

Міністерство освіти і науки України



**Тернопільський національний технічний
університет
імені Івана Пулюя**

*Кафедра технічної механіки
та сільськогосподарських машин*

ВИРОБНИЦТВО ДЕТАЛЕЙ ТА ВУЗЛІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторних робіт
для студентів денної та заочної форм навчання
спеціальності 133 Галузеве машинобудування
спеціалізації «Машини сільськогосподарського виробництва»

Тернопіль – 2021

Укладачі: к.т.н. Олексюк В.П., к.т.н. Сташків М.Я., к.т.н. Цьонь Г.Б.

Методичні вказівки розроблено відповідно до навчальної програми і призначено для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 133 Галузеве машинобудування спеціалізації «Машини сільськогосподарського виробництва».

Завдання методичних вказівок – надати методичну допомогу студентам при виконанні лабораторних робіт. Тут у короткій формі наведено основні вимоги і вказівки для виконання лабораторних робіт, приведено ряд довідкових матеріалів.

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни „Виробництво деталей та вузлів сільськогосподарських машин” для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 133 Галузеве машинобудування спеціалізації «Машини сільськогосподарського виробництва» розглянуті і рекомендовані до друку на засіданні кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин ТНТУ, протокол № 11 від 12.05.2021 р.

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни „Виробництво деталей та вузлів сільськогосподарських машин” для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 133 Галузеве машинобудування спеціалізації «Машини сільськогосподарського виробництва» розглянуті і рекомендовані до друку на засіданні методичної комісії факультету інженерії машин, споруд та технологій ТНТУ, протокол № 8 від 26.05.2021 р.

Рецензент: к.т.н., доцент кафедри автомобілів Вовк Ю.Я.

ВИМОГИ ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

До лабораторних робіт допускаються студенти, які пройшли Інструктаж з техніки безпеки, ознайомилися з будовою лабораторних установок та порядком роботи на них. Інструктаж з техніки безпеки здійснює викладач, який веде заняття.

Пристаюючи до роботи необхідно впевнитися в наявності та справності засобів захисту від дії рухомих деталей, відсутності оголених проводів, справності самої установки. Перед вмиканням установок потрібно зайняти безпечні місця і переконатися, що на рухомих деталях установок і біля них немає зайвих предметів.

Забороняється виконувати будь-які регулювання на установці, яка працює. При виконанні роботи потрібно бути уважним, не порушувати дисципліну, виконувати вказівки лаборанта або викладача.

Після закінчення роботи необхідно вимкнути установку з електромережі, очистити її, встановити регулятори у вихідне положення та прибрати робоче місце

Лабораторна робота № 1

ВИЗНАЧЕННЯ НАЛАГОДЖУВАЛЬНОГО РОЗМІРУ ПРИ ТОКАРНІЙ ОБРОБЦІ ПАРТІЇ ЗАГОТОВОК

Мета роботи. Визначення похибки розміру обточеної поверхні при точінні вихідних заготовок з діаметрами зовнішньої поверхні, які незначно відрізняються, з метою встановлення налагоджувального розміру на розглянутій операції.

Зміст роботи. Обточуючи невелику дослідну партію заготовок з гарячекатаного прокату звичайної точності різних діаметрів (але в межах допуску), встановлюють величину похибки розмірів діаметрів, визначають їх середню величину ($\Delta_{\text{сер}}$) і розраховують налагоджувальний розмір ($L_{\text{нал}}$).

Організаційні і методичні вказівки. Робота виконується в лабораторії з підгрупою студентів. Кожний з них робить точіння однієї заготовки. Результати вимірювань заносять до загального протоколу.

Обробка результатів проводиться в аудиторних умовах.

Технологічне оснащення, вихідні матеріали і дані

Робоче креслення деталі.

Заготовки для деталей у кількості 11 шт. різних діаметрів у межах $27^{+0,4}_{-0,7}$ з гарячекатаного прокату звичайної точності.

Токарний верстат з повідковим центром.

Різальний інструмент – прохідний різець.

Вимірювальний інструмент: мікрометр 25 – 50 мм (ціна поділки 0,01 мм), налагоджувальний шаблон (щуп), еталонний валик.

Інструкція з виконання роботи.

Теоретичні відомості

При установці інструмента на заданий розмір необхідно знайти оптимальне

положення, при якому розміри всіх оброблюваних деталей партії уклалися б у межі допуску при найбільшій стійкості інструментів. Налагоджувальний розмір визначає положення інструмента при настроюванні. При встановленні налагоджувального розміру враховують деформацію системи верстат – інструмент – приспособлення – деталь (ВПД), теплові деформації, зношування інструмента й інші явища, що виникають у процесі різання. Похибку розміру обробленої поверхні (Δ), що являє собою різницю між налагоджувальним розміром ($L_{\text{нал}}$) і дійсно отриманим середнім ($L_{\text{дійс.сер}}$), знаходять за формулою

$$\Delta = L_{\text{дійс.сер}} - L_{\text{нал}} \cong u_{\text{пр}} - l_t + l_{\text{зн}},$$

де $u_{\text{пр}}$ – величина пружної деформації системи ВПД. Як правило, величини l_t (теплове видовження інструменту) і $l_{\text{зн}}$ (розмірне зношування інструменту) можна не враховувати.

Порядок виконання роботи:

1. Установка різця в різцетримачі верстата і закріплення; матеріал різальної частини різця Р6М5; геометрія різця: $\gamma = 0^\circ$, $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 10^\circ$; $\alpha = 10^\circ$; $r = 0,5$ мм.
2. Установка і закріплення еталонного валика в центрах. Діаметр еталонного валика

$$d_{\text{ет}} = d_{\text{сер}} - 2a,$$

де $d_{\text{сер}}$ – середній діаметр оброблюваних деталей;

a – товщина налагоджувального шаблона (щупа).

