

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет "ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА"

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни

«Технологічна оснастка»

для студентів зі спеціальностей:

131 «Прикладна механіка» освітня програма

«Технології машинобудування»

133 «Галузеве машинобудування» освітня програма

«Металорізальні верстати та системи»

усіх форм навчання

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Технологічна оснастка» для студентів зі спеціальностей: 131 «Прикладна механіка» освітня програма «Технології машинобудування» 133 «Галузеве машинобудування» освітня програма «Металорізальні верстати та системи» усіх форм навчання / укл.: Е.В. Вишнепольський, О.Б. Козлова – Запоріжжя: НУЗП, 2024. – 70 с.

Укладачі: Козлова О.Б., к.т.н., доцент кафедри ТМБ
Вишнепольський Є.В., к.т.н., доцент кафедри ТМБ

Рецензент: Гончар Н.В. к.т.н., доцент кафедри ТМБ.

Відповідальний за випуск: Дядя С.І., к.т.н., доцент, зав. каф. ТМБ

Затверджено на засіданні кафедри
«Технологія машинобудування»
Протокол № 1
від 06.08.2024 р.

Рекомендовано до видання
НМК МФ
Протокол № 1 від 27.08.2024 р.

ЗМІСТ

Лабораторна робота № 1. Вплив конструкції установочних пальців на похибки базування	4
Лабораторна робота № 2. Похибка установки захватних пристроїв роботів і маніпуляторів.....	16
Лабораторна робота № 3. Визначення надійності закріплення заготовок, установлених на оправку	23
Лабораторна робота № 4. Надійність закріплення заготовок установлених на призму	32
Лабораторна робота № 5. Надійність закріплення деталі, встановленої на призму, при дії на неї крутильного моменту ...	41
Лабораторна робота № 6. Захватні пристрої роботів і маніпуляторів.....	48
Лабораторная робота № 7. Визначення надійності закріплення заготовок, встановлених на оправку з гідропластмасой.....	57
Лабораторна робота № 8. Типові конструкції пристроїв та допоміжного інструменту для металорізальних верстатів	68

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

ВПЛИВ КОНСТРУКЦІЇ УСТАНОВОЧНИХ ПАЛЬЦІВ НА ПОХИБКИ БАЗУВАННЯ

1.1 Мета роботи

Теоретично розрахувати і експериментально перевірити вплив конструкції установочних пальців на похибки базування за типовими розмірами.

1.2 Теоретичні відомості

Технологічне оснащення для верстатів з ЧПК і роботизованих комплексів складається з верстатних пристроїв і допоміжного інструменту.

Верстатними пристроями в машинобудуванні називається обладнання, призначене для встановлення й надійного закріплення заготовок (деталей) на металорізальних верстатах.

Допоміжний інструмент служить для встановлення й закріплення різального інструменту на металорізальних верстатах.

У верстатних пристроях вибір установочних елементів визначають форма і розміри оброблюваних заготовок (деталей). Для деталей типу корпус, картер, фланець тощо, які мають оброблену поверхню і декілька отворів (як мінімум два), обирається схема установки на площину і два установочні пальці.

Основні переваги такої схеми: простота конструкції пристроїв і можливість отримання високої точності обробки внаслідок дотримання принципу постійності баз.

Відомі конструкції пристроїв з двома циліндричними, з циліндричним і зрізаним та з двома хрестоподібними установочними пальцями.

Зважаючи на складність виготовлення хрестоподібних пальців і незначної їх переваги ця схема установки не знайшла широкого практичного застосування.

1.2.1 Умова установки заготовок на площину і два циліндричні пальці [1, 2]

Для виведення умови розглянемо варіант установки, коли між-центрова відстань отворів у деталі виконана за найбільшим граничним

розміром $\left(L + \frac{T_O}{2}\right)$, міжцентрова відстань пальців – за найменшим $\left(L - \frac{T_{II}}{2}\right)$, а зазори в сопряженнях отворів з пальцями – мінімальні: $S_1 \min$, $S_2 \min$.

