

РОЗРОБКА ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

Боровський В. М., ст. викладач

Розглянуто електромеханічний спосіб зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин та запропоновано нову конструкцію пристосування з двома роликами.

Постановка проблеми. Забезпечення заданого ресурсу та його подальше збільшення – основна задача конструкторів, технологів, матеріалознавців і метрологів на виробництві. Технологічні методи являються найбільш ефективними в розв'язанні цієї проблеми. Окрім підвищення точності виготовлення деталей і складання вузлів машин, вони також дозволяють забезпечити оптимальний (для даних умов експлуатації) стан поверхневого шару.

Як відомо, поверхневий шар здійснює суттєвий вплив на надійність роботи деталі, вузла і машини в цілому [1, 8, 9, 10]. При експлуатації поверхневий шар деталі піддається найбільш сильній фізико - хімічній дії. Руйнування деталі в більшості випадків починається з поверхні (наприклад, розвиток тріщин втоми, зношення, ерозія, корозія).

Якщо розглядати фізико-хімічний стан поверхневого шару, то можна сказати, що він має особливо значний вплив на експлуатаційні показники деталей машин. Фізико-хімічний стан поверхневого шару (структура, фазовий і хімічний склад) створюється в основному за допомогою пружно-пластичного деформування, місцевим нагрівом і хімічною взаємодією оброблююмого металу в зоні обробітку з навколишнім середовищем.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Як один із способів технологічного управління параметрами поверхневого шару деталей можна розглядати електромеханічне зміцнення (ЕМЗ) [1, 2]. Відомо, що електромеханічне зміцнення являється результатом поверхневого нагріву деталей при одночасовому пластичному деформуванні елементарних об'ємів зміцнююмого металу в зоні контакту твердосплавного інструменту з виробом [1]. Температура нагріву елементарного об'єму, як правило, повинна перевищувати температуру фазових перетворень сталі (A_{c3}), в зв'язку з чим при швидкому відводі тепла в масу оброблююмої деталі утворюється поверхнево-загартований шар. Основне призначення ЕМЗ – суттєве підвищення експлуатаційних властивостей найбільш активного поверхневого шару деталей. Цей метод може мати широку область використання як за своїм призначенням так і за різновидністю оброблююмих матеріалів і конструктивних форм поверхонь.

Результати досліджень. ЕМЗ можна розглядати як особливий тип чистової поверхневої термомеханічної обробки. Поєднання теплових і силових дій на поверхневий шар різко будуть змінювати його структуру, твердість, внутрішні напруження і шорсткість поверхні, що приведе до суттєвого підвищення важливих експлуатаційних характеристик деталей, до яких, в першу чергу, відноситься опір зношенню і міцність проти втоми. Оскільки ЕМЗ розглядається як зміцнююче-оздоблювальний метод, то суттєве технологічне значення будуть мати питання точності і чистоти обробітку, а також глибина зміцненого шару, що в першу чергу буде пов'язане з термічною і силовою дією на поверхневий шар. В літературі не існує єдиної думки про оптимальні зусилля ЕМЗ.

Це в свою чергу можна пояснити тим, що величина зусилля зглажування буде залежати від багатьох факторів: швидкості обробки, контактного нагріву, початкової шорсткості поверхні, геометрії інструменту, діаметру оброблююмої деталі і т.п.

В процесі виглажування можна розрізнити три ступені зусиль за їх величиною:

- зусилля, що відповідають мікропластичним деформаціям нерівностей поверхонь;
- зусилля, що відповідають пружним деформаціям;
- зусилля, що відповідають мікропластичним деформаціям поверхневого шару.

Якщо ці зусилля будуть знаходитись в межах мікропластичних деформацій, то відбудеться неповне зглажування, і на оброблююмій поверхні буде залишкова шорсткість, а якщо зусилля зглажування буде перевищувати пружні деформації, то на поверхні з'явиться повторна шорсткість.

Таким чином зусилля зглажування повинне знаходитись в діапазоні пружних деформацій для оброблююмих матеріалів. Аналіз механічних характеристик конструкційних сталей і сплавів показує, що при нормальних умовах і зміцнюючих режимах ЕМЗ питомий тиск інструменту повинен бути в межах $P = 320 - 420$ МПа.