3. Налаштування верстата на заданий режим обробки.
4. Налаштування різця по еталонному валику.
5. Вимір заготовки.
6. Вмикання подачі й обробка заготовки.
7. Вимикання верстата. Заготовку знімають і після охолодження вимірюють.
8. Обробка 11 заготовок з режимом $v = 40$ м/хв; $S = 0,07$ мм/об; $t = 1,5$ мм і занесення результатів вимірів в порядку черговості у табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Номер заготовки	Фактичний діаметр заготовки $d_{заг}$, мм	Фактичний діаметр обробленої деталі $d_{д}$, мм	Поправка $\Delta = \frac{d_{д} - d_{сеп}}{2}$, мм
1			
2			
3			
...			
11			

9. За даними вимірам будують точкову діаграму і з неї визначають поле розсіювання.

10. Обчислюють середню величину поправки за формулою

$$\Delta_{сеп} = (\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \dots + \Delta_n) / n,$$

де n – число оброблених деталей.

11. Розраховують значення налагоджувального розміру $L_{нал}$.

Зміст звіту:

Назва роботи.

Назва верстата, модель, технічна характеристика.

Дані про вимірювальні засоби (найменування і ціна поділки).

Матеріали і розміри заготовок. Геометрія різця, марка матеріалу ріжучої частини.

Режими різання.

Таблиця результатів вимірювань.

Точкова діаграма.

Обчислення величини налагоджувального розміру.

Висновки.

Література. Див. [6, гл. II; 7, с.128].

Лабораторна робота № 2

ВИЗНАЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ НА НАЛАГОДЖЕНОМУ ВЕРСТАТІ СТАТИСТИЧНИМ МЕТОДОМ

Мета роботи. Співставити проведені дослідження графічно й визначити, наскільки отримана крива розподілу фактичних розмірів наближається до теоретичної кривої нормального розподілу.

Методами математичної статистики необхідно визначити: міру розсіювання, середній арифметичний розмір, середнє квадратне відхилення, ймовірність браку у відсотках.

Зміст роботи. Контроль одного й того ж розміру у всіх деталей контрольної партії, оброблених при одному налагодженні верстату без зміни й переналагодження інструментів. Аналіз отриманих замірів методами математичної статистики.

Організаційні й методичні вказівки. Роботу виконують в аудиторії. Група з 5-10 чоловік отримує завдання і партію деталей для заміру 6 їх за заданим параметром або дані з результатами вимірювань і сортування їх за розмірними групами (див. графи 1, 2 і 3 табл. 2.1).

Потім кожний студент виконує необхідні розрахунки по одній чи двох розмірних групах і зносить їх результати у відповідні стрічки таблиці. Далі виконують побудови графіка з двома кривими і роблять висновки.

Вихідні матеріали і дані:

Робоче креслення деталі.

Партія оброблюваних деталей (не менше 50 шт,) або дані про їх виміри по діаметру.

Вимірювальний інструмент — мікрометр 0-25 (ціна поділки 0,01 мм) зі стійкою.

Інструкція по виконанню роботи.

Теоретичні відомості

Точність обробки деталей тісно пов'язана з якістю машинобудівної продукції. В наш час, коли розвитку машинобудівного комплексу приділяється першочергове значення, питання точності набуває особливого значення.

Вивчення причин (факторів), які викликають погрішності при обробці заготовок на металорізальних верстатах, дозволило встановити зв'язок між цими причинами й величинами похибок і таким чином керувати похибками, знижуючи їх при необхідності до дуже малих величин.

Якщо вплив всіх факторів у процесі обробки заготовок однаковий і жоден з них не є переважаючим, то найбільш вірогідним буде розподілення розмірів оброблюваних заготовок в даній партії за законом Гаусса (за так званою кривій нормального розподілу).

Аналіз кривих розподілу, побудованих на основі спостереження за технологічними процесами, дає змогу встановити вплив випадкових й систематичних похибок, а криві розподілу встановлюють точність обробки деталей. Випадкові похибки в партіях оброблюваних деталей підпорядковуються закону нормального розподілу, графічно зображеному кривою, котра має симетричну форму із заокругленою вершиною.

Основними характеристиками розподілу випадкових похибок є середній розмір й середнє квадратне відхилення (поняття середнього розміру до будь-якого параметру – діаметру, довжини, кутовому розміру, відхилення від паралельності, площинності, перпендикулярності, співвісності і т. д.)

Середній розмір L_{cp} визначають за формулою

$$L_{cp} = (L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n)/n,$$

де $L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$ – розміри окремих заготовок або деталей;

n – загальне число заготовок або деталей в партії.

Середнє квадратичне відхилення σ_{cp} визначають за формулою

$$\sigma_{cp} = \sqrt{[(L_1 - L_{cp})^2 + (L_2 - L_{cp})^2 + \dots + (L_g - L_{ch})^2] / n}$$

Для виконання закономірності похибок, які виникають при обробці заготовок, користуються методами математичної статистики.

Вимірявши всі заготовки партії, їх розбивають на групи з однаковими розмірами або відхиленнями (в межах певного інтервалу) і результати заносять на координатну площину, відкладаючи на вісі ординат число заготовок з однаковими розмірами, а на вісі абсцис – їх розміри чи відхилення. Після з'єднання точок отримують ламану лінію, при досить великому числі вимірів близьку до кривої фактичного розподілу.

Різниця між найбільшими і найменшими розмірами, отриманими при вимірах, визначає величину розсіювання розмірів, яка не повинна бути більшою допуску на розмір. Якщо величина розсіювання розмірів виходить за межі допуску, то це свідчить про те, що похибки обробки є більшими за допустимі, і, відповідно, у цьому випадку має місце брак.

Порядок виконання роботи:

1. Вимірювання деталей партії за заданим параметром і внесення результатів в графі 1,2 і 3 таблиці, яка відповідає по формі табл. 2.1 (або використання готових даних із цих граф).
2. Розрахунок даних і заповнення граф 4 – 8 табл. 2.1.
3. Розрахунок міри розсіювання і встановлення можливості браку.
4. Визначення середнього арифметичного значення розміру.
5. Визначення середнього квадратичного відхилення – величини похибки.
6. Побудова графіків фактичного і нормального розподілу.
7. Розрахунок відсотка браку виправного і невиправного, а також відсотка виходу придатних деталей.
8. Висновки про якість налагодження верстата і рекомендації із її поліпшення.

