

## Відновлення сталевих деталей з отворами

В машинобудуванні та транспорті широко застосовуються деталі з отворами такі як стакани, фланці, гільзи тощо. В наш час існує багато способів усунення дефектів, що утворились в процесі експлуатації на зовнішніх поверхнях таких деталей. Проблемою стало їх усунення на внутрішніх важкодоступних поверхнях. В даній роботі представлено новий метод ремонту таких дефектів на прикладі шкворневої балки трамваю, а саме - заварювання тріщин, що утворились на внутрішній поверхні шкворня, спеціальним екзотермічним способом.

Шкворнева балка вварена в металевий корпус кабіни трамваю і рухомо з'єднує її з вагонеткою (рис.1). Під час руху трамваю на шкворень діють великі статичні та динамічні навантаження, а при утворенні внаслідок зношування зазорів додаються ще й ударні. В результаті цих навантажень на внутрішній поверхні шкворня виникають поздовжні тріщини. Слід зауважити, що тріщини знаходяться на ділянці шкворня усередині балки. Під час ремонту таку шкворневу балку вирізали (рис.2), а на її місце вварювали нову. При цьому виникає ряд проблем, що роблять цей процес трудомістким, дорогим і технологічно складним.



а)

б)

а – вигляд з салону, б – вигляд знизу

Рисунок 1 – Шкворінь трамваю

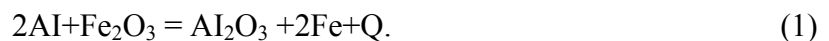
В роботі запропоновано ремонт даної деталі з використанням спеціально розробленого екзотермічного заряду, який виготовляється в спеціальному вогнетривкому мішечку, у якому з однієї сторони виконано розріз, що закривається тонкою фольгою. Мішечок наповнений екзотермічною сумішшю, до складу якої

входять порошок алюмінію та оксид заліза. Також до цієї суміші додаються різні легувальні елементи (ферохром, феросиліцій, феромарганець тощо) в залежності від марки металу деталі, що ремонтується.



Рисунок 2 – Вирізана балка трамваю з пошкодженим шкворнем

Заряд з сумішшю розміщують фольгою до місця з тріщиною. Проміжок, що залишився в отворі, щільно запаковують формовою сумішшю чи піском, що забезпечує фіксацію та герметичність місця зварювання. Після завершення підготовчих операцій в порошок суміш занурюють електрод і запалюють дугу за допомогою імпульсного джерела живлення. Локальне збільшення температури більше 1350°C зумовлює початок екзотермічної реакції (СВС), під час якої алюміній реагує з киснем і утворює шлак (1), а розплавлене залізо з легувальними елементами утворює зварювальну ванну [1].



Припускається, що реакція відбувається у вузькій зоні, яка настільки мала відносно усього об'єму суміші, що її товщиною можна знехтувати. В цьому випадку максимальну температуру в зоні реакції пропонується визначати за рівнянням [2]:

$$\Delta H_{T_2}^0 = \int_{T_2}^{T_2} [C_p(X) + C_p(Y)] dT + \Delta H_{\text{ф.н.}}(X) + \Delta H_{\text{ф.н.}}(Y) + \int_T^{T_{\text{max.}}} [C_p(Z)] dT + \Delta H_{\text{ф.н.}}(Z),$$

де  $\Delta H_{T_i}^0$  - початкова температура суміші;

$C_p(Z), C_p(X), C_p(Y)$  - теплоємності компонентів суміші і продукту реакції;

$T_{\text{max}}$  - максимальна температура продуктів взаємодії;

$\Delta H_{\text{ф.н.}}$  - тепловий ефект фазових перетворень, що відбуваються в діапазоні між початковою температурою і максимальною температурою реакції.

Тепловий ефект реакції при температурі взаємодії за законом Кіргоффа дорівнює[2]:

$$\Delta H_{T_i}^0 = \Delta H_{298}^0 + \int_{298}^{T_r} [C_p(Z) - C_p(X) - C_p(Y)] dT - \Delta H_{\text{ф.н.}}(X) - \Delta H_{\text{ф.н.}}(Y) + \Delta H_{\text{ф.н.}}(Z).$$

Розрахунок теплового балансу показав, що згоряння такої суміші розвиває температуру, що достатня для плавлення країв тріщини та відновлення деталі. Після закінчення реакції та охолодження мішок з піском виймають, утворений шов очищають від шлаку і, якщо існує потреба, механічно обробляють.

Використання даного способу для ремонту шкворневої балки не потребує її вирізання та дає змогу проводити зварювання в вертикальному положенні на внутрішніх поверхнях отворів.

Література:

1. Соколов И.П., Пономарев Н.Л. Введение в алюмотермию. – М.: Металлургия, 1990. – 135 с.
2. Савуляк В.І. Синтез зносостійких композиційних матеріалів та поверхневих шарів з екзотермічних компонентів. – УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2002с.