

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ХОЛОДНОГО ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ЗНОШЕНИХ ДЕТАЛЕЙ

Вступ. Відомо [1], що у теперішній час у виробництві деталей машин зайняті значні ресурси, які становлять близько 30% робочої сили та технологічного обладнання. Тому розробка нових методів відновлення деталей та їх поширення їх використання являється однією із важливих задач сучасного машинобудування.

Відновлення зношених деталей є дуже важливим резервом підвищення ефективності сучасного виробництва за рахунок економії матеріальних, паливо-енергетичних і трудових ресурсів. Економічна доцільність у відновленні зношених деталей зумовлена можливістю повторного використання до 80% працюючих деталей. Собівартість відновлюваних зношених деталей набагато нижча за вартість нових (не перевищує 50%). При цьому економиться матеріал виробу та енерговитрати на його виробництво [1-3].

Процес відновлення з огляду на свою специфіку (велика номенклатура форм і матеріалів, різноманіття способів відновлення) має багатоваріантність технологічних рішень, що застосовуються для усунення результатів зносу. Для однієї й тієї самої зношеної деталі можна розробити кілька варіантів технологічних процесів відновлення і вибрати найефективніший. Для об'єктивного вибору технологічного процесу відновлення необхідно оцінити переваги і недоліки кожного. Однією з найважливіших переваг методу відновлення є забезпечення параметрів якості відновлюваної деталі на рівні, не нижчому за нову [2, 3].

В Інституті надтвердих матеріалів ім. В.Н. Бакуля НАН України впродовж кількох останніх десятиліть проводилися глибокі дослідження процесу деформуючого та комбінованого протягування, що дало змогу одержати важливі наукові результати з механіки формозміни деталей і деформування робочого шару [4].

Відомо [4-5], що деформуюче протягування (ДПР) – технологічний процес обробки отворів методом холодного ступеневого пластичного деформування. При цьому інструмент переміщується вздовж утворюючої отвору за кінематичною схемою ковзання. Він застосовується як чистова, так і чорнова операція, поєднуючи в собі процеси формоутворення і деформаційного зміцнення.

Результати вивчення механіки формозміни при ДПР лягли в основу створення комбінованих технологій, що дають змогу забезпечити точність обробленого отвору за параметром еліптичності в межах $\pm 0,02$ мм, а за кривизною твірної 0,15–0,3 мм на 1000 мм довжини деталі. Висотні параметри шорсткості забезпечуються в межах $Ra = 0,05-0,15$ мкм, а опорна поверхня може становити 0,85–0,95%.

Проведені дослідження показали, що залежно від режимів протягування, геометрії інструменту, ступінь зміцнення поверхневого шару досягає 30–300%, а глибина зміцнення (наклепу) від 0,3 до 1 мм. Це дає змогу створити нові методи інженерії робочого шару, що підвищують експлуатаційні характеристики обробленої деталі.

Тому методи холодного пластичного деформування (ХПД) дають змогу забезпечити необхідний рівень параметрів якості робочої поверхні не тільки під час використання їх в основному виробництві [4–5], а й при використанні їх при відновленні зношених деталей. Безсумнівними перевагами використання для цього процесу методів ХПД [4, 6] перед іншими методами відновлення являється наступне:

- не порушується суцільність оброблюваного матеріалу;
- дає змогу покращувати фізико-механічні властивості матеріалу виробу в необхідних місцях і обсягах;
- дозволяє реалізувати схему формоутворення зношеної деталі, що дозволяє направити необхідний об'єм матеріалу деталі в місця зносу для його компенсації;
- легко поєднується з термічними і хіміко-термічними операціями, створюючи при цьому гібридні технології;
- характеризується поліпшеною технологічною спадковістю, що дає змогу зберегти параметри якості, які позитивно впливають на експлуатаційні характеристики деталей, навіть у разі використання додаткових нових фінішних операцій;
- не створюють негативного впливу на навколишнє середовище;
- легко підлягають автоматизації, що забезпечує застосування методів ХПД при відновленні деталей в умовах крупносерійного виробництва.