Приблизний порядок виконання лабораторної роботи

Вихідні дані. З метою аналізу точності обробки деталей по зовнішній циліндричній поверхні $\varnothing 12h10_{(-0,07)}$ на автоматі оброблена партія деталей в кількості 100 шт. і зроблені виміри досліджуваного розміру. Деталі цієї партії оброблені при одному налагодженні верстату без зміни і переналагодження інструменту. Контрольований розмір вимірювали мікрометром і результати вимірів розподілили по розмірних групах з інтервалом у 0,01 мм. Таких груп 11. Ці вихідні дані внесені в графи 1, 2, 3 табл. 2.1.

Математична обробка. Міру розсіювання визначають за формулою $M_p = d_{max} - d_{min}$. $M_p = 12,02 - 11,91 = 0,11$; $M_p = 0,11$ мм. Допуск T_d розміру деталі $\varnothing 12h10_{(-0,07)}$ складає 0,07 мм. Помітимо, що міра розсіювання перевищує допуск розміру і, отже, при обробці має місце, брак.

Визначаємо середнє арифметичне значення розміру кожної розмірної групи. Так, для 1-й групи $d_{i \text{ сеп.гр.}} = 0,5 (11,92 + 11,91) = 11,915$ мм. Результати цього розрахунку вносимо в графу 4 табл. 1.1.

Середній арифметичний розмір всіх деталей партії визначаємо за формулою

$$d_{\text{сеп}} = \left[\sum (d_{i \text{ сеп.гр.}} \cdot m_i) \right] / \sum m_i$$

Чисельником цього дробу є сума даних графи 5 табл. 2.1, а знаменником – розмір партії деталей, тобто сума даних графи 3 тієї ж таблиці. У нашому випадку $d_{\text{сеп}} = 1196,56/100 = 11,9656$ мм.

Середнє квадратичне відхилення визначаємо за формулою

$$\sigma = \sqrt{\left[\sum (d_{i \text{ сеп.гр.}} - d_{\text{сеп}})^2 m_i \right] / \sum m_i},$$

де чисельником дробу під коренем є сума даних, приведених у графі 8. Для групи 1 отримані наступні дані:

у графі 6 $d_{i \text{ сеп.гр.}} - d_{\text{сеп.}} = 11,915 - 11,9656 = 0,0506$ мм;

у графі 7 $(d_{i \text{ сеп.гр.}} - d_{\text{сеп.}})^2 = (-0,056)^2 = 0,00256036 = 25,6 \cdot 10^{-4}$;

Таблиця 2.1

Вихідні дані				Розрахункові дані			
номер помірно ї групи	інтервали розмірів в групі d_i , мм	число деталей в групі m_i , шт.	середній розмір групи (в інтервалі) $d_{i \text{ сер.гр.}}$, мм	добуток даних по графам 3 і 4 $d_{i \text{ сер.гр.}} \cdot m_i$, мм	відхилення середнього розміру групи від середнього арифметичного $d_{i \text{ сер.гр.}} - d_{\text{сер.}}$, мм	квадратичне відхилення середнього розміру групи від середнього арифметичного $(d_{i \text{ сер.гр.}} - d_{\text{сер.}})^2$, мм ²	добуток квадратичного відхилення (по графі 7) на число деталей в розмірній групі $(d_{i \text{ сер.гр.}} - d_{\text{сер.}})^2 \cdot m_i$, мм ²
1	2	3	4	5	6	7	8
1	11,91–11,92	1	11,915	11,915	–0,0506	$25,6036 \cdot 10^{-4}$	$25,6036 \cdot 10^{-4}$
2	11,92–11,93	2	11,925	23,850	–0,0400	$16,4836 \cdot 10^{-4}$	$32,9672 \cdot 10^{-4}$
3	11,93–11,94	8	11,935	95,480	–0,0306	$9,3636 \cdot 10^{-4}$	$74,9088 \cdot 10^{-4}$
4	11,94–11,95	13	11,945	155,285	–0,0206	$4,2436 \cdot 10^{-4}$	$55,1668 \cdot 10^{-4}$
5	11,95–11,96	15	11,955	179,325	–0,0106	$1,1236 \cdot 10^{-4}$	$16,8540 \cdot 10^{-4}$
6	11,96–11,97	17	11,965	203,405	–0,0006	$0,0056 \cdot 10^{-4}$	$0,0612 \cdot 10^{-4}$
7	11,97–11,98	19	11,975	227,525	+0,0094	$0,8836 \cdot 10^{-4}$	$16,7884 \cdot 10^{-4}$
8	11,98–11,99	14	11,985	167,790	+0,0194	$3,7636 \cdot 10^{-4}$	$52,6904 \cdot 10^{-4}$
9	11,99–12,00	8	11,995	95,960	+0,0294	$8,6436 \cdot 10^{-4}$	$69,1488 \cdot 10^{-4}$
10	12,00–12,01	2	12,005	24,010	+0,0394	$15,5236 \cdot 10^{-4}$	$31,0472 \cdot 10^{-4}$
11	12,01–12,02	1	12,015	12,015	+0,0484	$24,4036 \cdot 10^{-4}$	$31,0472 \cdot 10^{-4}$

$$\text{І того...} \sum m_i = 100$$

$$\text{І того...} \frac{1196,560}{d_{\text{сер.}} = 11,9656}$$

$$\text{І того...} 399,46 \cdot 10^{-4}$$

у графі 8 $(d_{i \text{ сep.гр.}} - d_{\text{сep.}})^2 m_i = 0,00256036 \cdot 1 = 0,00256036 = 25,6 \cdot 10^{-4}$.

