

УДК 621.9

Д.І. Швець, Ю.Г.П'ятківський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВІБРАЦІЙ НА ПРОЦЕС ФОРМОУТВОРЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ПРИ ФРЕЗЕРУВАННІ

D. Shvets, Y.Piatkivsky

STUDY OF THE INFLUENCE OF VIBRATIONS ON THE PROCESS OF FORMATION OF THE SURFACE LAYER DURING MILLING

При чистовій механічній обробці виникають вібрації, які викликають відхилення параметрів поверхневого шару зубчастих коліс, джерелом яких є:

- 1) Радіус закруглення різальної кромки зубів зубообробної фрези – ρ при змінному знятті припуску при зустрічному фрезеруванні;
- 2) Швидкості різання – V ;
- 3) Подачі – $S_{x\phi}$, S_o ;
- 4) Геометричні параметри зубообробних фрез;

Відповідно до технологічних режимів різання при сталому режимі обробки кожне із цих відхилень може сприяти зміні кількісних й якісних показників параметрів поверхневого шару зубчастих коліс і сил, що діють на зубонарізну фрезу. Залежно від напрямку й фази відхилень діючі сили можуть або гасити, або збуджувати вібрацію.

Система, виведена імпульсом сили з рівноваги, вібрує із загасанням коливань. Однак, якщо зміни сил різання значні і протистоять демпфуючому ефекту, то вони можуть викликати ріст амплітуди вібрації; встановлюється рівновага демпфуючих і збуджуючих сил.

При фрезеруванні циліндричних зубчастих коліс відбувається чотири основних типи вібрації (коливань).

1. Вільна вібрація (власні коливання) системи виникає внаслідок яких-небудь ударних впливів (рис. 1). Ця вібрація буде загасати внаслідок демпфуючої сили верстата.

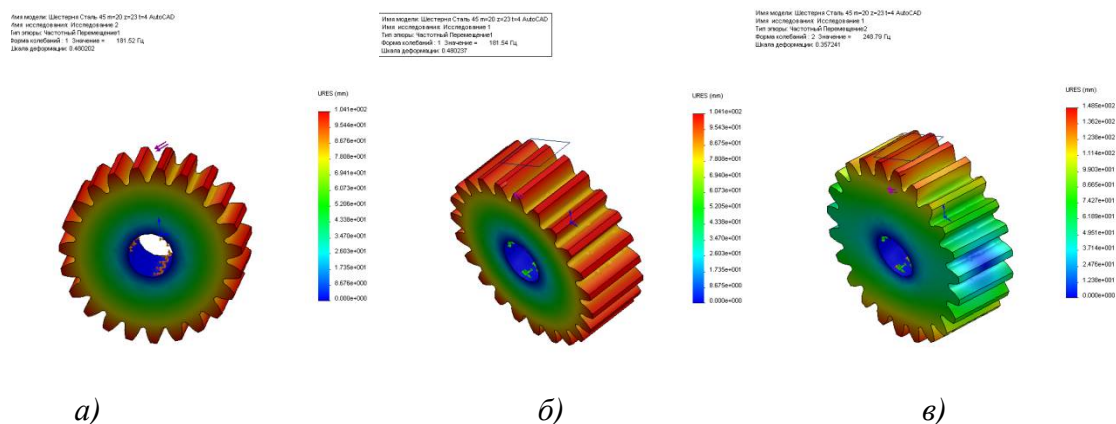


Рисунок 1. Вільна вібрація при фрезеруванні циліндричної шестерні із частотою власних коливань а) – 181,52Гц; б) – 181,54Гц; в) – 248,79Гц

2. Вимушені коливання, що виникають від зовнішнього джерела, а не від процесу різання. Ці коливання можуть виникати внаслідок дисбалансу приводу верстата або під дією зовнішнього динамічного навантаження (рис. 2). Такі коливання, як правило, не досягають резонансної частоти системи верстат - інструмент - заготовка.

