

УДК 621.78

Д. Л. Радик, канд. техн. наук; О. В. Купецький

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ДИНАМІЧНИХ МЕТОДІВ ПОВЕРХНЕВО-ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ

D. L. Radyk, Assoc. Prof.; O. V. Kupetsky

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF SURFACE-PLASTIC DEFORMATION' DYNAMIC METHODS

Операції оброблення динамічними методами поверхнево-пластичного деформування (ППД) включають у технологічний процес для зміцнення деталі з метою забезпечення максимального збільшення границі витривалості, зносостійкості та інших експлуатаційних властивостей. У процесі ППД динамічними методами це досягається шляхом зміни низки параметрів: формується якісно нова макро- і мікрогеометрія поверхневого шару, у якому виникають залишкові макронапруження, які є наслідком пружно-пластичних викривлень кристалічної решітки матеріалу; структура поверхневого шару набуває моногенного текстурованого характеру внаслідок зміни форми, розмірів і орієнтації зерен.

Оброблення деталей динамічними методами ППД дає змогу: підвищити опір пластичній деформації в умовах циклічних навантажень і границю міцності та плинності, твердості та мікротвердості поверхні; знизити характеристики пластичності.

За характером енергетичного впливу на оброблювану поверхню наконечника інструменту або енергонесучого оброблювального середовища (ЕОС) методи оброблення ППД поділяють на два класи: квазістатичні та динамічні [1]. У першому випадку перебіг процесу відбувається в умовах безперервного контакту наконечника інструменту з оброблюваною поверхнею за постійних значень деформувального навантаження (сили). У другому випадку пластична деформація поверхневого шару здійснюється шляхом багаторазового ударно-імпульсного впливу наконечників інструменту або ЕОС на оброблювальну поверхню, при цьому наконечники ЕОС або багаторазово впливають на всю оброблювальну поверхню із зусиллям деформації, що змінюється, від нуля до максимального значення, або, якщо процес ППД має локальний характер, осередок деформації послідовно з певним кроком проходить оброблювану поверхню.

Базовими ознаками, які зумовлюють фізичну сутність процесу деформування, і, як наслідок, зміцнення поверхневого шару динамічними методами ППД, є:

- вид наконечників інструменту або ЕОС для реалізації процесу ППД;
- кінетичні особливості взаємодії наконечників інструменту або ЕОС з оброблюваною поверхнею та їх зв'язок із джерелом енергії;
- характер енергетичного поля (поток), що забезпечує динамічний стан наконечників ЕОС у процесі оброблення;
- траєкторія руху ЕОС в енергетичному полі;
- вид джерела енергії технологічної системи в умовах реалізації методу ППД.

За кількістю наконечників, які одночасно впливають на оброблювану поверхню, та їх кінематичним зв'язком із джерелом енергії, динамічні методи ППД поділяються на дві основні групи:

- група одноконтактних методів, які реалізують процес ППД одиничним наконечником, що має напівтвердий зв'язок із джерелом енергії;
- група багатоконтактних методів, які здійснюють оброблення поверхні потоком

вільнорухомих наконечників в умовах енергетичного поля, що формується джерелом енергії.

В якості наконечника в технології оброблення одноконттактними динамічними методами ППД використовують тверде металеве тіло, як правило, сферичної форми (кульки). Під час оброблення багатоконттактними методами основу ЕОС складають або тверді кристалічні тіла у вигляді кульок, дробів, або речовини різної фізичної природи (газ, рідина, металева суміш).

На рис. 1 представлено властиві динамічним методам ППД схеми взаємодії наконечників з оброблюваною поверхнею, які показують, що механізм пружно-пластичної деформації поверхні визначається розмірами наконечників і геометрією шорсткості поверхні, одержуваної на попередній ППД операції.

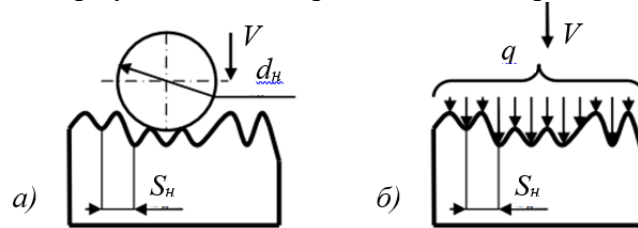


Рисунок 1. Схеми пружно-пластичної деформації динамічними методами ППД:
а – твердими тілами; б – речовинами (сумішами)

Критеріальне співвідношення, що дає змогу оцінити властивий процесу ППД динамічними методами механізм пружно-пластичної деформації, має вигляд:

$$\vartheta = \frac{d_n}{S_c},$$

де d_n – діаметр наконечника інструменту або ЕОС;

S_c – середнє значення кроку нерівностей профілю в межах базової довжини.

З рівняння випливає, що якщо $\vartheta > 1$ (рис. 1,а), то процес ППД характеризується зміною характеристик мікропрофілю поверхні та її зміцненням. У разі $\vartheta < 1$ (рис. 1,б) процес ППД забезпечує лише зміцнення поверхні, що істотно не впливає на зміну характеристик мікропрофілю, сформованого на попередній ППД операції. Окрім того, це співвідношення, прийнятне переважно до багатоконттактних динамічних методів ППД, дає змогу обґрунтувати вид ЕОС, виходячи з енергетичних можливостей технологічної системи, яка реалізує конкретний метод ППД, технологічного забезпечення необхідної якості поверхні та експлуатаційних властивостей деталей.

Широке практичне застосування багатоконттактних динамічних методів ППД для зміцнення деталей зумовлено їх високою ефективністю, універсальністю, прийнятністю для різноманітної за формою і розмірами номенклатури виробів, гнучкістю процесів ППД. Крім того, проведений аналіз технічних і технологічних систем їх реалізації, спільність механізмів пружно-пластичної деформації дає змогу розглядати їх технологічну сутність з єдиних методологічних позицій. Такий підхід дає можливість виявити особливості методів ППД, визначити раціональні сфери їх застосування, а також здійснити їх вибір на етапі технологічної підготовки виробництва.

Література

1. Данильченко Л.М., Радик Д.Л. Дослідження методів зміцнення деталей поверхневим пластичним деформуванням // Л.М. Данильченко, Д.Л. Радик // Збірник тез доповідей ХХ наукової конференції Тернопільського національного технічного університету ім. І. Пулюя 17-18 травня 2017 р. - Тернопіль: ТНТУ, 2017. – С. 21.