Аналогічні розрахунки повинні бути виконані для всіх розмірних груп:

$$\sigma = \sqrt{0,039964/100} = \sqrt{0,00039964} = 0,01999899 \approx 0,02 \text{ мм.}$$

Приймаємо $\sigma = 0,02$ мм.

Побудова кривої нормального розподілу. Визначаємо координати її п'яти характерних точок, як показано в табл. 1.2. При побудові цієї кривої абсциси точок (x_1 і ін.) відкладають па осі x , враховуючи, що початком координат є точка 0, яка відповідає середньоарифметичному розміру $d_{\text{сep}}$ (рис. 2.1).

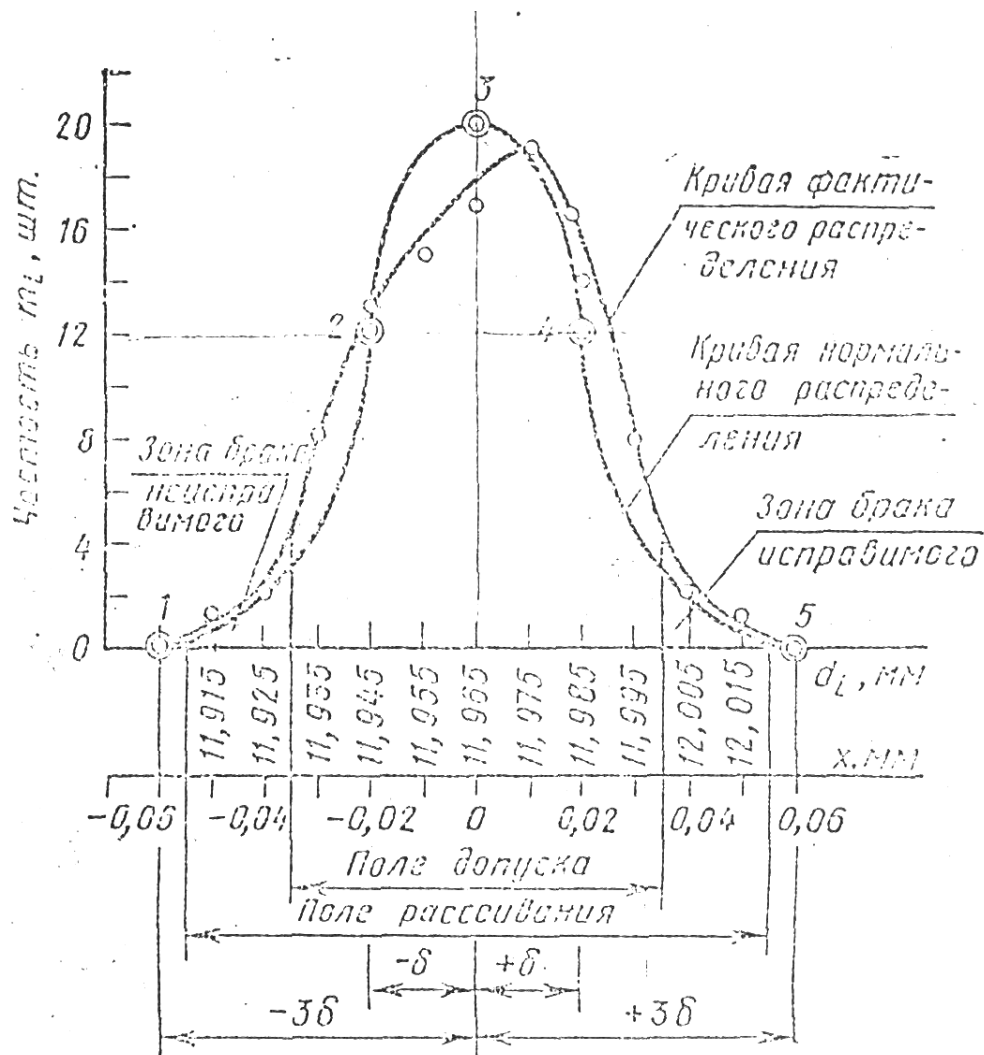


Рис. 2.1 Крива нормального розподілу

Таблиця 2.2

Номер точки	x_i , мм	y_i , мм
1	$\chi_1 = -3\sigma$; $\chi_1 = -0,06$	$y_1 = 0$
2	$\chi_2 = -\sigma$; $\chi_2 = -0,02$	$y_2 = 0,24/\sigma$; $y_2 = 12$
3	$\chi_3 = 0$	$y_3 = y_{\max} = 0,4/\sigma$; $y_3 = 20$
4	$\chi_4 = \sigma$; $\chi_4 = 0,02$	$y_4 = 0,24/\sigma$; $y_4 = 12$
5	$\chi_5 = 3\sigma$; $\chi_5 = 0,06$	$y_5 = 0$

Визначення ймовірності виникнення браку при обробці. Брак має місце, тому що поле розсіювання розмірів деталі ($M_p = 0,11$ мм) більше допуску розміру деталі ($T_d = 0,07$ мм).

Спочатку за формулами, приведеними в табл. 2.3, встановлюємо значення допоміжних величин z_1 і z_2 , використовуючи дані про граничні розміри готової деталі $d_{es(max)}$ та $d_{ei(min)}$, які встановлюємо за робочим кресленням деталі або за технологічними документами. У нашому випадку $d_{es} = 12,0$ мм; $d_{ei} = 11,93$ мм. Потім за таблицями [21, т. 2] за відомим значенням z_1 і z_2 визначаємо значення функцій Φ_1 та Φ_2 .