Зусилля зглажування P_3 можна розрахувати за слідуючою формулою:

$$P_3 = P \times F, \quad (2),$$

де F – поверхня контакту інструменту з деталлю.

При обробці конструкційних сталей з їх підготовкою під ЕМЗ для визначення F можна використовувати наближену формулу:

$$F = 5,3R_z \sqrt{\frac{r\rho R}{r + \rho}}, \quad (3),$$

де R_z – значення шорсткості; r – радіус інструменту в перерізі перпендикулярному осі

деталі; R – радіус інструменту в плані; ρ – радіус деталі.

Величина F буде необхідна також для визначення питомої сили струму. Як показують деякі експериментальні дослідження, при обробці ЕМЗ чистота обробленої поверхні підвищується, а опорна поверхня після обробки збільшується приблизно на 30 – 40%, що сприяє підвищенню зносостійкості спряжень в процесі припрацювання.

Необхідна глибина зміцненого ЕМЗ поверхневого шару деталей може бути визначена гранично допустимим їх зношенням на сторону в процесі експлуатації:

$$\delta = \frac{S_{\max} - S_{\text{поч}}}{2(\sum - 1)}, \quad (1),$$

де S_{\max} – максимально допустимий зазор в спряженні; $S_{\text{поч}}$ – початковий зазор в спряженні; \sum – відношення зношення вкладишу до зношення шийки вала.

Технологія ЕМО стосовно ремонту машин може мати дві основні різновидності: Зміцнення деталей при їх відновленні методом нанесення металопокриття або перешліфовки на ремонтні розміри, і відновлення деталей методом висадки і зглажування поверхневого шару до потрібного (заданого) розміру. Принципова відмінність цих двох різновидів методу буде заключатись в питомому тиску в процесі обробки і відповідною геометрією інструменту.

До основних показників ефективності відновлення деталей ЕМО, порівнюючи з найбільш поширеним методом наплавки, можна віднести слідує: підвищення продуктивності в декілька разів; зниження енергозатрат в декілька разів; зниження собівартості ремонту в декілька разів; відсутність необхідності в електродах; виключення короблення деталей; покращення екологічної дії технології на навколишнє середовище.

Разом з тим використання методу ЕМО потребує створення спеціальних інструментів, що можуть бути використані на серійних металообробних верстатах. На рис.1 приводиться схема двохконтактного інструменту, що пропонується нами для забезпечення технологічного процесу ЕМО.

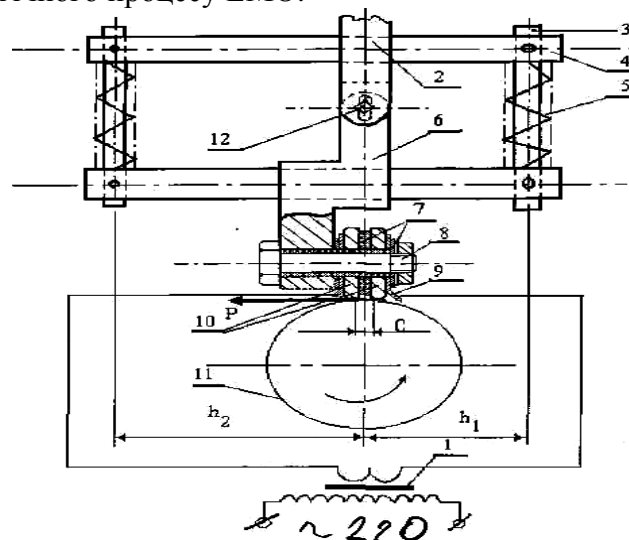


Рис. 1. Схема двохконтактного інструменту з близьким розташуванням роликів.

На рис. 1: 1–джерело електричного струму (трансформатор); 2–державка; 3–направляючі стійки; 5–пружина; 6–рухома частина державки; 7–ізолятори; 8–болт; 9–контакт; 10–ролики; 11–деталь; 12–болт.

З приведеної схеми можна зрозуміти принцип пристосування. Тут доцільним буде пояснити, що еластичність притискання роликів до деталі забезпечується за рахунок пружин 5, можливі переміщення направляючих 3 відносно стійок 4, а також за рахунок можливості деякого повороту і осьового переміщення деталі 6 відносно державки 2.