З графічної побудови розрахункової схеми, показаної на рис.1.1, знаходимо:

$$2 \left(\frac{T_O}{2} + \frac{T_{II}}{2} \right) = \frac{S_1 \min}{2} + \frac{S_2 \min}{2},$$

звідки визначаємо умову установки на два циліндрові пальці:

$$S_1 \min + S_2 \min \geq T_O + T_{II},$$

де $S_1 \min$, $S_2 \min$ – мінімальні зазори між отворами і установочними пальцями; T_O , T_{II} – допуски на міжцентрові відстані між пальцями і отворами в заготовці.

Для забезпечення мінімальних похибок базування за типовими розмірами необхідно прагнути до зменшення зазорів $S_1 \min$ і $S_2 \min$. Але в даному випадку для виконання умови установлення усіх заготовок необхідно, щоб T_O і T_{II} також були мінімальними. Розташування осей установочних пальців визначається міжцентровою відстанню між отворами в плиті пристрою, виконаними на координатно-розточувальному верстаті з високою точністю. Виготовлення ж усіх заготовок з малим допуском на міжцентрову відстань між базовими отворами економічно недоцільно. Тому для забезпечення установлення заготовок на циліндричні пальці необхідно збільшити зазор між одним з пальців і базовим отвором на величину

$$S_1 \min \geq (T_O + T_{II}) - S_2 \min, \quad (1.1)$$

що досягається зменшенням виконавчого розміру одного з пальців.

При цьому діаметри базових отворів не змінюються.

Збільшення зазору веде до збільшення похибок базування по деяких з типових розмірів, що не завжди може бути доцільно.

Тому для зменшення похибок базування один з пальців виготовляють зрізаним (рис. 1.2). Це дозволяє забезпечити установлення усіх заготовок за менш жорстким допуском на відстань між базовими отворами.