Вкінці обчислюємо величину можливого виправного браку ($P_{вип}$) і невиправного ($P_{не}$) і робимо висновок про відсоток придатних деталей. Цей розрахунок приведений у табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Вид браку	Визначення z_i	Визначення Φ_i	Визначення можливого браку, %
Виправний	$z_1 = (d_{es} - d_{cep}) / \sigma$ $z_1 = (12 - 11,9656) / 0,02$ $z_1 = 1,72$	$\Phi_1 = 0,4573$	$P_{вип} = 0,5 - \Phi_1 = 0,5 - 0,4573 = 0,0427 = 4,27\%$
Невиправний	$z_2 = (d_{ei} - d_{cep}) / \sigma$ $z_2 = (11,93 - 11,9656) / 0,02$ $z_2 = 1,78$	$\Phi_2 = 0,4625$	$P_{не} = 0,5 - \Phi_2 = 0,5 - 0,4625 = 0,0375 = 3,75\%$

У підсумку придатних деталей 91,98 %, виправного браку 4,27%, невиправного браку 3,75 %.

Висновки і пропозиції. З виконаного статистичним методом аналізу похибок обробки видно, що міра розсіювання перевищує допуск деталі, тому брак досягає 8%. Відповідно, верстат необхідно відремонтувати для підвищення точності або перевести обробку на більш точний верстат. В тому випадку, якщо на графіку крива дійсного розподілу зміщена вправо, слід рекомендувати наладчику відрегулювати ріжучі інструменти на дещо менший діаметр обробки. У випадку не уникнення браку доречно змістити криву фактичного розподілу так, щоб зменшити зону невиправного браку і збільшити зону виправного. Для цього слід дати наладчику відповідні рекомендації по регулюванню розмірів обробки.

Зміст звіту:

Назва роботи.

Дані про вимірювальні засоби (назва, тип, ціна поділки).

Ескіз заготовки.

Результати замірів.

Складання таблиці інтервалів, частоти, квадратичних відхилень.

Побудова кривих фактичного і нормального розподілу з розрахунками.

Висновки.

Література. Див. [6, гл. 2]; [7, с. 108].

Лабораторна робота № 3

ВИЗНАЧЕННЯ ПОХИБКИ ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ В ПРИБОРІ РІЗНОГО ТИПУ.

Мета роботи. Визначення середнього значення осьової похибки при закріпленні заготовки в трьохкулачковому патроні.

Зміст роботи. Одну й ту ж заготовку (двохступінчатий валик) багаторазово закріплюють в токарному самоцентруючому патроні і знімають заміри кожний раз після закріплення осьового зміщення Δu заготовки за допомогою жорстко встановленого індикатора.

Організаційні й методичні вказівки. Заняття проводять на одному з токарних верстатів за участю всієї групи студентів. Кожен з студентів виконує одне-два закріплення заготовки, а покази індикатора фіксуються в загальній таблиці протоколу.

Обробку результатів можна перенести в аудиторію.

Вихідні матеріали і дані:

Робоче креслення деталі.

Зразок деталі.

Токарний верстат.

Трьохкулачковий патрон.

Індикаторна головка (ціна поділки 0,01 мм).

Інструкція із виконання роботи.

Теоретичні відомості

Для забезпечення необхідної точності обробки заготовки повинно бути надано певне положення відносно ріжучого інструменту, крім того в цьому положенні вона повинна бути надійно закріплена. Однак при базуванні заготовки і при її закріпленні виникають похибки. Важливо вміти визначити причини їх появи і величину, щоб врахувати це при обробці і при необхідності домагатися їх зменшення.

Так, наприклад, при закріпленні заготовки в трьохкулачковому патроні виникнення осьової похибки є наслідком пружної деформації в результаті „випучування” передньої стінки патрона внаслідок перекосу кулачків силами, які діють на них. Так як зусилля, прикладене при закріпленні заготовки, не є постійним, то ця похибка носить випадковий характер.

Порядок виконання роботи:

1. Закріплюють трьохкулачковий патрон на шпинделі токарного верстата .
2. Встановлюють оброблювану заготовку в трьохкулачковий патрон і, не закріплюючи її щільно, притискують буртиком до торцевих поверхонь кулачків.

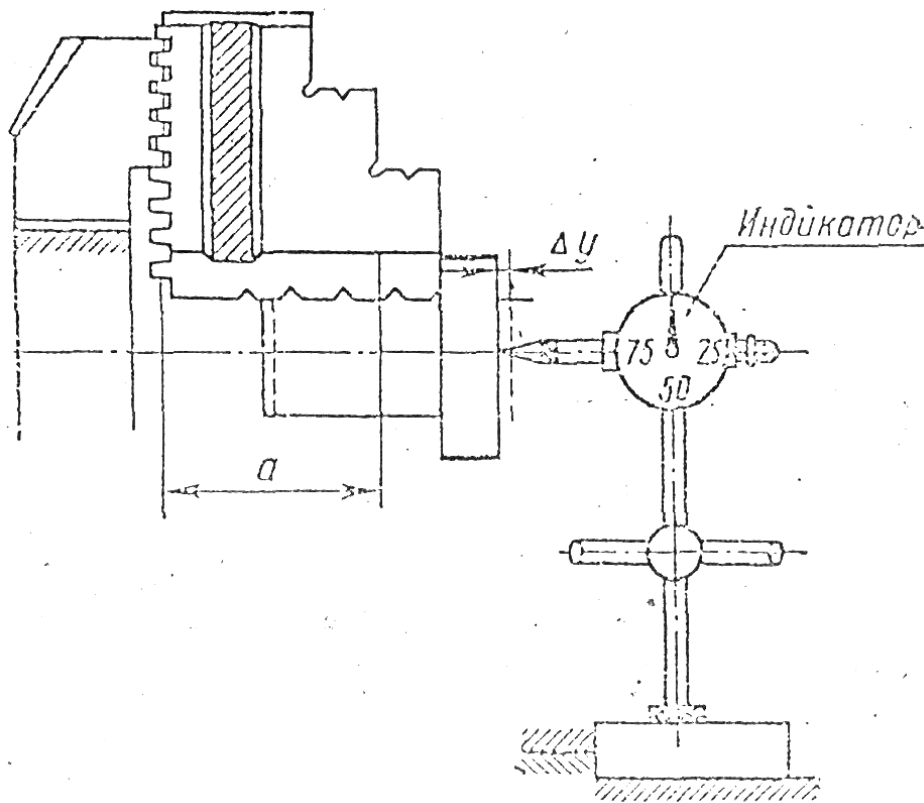


Рис. 3.1 Схема установки.

