

ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПРОСТОРОВИХ ВІДХИЛЕНЬ ПОВЕРХНІ ОТВОРУ ЯК СКЛАДОВОЇ МІНІМАЛЬНОГО ПРИПУСКУ ДЛЯ РОЗТОЧУВАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Уточнено підходи до визначення просторових відхилень поверхонь, з яких знімається припуск під час обробки отворів в заготовках корпусних деталей. На прикладі розточування головного отвору в заготовці корпусної деталі на багатоцільовому верстаті визначено кількісні значення коефіцієнта зменшення просторових відхилень.

Ключові слова: припуск, корпусна деталь, багатоцільовий верстат, розточування, технологічна система, жорсткість, коефіцієнт зменшення просторових відхилень.

Abstract

The approaches to the determination of spatial deviations of surfaces, from which the allowance is removed during the processing of openings in the workpieces of body parts, are specified. On the example of the boring of the main opening in the procurement of the body detail on the multi-purpose machine, the quantitative values of the coefficient of reduction of spatial deviations are determined.

Key words: allowance, body detail, multipurpose machine, boring, technological system, rigidity, coefficient of reduction of spatial deviations.

Вступ і постановка задачі

Важливою частиною проектування технологічних операцій механічної обробки є визначення оптимальних значень припусків, зокрема мінімальних припусків.

Найточнішим засобом визначення мінімального припуску є розрахунково-аналітичний метод, запропонований професором В. М. Кованом [1]. Цей метод враховує такі складові: висоту мікронерівностей Rz , глибину дефектного шару h та просторові відхилення ρ поверхні відносно технологічних баз, що утворились на технологічному переході, що передує виконуваному, а також похибку установлення заготовки у верстатний пристрій, яка виникає на виконуваному технологічному переході.

Величини Rz і h визначаються за таблицями [2, 3]. Величину похибки установлення ε_y можна знайти з використанням відомих способів [2 – 4], але з обов'язковим урахуванням того, що ця похибка визначається як поле розсіювання розміру між вершиною настроєного інструмента та поверхнею заготовки, з якої зрізається припуск.

Величину ρ можна знайти за формулою [2, 3]

$$\rho = \sqrt{\rho_{жол}^2 + \rho_{зм}^2}, \quad (1)$$

де $\rho_{жол}$; $\rho_{зм}$ просторові відхилення, спричинені відповідно жолобленням і зміщенням осі отвору.

Величина $\rho_{жол}$ досить просто знаходиться за рекомендаціями [2, 3]. Що ж стосується величини $\rho_{зм}$, то під час її розрахунку мають бути враховані неточності виготовлення вихідної заготовки, схема базування на першій операції, а також ті похибки механічної обробки, що впливають на $\rho_{зм}$. Особливо суттєво величина $\rho_{зм}$ залежить від схеми базування на першій операції, тобто від вибору комплекту чорнових технологічних баз. Так, в роботі [5] на прикладі обробки заготовки корпусної деталі показано, що розв'язання задачі знімання мінімального рівномірного припуску забезпечує величину $\rho_{зм}$ приблизно у десять раз меншою, ніж у випадку, коли розв'язується задача забезпечення розмірного зв'язку між обробленими і необробленими поверхнями.

Величина ρ повинна бути визначена як для першого переходу механічної обробки, так і для всіх подальших переходів.

В посібнику [2] наведена емпірична формула для визначення величини залишкових просторових відхилень $\rho_{зал}$, що спричиняються ефектом копіювання похибок через нежорсткість технологічної системи. Ця формула має вигляд

$$\rho_{зал} = k_3 \rho_{заг}, \quad (2)$$

$\rho_{заг}$ – просторові відхилення поверхні вихідної заготовки; k_3 – коефіцієнт зменшення просторових відхилень.

Згідно з [2], величина коефіцієнта k_3 може змінюватися в межах від 0,06 до 0,002 в залежності від кількості переходів обробки та їх виду.

Разом з тим, в посібнику [3] наведена інша емпірична формула для визначення $\rho_{зал}$, а саме

$$\rho_{зал} = \rho_{заг} \prod_{i=1}^n k_{3_i}, \quad (3)$$

де n – кількість переходів механічної обробки, що передують переходу, для якого визначається $\rho_{зал}$.

Порівняння формул (2) і (3) показує, що вони суттєво відрізняються, але, попри це, рекомендовані в [2, 3] значення коефіцієнтів k_3 однакові. Ця обставина змусила авторів цієї доповіді, по перше засумніватись в правильності формули (2) і, по друге, в придатності рекомендованих авторами [3] значень коефіцієнт уточнення для їх використання у формулі (3). Саме намагання вирішити ці питання і пояснює появу цієї роботи.

