

Вплив нерівномірності подач та обертів шпинделя на процеси лезової обробки деталей

Призначення металорізального верстата пов'язане з виготовленням деталей заданої якості при певній продуктивності і собівартості. Одним з факторів, що впливає на виготовлення деталей заданої якості, є забезпечення необхідних формоутворюючих рухів інструмента щодо оброблюваної деталі. У свою чергу важливим джерелом формування відхилень виконавчих рухів від заданих є похибки виготовлення та складання вузлів приводів верстатів, а також якість сполучення елементів приводу головного руху і приводу подачі, що беруть участь в процесі формоутворення. У зв'язку з цим завдання діагностики приводів подачі супорта (стола) та обертів шпинделя металорізальних верстатів за характеристиками нерівномірності виконавчих рухів, є актуальним.

Інженерія поверхонь в процесі обробки передбачає надання їй певних властивостей, пов'язаних з експлуатаційними характеристиками виробів, в яких встановлена оброблювана деталь. У той ж час по обробленій поверхні можливо аналізувати і, головне, коригувати (удосконалювати) процес її інженерії.

Забезпечуючи точність відносного положення сполучених поверхонь деталі, не можна не враховувати параметри їх стану, а саме: хвилястість, шорсткість, твердість, залишкові напруження і структуру поверхневого шару, що суттєво впливає на експлуатаційні характеристики виробів.

Переважає більшість досліджень процесів зношування деталей в парах тертя однозначно підтверджують доцільність застосування не тільки величини R_a (середнє арифметичне відхилення профілю), але і виду напрямків мікрошорсткості для конкретних сполучень і умов експлуатації.

Враховуючи те, що шорсткість вимірюється тільки на декількох базових довжинах (обмежена ділянка), необхідною умовою для забезпечення необхідних експлуатаційних характеристик з'єднань, крім геометричних відхилень (виконавчі розміри, відхилення форми поверхонь для циліндричних – конусоподібність, бочкоподібність, сідлоподібність, зігнутість, овальність, огранка; для плоских поверхонь – увігнутість, опуклість) слід враховувати хвилястість поверхонь.

Умовність поділу похибок форми поверхонь на шорсткість, хвилястість і мікрогеометрію очевидна. Співвідношення кроку нерівностей до їх висоти у встановлених межах (шорсткість < 40, хвилястість > 40...1000, мікрогеометрична похибка > 1000) підтверджують цю умовність.

Певна умовність існує і в розрахунках теоретичної висоти мікронерівностей при визначенні R_z .

У роботі Клименка С.А. наведено формулу розрахунку висоти шорсткості:

$$R_z = R_{zp} + \Delta H,$$

де: R_{zp} - розрахункова висота нерівностей;

ΔH - відхилення фактичної висоти нерівностей щодо розрахункової.

$$\Delta H = \Delta H_{пр} + \Delta H_{пл} + \Delta H_c + \Delta H_T + \Delta H_{зк} + \Delta H_{вк},$$

де: $\Delta H_{пр}$ – пружне відновлення матеріалу після зрізу шару металу або його деформування;

$\Delta H_{пл}$ – складова, що відображає зміну висоти нерівностей в результаті пластичної деформації в зоні стружкоутворення;

ΔH_c – спотворення мікронерівностей сходженням стружки;

ΔH_T – відхилення, пов'язане з тертям задньої поверхні різця по обробленій поверхні;

$\Delta H_{зк}$ – відхилення від зміни первинного контуру кромки внаслідок її зношування;

$\Delta H_{вк}$ – відхилення, пов'язане з вібраціями різця і оброблюваної деталі.

Кожна з наведених складових відхилення фактичної висоти нерівностей носить імовірнісний характер і може не тільки погіршити шорсткість поверхонь, але і покращувати її.

Для повного уявлення утворення шорсткості на наш погляд було б доцільним додавати ще дві складових:

$\Delta H_{вир}$ - відхилення, пов'язане з виривами оброблюваного матеріалу з обробленої поверхні;

ΔH_s - відхилення, пов'язане з нерівномірністю подач супорта (стола) і обертів шпинделя.

Саме останній складовій і присвячена запропонована робота.

Прийнято вважати, що розрахункова складова шорсткості R_{zp} є визначальною в її розрахунках для будь-яких видів обробки лезовим інструментом. Дійсно, при подачах на оборот при токарній обробці і подачах на зуб при фрезеруванні більше 0,2...0,3 мм і незначних радіусах при вершині інструменту (0,1...0,15 мм), а також кутах $\varphi > 15^\circ$ і $\varphi_1 > 10^\circ$ і глибині різання > 0,5 мм це підтвердження правомірною.

При чистової обробки з подачами не більше 0,05 мм при тих же умовах значення величини шорсткості не збігається з розрахунковою більш, ніж на 30...50% у бік збільшення.

Аналізуючи причину такої невідповідності, було звернуто увагу на нерівномірність руху подач, особливо при чистових режимах обробки. Плавності переміщення робочих органів різних верстатів і машин присвячено невелику кількість робіт, особливо що стосується її впливу на процес лезої обробки.