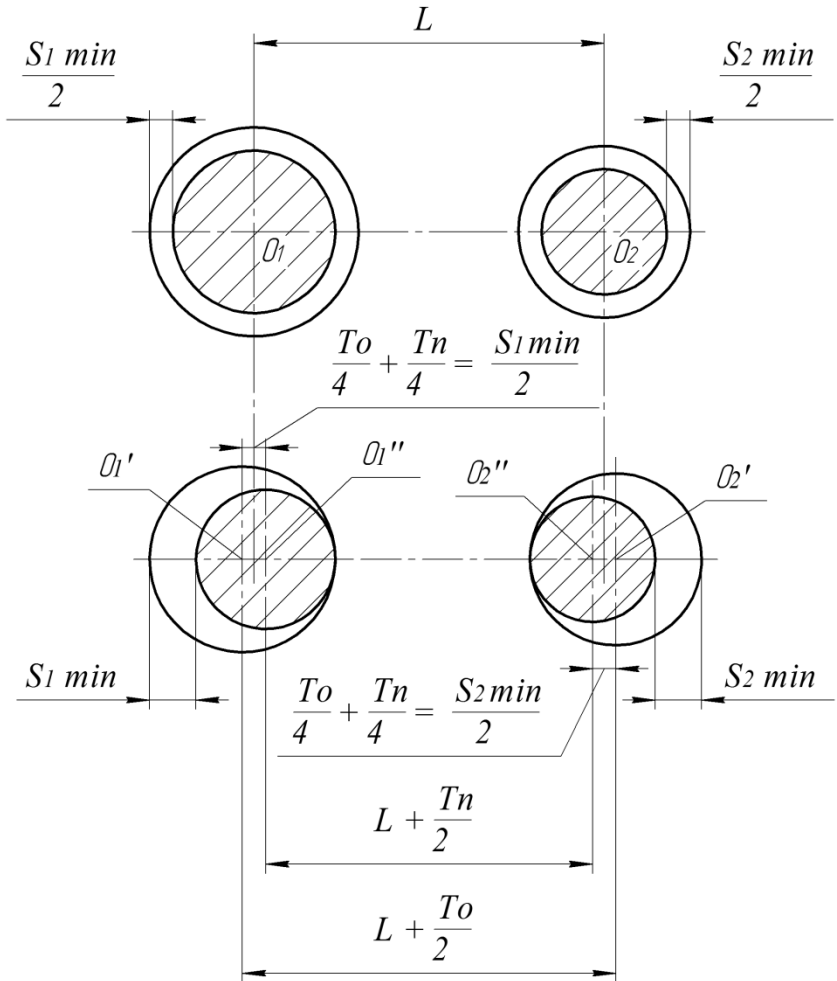


Рисунок 1.1 – Розрахункова схема для випадку установки заготовки на площину і два циліндричних пальці

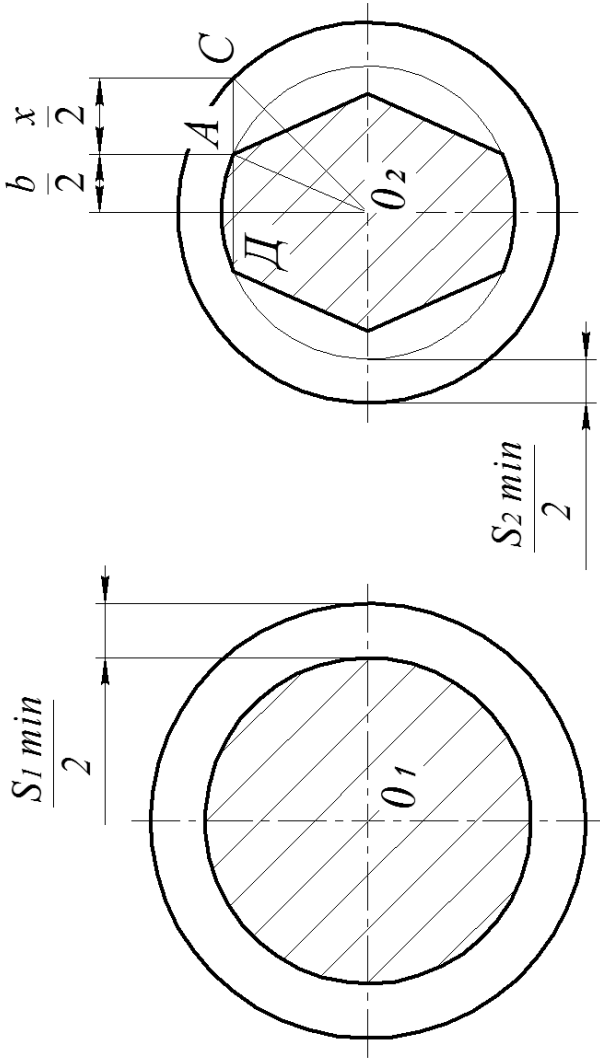


Рисунок 1.2 – Розрахункова схема для визначення ширини стрічки зрізаного пальця

1.2.2 Умова встановлення заготовок на площину, циліндричний і зрізаний пальці

Для того, щоб не зменшувати виконавчі розміри установочних пальців, один з них зрізають (рис. 1.2), у напрямку розміру L . Отже, умова установки визначатиметься шириною стрічки b (рис.1.2).

Маємо:

$$\text{з } \Delta O_2DC$$

$$(O_2E + EC)^2 = O_2D^2 + (DA + AC)^2$$

$$\text{з } \Delta O_2DA$$

$$O_2D^2 = AO^2 - AD^2$$

Розв'язуючи спільно ці рівняння і замінюючи позначення відрізків їх значеннями, отримуємо:

$$\left(\frac{d}{2} + \frac{S_2 \min}{2}\right)^2 = \frac{d^2}{4} - \frac{b^2}{4} + \left(\frac{b}{2} + \frac{x}{2}\right)^2.$$

Звідси визначаємо величину x , нехтуючи значеннями x^2 и b^2 зважаючи на їх малі значення:

$$x = \frac{d}{b} S_2 \min.$$

Підставляючи у формулу (1.1) набутого значення x замість $S_2 \min$, визначаємо ширину стрічки зрізаного пальця

$$b \leq \frac{d \cdot S_2 \min}{T_{\Pi} + T_O - S_1 \min}. \quad (1.2)$$

Це і є умовою установки на циліндричний і зрізаний пальці.