3. В цьому положенні підводять супорт з закріпленим у державці різцетримача індикатором (ціна поділки 0,01 мм), вимірювальний наконечник повинний торкатися торця закріплюваної заготовки по лінії центрів з натягом 1-2 мм, після чого закріплюють супорт і встановлюють стрілку індикатора на нуль.

4. Багаторазово закріплюючи заготовку (50 – 100 разів), при кожному її повторному встановленні записують покази індикатора, який фіксує дійсну величину похибки.

5. Опрацьовують результати вимірів. Для цього заповнюють табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Покази індикатора Δy	Частота показів індикатора	Частота, %
0 – 0,005	2	4
0,005 – 0,010	5	10
0,010 – 0,015	15	30
і т.д.		

6. За даними таблиці будують графік, в якому по осі x відкладають величину осьової похибки, а по осі y – їх частоту.

7. Визначають середню величину похибки осьового зміщення, порівнюють її з даними таблиць в [10] і [21] і роблять висновки (див. Лабор. роботу № 2).

Зміст звіту:

Назва роботи.

Дані про вимірювальні засоби (назва, ціна поділки).

Ескіз схеми встановлення заготовки з вказаними розмірами.

Ескізи допоміжних пристосувань (патрона, державки і т.д.).

Дані про виміри за формою табл. 3.1.

Побудова й аналіз графіка осьових зміщень.

Висновки.

Література. Див. [6, гл. II; 7, с. 71; 10, с. 65 і 66, табл. 18, 19; 21 с. 25 і 26, табл. 12 і 13].

Лабораторна робота № 4

ВПЛИВ ЗУСИЛЛЯ ЗАТИСКУ ЗАГОТОВКИ НА ПОХИБКУ ОБРОБКИ

Мета роботи. Метою роботи є визначення впливу пружних деформацій на точність обробки поверхонь обертання деталі типу кільця на токарно-гвинторізному верстаті при закріпленні її в патроні.

Устаткування й оснащення

1. Робота виконується на токарному верстаті з трьохкулачковим патроном.
2. Кільце тонкостінне (товщина $h < 0,2R$, Рис. 4.2), шириною – по довжині кулачків, із зовнішнім діаметром – найбільшим можливим для закріплення в патроні по цій поверхні.
3. Биття кільця вимірюється годинниковим індикатором, закріпленим на магнітній стійці.
4. Для розточування кільця використовується розточний різець.
5. Тарований затискний ключ.

Теоретичні відомості

Зусилля затиску (закріплення) заготовок у пристосуваннях, так як і зусилля різання, викликають пружні деформації заготовок, що породжують похибки форми оброблених заготовок. При закріпленні втулки в патроні відбувається її пружна деформація. Похибки форми отвору втулки при її закріпленні у трьохкулачковому патроні досить велика. Наприклад, для втулки 80x70x20 мм при величині зусилля затиску на рукоятці ключа $Q = 147$ Н похибка форми отвору досягає 0,08 мм.

Похибка форми оброблюваної заготовки, пов'язана з її пружною деформацією при закріпленні в кулачкових патронах, залежить від числа кулачків. Згідно розрахунків проф. В.С.Корсакова при збільшенні числа затискних кулачків похибка геометричної форми втулки помітно зменшується. Наприклад, якщо похибку геометричної форми тонкостінної втулки після обробки із затиском у двох кулачках прийняти за 100 %, то при затиску в трьох кулачках вона складе 21 %, у чотирьох

кулачках – 8 %, у шести кулачках – 2 %.

При формі кулачків, яка відповідає формі заготовки, і найбільш щільному приляганні затискних поверхонь кулачків до поверхні заготовки поверхня геометричної форми втулки також знижується.

Таким чином, на похибку форми оброблюваних заготовок великий вплив мають зусилля їх затиску в пристосуваннях.

При дії сил тиску кулачків патрона на кільце, яке закріплюється по зовнішній поверхні, воно прогинається до центра в зоні впливу на нього кожного кулачка і випучується від центра в зоні між кулачками (Рис. 4.1, а). При закріпленні кільця в кулачковому патроні "у розтиск", тобто по внутрішній поверхні, напрямок деформацій у вказаних вище зонах кільця протилежний (Рис. 4.1, б).

