

SECTION 2. APPLIED MECHANICS

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-519-8-4>

FINISHING INFLUENCE ON LOW-CYCLE FATIGUE OF NICKEL ALLOY SAMPLES

ВПЛИВ ФІНІШНОЇ ОБРОБКИ НА МАЛОЦИКЛОВУ ВТОМУ ВРАЗКІВ З НІКЕЛЕВОГО СПЛАВУ

Honchar N. V.

*Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Associate Professor at the Department
«Technologies of mechanical
engineering»
National University "Zaporizhzhia
Polytechnic"
Zaporizhzhia, Ukraine*

Гончар Н. В.

*кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри технології
машинобудування
Національний університет
«Запорізька політехніка»
м. Запоріжжя, Україна*

Kryvoruchenko V. L.

*Postgraduate Student at the Department
«Technologies of mechanical
engineering»
National University "Zaporizhzhia
Polytechnic"
Zaporizhzhia, Ukraine*

Криворученко В. Л.

*аспірант кафедри технології
машинобудування
Національний університет
«Запорізька політехніка»
м. Запоріжжя, Україна*

Dotsenko Ye. S.

*Master's Student at the Department
«Technologies of mechanical
engineering»
National University "Zaporizhzhia
Polytechnic"
Zaporizhzhia, Ukraine*

Доценко Є. С.

*магістрант кафедри технології
машинобудування
Національний університет
«Запорізька політехніка»
м. Запоріжжя, Україна*

Фінішно-оздоблювальні методи, такі як обробка щітками обертальної дії на основі полімерно-абразивних волокон або вібро-абразивна обробка, використовують для поліпшення параметрів шорсткості, але зачасту такі операції мають також і зміцнювальний ефект [1]. Поєднання сприятливих властивостей поверхневого шару є одним з ефективних методів підвищення несучої здатності деталей,

працюючих зі змінними навантаженнями, наприклад деталей газотурбінних двигунів (ГТД). Загалом для таких деталей переважно проводяться перевірки характеристик опору багатоцикловій втомі [1, 2]. Проте, особливості умов роботи деяких деталей ГТД є такими, що у перехідних і аварійних режимах на них можуть впливати значні за величиною циклічні навантаження. Тому у цьому випадку, становить практичний інтерес малоциклова область навантажень, і задача її оцінки є актуальною.

Метою дослідження була порівняльна оцінка впливу методів фінішної обробки поверхні зразків з жароміцного сплаву на нікелевій основі ХН73МБТЮ, який широко використовується в авіадвигунобудуванні для дисків і лопаток, на характеристики малоциклової втоми.

Випробування на малоциклову втому здійснювали на плоских призматичних зразках в умовах жорсткого режиму навантаження при чистому вигині [3]. Частота навантаження складала 1 Гц. Зразки випробовували за однакових умов і фіксованої величини деформації, що становила 0,5%. Здійснювали безперервне спостереження за попередньо підготовленою ділянкою в зоні конструктивного концентратора напружень зразків, для якого фіксували число циклів до появи сітки мікротріщин, їх злиття в магістральну макротріщину, і повного руйнування зразка. Кожна партія складалась з 7–8 зразків.

Досліджували наступні партії (отримана шорсткість поверхні):

- 1 – вихідна – шліфування (Ra 1,6 мкм);
- 2 – традиційне полірування (Ra 0,15–0,16 мкм);
- 3 – обробка полімерно-абразивними щітками (ПАЩ) обертальної дії послідовно жорсткими і м'якими ПАЩ (Ra 0,22–0,27 мкм);
- 4 – вібро-абразивне полірування (ВАП) за два підходи – попередній і тонкий (Ra 0,12–0,14 мкм).

Для аналізу впливу фінішних методів на малоциклову втому загальну довговічність було розбито на три стадії: I – довговічність до появи сітки мікротріщин, II – число циклів до злиття поверхневих мікротріщин у магістральну макротріщину, III – довговічність до повного руйнування. Відмітимо, що в деталях авіаційних двигунів ціниться так звана «живучість» – період між зародженням тріщини і руйнуванням. Нікелеві сплави, подібні ХН73МБТЮ, ХН77ТЮР, відрізняються високою живучістю.

Максимальну довговічність I стадії до появи сітки мікротріщин показали поліровані зразки і зразки після ВАП, тому попередньо можна сказати, що основний вплив на довговічність зразків до появи поверхневих мікротріщин надає шорсткість поверхні. За рахунок ударної дії волокон ПАЩ поверхня деякою мірою незначно

«охрупчилась», можливо тому 3 партія показала менший період до появи мікротріщин.

Довговічність II стадії у всіх партій була практично однаковою.

При аналізі довговічності зразків до повного руйнування, що характеризує III стадію – розвитку втомної тріщини, було встановлено, кращій результат показала 3 партія зразків після обробки ПАЩ. Четверта партія також значно перевищила першу. Це можна пояснити сприятливим впливом технологічних залишкових напружень стиснення в поверхневому шарі після фінішної обробки.

Порівняно з вихідною партією шліфованих зразків встановлено підвищення загальної довготривалості 2-ї партії на 27%, 3-ї партії на 36% і 4-ї партії на 33%.

Цікаво відмітити, що при відносному перерахунку, «живучість» (тобто сумарна тривалість II і III стадій) усіх партій зразків складала 67-73% від загальної малоциклової довготривалості.

В результаті було встановлено, що порівняно з шліфованими, зразки, оброблені вищевказаними фінішними методами, показали підвищення опору малоциклової втомі на 27–36%, але є необхідність подальшого більш детального дослідження комплексного впливу властивостей поверхневого шару, наведених даними фінішними методами, на експлуатаційні параметри.

Література:

1. Степанов Д. М., Гончар Н. В., Кондратюк Е. В., Тришин П. Р. Особливості фінішної обробки складнопрофільних і тонкостінних авіаційних деталей щітковими полімерно-абразивними інструментами. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2022. 200 с.

2. Гончар Н. В., Гребенніков М. О., Криворученко В. Л., Слободян А. Г. Оптимізація технологічного процесу виготовлення лопаток в умовах одиничного виробництва ГТД. *Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем: матеріали XIII міжнародної наук.-практ. конф. (Чернігів, 25–26 травня 2023 р.)*. Чернігів : ЧНТУ, 2023. Том 1. С. 218.

3. Гончар Н. В. Вплив поверхневого деформаційного зміцнення на витривалість деталей зі сплаву EI698-ВД в області малоциклової втомі. *Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві* : збірник наукових праць. Полтава, 2013. Вип. 3(4). С. 20–27.