

ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ПОВЕРХНЕВИМ ПЛАСТИЧНИМ ДЕФОРМУВАННЯМ

При поверхневому пластичному деформуванні (ППД) під тиском деформуючого інструменту мікроступи (мікронерівності) поверхні деталі деформуються (зминаються), заповнюючи мікротріщини оброблюваної поверхні, в результаті чого підвищується твердість поверхневого шару. Окрім того, у поверхневому шарі виникають напруження стиску, що сприяє підвищенню втомної міцності на 30-70%, зносостійкості - у 1,5-2 рази, значно знижується шорсткість поверхні змцнювальної деталі.

До найпоширеніших способів зміцнення ППД відносяться: обкатування робочих поверхонь кульками або роликками; алмазне вигладжування; ультразвукове зміцнення; зміцнення наклепом; статично-імпульсне оброблення (СІО).

Обкатування кульками або роликками (для внутрішніх поверхонь - розкатування) здійснюється за допомогою спеціальних кулькових або роликкових накаток (розкаток) на токарно-гвинторізних верстатах, при цьому змцнюючий інструмент закріплюють на супорті верстата. Цей спосіб ППД є перспективним, сприяє зниженню шорсткості поверхні, збільшенню мікротвердості поверхневого шару на 40-60% та глибини змцненого шару матеріалу. Основні параметри процесу: зусилля обкатування, поздовжня подача інструменту, число проходів і припуск на обкатування.

Зусилля обкатування в кожному конкретному випадку повинно бути оптимальним: недостатній притиск інструменту до деталі призводить до збільшення числа проходів інструменту внаслідок неповного зминання мікронерівностей поверхні; занадто ж велике зусилля знижує надійність інструменту, призводить до перенаклепу поверхні й відшаровування змцненого шару.

У кожному конкретному випадку зусилля обкатування можна розрахувати з подальшим уточненням дослідним шляхом. Поздовжня подача при роботі однією кулькою або сферичним роликом становить 0,1-0,3 мм/об. При використанні багатокуюлькового або баготороликкового інструменту подачу відповідно збільшують.

Для підвищення довговічності й несучої здатності транспортних деталей також успішно використовуються методи зміцнення поверхневим пластичним деформуванням. Зміцнення виконується з метою підвищення опору втомленню й твердості поверхневого шару матеріалу та формування в поверхневому шарі напружень стиску, а також регламентованого мікрорельєфу.

Змцнююче оброблення поверхневим пластичним деформуванням застосовують на фінішних операціях технологічного процесу, замість або після термооброблення, і часто замість абразивного або викінчувального оброблення.

Поверхнєве пластичне деформування, виконуване без використання зовнішнього тепла, забезпечує створення поверхневого шару із заданим комплексом властивостей (наклепу), сприяє підвищенню усіх характеристик опору матеріалу деформації, зниженню пластичності й підвищенню твердості.

Зміцнення металу в незагартованій сталі відбувається за рахунок структурних змін, а також змін структурних недоліків (щільності, якості та взаємодії дислокацій тощо), дробленням блоків і локалізацією мікронапружень. При зміцненні загартованих сталей, крім цього, відбувається часткове перетворення залишкового аустеніту в мартенсит і виділення дисперсних карбідних часток.

Поверхнева деформація приводить до утворення зсувів у зернах, пружному викривленню кристалічних решіток, зміні форми й розмірів зерен. Інтенсивність наклепу (зміцнення) тим вище, чим м'якше сталь. Для незагартованих сталей збільшення твердості становить понад 100%, на загартованих – в межах 10-20% при глибині зміцненого шару до 12 мм і більше.

Статично-імпульсне оброблення (СІО) є значно вдосконаленим процесом ударного карбування - упорядкованого ударного впливу на зміцнювальну поверхню, відрізняється способом підведення енергії в зону деформації. Пластична деформація матеріалу здійснюється за допомогою керованого імпульсу, який передається ударною статично навантаженому інструменту. Використання передударного статичного підтиску інструменту до оброблюваної поверхні дозволяє збільшити її площу контакту з інструментом, сприяючи зменшенню спотворень переданого ударного імпульсу й зменшуючи втрати енергії удару.

Технологія зміцнення СІО включає наступні етапи: попереднє статичне й наступне періодичне імпульсне навантаження інструменту. СІО здійснюється за допомогою спеціально розробленого високочастотного генератора механічних імпульсів (ГМІ), який дозволяє регулювати енергію й частоту імпульсів у широкому діапазоні.

Перевагами СІО перед іншими способами ППД є невисока енергомісткість, високий коефіцієнт передачі енергії зміцнювальній поверхні, можливість впливу на неї керованим імпульсом, компактність пристрою для зміцнення, можливість встановлення його на металообробному встаткуванні.

Технологічними факторами СІО є: витрати енергії й частота ударів, швидкість переміщення заготовки відносно інструменту, величина статичного підтиску, форма й розміри інструменту, число проходів. Проведені дослідження щодо оцінки впливу енергії ударів і форми деформуючого інструменту свідчать, що співвідношення частоти ударів і швидкості переміщення заготовки щодо інструменту, які характеризують кратність силового впливу, доцільно вибирати з умови достатньої щільності розташування пластичних вм'ятин. Для призначення точних режимів зміцнення СІО, спрощення й здешевлення технології зміцнення необхідно досліджувати вплив кратності силового впливу на характеристики якості зміцненого поверхневого шару.

Зміцнення СІО поступово знаходить все ширше застосування при виготовленні навантажених деталей автомобілів, дозволяє підвищити довговічність і несучу здатність цих деталей за рахунок отриманого зміцненого поверхневого шару з високими показниками якості. Однак, при цьому було виявлено низку недоліків технології зміцнення СІО, які підвищують її працездатність і собівартість. Для їх усунення необхідне відпрацювання технології зміцнення, створення конструкцій спеціальних пристосувань для базування й кріплення деталей на операціях статично-імпульсного зміцнення.

СІО може використовуватися й для зміцнення широкої номенклатури важконавантажених деталей транспортних засобів, більшість із яких мають профільні робочі поверхні (зуби шліців, витки, різі тощо), а також жолобники. Зміцнення ППД дозволяє підвищити втомну міцність таких деталей. Відомими є способи зміцнення профілів методами поверхневого пластичного деформування, зокрема накатуванням, при цьому глибина зміцненого шару може становити 1-2 мм. Однак, високі діючі навантаження вимагають формування зміцненого шару більшої глибини. Як показують результати досліджень, СІО ППД дозволяє одержувати зміцнений поверхневий шар із глибиною до 8-10 мм і більше.