

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ДЕФЕКТНОСТІ НА ДОВГОВІЧНІСТЬ ЗВАРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ МОБІЛЬНИХ МАШИН

М.І. Підгурський, М.Я. Сташків, І.М. Підгурський, О.М. Підлужний
ТНТУ ім. І.Пулюя, м. Тернопіль, Україна

Аналіз технологій виробництва зварних несучих конструкцій мобільних машин свідчить, що технології зварювання, які застосовуються на заводах, дозволяють отримати вироби, що відповідають вимогам нормативної документації. Невідповідність якості зварних швів пов'язана з низкою об'єктивних і суб'єктивних факторів – відхиленням режимів зварювання, неякісною підготовкою елементів конструкцій для зварювання, неритмічністю виготовлення машин через незавантаженість робочих потужностей заводів-виробників.

Статистичний аналіз показує, що кожній технології зварювання відповідає певна дефектність, яка має статистичну стійкість. З'єднання, виконані на різних заводах, але за однією технологією (автоматичне, механізоване чи ручне дугове зварювання) мають подібні картини розподілу дефектів, що дозволяє розглядати задачу в ймовірнісній постановці. Найбільш розповсюдженими дефектами зварних з'єднань несучих конструкцій машин є підрізи (> 40-50% всієї дефектності), непровари, тріщини. Дефекти металоконструкцій мобільних машин характеризуються різноманіттям форм, розмірів, місцем розташування, у зв'язку з чим однозначна інтерпретація результатів контролю цих дефектів на оцінку втомної міцності є досить проблематичною.

У зв'язку з цим проведено експериментальні дослідження втомної міцності сталі 09Г2С ($\sigma_T = 380$ МПа; $\sigma_B = 380$ МПа; $\psi = 68\%$) та її зварних з'єднань та проведено їх порівняння з даними експлуатаційних випробувань рам. Оскільки втомне руйнування залежить від багатьох факторів (виду навантаження, абсолютних розмірів зразків, величини концентрації напружень, виду і технології виконання зварних швів та ін.) діаграми втоми для конкретної конструкції суттєво відрізняються від базових діаграм матеріалу. Порівняння кривих втоми натурних конструкцій, елементів зварних з'єднань і основного металу сталей показують, що ділянки кривих, які відповідають втомному руйнуванню, можуть бути з достатньою точністю апроксимовані паралельними лініями. Нахилена пряма, що відповідає втомній міцності зварного з'єднання, зміщується відносно базової прямої основного металу в напрямку зменшення довговічності, причому, чим вища

концентрація напружень в біляшовній зоні, тим це зміщення суттєвіше. Зазначимо, що криві втоми, побудовані у подвійних логарифмічних координатах, відображають залежність числа циклів навантаження $lg N$ до руйнування від рівня амплітуди циклічних напружень $lg \sigma_a$.

Встановлено, що довговічність рамних конструкцій у 3-5 разів є нижчою у порівнянні з дослідженими ідентичними зразками бездефектних зварних з'єднань, що мали теоретичні коефіцієнти концентрації напружень $\alpha_\sigma = 1,9 \dots 2,2$. У зв'язку з тим, що бездефектні зварні з'єднання у недостатній мірі моделюють вузли реальних конструкцій проведено дослідження на втому таврових зразків зі штучно ініційованими дефектами на гідропульсаторі ZDM-100. Для цього в зоні сплавлення шва з основним металом дисковою фрезою товщиною 0,13 мм ініціювали гострий надріз глибиною 10-12% товщини зразка. Встановлено, що штучно ініційовані надрізи, які моделюють дефектність в зоні зварних швів, знижують довговічність конструктивних елементів практично у 5 разів у порівнянні з бездефектними зварними з'єднаннями.

Також проведено дослідження впливу способу зварювання таврових з'єднань. Результати досліджень показали різницю в довговічності до 1,5...2 разів з деякою перевагою механізованого способу зварювання у порівнянні з ручним зварюванням електродами УОНИ-13/55 ідентичних вузлів.

Таким чином, аналізуючи результати проведених досліджень та літературні дані, відзначимо наступне:

- технологічні дефекти зварних з'єднань, зокрема підрізи, суттєво впливають на циклічну міцність конструктивних елементів, що необхідно враховувати при проектуванні конструкцій і виборі технологічних допусків на виготовлення;
- довговічність зварних рам за часом зародження тріщин складає в середньому 15 % загального ресурсу рам, тобто їх роботоздатність забезпечується завдяки повільному підростанню тріщин втоми при експлуатації мобільної техніки;
- емпірична автотель підібності, тобто забезпечення адекватності умов випробувань напівнатурних зразків і рамних систем, досягається при наявності у зразках, що моделюють вузли рамних конструкцій, тріщиноподібних дефектів. Саме в цьому випадку довговічність дефектних напівнатурних зразків корелюється з даними випробувань рамних конструкцій.