

М. Левкович

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РОЗТОЧУВАННЯ СФЕРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Виведено аналітичні залежності для визначення параметрів режимів різання. Досліджено вплив технологічних параметрів на режими різання. Наведено конструкцію і принцип роботи пристрою для розточування сферичних поверхонь.

М. Levkovych

TECHNOLOGICAL BASES OF BORING OF SPHERICAL SURFACES OF DETAILS OF MACHINES

Analytical dependences are shown out for determination of parameters of the modes. It is investigated influence of technological parameters on the modes. Construction and principle of work of device is resulted for boring of spherical surfaces.

Умовні позначення

- C_{pz}, C_{px}, C_{py} – поправочні коефіцієнти, що виражають відповідні сили різання і матеріал;
 t – глибина різання, мм;
 S – подача, мм/об;
 v – швидкість різання, м/хв;
 x, y, n – показники степеня, відповідно глибини різання, подачі і швидкості;
 K_1 – коефіцієнт, що враховує вплив якості оброблюваного матеріалу;
 K_2 – коефіцієнт, що враховує геометрію різця;
 K_3 – коефіцієнт, що враховує зношення різця;
 R – радіус сфери, мм;
 n – частота обертання заготовки, об/хв;
 α – кут підйому різця, град.
 l – виліт різця;
 $[\sigma_{3z}]$ – допустимі напруження на згин матеріалу державки, мПа;
 W_0 – осьовий момент опору, мм²;
 b, h – ширина і висота державки різця відповідно, мм;
 $[\tau_{zp}]$ – допустиме напруження на зріз матеріалу осі, мПа;
 d – діаметр осі, мм;
 $P_{рез}$ – результуюча сила різання;
 P_x, P_y, P_z – складові сили різання.

Для сучасного вітчизняного і зарубіжного машинобудування характерне розширення номенклатури деталей машин складної геометрії, в тому числі із сферичними поверхнями.

Враховуючи останні дослідження і публікації [1,2,3], встановлено, що розточування сферичних поверхонь належить до складних і трудомістких технологічних операцій з позиції точності, чистоти поверхні, продуктивності. Цей процес трудомісткий, що зумовлено важкими умовами роботи, малою жорсткістю ріжучих інструментів тощо. При цьому необхідно забезпечити не тільки точність розмірів і форми, а також точність положення оброблюваної поверхні [1]. Крім цього, залишилися не вирішеними ще цілий ряд питань.

В літературі мало уваги приділяється правильному базуванню ріжучого інструмента відносно оброблюваної поверхні, що приводить до нерівномірності розподілу припусків на обробку.

Проблемним завданням є підвищення точності, вібростійкості при виготовленні поверхонь звичайним інструментом, встановлення раціональних режимів різання. Останнє тісно зв'язане з розмірною стійкістю інструмента, точністю виготовлення сферичних впадин [2]. З цього випливає, що при розточуванні сферичних поверхонь не вирішено ще цілий ряд питань, які потребують подальшої реалізації. Проблемним завданням є підвищення продуктивності праці і якості оброблення, що зумовлено важкими умовами роботи, недостатньою жорсткістю ріжучих інструментів.

Робота виконується в рамках пріоритетних напрямків розвитку науки і техніки «Новітні технології та ресурсозберігаючі технології в промисловості, енергетиці та агропромисловому комплексі України» на 2002-2006 р.

Метою даної роботи є виведення аналітичних залежностей для розрахунку параметрів режимів різання. Для цього необхідно дослідити вплив технологічних факторів на параметри режимів різання в процесі розточування сферичних впадин.

Для вирішення поставленої задачі нами спроектовано і виготовлено технологічне оснащення (рис. 1) для забезпечення процесу розточування сферичних поверхонь.

Процес різання характеризується структурною схемою, яка включає вхідні та вихідні параметри. У нашому випадку до вхідних параметрів можна віднести матеріал, розміри і допуски, верстат, технологічне середовище, елементи режимів різання. До вихідних параметрів належать такі експлуатаційні характеристики, що визначають результатами виконання механічної обробки, а саме: точність і якість поверхні, стійкість та міцність інструмента, продуктивність та економічність обробки. Для досягнення оптимальних вихідних параметрів необхідно керувати вхідними параметрами, оскільки до вхідних параметрів, що задаються, належать режими різання, тому необхідно дослідити саме ці параметри для встановлення оптимальних.