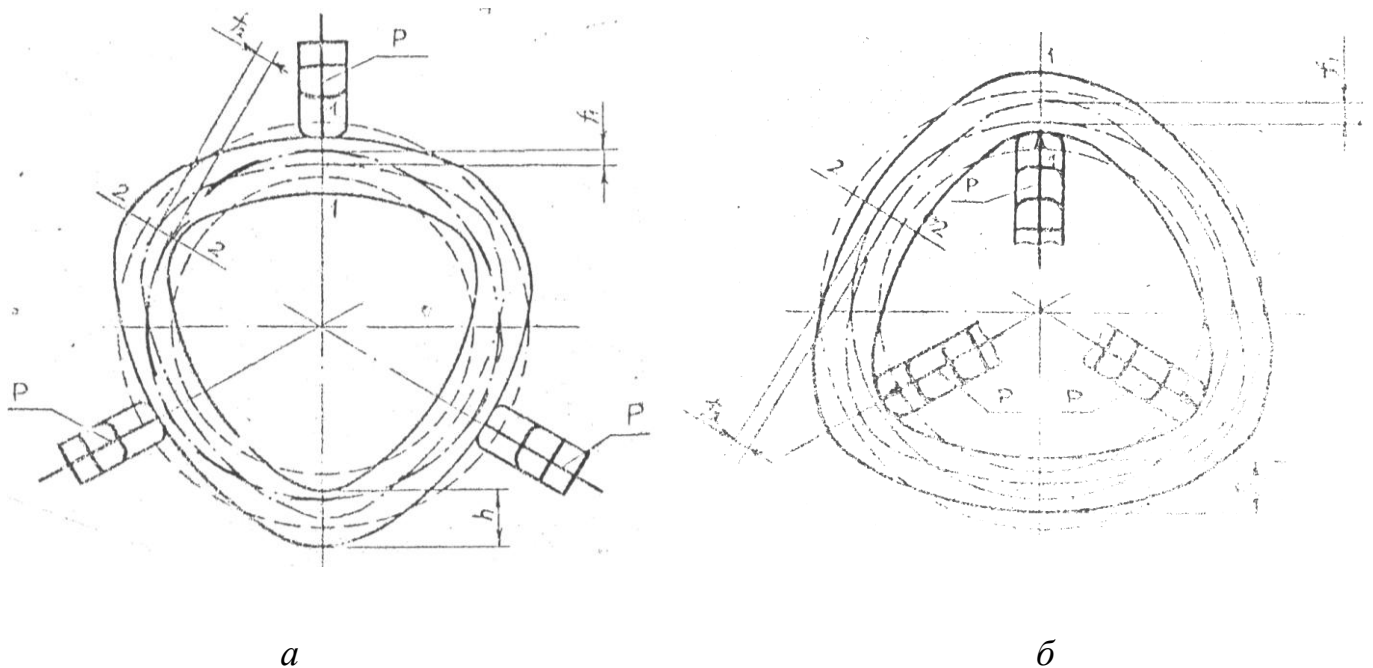


Рис. 4.1. Деформація кільця при закріпленні його в трьохкулачковому патроні:

а) "в затиск"; б) "в розтиск"

Розрахунок пружних деформацій тонкостінного кільця при закріпленні його в трьохкулачковому патроні в залежності від виду закріплення ("у затиск" або в "розтиск") проводиться по наступних залежностях:

а) при кріпленні по зовнішній поверхні

$$f_1 = 0,016 \cdot \frac{P \cdot R^3}{E \cdot J} \quad (1)$$

$$f_2 = -0,014 \cdot \frac{P \cdot R^3}{E \cdot J} \quad (2)$$

б) при кріпленні по внутрішній поверхні

$$f_1 = 0,0159 \cdot \frac{P \cdot R^3}{E \cdot J} \quad (3)$$

$$f_2 = -0,0143 \cdot \frac{P \cdot R^3}{E \cdot J} \quad (4)$$

де P – сила тиску кулачка на кільце;

R – середній радіус кільця (Рис. 4.2, а);

E – модуль пружності матеріалу кільця;

J – момент інерції радіального поперечного перерізу кільця відносно осі його симетрії, паралельній осі кільця.

Знак мінус у формулах для перетину 2-2 означає радіальний напрямок деформації в сторону, протилежну, чим у перетині 1-1.

Величина биття деформованої поверхні дорівнює сумі абсолютних величин прогинів

$$B = f_1 + f_2 \quad (5)$$

Порядок виконання роботи:

Величина сила тиску (P) кулачка на заготовку створюється за допомогою тарованого затискного ключа.

При закріпленні кільця в трьохкулачковому патроні спотворення геометричної форми оброблюваної поверхні вимірюється як биття за допомогою індикатора.

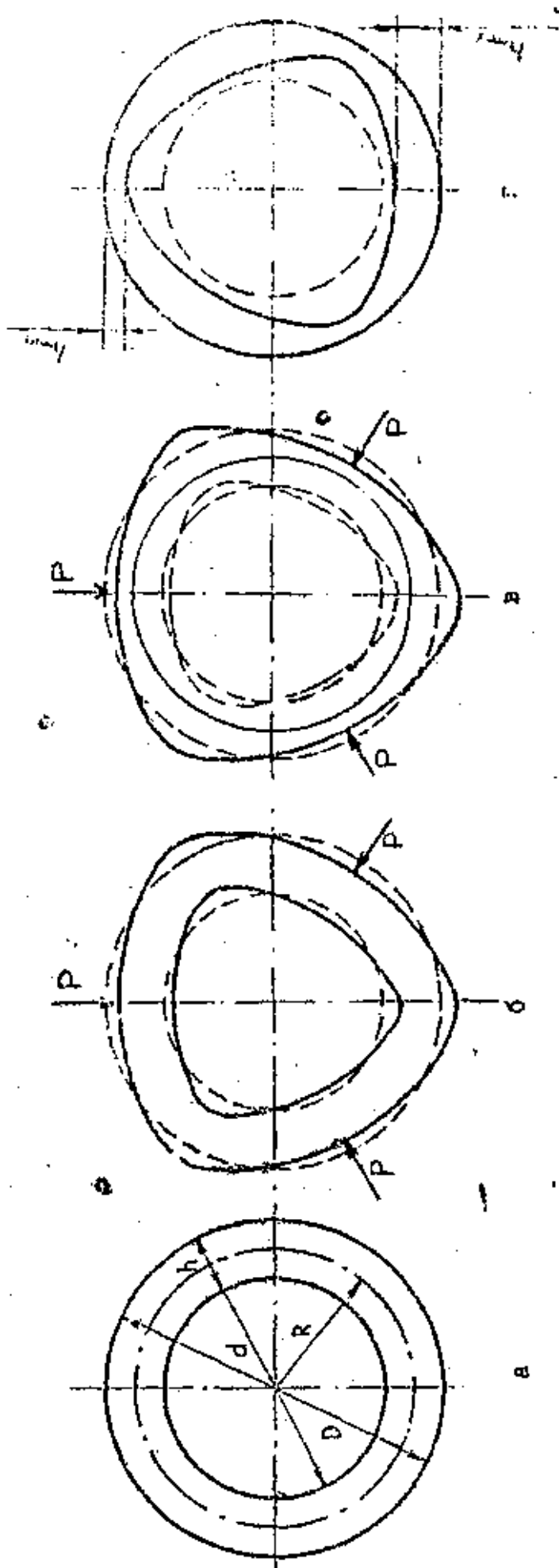


Рис. 4.2 Вплив пружних деформацій заготовки під дією сил закріплення в трьохкулачковому патроні на точність розтягування кілляця

Перед закріпленням при дуже легкому натиску кулачків на кільце необхідно переконатися, що биття оброблюваної поверхні відсутнє, щоб уникнути впливу похибки установки на величину биття кільця після його остаточного закріплення.

