

УДК 621.9.011

**М.М. Підгаєцький, канд. техн. наук, доц., А.М. Кириченко, д-р техн. наук, доц.,
А.Р. Апаракін**

Кіровоградський національний технічний університет, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ЗУБООБРОБКИ, ШЛЯХОМ РОЗДІЛЕННЯ ПОВЕРХОНЬ, ЩО ВЗАЄМОДІЮТЬ З ІНСТРУМЕНТОМ В ПРОЦЕСІ РІЗАННЯ

**M.M. Pidgaetsiy, Ph.D, Assoc., Prof., A.M. Kirichenko, Ph.D., Assoc., Prof.,
A.R. Aparakin**

IMPROVING THE ACCURACY OF GEAR CUTTING BY SEPARATING SURFACES THAT INTERACT WITH THE TOOL DURING THE CUTTING PROCESS

Існуючі роботи по теорії процесу різання не дають чіткого визначення поверхонь по відношенню діючих на них сил різання. В роботі [1] має місце поняття поверхні різання і обробленої поверхні для випадку поздовжнього точіння прохідним різцем, проте якщо розглядати підрізання торцевої поверхні, там є дві оброблювані поверхні і тільки одна з них збігається з поверхнею різання.

Інтенсивні навантаження, розповсюджені повздовж головної різальної кромки від дії сил різання, викликають виникнення на поверхнях різання складного напруженого стану. Відповідно до виникаючих напружень на поверхні різання в результаті деформації, відповідний поверхневий шар металу зміцнюється, змінюється його структура та властивості, виникає наклеп, що в свою чергу може помітно відобразитися на якості обробленої поверхні, чистоті, здатності до подальшої обробки, а особливо, термічної обробки.

Якщо поверхня різання суміщена з функційною поверхнею то дотичні напруження які на ній виникають сприяють пластичним та пружним деформаціям внаслідок яких функційна поверхня може мати відхилення від геометричної форми.

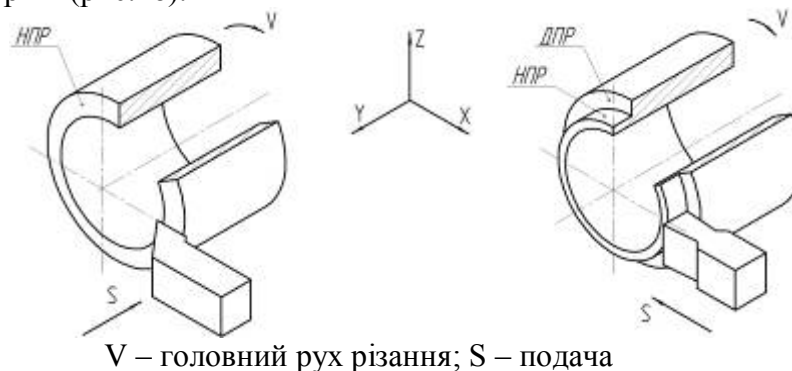
Крім того, при послідуочій термічній обробці, внаслідок нагріву, напруження знімаються, що супроводжується значним спотворенням геометричної форми функційної поверхні. Наприклад, відомі факти про зміну геометричної точності функційної поверхні на 2...3 квалітети точності зняттям напружень при термічній обробці.

Таким чином, можна зробити висновок про необхідність відокремлення нормальної поверхні різання (НПР) та функційної поверхні і при можливості, суміщення функційної поверхні з дотичною поверхнею різання (ДПР).

Як відомо, обробка евольвентної поверхні деталей типу шестерня методами черв'ячного зубофрезерування та зубодовбання дисковими довбачами ведеться при великих силах різання. Ріжуча кромка інструменту при цьому дотична до евольвентної поверхні, яка являється НПР, що викликає дотичні та нормальні напруження на обробленій поверхні та наклеп. При подальшій термообробці шестерен має місце відпуск напружень та значне погіршення якості евольвентної поверхні.

Враховуючи написане вище, доцільно створити спосіб обробки евольвентних поверхонь зубців шестерен, при якому функційна поверхня буде суміщена з ДПР, що виключить нормальні напруження в поверхневому шарі. Обробка евольвентної поверхні здійснювалася б інструментом, ріжуча кромка якого переміщується повздовж оброблюємої поверхні по еквідістантному контуру. Головна ріжуча кромка інструменту повинна розташовуватися по нормалі до оброблюємої поверхні, щоб відбувалось розділення обробленої поверхні та поверхні різання.

Для перевірки теорії було проведено моделювання процесу. На токарному верстаті послідовно велась обробка заготовки спочатку різцем, ріжуча кромка (РК) якої дотична до оброблюємої поверхні (рис.1а), а потім різцем, РК якого нормальна до оброблюємої поверхні (рис.1б).



а) схема різання при дотичній РК різця до оброблюємої поверхні; б) схема різання при нормальній РК різця до оброблюємої поверхні

Рис. 1. Схеми обробки експериментального зразка

При дослідженні отриманих поверхонь на мікроскопі було виявлено, що поверхня, оброблена дотичною ріжучою кромкою інструменту має значні макронерівності, хвилястість, шорсткість R_a 3,6 мкм. Поверхня, оброблена ріжучою кромкою інструменту розташованою по нормалі має організовану та стабільну структуру нерівностей, шорсткість R_a 1,25 мкм, не має значних перепадів.

Непрямолінійність поверхні, обробленої дотичною ріжучою кромкою інструменту становить 0,0622 мм, в той час як непрямолінійність поверхні, обробленої ріжучою кромкою інструменту розташованою по нормалі – 0,0306 мм.

Глибина наклепаного шару визначалась наступним шляхом. Знімалась рентгенограма з наклепаного зразка, потім з цього ж зразка послідовно знімалися невеликі шари шляхом травлення в реактиві; після кожного травлення замірявся знятий шар та знімалась нова рентгенограма. Цей процес тривав до тих пір, поки на рентгенограмі не виходив явний дублет, котрий і показував, що наклеп повністю знято. Рентгенограми знімались по методу Закса на Co випроміненні.

Висновки:

- використовуючи теорію опору матеріалів було виявлено різницю у діючих напруженнях на оброблених поверхнях при різних схемах різання. Відносна різниця в напруженнях на НПР та ДПР може сягати 2,25 разів;
- результати експериментальних досліджень в умовах моделювання процесу показують кращу якість обробленої поверхні при розташуванні ріжучої кромки інструменту по нормалі до оброблюваної поверхні з функційними властивостями;
- можна зробити припущення, що спосіб обробки евольвентних поверхонь зубців шестерен, при якому функційна поверхня буде суміщена з ДПР, вилучить утворення нормальних напружень в поверхневому шарі деталі і забезпечить більшу точність обробки.

Література:

1. Вульф А.М. Резание металлов Изд. 2-е / Вульф А.М. - Л. : «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1973. - 496 с.
2. Беляев Н.М. Сопротивление материалов / Беляев Н.М. – Москва : Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1976. – 608 с.
3. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов / Бобров В.Ф. – Москва : Машиностроение, 1975. – 344 с.