

УДК 53.098

Сейдаметов С.В.¹, Павленко Д.В.², Щетініна М.О.³, Лоскутов С.В.⁴

¹ старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

² д-р техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

³ зав. лаб. НУ «Запорізька політехніка»

⁴ д-р фіз.-мат. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

РЕЛАКСАЦІЯ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ У СПЛАВІ ЕП-718ІД ПІД ДІЄЮ МАГНІТНОГО ПОЛЯ

Залізонікелеві сплави широко використовуються в авіаційній галузі завдяки високій міцності, стійкості до високих температур, окислення та корозії, а також добрій оброблюваності. Залишкові розтягуючі напруження, що виникають у деталях під час їх виготовлення та експлуатації, а також теплової і механічної обробки, є важливим фактором, який впливає на міцність та довговічність конструкцій, оскільки їх висока концентрація призводить до утворення втомних тріщин. З метою їх усунення використовують термічний, механічний, ультразвуковий вплив на вироби. Найпоширенішим способом зняття залишкових напружень є термічна обробка [1, 2], яка разом з низькою перевагою має і суттєві недоліки – великі енерговитрати на нагрівання та зміна структури, що веде до втрат характеристик міцності деталі. Перспективним з цієї точки зору є використання магнітного поля.

Зразки зі сплаву ЕП-718ІД (ХН45МВТЮБР) призматичної форми розміром 59×10×1,9 мм були вирізані з листа, отриманого за традиційною технологією (ГОСТ 19903-74). Залізонікелевий жароміцний сплав належить до аустенітного класу, а, отже, при кімнатній температурі є парамагнітним.

Розтягуючі залишкові напруження на поверхні зразків формувались шляхом шліфування на плоскошліфувальному верстаті 3Г71, а визначались методом послідовного зняття тонких шарів металу електролітичним поліруванням за допомогою приладу ПІОН-2. Електроліт мав наступний склад: плавикова кислота – 2%; азотна кислота – 30%; решта – вода. Запис прогину зразка здійснювався самописом. Маса зразка до і після електрополірування визначалась за допомогою аналітичних терезів типу АДВ-200 з точністю 0,001 г.

Для отримання імпульсного магнітного поля використовували розряд конденсаторної батареї електрогідроімпульсного преса моделі Т1220 через мідний соленоід.

Обробка зразків імпульсним магнітним полем проводилася багаторазово (10 імпульсів) у режимі зарядки конденсаторної батареї до

$U=5$ кВ. При цьому температура зразків, що вимірювалась за допомогою термопари хромель-копель, не змінювалась.

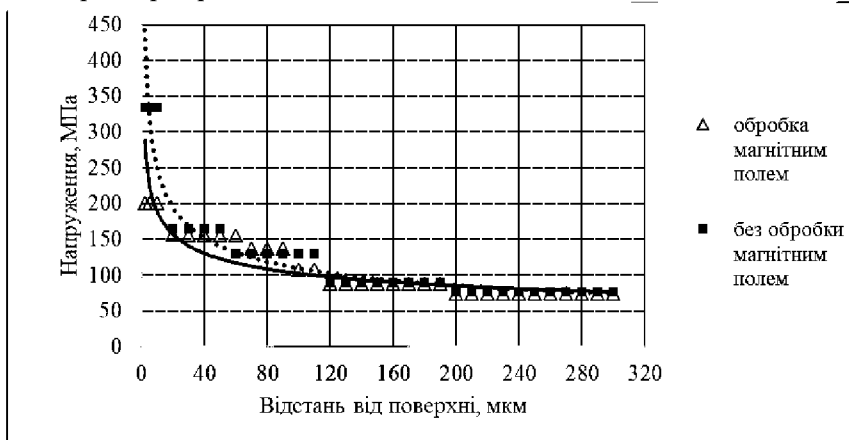


Рисунок 1 – Розподіл залишкових напружень у поверхневому шарі зразків

Результати досліджень (рис. 1) розподілу залишкових напружень у поверхневому шарі зразків показують, що обробка імпульсним магнітним полем зменшує величину залишкових напружень на глибині до 20 мкм майже на 40%.

Зниження залишкових напружень у парамагнітному заліззонікелевому сплаві пов'язано з перебудовою дислокаційної структури під дією магнітного поля, т.з. магнітопластичним ефектом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Evolution of microstructure, mechanical properties and residual stress of a cold rolled invar sheet due to heat treatment / S.J. Park, S.-H. Jo, J.G. Kim and others // Metals. – 2022. – № 12: 110.
2. In situ study of the stress relaxation during aging of nickel-base superalloy forgings / P.E. Aba-Perea, P.J. Withers, T. Pirling and others // Metallurgical and materials transactions. – 2019. – Vol. 50A: 3555.