Щоб звести до мінімуму вплив на похибку обробки пружних деформацій технологічної системи, що виникли під дією сил різання, поверхню кільця варто обробляти в кілька етапів з дуже малою глибиною різання на останньому проході.

При виконанні роботи необхідно:

1. Виміряти діаметр і ширину B кільця штангенциркулем, а товщину кільця h мікрометром. Знайти h_{\max} і h_{\min} і результати виміру занести в таблицю 1, визначити похибку товщини кільця до розточування Δh_g , яка не повинна перевищувати 0,03 мм (Рис. 4.2, а).

2. Закріпити кільце в кулачках за зовнішню поверхню (легко, щоб не викликати деформацію кільця), перевірити індикатором биття $B_{л.д.}$ внутрішньої поверхні. Результати контролю занести в табл. 4.2.

3. Не знімаючи кільця з патрона, закріпити його нормально (для подальшого розточування). Перевірити биття $B_{н.д.}$ отвору індикатором (Рис. 4.2, б), внести в табл. 4.2 і обчислити середнє значення биття.

4. Розточити кільце 2 рази із самою малою глибиною різання, перевіривши після кожного проходу биття $B_{н.1}$ і $B_{н.2}$ та занести в табл. 4.2 (Рис. 4.2, в).

5. Послабити кріплення кулачків, залишивши його лише для можливості перевірки кільця індикатором (Рис. 4.2, г). Перевірити биття отвору кільця $B_{л.п.}$ і занести в табл. 4.2.

6. Зняти кільце, виміряти мікрометром найбільшу і найменшу товщину кільця по кожній його хвилі, результати занести в табл. 4.3.

7. Розрахувати величину прогину f_1 і f_2 , порівняти суму їх із середньою величиною биття отвору перед розточуванням $B_{н.д.}$ при нормальному кріпленні, а також із середньою величиною биття $B_{л.п.}$ після розточування при легкому кріпленні та із середньою похибкою товщини кільця Δh_n після розточування.

8. Якщо сила тиску кулачків не вимірювалась, потрібно розрахувати її величину з урахуванням отриманої експериментальної величини биття отвору кільця при

нормальному закріпленні перед розточуванням $B_{н.д}$ за формулами (1,2,5), вважаючи при цьому, що $f_1=f_2$.

9. Порівняти отримані експериментальні і розрахункові величини і зробити висновок за результатами роботи, а також запропонувати шляхи підвищення точності обробки деталей типу кілець і втулок.

Таблиця 4.1

Вимірювання кільця до розточування, мм					
Д	d	B	h_{max}	h_{min}	$\Delta h_{max} \cdot h_{min}$

Таблиця 4.2

Биття кільця по отвору, мм					
Умови контролю	Позначення	№ хвили за 1 оберт			Середнє значення
		1	2	3	
При легкому кріпленні до розточування	$B_{л.д.}$				
При нормальному кріпленні до розточування	$B_{н.д.}$				
При нормальному кріпленні після 1-го проходу	$B_{н.1}$				
При нормальному кріпленні після 2-го проходу	$B_{н.2}$				
При легкому кріпленні до розточування	$B_{л.п.}$				

Таблиця 4.3

№ хвили	h_{\max}	h_{\min}	$\Delta h_{\max} - h_{\min}$
1			
2			
3			
середнє значення			

Література

1. Корсаков В.С. Точность механической обработки. – М: Машиностроение, 1961.
2. Бабушкин А.З. и др. Технология изготовления металлообрабатывающих станков и автоматических линий. – М., 1982.
3. Гельфгат Ю.И. Методические рекомендации к проведению лабораторных работ и практических занятий по предмету «Технология машиностроения». – М., 1969.
4. Гельфгат Ю.И. Сборник задач и упражнений по технологии машиностроения. – М., 1986.
5. Данилевский В.В. Справочник молодого машиностроителя. – М., 1973.
6. Данилевский В.В. Технология машиностроения. – М., 1984.
7. Данилевский В.В. Лабораторные работы по технологии машиностроения. – М., 1971.
8. Жданович В.Ф. и Гай Л.Б. Комплексная механизация и автоматизация в механических цехах. – М., 1976.

9. Иллюстрированный определитель деталей машиностроительного применения. Руководящий технический материал. Классы 40 и 50 Общесоюзного классификатора продукции. – М., 1977.
10. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога. – М., 1976.
11. Локтев С.Е. Станки с программным управлением. – М., 1979.
12. Мамаев В.С., Осипов В.Г. Основы проектирования машиностроительных заводов (цехи механосборочного производства). – М., 1974.
13. Машиностроительные материалы. Краткий справочник /В.М. Раскатов, В.С. Чузенков, Н.Ф. Бессонов, Д.А. Вейс. – М., 1980.
14. Обработка металлов резанием: Справочник технолога /Под ред. Г.А. Монахова. – М., 1974.
15. Общестроительные нормативы времени на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. Справочник. – М., 1974.
16. Общемашинностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Справочник. Ч. 1-3. – М., 1974.
17. Прейскурант № 18-01. Оптовые цены на станки металлорежущие. – М., 1988.
18. Станочные приспособления. Справочник. Т. 1-2. – М., 1984.
19. Станки с программным управлением. Справочник /Г.А. Монахов, Ю.И. Оганян, А.И. Кузнецов и др. – М., 1975.
20. Справочник технолога-приборостроителя /Под ред. В.П. Сыроватченко. Т. 1-2. – М., 1980.
21. Справочник технолога-машиностроителя /Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. Т. 1-2. – М., 1985.
22. Технологический классификатор деталей машиностроения и приборостроения в 2-х частях. Ч. 1-2. – М., 1974.