1.2.3 Визначення похибок базування за типовими розмірами

Теоретичні похибки базування за типовими розмірами (див. рис. 1.3, 1.4) розраховуються за формулами 1.3.

Визначення похибок базування розміру h_1 проводиться в центрі між базовими отворами.

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_{\delta h_1} &= \frac{S_1 \max + S_2 \max}{2} ; \\ \varepsilon_{\delta h_2} &= S_2 \max ; \\ \varepsilon_{\delta h_3} &= S_2 \max ; \\ \varepsilon_{\delta h_4} &= S_2 \max + T_0 . \end{aligned} \right\} (1.3)$$

При $S_1 \max > S_2 \max$

$$\varepsilon_{\delta h_5} = S_2 \max + \frac{S_1 \max - S_2 \max}{L_0} L_{ВИМ} .$$

Якщо $S_1 \max = S_2 \max$

$$\varepsilon_{\delta h_5} = S_1 \max = S_2 \max .$$

Остання формула дозволяє обчислити похибку базування розмірів, розташованих між базовими отворами. У ній L_0 – міжцентрова відстань між отворами $L_{ВИМ}$ – розмір, що визначає положення осі отвору 3. Для $S_1 \max > S_2 \max$ – $L_{ВИМ} = h_4$. Якщо співвідношення зазорів зворотне, тоді $L_{ВИМ} = h_3$.

1.3 Завдання для підготовки до лабораторної роботи

Для виконання лабораторної роботи студенти разом з викладачем повинні підготувати експериментальний стенд, перевірити наявність необхідних індикаторних годинників і їх роботу.

Для запису теоретично розрахованих похибок базування і експериментальних даних за зміщенням заготовок підготувати таблиці 1.1 та 1.2.