У лабораторіях ЖДТУ і ВНТ (Вище технічне училище) проведені дослідження нерівномірності руху робочих органів верстатів мод. 16К20, 6Р12 і 6Р81Г за допомогою п'єзоелектричного вібродатчика ДН-4, який призначений для перетворення механічних коливань в електричні сигнали, пропорційні прискоренню коливного об'єкту, які можуть бути перетворені в сигнали, пропорційні віброшвидкості або вібропереміщенню. Для зчитування і обробки даних використовували аналого-цифровий перетворювач (АЦП) Е20-10 фірми L-Card.

З отриманих результатів видно на яких швидкостях переміщення столу відбувається найбільша амплітуда коливань, тобто нерівномірність руху. Також результати показують час t_1 – тривалість стрибка і час t_2 – тривалість зупинки. На рис. 1 наведені осцилограми досліджень.

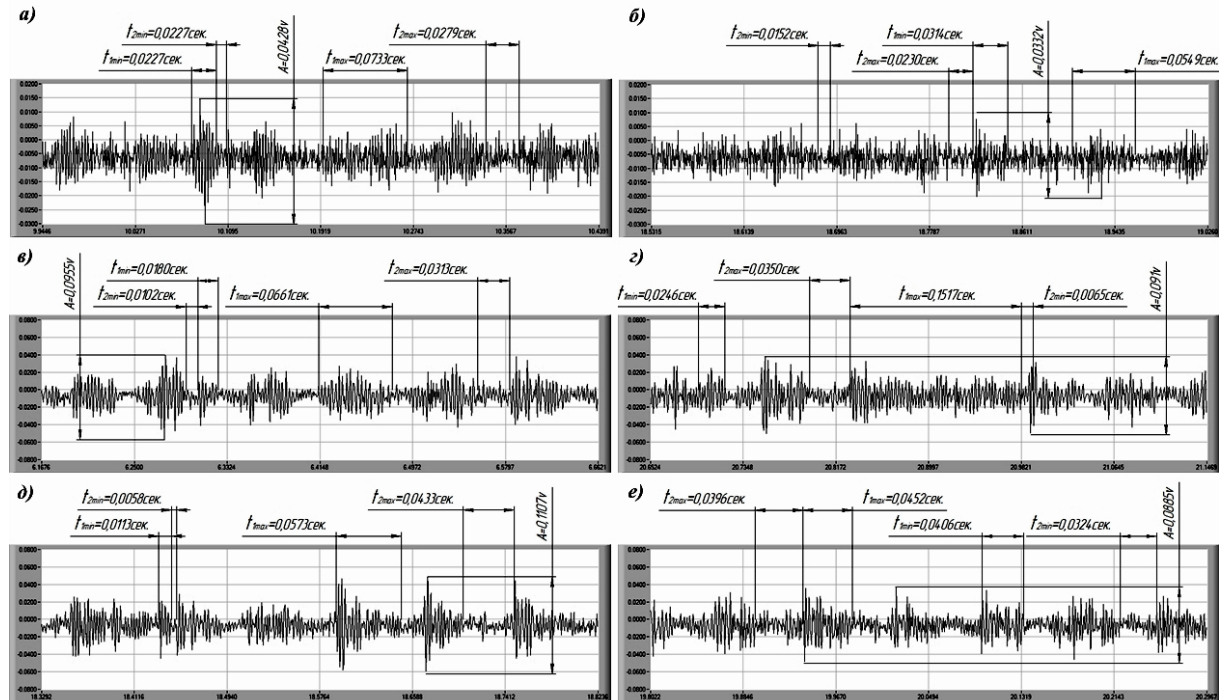


Рис.1. Осцилограма дослідження: а) верстата 16К20 при швидкості 2,5 мм/хв; б) верстата 16К20 при швидкості 6 мм/хв; в) верстата 6Р12 при швидкості 25 мм/хв; г) верстата 6Р12 при швидкості 40 мм/хв; д) верстата 6Р81Г при швидкості 35 мм/хв; е) верстата 6Р81Г при швидкості 55 мм/хв.

Досліди проводилися на холостому ході і показали, що найбільш стійким із досліджуваних до нерівномірності подачі робочих органів, є токарно-гвинторізний верстат. У нього активна нерівномірність спостерігалась, приблизно, до швидкості 10 мм/хв. На вертикально-фрезерному верстаті нерівномірність подачі столу спостерігається навіть на досить великих швидкостях. Це можна пояснити зносом напрямних та деталей приводу. Але, якщо порівнювати вертикально-фрезерний з горизонтально-фрезерним, то на вертикально-фрезерному верстаті за рахунок більшої жорсткості – менша тривалість зупинки.

У дисертаційній роботі планується провести дослідження під навантаженням за допомогою датчиків кутових та лінійних переміщень. Це дасть змогу з високою точністю виміряти величину стрибків супорту (столу) верстатів та нерівномірність обертів. Провести моделювання процесу взаємного переміщення робочих органів, та створити модель утворення шорсткості на поверхні деталей під впливом нерівномірності подачі.

ОТАМАНСЬКИЙ Валентин Владиславович – аспірант кафедри металорізальних верстатів і систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- динаміка механічних систем;
- математичне моделювання.

E-mail: rembrox@rambler.ru