Практичне заняття 11

Електромеханічна обробка

Сутність ЕМО полягає в тому, що на оброблювану деформуючим інструментом поверхню одночасно впливає тиск інструмента й тепло, що виникає в результаті проходження струму між інструментом і деталлю. Це викликає зміцнення як за рахунок підвищення фізико-механічних властивостей поверхневого шару, так і поліпшення параметрів мікрорельєфу самої поверхні. При цьому інструментом може бути нерухомо закріплена пластина з тороїдальною робочою поверхнею або ролик. Найпоширеніший спосіб електромеханічного зміцнення роликами [43], тому що їхня стійкість набагато вища, ніж плоских пластин. Деформуючий ролик звичайно виготовляється зі швидкорізальної сталі Р6М6 твердістю 62...64*HRC* і шорсткістю *Ra* = 0,1...0,4 мкм.

ЕМО циліндричних деталей здійснюється на токарних верстатах, силовою установкою при цьому є зварювальний трансформатор змінного струму ТСД-1000, що дозволяє плавно змінювати силу струму від 0 до 800 А при робочій напрузі 1,5-2 В. При цьому сила струму й вторинна напруга регулюється залежно від площі контакту, вихідної шорсткості й вимог до якості поверхневого шару. Оброблювана деталь обертається з окружною швидкістю *V*, м/с, а інструмент здійснює поступальний рух уздовж оброблюваної деталі (*S* – подача ролика, мм/об; *t* – число ходів). Тиск згладжування *P,* Н настроюється поперечним супортом верстата.

Тепловиділення при ЕМО відбувається внаслідок тертя інструмента об оброблювану деталь, проходження через неї електричного струму й деформації металу в поверхневому шарі. У результаті такого комбінованого впливу структура в поверхневому шарі являє собою здрібнений мартенсит. За рахунок виділення карбідної фази поверхневий шар на глибині 0,2-0,25 мм відбувається зменшення кількості вуглецю. Кількість

карбідних включень і їхня дисперсність зі збільшенням зусиль обкатування зростає, а максимальна величина ступеня наклепу при цьому не перевищує 15-16 %. Міцність поверхневого шару підвищується за рахунок збільшення щільності дислокацій і більше рівномірного їхнього розподілу, збільшення довжини границь субзерен, створення дислокаційних бар'єрів, утворення вторинних фаз, що зменшує розміри мартенситних голок у загартованій структурі.

Доцільним є зміцнення на глибину не більше 0,75-1,0 мм, тому що деформуючий вплив інструмента на більш глибокі шари змін у структурі металу не викликає й не відрізняється від звичайного загартування ТВЧ.

Зміна твердості по глибині поверхневого шару при ЕМО залежить від режимів обробки, тиску, вмісту вуглецю в сталі. Так, зміцнення сталей 45, У10 при I = 600 А, V = 0,05 м/с; S = 0,2 мм/об; Р = 0,7 кН дозволяє одержати відносне збільшення твердості стали 45 в 2,7 рази, а У10 – в 3,8 рази, тобто зміцнення сталей з великим вмістом вуглецю більш ефективно.

Таблиця 6.1.1

Вплив параметрів режимів обробки на міцність поверхневого шару [4]

Основні параметри режиму обробки				Глибина зміцненого-го шару *h*, мм
I,А	*U*,В	*V*,м/с	*P*,Н	
320	4,5	0,012	0,6	0,43
330	5,0	0,012	0,6	0,52
410	5,4	0,009	1,6	0,72
440	6,0	0,012	0,6	0,74
520	6,2	0,009	1,6	1,04

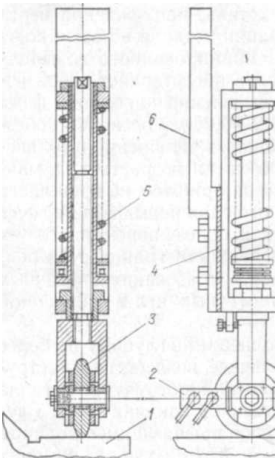
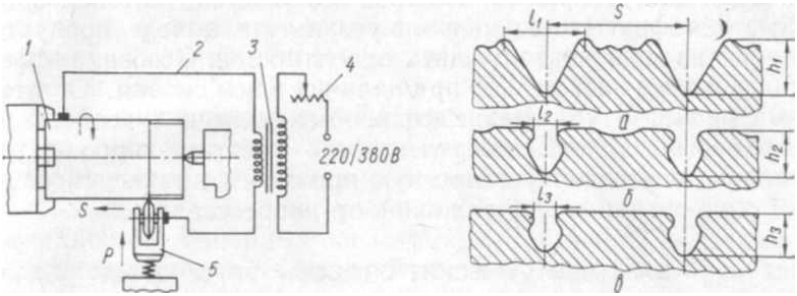