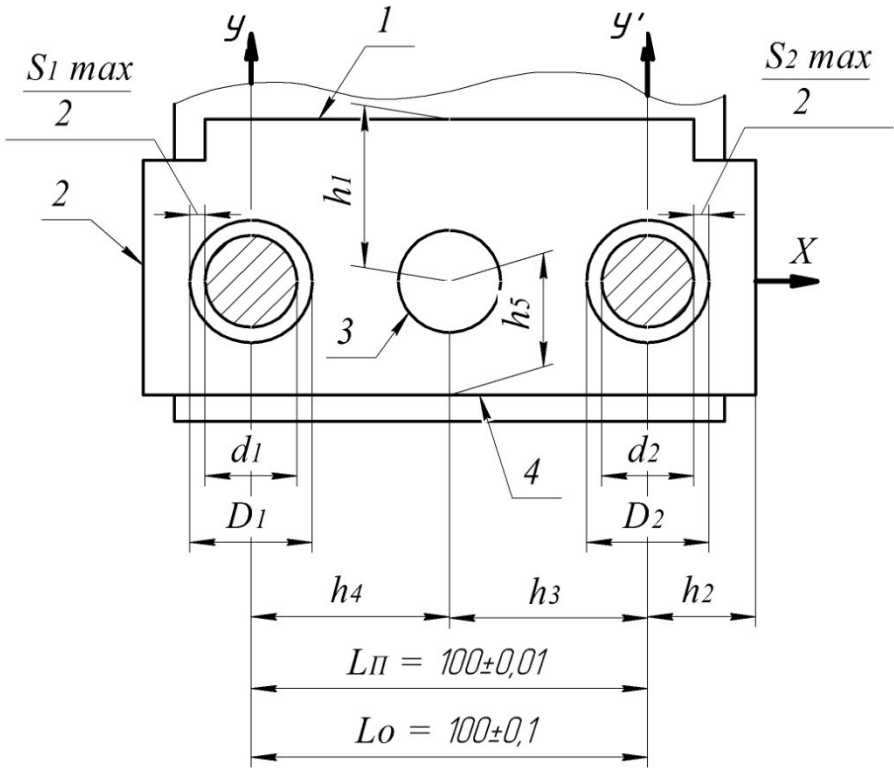


Рисунок 1.3 – Установка на два цилиндричні пальці

1.4 Контрольні питання

1. Як забезпечується установка заготовок на різні види установочних пальців?
2. При виконанні яких розмірів доцільно використовувати ті або інші конструкції установочних пальців?
3. Виходячи з яких умов, визначається ширина стрічки b зрізаного пальця?
4. Виконання якої умови визначає розмір d_2 другого циліндричного пальця?

1.5 Обладнання, прилади та інструменти

Експериментальний стенд.

Зразки - 6 шт.

Індикатори - 3 шт. (два – з ціною поділки 0,01 мм, один - з ціною поділки 0,001 мм).

Мікрометр 1-25.

Експериментальний стенд (рис. 1.5) складається з плити 1, стійок 2 для кріплення індикаторів 3, 5, 6 і запресованих у плиту чотирьох пар установочних пальців 4, 7, 9, 10 різних типорозмірів, на які встановлюються заготовки 8.

Циліндричні установочні пальці 7 виконані з розміром $\varnothing 25_{-0,04}^{-0,02}$ і призначені для перевірки умови встановлення заготовок. Друга пара циліндричних установочних пальців 4 забезпечує установку усіх заготовок, для чого діаметр одного з пальців зменшений на величину, яка розраховується за формулою (1.1).

На пальцях 10 експериментально визначаються зсуви по осях X , Y і Z при установці на циліндричній і зрізаний пальці. Хриstopодібні пальці (озиція 9) наведені як ілюстрація.

На усіх позиціях міжцентрова відстань між установочними пальцями дорівнює $100 \pm 0,01$ мм.

Зразки заготовок для проведення експериментів мають два базових отвори діаметром $\varnothing 25_{+0,023}^{+0,023}$ з міжцентровою відстанню $100 \pm 0,1$ мм.

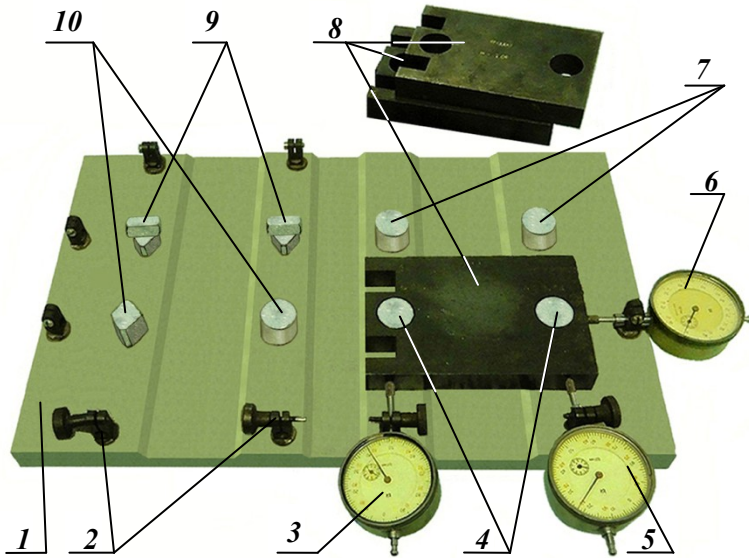


Рисунок 1.5 – Експериментальний стенд

1.6 Вказівки з техніки безпеки

1. Перед проведенням експериментальної частини лабораторної роботи перевірити надійність закріплення стенду.
2. Заготовки складувати окремо від корпусу пристроя.