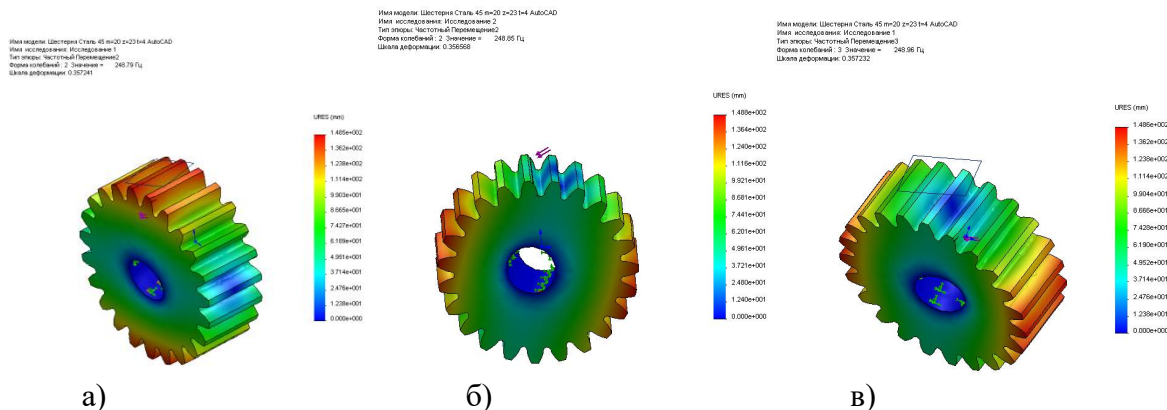


Рисунок 2. Деформація при фрезеруванні циліндричної із частотою вимушених коливань а)– 248,79Гц; б) – 248,85Гц; в) – 248,96Гц;

3. Вимушені коливання, які виникають під час процесу зустрічного фрезерування. Процес зустрічного фрезерування має періодичність, що приводить до вимушених коливань (наприклад, процес утворення переривчастої елементної стружки в співвідношенні з радіусом заокруглення різальної кромки зубів фрези – ρ).

4. Самозбуджувальна вібрація. Явище, при якому вібраційний рух, що виникає в процесі різання, створює енергію для збереження вібрації. Це явище може розглядатися як негативне демпфування.

Типи вібрацій можуть розглядатися в системі з одним ступенем вільності при масі $m=M$ на пружному елементі із жорсткістю k та зусиллям демпфування g , як показано на рис. 3.

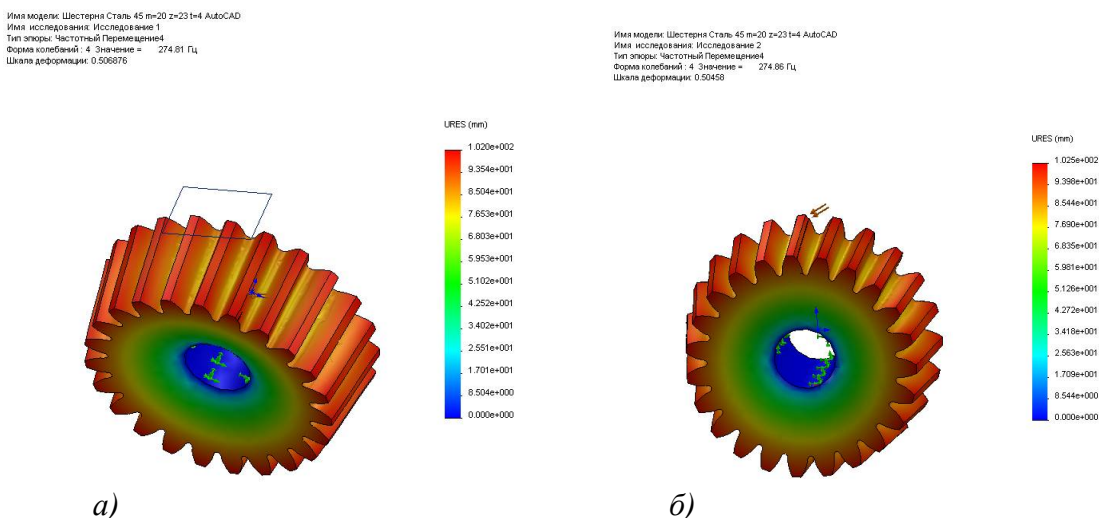


Рисунок 3. Деформація при фрезеруванні циліндричної із частотою вимушених коливань при зустрічному фрезеруванні а) – 274,81Гц; б) – 274,86Гц

Якщо маса рухається із прискоренням \ddot{x} під дією прикладеної сили $F(t)$, тоді рівняння рівноваги має вигляд:

$$m \cdot \ddot{x} = -g \cdot \dot{x} - k \cdot x + F(t) \quad \text{або} \quad m \cdot \ddot{x} + g \cdot \dot{x} + k \cdot x = F(t)$$

Допускається, що пружний елемент має зворотну силу, пропорційну зсуву x , у той час як віброгасник має демпфуючу силу, пропорційну \dot{x} швидкості.