Процес різання визначається характером зміни сил різання. Напрямок результуючої ($P_{рез}$) сили різання не співпадає з напрямком руху різання (рис. 2). Вона розкладається на складові:

$$P_{рез} = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2} . \quad (1)$$



Рисунок 1 - Пристрій для розточування сферичних поверхонь

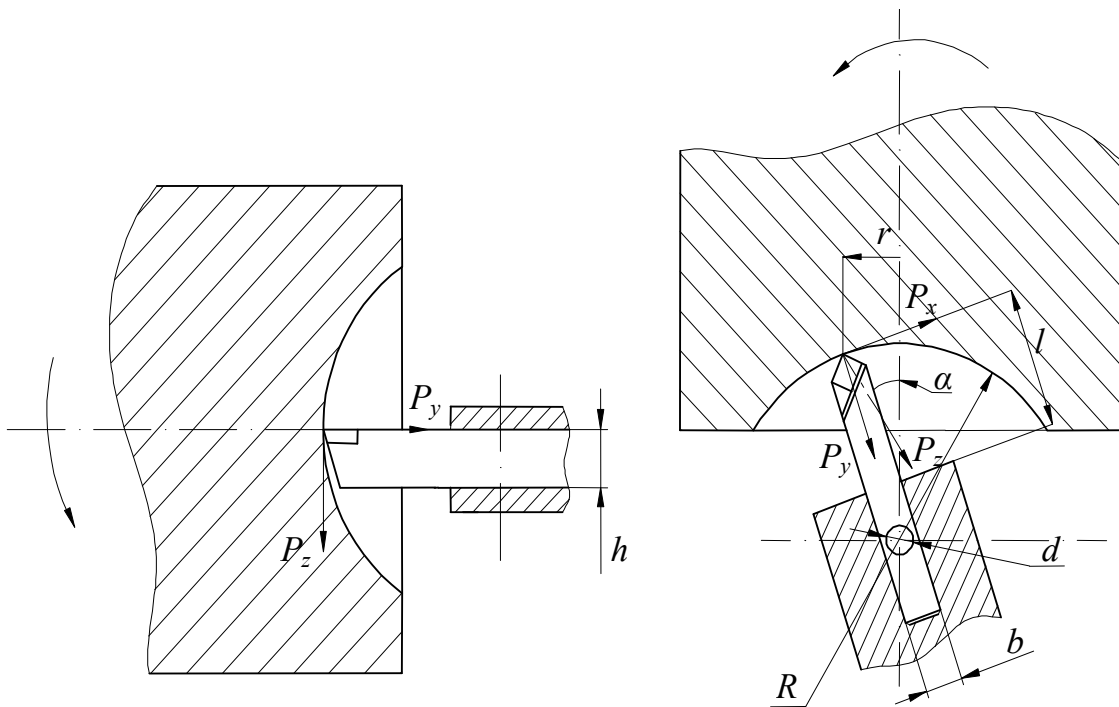


Рисунок 2 - Розрахункова схема розточування сферичних поверхонь деталей машин

При цьому складові сили різання визначають за формулами:

$$\begin{aligned} P_z &= C_{pz} \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3; \\ P_x &= C_{px} \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3; \\ P_y &= C_{py} \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3. \end{aligned} \quad (2)$$

Швидкість різання визначають із співвідношення:

$$V = \frac{2 \cdot \pi \cdot R \cdot \sin \alpha \cdot n}{1000}. \quad (3)$$

Сила P_y не виконує корисної роботи, оскільки напрямок її дії перпендикулярний до робочих рухів інструмента. Робота сили різання P_x відносно мала, оскільки подача в її напрямі значно менша швидкості різання. Тому для розрахунку крутного моменту та потужності різання використовуємо силу P_z .