Результати роботи

Відомо [6], що під час обробки поверхонь з нерівномірним розподілом припуску, виникає ефект копіювання похибок форми і просторового розташування. Причиною такого копіювання є нежорсткість технологічної системи. Коефіцієнт зменшення просторових відхилень, що забезпечується на i -тому технологічному переході стосовно неспіввісності циліндричних поверхонь, а також похибок їх форми, складає

$$k_{3_i} = \frac{\rho_i}{\rho_{i-1}}. \quad (4)$$

Залишкові просторові відхилення після виконання i -того технологічного переходу складатимуть

$$\rho_3 = \frac{P_{y_i}^{\max}}{j_c}, \quad (5)$$

де $P_{y_i}^{\max}$ – максимальне значення радіальної складової сили різання на i -тому технологічному переході; j_c – жорсткість технологічної системи в розрахунковому перетині.

Відповідно, коефіцієнт зменшення просторових відхилень можна визначити за формулою

$$k_{3_i} = \frac{P_{y_i}^{\max}}{\rho_{i-1} \cdot j_c}. \quad (6)$$

Прийнявши, що максимальна глибина різання дорівнює ρ_{3-1} , максимальне значення сили різання складе

$$P_{y_i}^{\max} = 10C_{P_y} \cdot \rho_{3-1}^{x_{P_y}} \cdot s^{y_{P_y}} \cdot v^{n_{P_y}} \cdot k_{P_y}. \quad (7)$$

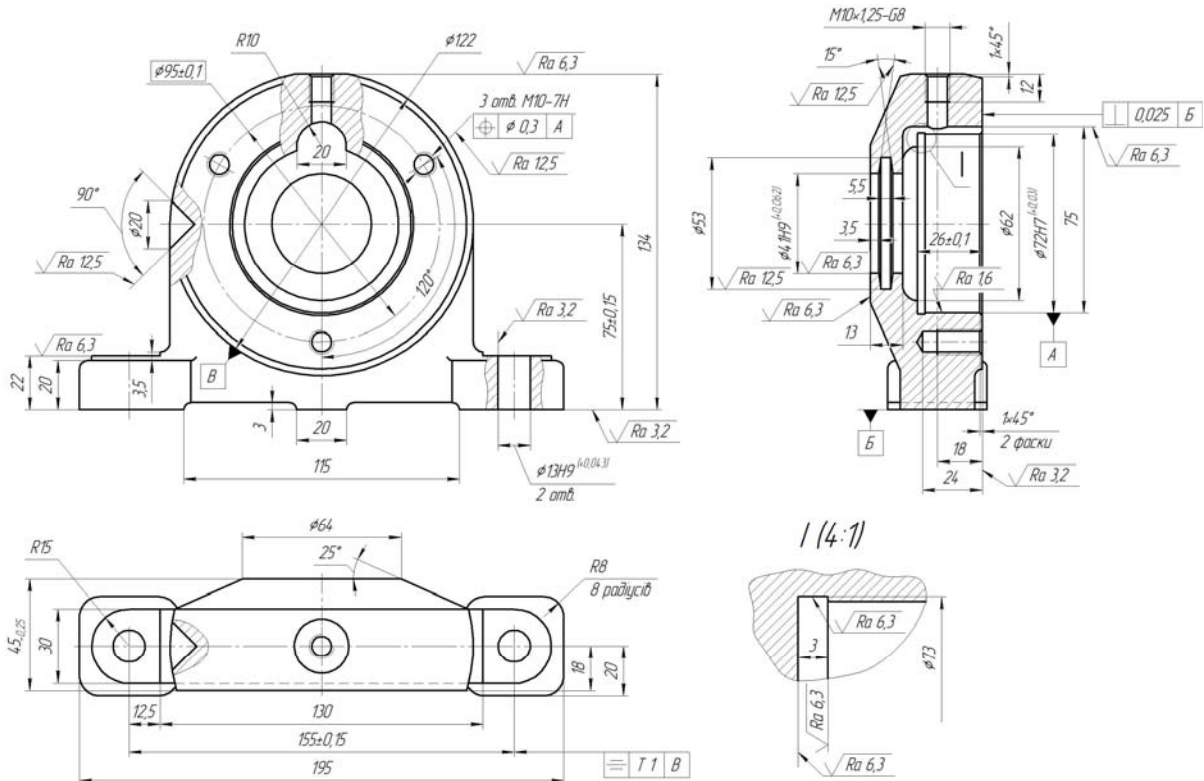
де C_{P_y} , k_{P_y} , x_{P_y} , y_{P_y} , n_{P_y} – коефіцієнти і показники степенів (знаходяться за таблицями [7]); v – швидкість різання, м/хв; s – подача, мм/об;

Отже розв'язавши спільно рівняння (4 – 7), отримаємо співвідношення для визначення коефіцієнта зменшення просторових відхилень під час точіння і розточування

$$k_{z_i} = \frac{10C_{P_y} \cdot \rho^{x_{P_y}} \cdot s^{y_{P_y}} \cdot v^{n_{P_y}} \cdot k_{P_y}}{\rho_{i-1} \cdot j_c} \quad (8)$$

Під час розрахунків за формулою (8) потрібно враховувати, що $[\rho] = \text{мм}$, а $[j_c] = \text{Н/мм}$.

Подальші дослідження виконані на прикладі розточування головного отвору в заготовці деталі типу «Корпус підшипника» (рисунок) в умовах серійного виробництва.



