

ПОРІНЯННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПРИПУСКІВ ДЛЯ ОБРОБКИ ГОЛОВНИХ ОТВОРІВ У КОРПУСНИХ ДЕТАЛЯХ ЗА НОРМАТИВАМИ ТА ЗА ДОПОМОГОЮ РОЗРАХУНКОВОГО МЕТОДУ З ВИКОРИСТАННЯМ РОЗМІРНОГО АНАЛІЗУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано порівняльний аналіз результатів визначення загального припуску за нормативами і припуску, визначеного розрахунковим методом з використанням розмірного аналізу технологічного процесу, який враховує конкретні умови виконання цього процесу. Аналіз отриманих результатів показав, що розрахункове значення загального припуску може суттєво перевищувати значення припуску, визначеного за нормативами. Тому якщо на першій операції технологічного процесу розв'язується задача забезпечення розмірного зв'язку між оброблюваними та необроблюваними поверхнями, то слід визначати припуски на обробку відповідальних поверхонь за допомогою розрахунково-аналітичного методу, оскільки припуску, визначеного за нормативами, може не вистачити для забезпечення необхідної якості деталі.

Ключові слова: механічна обробка, визначення припусків, нормативний метод, розрахунково-аналітичний метод, розмірний аналіз технологічних процесів.

Abstract

A comparative analysis of the results of determining the general allowance according to standards and the allowance determined by the calculation method using the dimensional analysis of the technological process, which takes into account the specific conditions of this process, was performed. The analysis of the obtained results showed that the calculated value of the total allowance can significantly exceed the value of the allowance determined according to the standards. Therefore, if at the first operation of the technological process the problem of ensuring the dimensional relationship between the processed and untreated surfaces is solved, then the allowances for processing the relevant surfaces should be determined using the calculation and analytical method, since the allowance determined according to the standards may not be found be enough to ensure the required quality of the part.

Key words: mechanical processing, determination of allowances, regulatory method, calculation and analytical method, dimensional analysis of technological processes.

Вступ і постановка задачі

Визначення раціональних значень мінімальних припусків є важливою частиною проектування операцій механічної обробки. Особливого значення ця задача набуває за умов обробки заготовок деталей на настроєних верстатах (в серійному і масовому виробництві), коли завищені припуски можуть спричинити перевитрату матеріалів, підвищити трудомісткість і невиправдано збільшити собівартість продукції. Разом з тим, недостатній припуск може не забезпечити необхідної якості деталі.

Припуски для механічної обробки можуть визначатися за нормативними таблицями або розрахунково-аналітичним методом. Визначення припусків за нормативами досить просте і не потребує значних затрат часу. Разом з тим, застосування розрахунково-аналітичного методу [1], дозволяє суттєво підвищити точність такого розрахунку, оскільки у цьому випадку враховуються конкретні технологічні умови. Застосування розрахунково-аналітичного методу передбачає визначення мінімальних проміжних і загальних припусків, причому спочатку знаходяться проміжні припуски, а потім — загальні.

Згідно з [2] величини мінімальних проміжних припусків враховують:

- висоту мікронерівностей (Rz) і товщину дефектного шару металу (h), що утворились в процесі виготовлення вихідної заготовки або на технологічному переході механічної обробки, що передує виконуваному;

- похибку встановлення заготовки у верстатний пристрій (ε_B), яка виникає на виконуваному технологічному переході;
- сумарні просторові відхилення поверхні отвору, з якої зрізається припуск, і осі отвору відносно її номінального розташування (ρ);

Перші три складових мінімального припуску досить просто визначаються за таблицями і рекомендаціями які є в [3, 4].

Параметр ρ спричиняють відхилення, спричинені відповідно жолобленням ($\rho_{\text{жол}}$) і зміщенням осі отвору ($\rho_{\text{зм}}$) перед відповідною механічною обробкою. Величину $\rho_{\text{жол}}$ нескладно визначити за рекомендаціями [5]. Що ж стосується величини $\rho_{\text{зм}}$, то її кількісне значення можна знайти за допомогою запропонованого у роботі [6] підходу із застосуванням розмірного аналізу технологічних процесів.

На погляд авторів цієї доповіді певний науковий і практичний інтерес складає порівняння величини припуску, визначеного наближено за нормативами, з припуском, встановленого за допомогою точнішого розрахунково-аналітичного методу.

Отже, метою дослідження є порівняльний аналіз результатів визначення мінімального припуску за нормативами і за допомогою розрахунково-аналітичного методу з використанням розмірно-точнісного аналізу технологічного процесу для визначення величини $\rho_{\text{зм}}$ як складової мінімального припуску.

Основний матеріал

Дослідження виконувались на прикладі технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус». Розглянуто визначення технологічних розмірів і розмірів вихідної заготовки, а також проміжних припусків на усі переходи обробки (розточування) головного отвору $\text{Ø}130H9$ мм і загального припуску. Ескіз обробки отвору $\text{Ø}130H9$ мм показано на рис. 1.