В даному випадку визначають момент різання за формулою:

$$M_p = P_z \cdot r = P_z \cdot R \cdot \sin \alpha, \quad (4)$$

а потужність різання визначають із залежності:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 1020}. \quad (5)$$

Найслабшою ланкою пристрою, з точки зору міцності, є державка різця, що піддається дії згінного моменту M_{32} . Оскільки сила P_z є головною силою різання, яка складає приблизно 35% результуючої сили різання з великими динамічними параметрами і вібраціями, то розрахунок міцності державки різця доцільно проводити за цією силою. При цьому:

$$M_{32} = P_z \cdot l. \quad (6)$$

Умова міцності розточного різця визначається з формули:

$$\sigma_{32} = \frac{M_{32}}{W_0} < [\sigma_{32}]. \quad (7)$$

Осьовий момент рівний:

$$W_0 = \frac{b \cdot h^2}{6}. \quad (8)$$

Вісь обертання різця розраховується на зріз із залежності:

$$\tau_{зр} = \frac{4 \cdot \sqrt{P_x^2 + P_y^2}}{\pi \cdot d^2} \leq [\tau_{зр}]. \quad (9)$$

При проведенні досліджень з розточування сферичних поверхонь зі сталі, чавуну та силуміну нами отримані дані, які наведені на рисунку 3. При розточуванні поверхонь деталей зі сталі використовувався матеріал різальної частини Т5К10, а для чавуну і силуміну – ВК6.

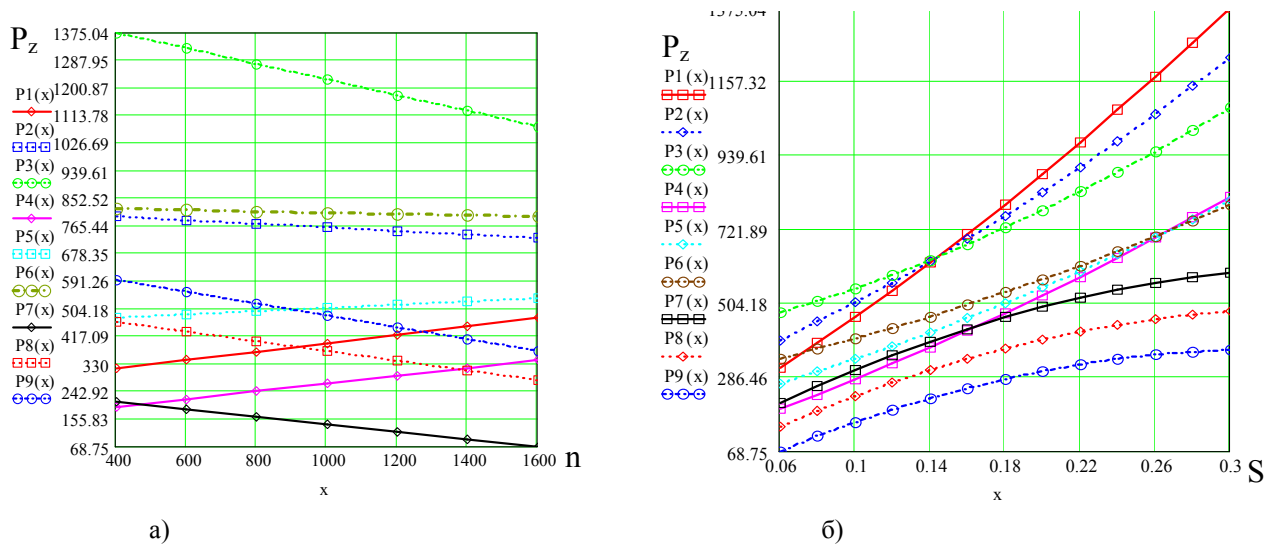


Рисунок 3 - Залежність зусилля P_z від (а) обертів заготовки n і (б) від подачі S для $P1(x)$, $P2(x)$, $P3(x)$ - сталь 45; $P4(x)$, $P5(x)$, $P6(x)$ - чавун; $P7(x)$, $P8(x)$, $P9(x)$ - силумін

Як бачимо з рисунка 3 (а) залежність сили P_z від обертів заготовки n майже лінійна. Більший вплив на силу різання P_z (рис. 3 (б)) має подача S .

