

УДК 621.952

Баланюк Г.В., канд. техн. наук, доцент
 Національний університет «Одеська політехніка», annabalanyuk24@gmail.com

ВИЗНАЧЕННЯ ЗУСИЛЬ ЗАТИСКУ ДЕТАЛЕЙ ПРИ КОЛИВАННЯХ

За певних умов обробки, наприклад, при розточуванні отворів з переривчастою поверхнею, сили, що діють на закріплену в пристрої деталь, виявляються істотно змінними. Для досягнення мінімальних похибок обробки необхідно при встановленні деталі в пристрої забезпечити найменші значення зусиль затиску, при яких не виникають зсуви, що викликані змінним навантаженням. Відомо, що змінні сили впливають на характер фрикційного сполучення поверхонь, що контактують, викликають вібраційні переміщення і зміни фізичних властивостей контакту [1]. Динамічна характеристика тертя [2] описує залежність сили тертя від амплітуди та частоти малих відносних переміщень тіл, що контактують у напрямку нормалі до поверхні контакту. В результаті дослідження низькочастотної (15...35 Гц) вібраційної дії при амплітудах в межах попереднього зміщення В.Л. Вейц [3] отримав уявлення ефективного коефіцієнта тертя спокою, введеного Г. Ю. Джанелідзе:

$$K_{mp}^* = K_{mp} \left[\sqrt{1 - \left(K_2 \frac{P_2}{F_0} \right)^2} - K_1 \frac{P_1}{F_0} - K_3 \frac{P_3}{N} \right], \quad (1)$$

де K_{mp} і F_0 – коефіцієнт і сила тертя за відсутності вібрацій, N – постійна складова зусилля, нормального до поверхні контакту, K_i – коефіцієнти, що характеризують вплив на силу тертя складових вібраційного зусилля: P_1 – у площині контакту у напрямку подальшого зміщення, P_2 – у площині контакту у напрямку, перпендикулярному подальшому зміщенню, P_3 – у напрямку нормалі до поверхні контакту.

В експерименті, проведеному нами, визначалися значення K_{mp}^* при зміні частоти вібраційного впливу від 50 до 800 Гц. У цьому діапазоні лежать частоти власних коливань шпинделя з борштангою та частоти переривань процесу різання при обробці типових переривчастих поверхонь.

Попередні експерименти показали, що швидкість наростання сили $F(t)$ в межах 6...30 Н/хв не впливає на F_0 і в основній серії дослідів зберігалось постійне значення цієї швидкості 18 Н/хв. Результати вимірів представлені (рис. 1) у вигляді зіставлення значень K_{mp}^e , отриманих за даними вимірювань, та K_{mp}^* , розрахованих за формулою (1), причому смуга, заштрихована на графіках, відображає невизначеність значень коефіцієнтів, що входять до цієї формули. Довірчі межі експериментальних даних відповідають ймовірності 99%.

Встановлено, що у широкому діапазоні значень частоти обурення виконується співвідношення $K_{mp}^e > K_{mp}^*$, причому зі збільшенням частоти обурення K_{mp}^e зростає. Останнє означає, що збільшення частоти призводить до зменшення зміщувальної дії сили $P_0 \sin 2\pi ft$ відповідно до уявлень про динамічну характеристику процесу тертя.

Таким чином, дія гармонійного обурення не еквівалентна дії постійної сили, чисельно рівної амплітуді обурення. Це означає, що коефіцієнти K_1 , K_2 і K_3 у формулі (1) виявляють не тільки досліджену в [3] залежність від амплітуди періодичного впливу, але також залежать від його частоти. Якщо для цих коефіцієнтів зберігати значення, отримані при низьких частотах, то розрахункове визначення умов нерухомості виконується із запасом.

