Рис. 4 – Зовнішній вигляд робочої поверхні наплавленої пресової шайби після 40 пресувань трубної заготовки зі сплаву МНЖ-5-1

Повна вартість відновлення шайби наплавленням в 1,5…2 рази нижче вартості нової шайби із сталі 3Х3М3Ф, таким чином вартість одного штампоудару зменшилась втричі.

Список посилань

1. Гринь А.Г. Анализ причин износа рабочих втулок при прессовании заготовок с заготовок на гидравлических прессах. [Электронный ресурс] / А.Г. Гринь, В.А. Пресняков, И.А. Бойко, С.М. Волков // Науковий Вісник Донбаської державної машинобудівної академії, Краматорськ. – 2011. –№1 (7Е). – С. 27 – 32.

2. R.Rajieva, P.Sadagopan, R.Shanmuga Prakasha. Study on investigation of hot forging die wear analysis – An industrial case study. *Materials Today: Proceedings*, Volume 27, Part 3, 2020, Pages 2752-2757.

3. Юзвенко Ю.А. Выбор состава для износостойкой наплавки прессового инструмента / Ю.А. Юзвенко, Г.А. Кирилюк, Н.А. Мальцев // Сварочное производство. – 1976. – №1. – С. 22-23.

4. E.O. Correa, N.G. Alcântara, L.C. Valeriano, N.D. Barbedo, R.R. Chaves. The effect of microstructure on abrasive wear of a Fe—Cr—C—Nb hardfacing alloy deposited by the open arc welding process. *Surface and Coatings Technology,* Volume 276, 25 August 2015, Pages 479-484, https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2015.06.026

УДК 621.78 : 669.2

Долгов М.А., докт. техн. наук, доцент
Калініченко В.І., канд. техн. наук
Інститут проблем міцності імені Г.С. Писаренка НАН України, м. Київ,
dna@ipp.kiev.ua

ВИБІР МЕТОДУ АЗОТУВАННЯ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ СПЛАВІВ

Розробки стосовно вибору технологічного процесу зміцнення металевих сплавів відіграють важливу роль для конструкторів та технологів. Вибір процесу зміцнення повинен ґрунтуватися не тільки на його вартості, а й від характеристик поверхневого шару, доступності, методу виробництва, методу утилізації, терміну служби виробів тощо. Вибір технологічного процесу зміцнення залежить від ряду факторів. Отже, це є актуальною проблемою багатокритеріальних методів прийняття рішень.

Вибір технологічного зміцнення металевих сплавів для конкретної деталі або елемента конструкції – складний та дорогий процес. Особливо це актуально у випадку вибору процесу зміцнення високотехнологічних та прецизійних деталей. Розв'язання питань

підвищення надійності та ресурсу елементів конструкцій потребує застосування металевих матеріалів, здатних працювати в умовах перепаду тиску, підвищених вібрацій, під час змінних ударних та статичних навантаженнях. Стан поверхневого шару визначає роботоздатність усієї деталі або виробу. Використання матеріалів з підвищеною міцністю внаслідок їх високої вартості недоцільно. Існує велика кількість технологічних процесів хіміко-термічної термічної обробки матеріалів, які мають свої особливості, переваги та недоліки.

Одним із видів хіміко-термічної обробки є азотування [1]. Під час азотування виникає тривалий високотемпературний нагрів деталей. Високі температури процесу азотування можуть приводити до змінювання структури поверхневих шарів, зниження характеристик міцності та в’язкості руйнування.

В роботі проведено на прикладі азотування порівняльний аналіз відомих методів, а саме: азотування у газових печах, азотування у сольових ваннах та іонного азотування. Проведеного порівняльний аналіз методів азотування. Визначено переваги та недоліки, які пов'язані з особливостями обладнання та технологічних процесів.

Кількісне оцінювання ефективності процесу азотування виконано переведенням якісних параметрів технології у кількісні. Процедуру вибору способу азотування здійснено методами прийняття рішення. Для вибору процесу азотування використовували метод вагових характеристик. Переведення якісних параметрів до вигляду у числовій формі дозволило провести ранжування на основі показників ефективності. Найкращий метод азотування характеризується найбільшим значенням індексу ефективності γ. Оскільки використовували якісне оцінювання характеристик стосовно технологічного процесу необхідність у нормуванні характеристик відсутня. Виконали ранжування характеристик процесу від 1 (найменше важлива) до 7 (найбільше важлива). Розраховані значення індексів ефективності γ наведені в таблиці 1. Індекс ефективності γ визначали за формулою:

$$\gamma = \sum_{i=1}^{n} Y_i \alpha_i$$

де Y – характеристика процесу азотування;

α – ваговий коефіцієнт характеристики;

n – загальна кількість характеристик.