Шорсткість визначається за відомою формулою:

$$R_a = 76.2 \cdot \frac{s^{0.57} \cdot v^{0.03} \cdot j^{0.04}}{10^{0.04} \cdot t^{0.08} \cdot \rho^{0.2} \cdot \alpha^{0.34} (50 + \lambda)^{0.35}}. \quad (10)$$

На рисунку 4 наведено вплив швидкості різання v та глибини різання t на шорсткість R_a , на рис.5 – залежність швидкості різання від радіуса сфери R і кута α , а на рис. 6 – залежності моменту різання M_r від радіуса сфери і згінного моменту l від вильоту різця

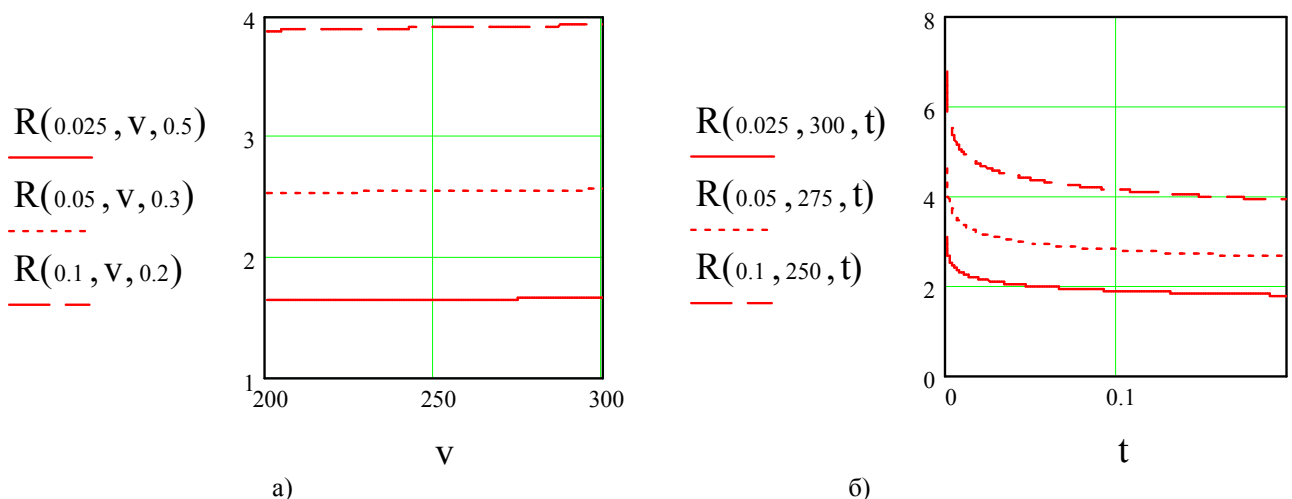


Рисунок 4 - Залежність шорсткості оброблення від (а) швидкості різання v , (б) глибини різання t

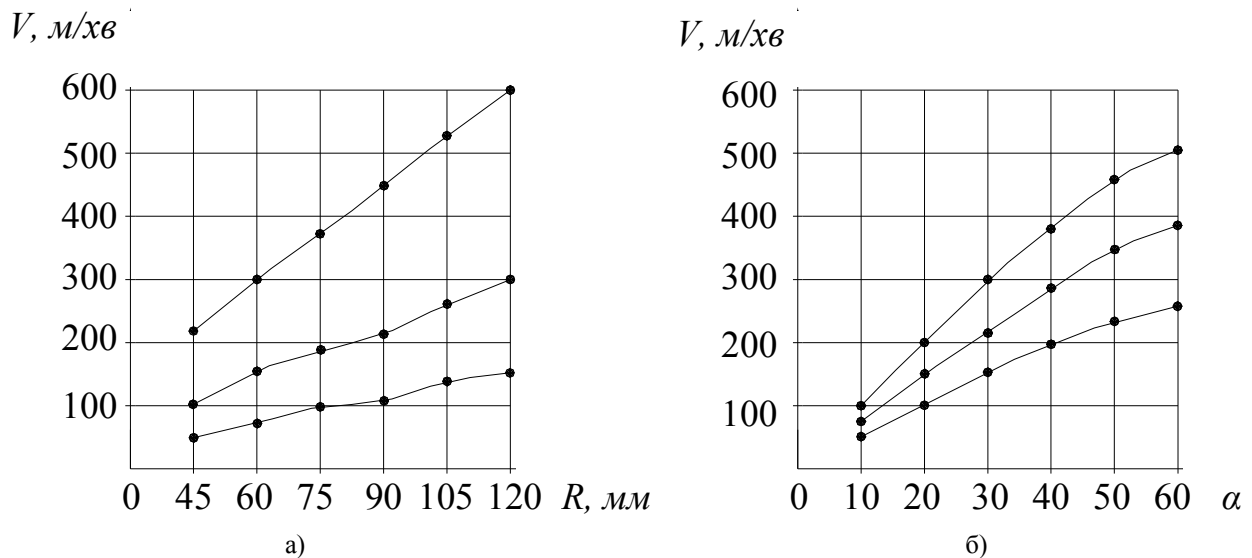


Рисунок 5 – Графік залежності швидкості різання V від радіуса сфери R (а) і кута α (б)

