

УДК 621.9 (031)

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ОБРОБКИ СТАЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

А.І. Горлей, магістрант групи ЗМ6

Б.І. Бутаков, доктор технічних наук, професор

Миколаївський національний аграрний університет

Якщо при обробці статичними методами ППД (обкатування кулею або роликом, алмазне вигладжування, поверхневе дорнування і т.д.) інструмента повідомляють додатково ультразвукові коливання із частотою 18-24 кГц і амплітудою 15-30 мкм, то вони стають ударними методами (ультразвукове обкатування, ультразвукове вигладжування і т.д.) (рис. 1, а).

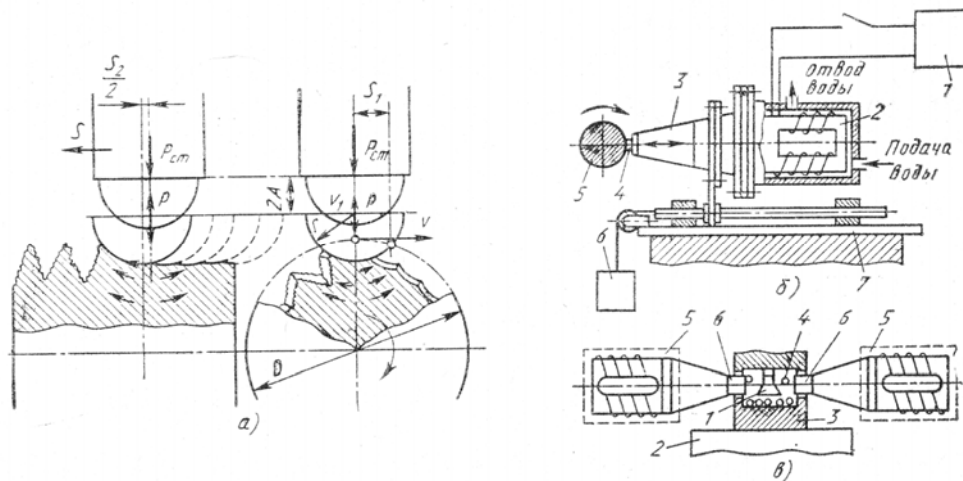


Рис. 1. Схема ультразвукового зміцнення:

а - характер взаємодії інструмента з оброблюваною поверхнею в напрямку подачі й швидкості; P - ударна сила; $P_{ст}$ - статична сила; A - амплітуда зсуву робочої частини інструмента; r - радіус сфери робочої частини інструмента; S - поздовжня подача; S_1 - відносна подача за один період коливань інструмента; S_2 - поздовжня подача за один період коливань; v - окружна швидкість заготовки; v_1 - коливальна швидкість робочої частини інструмента; D - діаметр оброблюваної деталі;

б - схема УЗО зовнішніх циліндричних поверхонь: 1 - ультразвуковий генератор; 2 - магнітострикційний перетворювач; 3 - концентратор; 4 - робоча частина ультразвукового інструмента; 5 - оброблювана деталь; 6 - вантаж; 7 - напрямні; *в* - схема обладнання для ультразвукового зміцнення сталевими кульками: 1 - оброблювана деталь; 2 - стіл; 3 - камера; 4 - сталеві кульки; 5 - магнітострикційний перетворювач; 6 - концентратор

Використовують також ультразвукову обробку тілам, що коли завантажуються робітником, поміщеним у замкненому обсязі разом з оброблюваною деталлю, повідомляють ультразвукові коливання, під впливом яких відбувається зміцнення оброблюваної поверхні. Процес (рис. 1, в) нагадує віброударну обробку. Деталь 1 установлюють у спеціальну камеру 3, де розміщують також сталеві кульки 4. Ультразвукове поле створюють ультразвуковим перетворювачем 5 і концентратором 6. Зазори між камерою 3 і концентратором 6 вибирають меншими діаметра кульок 4. У зону обробки періодично вприскують невелика кількість рідини. Оптимальні умови обробки вибирають змінюючи інтенсивність ультразвукового поля, діаметр і число кульок.