Вважалося, що на першій операції розв'язується задача забезпечення розмірів між оброблюваними і необроблюваними поверхнями деталі, а саме розмірів $80,5 \pm 0,11$ мм і $20_{-0,52}$ мм.

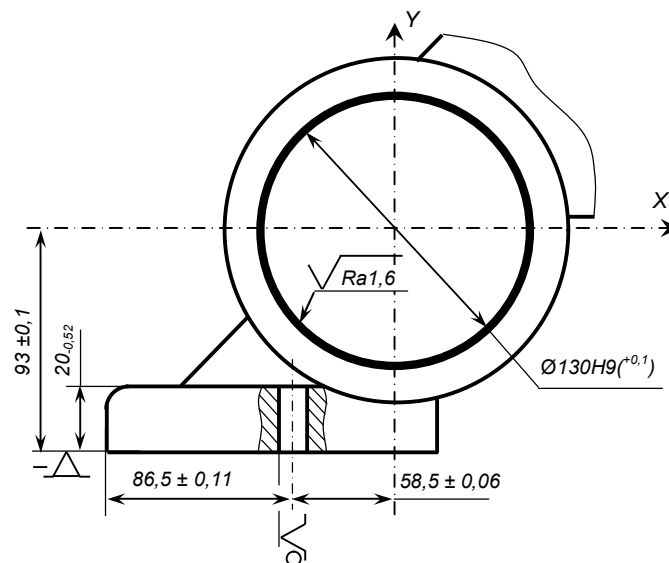


Рис. 1. Ескіз обробки

Згідно з маршрутом обробки побудовані розмірні схеми технологічного процесу (РСТП) у напрямках осей X та Y . РСТП розроблено за методикою, викладеною у [3, 7]. На основі РСТП для обох осей (X та Y), побудовано похідні графи-дерева, вихідні графи-дерева і графи технологічних розмірних ланцюгів (суміщені графи). Графи технологічних розмірних ланцюгів показано на рисунку 2. Ребрами цих графів є: конструкторські розміри (K), технологічні розміри (B), розміри вихідної заготовки (Z), проміжні припуски (Z), відстані між осями отворів у вихідній заготовці, після чорнового, чистового і тонкого розточування (Δ).

З використанням графів технологічних розмірних ланцюгів сформовані рівняння цих ланцюгів і завдяки їх розв'язанню визначені усі технологічні розміри і розміри вихідної заготовки.

Важливими параметрами для визначення припусків для обробки отвору є розміри L_{3-5} і L_{2-3} . Ці розміри є ланками замикання відповідних розмірних ланцюгів і визначають розташування осі отвору у вихідній заготовці відносно чистових технологічних баз на операції попередньої і остаточної обробки (розточування) отвору $\varnothing 130H9$ мм у напрямках осей відповідно X та Y (див. рис. 1).

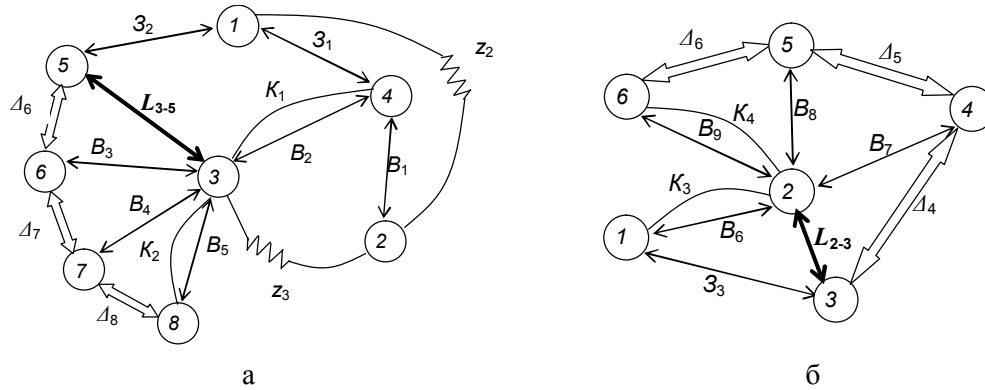


Рис. 2. Графи технологічних розмірних ланцюгів: а) у напрямі осі X ; б) — у напрямі осі Y

Отже прийнято, що $\rho_{3M_X} = \delta(L_{3-5})$, а $\rho_{3M_Y} = \delta(L_{2-3})$.

Таким чином, ρ_{3M} становитиме

$$\rho_{3M} = \sqrt{[\delta(L_{3-5})]^2 + [\delta(L_{2-3})]^2}. \quad (1)$$

Із суміщеного графа (рис. 2, а) випливає, що

$$-L_{3-5} + B_2 - 3_1 + 3_2 = 0,$$

або

$$L_{3-5} = B_2 - 3_1 + 3_2.$$

Оскільки розмірний ланцюг, що розглядається, має три складових ланки, то для визначення поля розсіювання ланки замикання $\delta(L_{3-5})$ використано імовірнісний метод. Тому

$$\rho_{3M_X} = \delta(L_{3-5}) = t \sqrt{[\lambda(B_2)T(B_2)]^2 + [\lambda(3_1)T(3_1)]^2 + [\lambda(3_2)T(3_2)]^2} \quad (2),$$

де t – коефіцієнт, величина якого залежить від бажаної імовірності P роботи без браку; $\lambda(B_2)$, $\lambda(3_1)$, $\lambda(3_2)$ – коефіцієнти відносно розсіювання, які залежать від закону розподілу дійсних значень розмірів B_1 , 3_1 і 3_2 . Прийнято, що $t = 3$; при цьому $P = 0,27\%$.