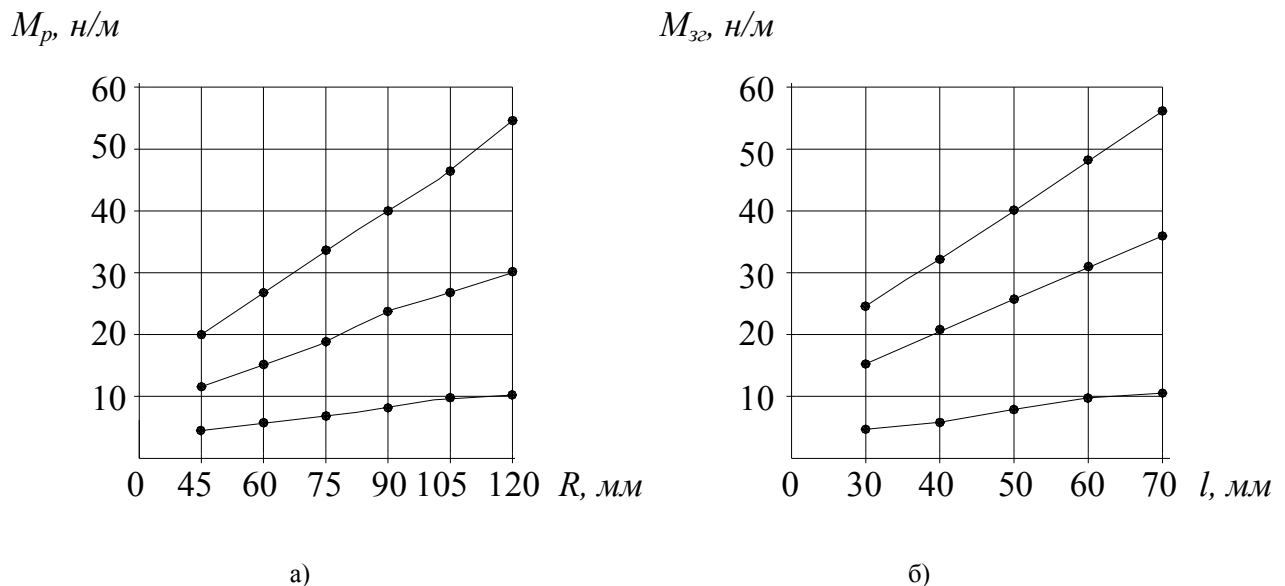


Рисунок 6 – Графік залежності моменту різання M_r від радіуса сфери R (а) і згінного моменту $M_{зг}$ від вильоту різця l (б)

Висновки. Дослідження процесу розточування дозволило встановити основні закономірності процесу, вплив режимів різання та інших параметрів розточування на зміну сили різання для вибору оптимальних параметрів оснащення та режимів різання.

Література

1. Линчевский П.А., Джугурян Т.Г., Оргиян О.А. Обработка деталей на оброчно-расточных станках / Под ред. Линчевского П.А.–К.: Техника, 2003.– 300с.
2. Смирнов В.К. Токарь-розточник.–М.: Высшая школа, 1982.–239с.
3. Лакирев С.Г. Обработка отверстий: Справочник. – М.: Машиностроение, 1984.–208с., ил. (серия справочников для рабочих).
4. Резание конструкционных материалов, режущие инструменты и станки / Под ред. Петрухи. Изд.2-е, перераб. и доп.– М: Машиностроение, 1974.– 616с.
5. Декларацийний патент України №14336, МПК В23В5/00 Пристрій для розточування сфер / Левкович М.Г. - №200510457; Заявл. 07.11.2005; Опубл. 15.05.2006, Бюл.№5. -2с.

Одержано 26.02.2007 р.