Рис.6.1.1. Схема електромеханічного накатування

У результаті ЕМО зубчастих коліс [39] зі сталі 40Х з вихідною шорсткістю *Rz* = 16.. .30 мкм на режимах в інтервалах: *I* = 850...1650 А; *P* = 1,6...5,6 кН; *V* = 0,003...0,02 м/с; *S* = 1,1...1,3 мм/подв. хід показали, що найбільша твердість 800-840 *HV* і найменша шорсткість *Ra* = 0,63-0,32 мкм, при ЕМО зубчастих коліс отримані на режимах обробки: *I* = 1650 А; *V* = 0,012 м/с; *P* = 3,6 кН; *S* = 0,7 мм/подв. хід, при цьому товщина зубів змінилася не більше 0,04 мм.

ЕМО застосовується для зміцнення напрямних станин, які попередньо оброблені до *Rz* = 20...6,3 мкм. ЕМО рекомендується проводити на повздовжно-стругальному верстаті з використанням твердосплавного деформуючого ролика. Сполучення теплового впливу із ППД знижує шорсткість до *Ra* = 0,63...0,16 мкм, збільшує радіуси її скруглення до 800-1000 мкм, підвищує фізико-механічні властивості поверхневого шару. Напрямні станин після ЕМО підвищують зносостійкість в 1,7-2,5 рази.

Перспективне застосування ЕМО для відновлення



зношених поверхонь валів і осей машин з одночасним їхнім зміцненням.

Рис. 6.1.2. Схема установки електромеханічного відновлення й зміцнення зношених деталей: 1 – оброблювана деталь;2 – електромеханічний ланцюг трансформатор – ролик – деталь;3 – трансформатор; 4 – реостат;5 – накатний ролик. Мікрорельєф поверхні після накатування профільним роликом (а), після наступного обкатування циліндричним роликом (б) або вигладжування (в).

Застосування традиційних способів відновлення зношеного шару наплавленням, напилюванням, гальванічним осадженням металів, покриттям зношених поверхонь полімерним матеріалом вимагає трудомісткої попередньої обробки поверхонь і їх остаточної розмірної обробки. Причому міцність і адгезійні здатності відновленого шару при малих його товщинах, як правило, менші, ніж основного металу. Кращі результати забезпечує спосіб ЕМО зношеної поверхні без нанесення на неї стороннього шару і його наступної механічної обробки.

Сутність процесу полягає в тому, що зношена поверхня піддається електромеханічному обкатуванню фасонним твердосплавним роликом зі створенням на поверхні профільних гвинтових канавок. При цьому метал, що видавлюється роликами, утворить по краях

канавок гвинтові виступи, і вони збільшують діаметр зношеної поверхні. Потім виконується електромеханічне обкатування або електромеханічне виглад-жування поверхні деформуючим циліндричним твердосплавним роликом або вигладжувачем до необхідного діаметра.

За рахунок деформування виступів бічних сторін гвинтових канавок утворюються гвинтові напівзакриті канали, які позитивно впливають на зносостійкість і довговічність роботи відновленої поверхні.

Електромеханічна обробка зношених у результаті фреттинг-коррозії поверхонь дозволяє не тільки відновити геометричні розміри й точність деталей, але й зміцнити поверхневий шар, створити умови, що перешкоджають розвитку фреттинг-коррозії, чим підвищити фреттинг-стійкість оброблених даним способом поверхонь у порівнянні з обробленими звичайними способами у 1,5-2 рази. За рахунок наявності залишкового рельєфу у вигляді напівзакритих канавок знижується інтенсивність дії фреттинг-коррозії у результаті виводу продуктів зношуван-ня із зони контакту двох поверхонь. Особливо ефективний залишковий рельєф при наявності в ньому змащення. Залишковий рельєф і поліпшення фізико-механічних властивостей поверхневого шару знижують ефект фреттинг-коррозії, підвищують міцність, а також зменшують концентрацію напруг від напресування.