Таблиця 1 - Значення характеристик процесу азотування та їх індекси ефективності

Види процесу	Характеристики процесу (ваговий коефіцієнт α)							Індекс ефективності γ
	Час нагріву виробу (1)	Складність процесу (3)	Керування температурою (4)	Азотування без нітридної зони (6)	Складність обладнання (2)	Екологічність процесу (7)	Тривалість процесу (5)	
Газове азотування	2	6	12	6	6	14	5	51
Азотування у сольових ваннах	3	9	12	6	4	7	15	56
Іонне азотування	1	3	4	18	2	21	10	107

Зроблено висновок можливості використання методів прийняття рішень для вибору процесу азотування. Метод вагових характеристик можна використовувати для вибору із будь-якої кількості альтернатив найкращого технологічного процесу, який характеризуються великою кількістю показників. Методи прийняття рішень можна розглядати як інструмент для виробу відбору технологічного процесу конструкторами та технологами. З проведених досліджень можна зробити висновок, що технологічний процес іонного азотування є найкращим, тому що він отримав індекс ефективності $\gamma = 107$. Це підтверджують численні роботи по використанню методів поверхневого зміцнення матеріалів [1,2].

Список посилань

1. Каплун П.В. Вплив покриттів на характеристики утоми сталей при контактному навантаженні / П.В. Каплун, Б.А. Ляшенко // Проблемы прочности. – 2018. – № 2. – С. 66 – 73.

2. Dolgov N.A., Rutkovsky A.V. The influence of plasma thermocycling nitriding treatment of 18HGT steel on the microhardness // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2020): матеріали тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів, 29 – 30 квітня 2020 р.) : у 2-х т. / Національний університет «Чернігівська політехніка» [та ін.] – Чернігів : ЧНТУ, 2020. – Т. 2. – С. 16 – 17.

УДК 629

Чурсов С.О., аспірант
Херсонський національний технічний університет, м. Херсон, chursov16996@gmail.com

ОЦІНКА ПОШКОДЖЕНЬ МАТЕРІАЛІВ КОРДУ ТА РЕЗИНОКОРДНОЇ КОНСТРУКЦІЇ В ЕЛЕМЕНТАХ ПНЕВМАТИЧНИХ ШИН

Розв’язання складних проблем надійності матеріалів корду та резинокордної конструкції сучасних пневматичних шин, не можливе без глибокого теоретичного вивчення механо-фізичних процесів, та їх практичного застосування, що спричиняються через різноманітні причини [1, 2, 4].

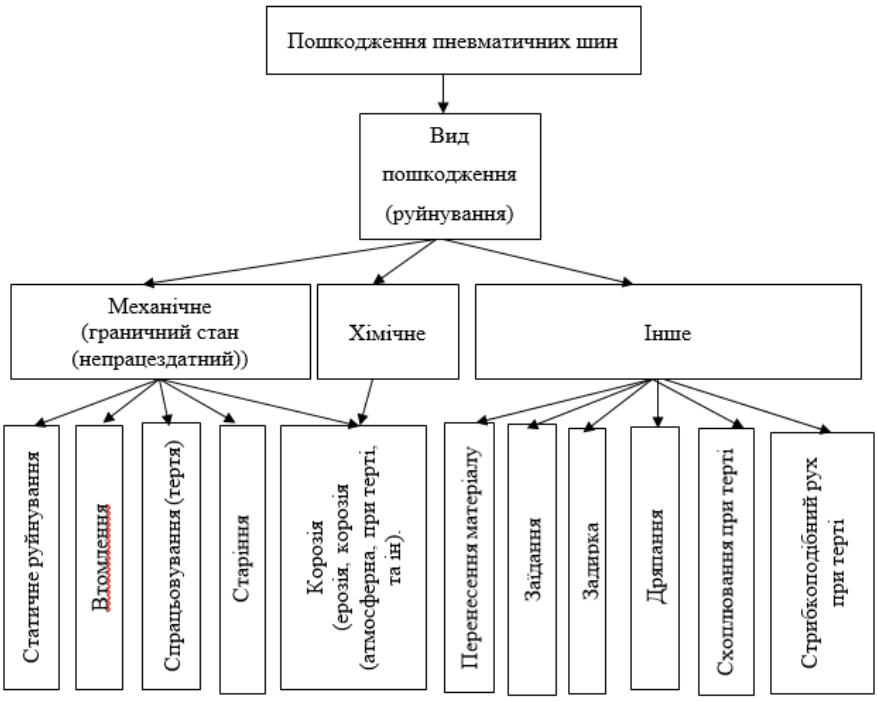

Рис. 1 – Схема пошкодження пневматичних шин в залежності від виду пошкодження (руйнування)