 45ХН дає змогу отримати заготовки з високим рівнем механічних властивостей, набагато вищим за вимоги до металу деталей електровозів. Такий результат, крім інших факторів, досягається також завдяки термічному обробленню відновлених деталей, режим якого підбирали відповідно до хімічного складу зони сплавлення. Тільки в цьому випадку можливо отримати високі показники механічних властивостей відновлених деталей.

Література:

1. Рябцев И.А. Наплавка деталей машин и механизмов / Рябцев И.А. – К: Екотехнологія, 2004. – 160 с.
2. Парахневич Є.М. Відновлення деталей електрошлаковим методом / Є.М. Парахневич, Б.С. Сперанський, Ю.П. Петруша // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – 2000. – №2. – С. 49 – 51.
3. Кусков Ю.М. Электрошлаковая наплавка / Кусков Ю.М., Скороходов В.Н., Рябцев И.А., Сарычев И.С. – М: Наука и технология, 2001. – 189 с.