1.7 Порядок виконання роботи

1. Перевірити теоретично і експериментально виконання умови установки заготовок на два циліндричні установочні пальці.
2. Визначити виконавчі розміри зменшеного циліндричного пальця, виходячи із забезпечення установлення усіх заготовок.
3. Розрахувати теоретичні похибки базування за типовими розмірами (1.3) і заповнити відповідну графу в табл.1.1.
4. Визначити ширину стрічки зрізаного пальця, зміряти її мікрометром.
5. Розрахувати теоретичні похибки базування при установці на циліндричний і зрізаний пальці рис.1.4. Записати їх в табл.1.1.
6. Визначити експериментально зсув заготовки по осях X , Y і Y' і заповнити табл.1.1.

Таблиця 1.1 – Похибки базування

Похибка базування за виконавчими розмірами, мм	Установка на два циліндричні пальці		Установка на циліндричний і зрізаний пальці	
	$\varepsilon_{\text{розр}}$	$\varepsilon_{\text{тах}} \text{ експ}$	$\varepsilon_{\text{розр}}$	$\varepsilon_{\text{тах}} \text{ експ}$
$\varepsilon_{\text{б}} h_1$				
$\varepsilon_{\text{б}} h_2$				
$\varepsilon_{\text{б}} h_3$				
$\varepsilon_{\text{б}} h_4$				
$\varepsilon_{\text{б}} h_5$				

УВАГА! При установці й знятті заготовок наконечники індикаторів необхідно відводити від вимірюваної поверхні і утримувати, щоб уникнути їх поломки.

7. За максимальними значеннями зсувів по осях X , Y і Y' визначити фактичні похибки базування за типовими розмірами для усіх типорозмірів установочних пальців і заповнити відповідні колонки табл. 1.2.

8. Зробити висновки про відповідність розрахункових і теоретичних похибок базування і про доцільність застосування різних конструкцій установочних пальців для забезпечення точності виконання різних типових розмірів.

9. Оформити звіт і захистити його при здачі викладачеві.

Таблиця 1.2 – Експериментальні похибки базування

Номер зразка		Установка на два циліндричні пальці						Установка на циліндричний і зрізаний пальці					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Зсув по осях:	X												
	Y												
	Y'												

1.8 Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи складається з:

- а) розрахункових схем;
- б) визначення умов установки;
- в) теоретичних визначень похибок базування;
- г) таблиці результатів експериментальних досліджень;
- д) висновків.

1.9 Рекомендована література

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. - М.: Машиностроение, 1975. - 656 с.
2. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений в машиностроении. -П.: Машиностроение, 1971. - 288 с.
3. Фираго В.П. Основы проектирования технологических процессов и приспособлений. - М.: Машиностроение, 1973. - 468 с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

ПОХИБКА УСТАНОВКИ ЗАХВАТНИХ ПРИСТРОЇВ РОБОТІВ І МАНІПУЛЯТОРІВ

2.1 Мета роботи

Ознайомитися з методикою розрахунку і експериментально визначити похибку установки універсальних захватних пристроїв.

2.2 Теоретичні відомості

При проектуванні і виготовленні робототехнологічних систем (РТС) велике значення мають питання точності позиціонування. Оскільки захватні пристрої (ЗП) є частиною технологічної системи, то дуже важливо визначити похибку установлення ЗП і врахувати її при подальшому проектуванні РТС.

Похибка позиціонування буде дорівнювати відрізку OO' (рис. 2.2);

$$\varepsilon_6 = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \quad (2.1)$$

Порядок проведення експериментів такий:

- заготовка встановлюється на столик і проводиться її базування за допомогою фіксатора по центральному отвору;
- проводиться установка нулів на всіх трьох індикаторах;
- відводиться фіксатор і подається повітря в пневмосистему.

Після закріплення заготовки губками ЗП відбудеться її зсув на величини X та Y і свідчення всіх трьох індикаторів зміняться.

Припустимо, що свідчення індикаторів I_1 , I_2 , I_3 відповідно будуть m , n , p . Для розрахунку ΔX і ΔY за свідченням трьох індикаторів скористаємося схемою, показаною на рис.2.1, 2.2.