Ескіз деталі «Корпус підшипника»

Матеріал деталі – сірий чавун СЧ18. Допуск діаметра отвору у вихідній заготовці складає 2,2 мм.

Спосіб виготовлення заготовки – лиття в піщано-глинисті форми з машинним формуванням суміші. Клас точності вилівка – 9 [8].

За чистові технологічні бази вибрані площина лап (основна конструкторська база деталі) і два кріпильні отвори $\phi 13H9$ мм. Вважалося, що обробка головного отвору $\phi 72H7^{(+0,03)}$ мм з використання цієї схеми базування виконується за чотири переходи (чорнове, напівчистове, чистове і тонке розточування) з одного установа на багатоцільовому свердлильно-фрезерно-розточувальному верстаті з ЧПК. Установлення заготовки на цій операції здійснюється на опорні пластини і два пальці (круглий та зрізаний).

Припустимо, що величина просторових зміщень ρ на першому переході складає 3 мм. Припустимо також, що жорсткості верстата, верстатного пристрою і заготовки суттєво більші за жорсткість розточувальної оправки $j_{p,0}$, тобто прийемо, що $j_c = j_{p,0} = 8700 \text{ Н/мм}$ [9]. Визначимо величину k_z для першого переходу – чорнового розточування. Згідно з [7], використаємо такі значення режимів різання, коефіцієнтів і показників степенів у формулі (8): $s = 0,3 \text{ мм/об}$; $v = 120 \text{ м/хв}$; $C_{P_y} = 54$; $k_{P_y} = 1$; $x_{P_y} = 0,9$; $y_{P_y} = 0,75$; $n_{P_y} = 0$.

За таких параметрів розрахована за формулою (8) величина k_3 склала 0,022. Аналогічні розрахунки виконані для умов виготовлення деталі з якісної конструкційної сталі. Для цього випадку $k_3 = 0,025$. Встановлено також, що для напівчистового розточування $k_3 = 0,024$. Близькі значення k_3 отримані і для чистового розточування. Таким чином, розрахунки показують, що для умов розточування отворів на багатоцільових верстатах з ЧПК, вузли яких мають високу жорсткість, можна прийняти, що $k_3 = 0,03$ для всіх ступенів обробки.

Визначивши за рекомендаціями [3, 4] величину ρ як складову мінімального припуску для першого переходу, можна за формулою

$$\rho_i = k_{z_i} \cdot \rho_{i-1} \quad (9)$$

знайти залишкові просторові відхилення для усіх подальших переходів.

Складає певний практичний інтерес визначення k_3 для інших поширених способів лезової обробки (точіння зовнішніх циліндричних поверхонь валів і фланців, фрезерування площин заготовок корпусних деталей). Автори планують розглянути ці питання в подальших дослідженнях а також порівняти їх результати з експериментальними даними.

Висновки

1. Отримано співвідношення для визначення коефіцієнта зменшення просторових відхилень під час точіння і розточування.
2. На прикладі розточування головного отвору в заготовці корпусної деталі на багатоцільовому верстаті з ЧПК встановлено, що кількісне значення коефіцієнта зменшення просторових відхилень можна приймати рівним 0,03 для всіх переходів обробки.
3. Результати роботи можуть бути використані як в навчальному процесі, так і на машинобудівних підприємствах під час проектування технологічних процесів механічної обробки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кован В. М. Расчет припусков на обработку в машиностроении / В. М. Кован — М. : Машгиз, 1953. — 208 с.
2. Горбачевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / Горбачевич А. Ф., Шкряд В. А. — Минск : Вышэйшая школа, 1983. — 256 с.
3. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении / [Бабук В. В., Шкряд В. А., Кривко Г. П. и др.]; под ред. В. В. Бабука. — Минск : Вышэйшая школа, 1987. — 255 с.
4. Дерібо О. В. Технологія машинобудування. Курсове проектування : навчальний посібник / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, В. П. Пурдик. — Вінниця : ВНТУ, 2013. — 123 с.
5. Вплив схеми базування на першій операції на величину припуску для розточування отворів в корпусних деталях на настроєних верстатах / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський, Д. А. Боровський // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2018. — № 6. — С. 95–103.
6. Основы технологии машиностроения / [Кован В. М., Корсаков В. С., Косилова А. Г. и др.]; под ред. В. С. Корсакова. — М. : Машиностроение, 1977. — 416 с.
7. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. / [сост. Абрамов Ю. А. Андреев В. Н., Горбунов Б. И. и др.]; под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова — М. : Машиностроение, 1985. — Т. 2. — 1985. — 496 с.
8. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку : ГОСТ 26645-85. — [Чинний від 1987-07-01]. — М. : Изд-во стандартов, 1987. — 53 с.
9. Кузнецов Ю. И. Оснастка для станков с ЧПУ : справочник. / сост. Кузнецов Ю. И., Маслов А. Р., Байков А. Н. — М. : Машиностроение, 1990. — 512 с.

Дерібо Олександр Володимирович – канд. техн. наук, доцент, професор кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: deriboov@ukr.net;

Дусанюк Жанна Павлівна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;