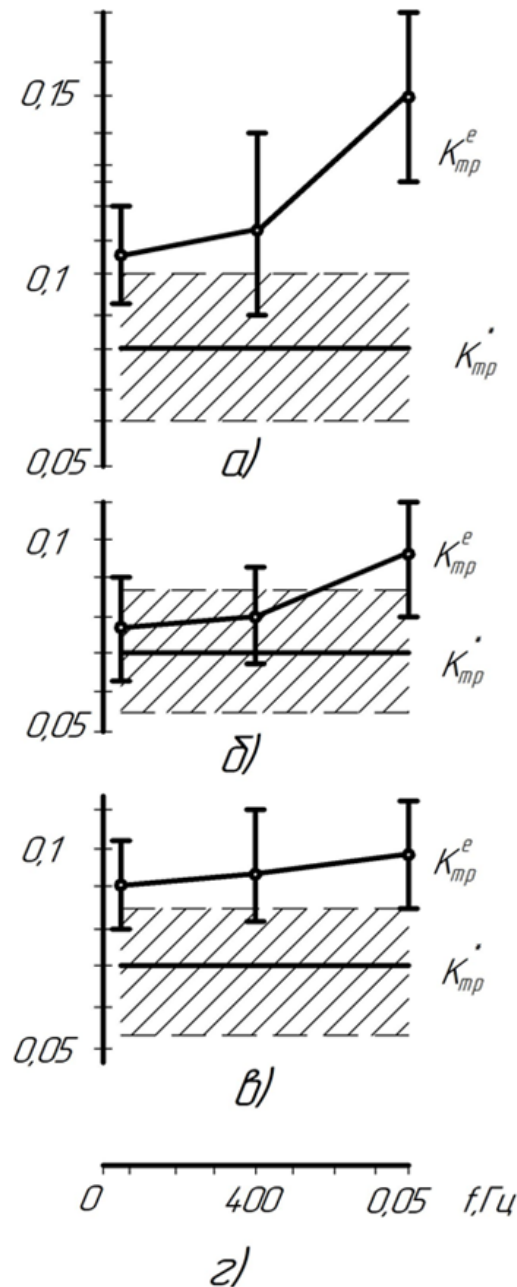


Рис. 1 – Значення коефіцієнта тертя спокою:
 а) - дюралюміній-чавун; б) - сталь-чавун; в – чавун-чавун.

Використовуючи рекомендовану В. С. Корсаковим [4] методику визначення сил затиску оброблюваної деталі, знаходимо, що в такому розрахунку можна знехтувати вібраційними впливами на деталь при тонкому розточуванні суцільних поверхонь, так як амплітудам коливань 1 ... 2 мкм відповідає амплітуда сили, що гармонійно змінюється 1...2 Н, що становить 0,5...3% постійної складової сили різання. Однак при розточуванні переривчастих поверхонь вібраційні впливи на оброблювану деталь можуть істотно впливати на величину сили затиску, що запобігає зміщенню деталі в процесі обробки. Розглядаючи приклад розрахунку (рис. 2), припустимо, що власна вага деталі мала порівняно з силою затиску і що коефіцієнти тертя на всіх контактних поверхнях однакові. Найбільш небезпечним є таке положення різця, при якому в момент врзання або виходу складова P_{zy} сили різання спрямована по осі можливого зміщення деталі.

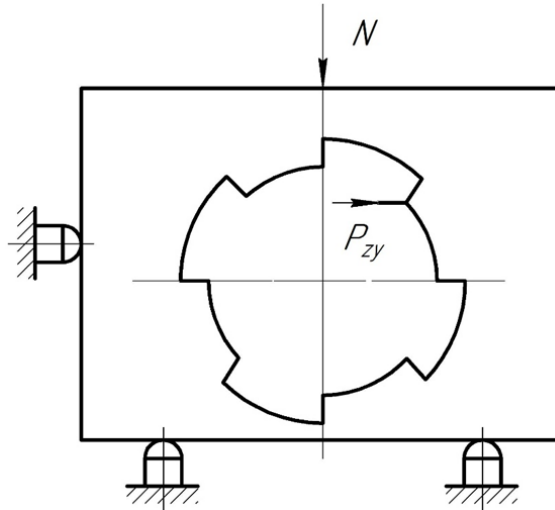


Рис. 2 – До розрахунку сили затискання деталі з переривчастою поверхнею

При цьому слід враховувати також зміни складової P_x . Умову відсутності усунення деталі запишемо у вигляді $2KP_{zy} \leq K_{mp}^* N$, де K – коефіцієнт запасу (по [2] без урахування переривчастості різання), N – сила затиску, а подвоєння P_{zy} враховує характер її наростання, близький до умов раптового застосування. Вважаючи у формулі (1) $P_z=0$ і $F_0=K_{mp}N$, знайдемо вираз сили затиску:

$$N = \frac{\sqrt{(K + K_1)^2 P_{zy}^2 + K_2^2 P_x^2}}{K_{mp}} \quad (2)$$

де K_1 і K_2 і слід визначати з урахуванням рекомендацій роботи [3]. Аналогічно можна дослідити й інші схеми базування, що застосовуються під час розточування.

Список посилань

1. Крагельський І. В. Тертя та знос. / І. В. Крагельський. – М.: Машинобудування, 1968. – 480 с.
2. Кудінов В. А. Динаміка верстатів / В. А. Кудінов. - М.: Машинобудування, 1967. – 359 с.
3. Вейц В. А. Дослідження тертя спокою в напрямних ковзання при низькочастотних спрямованих мікроколиваннях / В.А. Вейц - У кн. : Нове в теорії тертя – М.: Наука, 1966. – С. 60-81.
4. Бондаренко С. Г. Основи технології машинобудування: навчальний посібник / С.Г. Бондаренко – Львів: Магнолія, 2018. – 500 с.