Створення технологій відновлення зношених деталей із застосуванням пластичного деформування має базуватися на вивченні елементів механіки пластичного деформування оброблюваних виробів, що дасть змогу технологічно створити необхідний напружено-деформований стан (НДС). Своєю чергою, створення необхідного НДС забезпечить необхідну пластичну течію в напрямку до зношених ділянок виробу, що компенсує величину зносу та забезпечить необхідний припуск під подальшу механічну обробку.

Результати дослідження. Для прикладу розглянемо відновлення вісесиметричних деталей типу втулок, під час якого можна використовувати відому операцію обробки отворів – деформуюче протягування [4, 5].

Більш того, застосування гібридних технологій на основі деформуючого протягування дозволяє поєднувати переваги різних методів, у тому числі модифікації поверхні, нанесення покриттів, хіміко-термічну обробку, що дає можливість досягнути більш високих експлуатаційних властивостей відновлених деталей. Ці можливості вимагають подальшого дослідження та уточнення.

Тому ці методи зведемо в схему, що ілюструє шляхи розв'язання цієї задачі. Це дало змогу використати зазначені переваги при створенні комбінованих технологій на основі деформуючого протягування, що в свою чергу поліпшило експлуатаційні характеристики відновлених виробів (рис. 1).



Рис. 1. Схема створення нових технологічних методів інженерії поверхні на основі деформуючого протягування, які покращують експлуатаційні властивості відновлених деталей

Як слідує з рис. 1, відновлення методами ХПД розширює діапазон параметрів, що сприятливо впливають на експлуатаційні характеристики відновлених деталей. Так, при використанні деформуючого протягування до відомих параметрів, що характеризують фізико-механічні та геометричні характеристики робочого шару відновленої деталі, додається такий параметр як формоутворення деталі, який дозволяє забезпечити не тільки збільшення зношеного діаметру деталі, але і забезпечити необхідний осьовий розмір відновленої деталі. Це усуває включення додаткових операцій по досягненню необхідного осьового розміру.

Крім того, використання способу відновлення на основі ДПР дозволяє використовувати такий контрольований параметр фізико-механічних характеристик, як ресурс пластичності, який свідчить про накопичення пошкодження обробленої поверхні і сприятливо впливає на подальші термічні та хіміко-термічні операції, необхідні для відновлених деталей.

Використання цієї схеми дає змогу розробити технологічний процес відновлення робочої поверхні зношених вісесиметричних деталей типу поршневій палець двигунів внутрішнього згорання.

Література:

1. Технологічне забезпечення якості продукції машинобудування: монографія / Є.А. Фролов, С.І. Кравченко, С.В. Попов, С.М. Гнітько. – Полтава, 2019. – 201 с.
2. Стецько А.Є. Технологічне забезпечення ресурсу роботи виготовлених і відновлених деталей: монографія. – Львів: Видавнича компанія «АРС», 2013. – 240 с.
3. Лузан С.А. Критерії вибору способу відновлення деталей машин та визначення раціонального маршруту технологій / С.А. Лузан // Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка. 2017. Вип.183. – С.45–56.
4. Rosenberg, A.M., Rosenberg, O.A. Mechanics of plastic deformation in the processes of cutting and deforming broaching. Kyiv, Naukova dumka, (1990).
5. Інженерія деталей, оброблених протягуванням [Текст] / Е.К. Посвятенко, Я.Б. Немировський, С.Є. Шейкін, І.В. Шепеленко, О.В. Чернявський / ІНМ ім. Бакуля НАН України, ЦНТУ МОН України, Кропивницький: видавець Лисенко В.Ф., 2021. – 466 с.
6. Sheykin, S.Y., Grushko, O.V., Melnichenko, V.V. et al. On the Contact Interaction between Hard-Alloy Deforming Broaches and a Workpiece during the Shaping of Grooves in the Holes of Tubular Products. J. Superhard Mater. 43, 222–230 (2021). <https://doi.org/10.3103/S1063457621030096>.