Змінюючи співвідношення відстаней h_1 і h_2 відносно центру державки, представляється можливість компенсувати вертикальне зусилля - P . Цей інструмент може також працювати в розвернутому на 90° положенні відносно деталі 11. В цьому випадку зміною співвідношення h_1 і h_2 може компенсуватись осьове зусилля подачі.

Особливостями цього інструменту являється те, що існує можливість зближення роликів до такої величини - C , яка забезпечить накладання двох теплових потоків, створюємих цими роликами і, як наслідок, більш глибоке поверхневе зміцнення.

Для виконання процесу ЕМО необхідно мати потужне джерело струму напругою декілька вольт, здатне забезпечити силу робочого струму від сотень ампер до декількох кілоампер в залежності від умов обробітку.

Тому для забезпечення живлення установки відповідно до вимог, що наведені вище, нами було запропоновано конструкцію трансформатора, який має три обмотки: вторинну, основну первинну і допоміжну, регулюючу первинну обмотку, включену послідовно з основною первинною обмоткою.

Особливою перевагою запропонованої конструкції силового трансформатора являється розширення діапазону регулювання електричного режиму роботи за рахунок збільшення індуктивності розсіювання первинної обмотки при збільшенні числа включених витків.

Так як регулюючі обмотки розташовуються на окремих бокових стержнях, то по мірі їх включення в роботу збільшується сумарний магнітний потік розсіювання первинної обмотки за рахунок того, що вторинна обмотка повністю розташована на центральному стержні і частина магнітного потоку регулюючих обмоток, що замикається по мимо сердечника (потік розсіювання), не пронизує витки вторинної обмотки і не наводить в них ЕРС. Таким чином, напруга на виході вторинної обмотки зменшується при введенні регулюючих обмоток швидше, ніж це належало б, виходячи з коефіцієнта трансформації, тобто збільшення індуктивності розсіювання розширює діапазон регулювання. Конкретна величина розширення діапазону може бути виміряна лише при випробуваннях виготовленого експериментального зразка.

Для виготовлення експериментального зразка трансформатора з трьохстержневим магнітопроводом планується використати два сердечники стандартних регуляторів типу РНО таким чином, що крайні стержні взяті готовими, разом з розміщеними на них регулюючими обмотками. Середній стержень складений з двох стержнів, взятих від регулятора після вилучення з них обмоток. Таким чином переріз середнього стержня в два рази більший крайніх, і магнітопровод, в принципі подібний сердечнику броньового типу, в якому обмотки розміщені на середньому стержні. Тому основна первинна обмотка і вторинна обмотка розміщені на центральному стержні. Число витків основної первинної обмотки повинно бути розраховане таким чином, щоб забезпечити повну потужність трансформатора і максимальну вторинну напругу в той момент, коли регулюючі обмотки виведені з роботи і вся напруга мережі прикладена до основної первинної обмотки.

Висновки:

1. При зміцненні деталей методами ЕМО ми маємо справу з залишковими деформаціями. Межа текучості і міцності матеріалів буде зменшуватися з нагрівом деталей. При визначенні режимів обробки належить враховувати ці обставини, щоб уникнути появи повторної шорсткості і хвилястості поверхонь.

2. Використання методів ЕМО з метою підвищення зносостійкості оброблюємої поверхні перспективне і потребує подальшого глибокого наукового аналізу, з метою визначення його впливу на точність оброблюємих деталей і формування залишкових напружень в поверхневому шарі.

3. Запропоновано конструкцію інструменту з двома роликами, особливістю якого є те, що існує можливість зближення роликів до такої величини - C , яка забезпечить накладання двох теплових потоків, створюємих цими роликами і, як наслідок, більш глибоке поверхневе зміцнення.

4. Запропоновано конструкцію силового трансформатора, особливою перевагою якого є можливість розширення діапазону регулювання електричного режиму роботи за рахунок збільшення індуктивності розсіювання первинної обмотки при збільшенні числа включених витків.

Використані джерела інформації

1. Аскинази Б.М. Упрочнение и восстановление деталей электромеханической обработкой / Б.М.Аскинази. – Л., "Машиностроение", 1977. – 180 с.