Вважалось, що розподіл дійсних значень всіх розмірів підпорядковується закону нормального розподілу, а $\lambda(B_2) = \lambda(3_1) = \lambda(3_2) = 0,33$.

Підставивши у (2) прийняті значення коефіцієнтів t , λ і допусків розмірів, отримаємо $\rho_{3M_X} = 4,33$ мм.

Визначимо ρ_{3M_Y} . Прийнято, що ρ_{3M_Y} дорівнює величині поля розсіювання розміру L_{2-3} . Із суміщеного графа (рис. 2, б) випливає, що

$$-L_{2-3} - B_6 + 3_3 = 0.$$

або

$$L_{2-3} = 3_3 - B_6.$$

Розмірний ланцюг, що розглядається, має дві складових ланки, тому для визначення поля розсіювання ланки замикання $\delta(L_{2-3})$ використано метод максимуму-мінімуму. Отже

$$\rho_{3M_Y} = \delta(L_{2-3}) = T(3_3) + T(B_6). \quad (3)$$

Підставивши у (3) прийняті значення допусків розмірів, отримаємо $\rho_{3M_Y} = 4,22$ мм.

За формулою (1) визначено загальну величину ρ_{3M} , яка склала 6,04 мм.

З використанням отриманого значення ρ_{3M} за методикою [5] визначені усі проміжні і загальні припуски (мінімальні і максимальні). Порівняння отриманого в результаті розмірного аналізу загального мінімального припуску (6,75 мм на сторону) із загальним припуском, визначеним за нормативними таблицями [8] (4,9 мм на сторону), показує, що розрахунковий припуск на 30% перевищує нормативний, причому найсуттєвіший вплив на величину розрахованого загального припуску чинить величина просторового відхилення осі отвору у вихідній заготовці відносно технологічних баз.

Отже, за прийнятих технологічних умов, припуску, визначеного за нормативами, під час обробки партії заготовок на настроєному верстаті може не вистачити для забезпечення необхідної якості деталей.

Висновки

1. Виконано порівняльний аналіз результатів визначення загального припуску за нормативами і припуску, знайденого за допомогою розмірного аналізу технологічного процесу, яке враховує конкретні технологічні умови виконання цього процесу. Аналіз отриманих результатів показав, що розрахункове значення загального припуску суттєво (на 30%) перевищує значення припуску, визначеного за нормативами.

2. Якщо на першій операції технологічного процесу механічної обробки розв'язується задача забезпечення розмірного зв'язку між оброблюваними та необроблюваними поверхнями, то слід визначати припуски на обробку відповідальних поверхонь за допомогою розрахунково-аналітичного методу, оскільки припуску, визначеного за нормативами, може не вистачити для забезпечення необхідної якості деталей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основы технологии машиностроения / [Кован В. М., Корсаков В. С., Косилова А. Г. и др.] ; под ред. В. С. Корсакова. — М. : Машиностроение, 1977. — 416 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. Т. 1 / [Борисов В. Б., Борисов Е. И., Васильев В. Н. и др.] ; под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. — М. : Машиностроение, 1985. — 656 с.
3. Дерібо О. В. Основи технології машинобудування. Частина 2 : навчальний посібник / О. В. Дерібо. — Вінниця: ВНТУ, 2015. — 116 с.
4. Дерібо О. В. Основи технології машинобудування. Частина 2 : практикум / Дерібо О. В., Дусанюк Ж. П., Сухоруков С. І. — Вінниця : ВНТУ, 2015. — 116 с.
5. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении / [Бабук В. В., Шкред В. А., Кривко Г. П. и др.] Под ред. В. В. Бабука. — Минск : Вышэйшая школа, 1987. — 255 с.
6. Дерібо О. В. Застосування розмірного аналізу у визначенні мінімального проміжного припуску на механічну обробку отворів у корпусних деталях / Дерібо О. В., Дусанюк Ж. П., Горук Т. М. // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2009. — № 4. — С. 77—80.
7. Рудь В. Д. Розмірно-точнісний аналіз конструкцій та технологій / Рудь В. Д., Герасимчук О. О., Маркова Т. П. — Луцьк: ЛДТУ, 2008. — 344 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.

Коваленко Ксенія Сергіївна — студентка групи ІПМ-20м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. 1pm.17b.kovalenko1@gmail.com.

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

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

Kovalenko Ksenia S. — Department of Machine-building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: 1pm.17b.kovalenko1@gmail.com.

Deribo Oleksandr V. — Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: deriboov@ukr.net.

Supervisor: **Deribo Oleksandr V.** — Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: deriboov@ukr.net.