При звичайному ультразвуковому зміцненні інструмент 4 (рис. 1, б) під дією статичної і значної ударної сили, створюваною коливальною системою (ультразвуковим генератором 1, магніострикційним перетворювачем 2 і концентратором 3), пластично деформує поверхневий шар оброблюваної деталі 5. Статичну силу $P_{ст}$ можна прикладати за допомогою пружини або, наприклад, вантажу 6, під дією якого все обладнання може вільно переміщатися по напрямним 7 і підтискатися до деталі 5.

У порівнянні, наприклад, з обкатуванням кулею (ОК) ультразвукова обробка (УЗО) відрізняється наступними особливостями й перевагами:

1. Інструмент пластично деформує поверхневий шар деталі імпульсно, з великою інтенсивністю коливань, у результаті чого деформування супроводжується переривчастим і інтенсивним тертям.

2. Кратність додатка сили при деформуванні інструментом поверхні - 400 раз і більш (при ОК 12-20 раз).

3. Статична сила, що діє на деталь, незначна.

4. Швидкість деформування - змінна, її максимальне значення 200 м/хв і більш, що перевищує швидкість деформування при ОК у десятки й сотні раз.

5. Середній тиск, створюване в поверхневому шарі деталі під дією нормально спрямованої сили, в 3-9 раз більше, чим при обкатуванні кулею.

6. Енергія, що витрачається на викривлення кристалічних ґрат, що і йде на внутрішні мікроструктурні перетворення, при УЗО значно вище, чим при ОК.

7. Температура місця контакту інструмента з деталлю в зоні деформування 100-150°C, що в 3-5 раз менше, чим при ОК. Час нагрівання при УЗО дуже мало ($3 \cdot 10^{-5}$ с) и тому не простежується зниження зміцнення, що визивається дією високої температури.

8. У процесі УЗО внаслідок відносно більших напруг і багаторазового додатка навантаження напружено-деформований стан специфічний. Множинне ковзання додатково гальмує дислокації. Щільність дислокацій і дисперсність блоків набагато більше, чим при ОК. У результаті ступінь наклепу підвищується в 1,2-1,5 рази й відповідно збільшується рівень залишкових стискаючих напруги в порівнянні з рівнем цих напруг при ОК.

Однак зміцнення шляхом УЗО не знайшло досить широкого застосування внаслідок складності застосовуваних обладнань; необхідності використання ультразвукових генераторів, які займають значні виробничі площі; великої витрати енергії; необхідності створення систем циркуляції охолодної води і т.д. Додатковий ефект зміцнення, створюваний завдяки ультразвуковим коливанням, не завжди окупає більших додаткових витрат.

Застосування УЗО в порівнянні з ОК може бути ефективно в наступних випадках:

- для деталей з термічно й термічно оброблених сталей В10А, В12, Х12, Х40, ШХ15, сталей аустенітної 12Х18Н9Т и мартенситної Х15Н5Д2Т и ін.), тому що застосування інших методів, наприклад ОК, не дозволяє одержати значний зміцнюючий ефект;

- для деталей і інструментів із твердих сплавів внаслідок того, що складові фази таких сплавів (головним чином кобальт) пластично

деформуються; при цьому поліпшуються основні характеристики якості поверхневого шару й значно збільшується стійкість різців;

- для деталей малої й нерівномірної твердості, тому що УЗО характеризується невеликими статичною силою й часом деформування.

Прикладом ефективного застосування УЗО може служити зміцнення попереднє шліфованих робочих поверхонь евольвентного зуба зубчастих коліс зі сталі 45 ($m = 1,5$ мм; $z = 30$). У результаті УЗО з оптимальним режимом ($P_{ст} = 5$ Н, $2A = 20$ мкм; $S = 0,1$ мм/про; $i = 1$) R_a зменшився з 0,4 мкм до 0,1 мкм; мікротвердість поверхневого шару підвищилася із *HB 208* до *HB 357* (тобто на 71 %) і, відповідно, підвищилася межа контактної витривалості на 10-20 %.

Література

1. Одинцов Л.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием: Справочник / Л.Г. Одинцов. – М.: Машиностроение, 1987. – 328 с.