З трикутника $AO'1'$

$$A1' = \sqrt{O'1'^2 - AO'^2};$$

$$R + r + \Delta Y - m = \sqrt{(R + r)^2 - \Delta X^2}. \quad (2.2)$$

З трикутника $AO'2'$

$$R + r - \Delta Y + n = \sqrt{(R + r)^2 - \Delta X^2}, \quad (2.3)$$

де

$$r = \frac{d}{2}; \quad R = \frac{D}{2}.$$

Розв'язуючи рівняння спільно, отримуємо:

$$\Delta Y - m = n - \Delta Y;$$

$$2\Delta Y = m + n,$$

звідки

$$\Delta Y = \frac{m + n}{2}. \quad (2.4)$$

Показання індикатора I_3 відповідатимуть переміщенню заготовки по вісі X . Отже, $\Delta X = P$.

Тоді загальна похибка позиціонування

$$\varepsilon_{\Pi} = \sqrt{\left(\frac{m + n}{2}\right)^2 + p^2}. \quad (2.5)$$

Конструкція стану дозволяє за допомогою формули (2.5) визначити похибку позиціонування різних типів захватних пристроїв.

2.3 Завдання для підготовки до лабораторної роботи

Для виконання лабораторної роботи студенти разом з викладачем повинні підготувати експериментальний стенд, перевірити наявність необхідних індикаторних годинників і їх роботу.

Для запису експериментальних даних по визначенню похибок позиціонування заготовок підготувати таблицю 2.1.

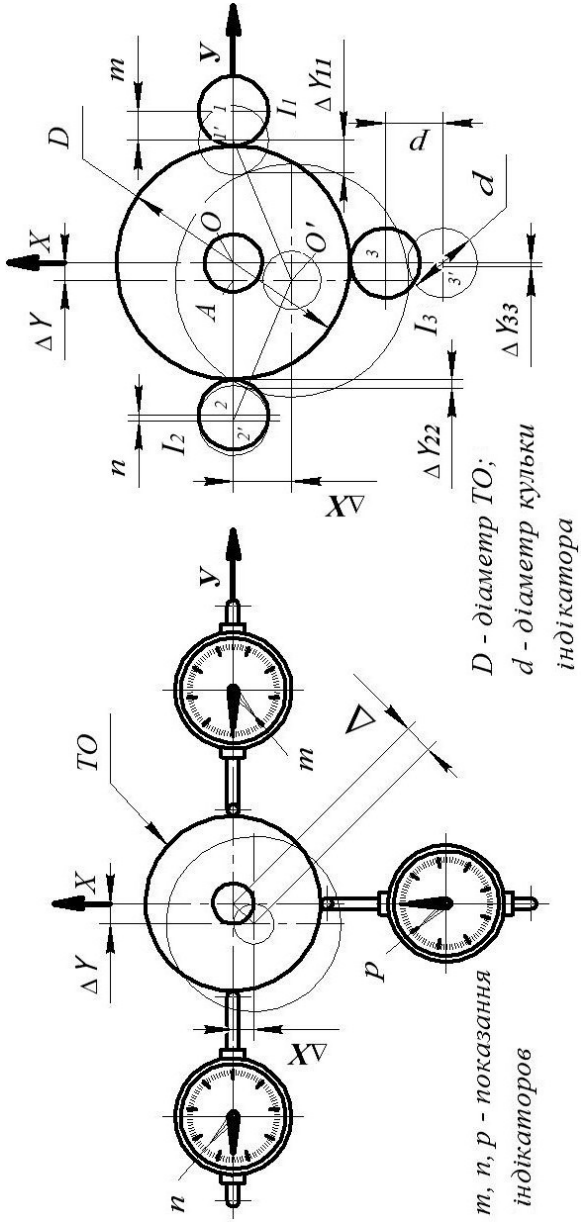


Рисунок 2.1 – Схема установки індикаторів

Рисунок 2.2 – Розрахункова схема

2.4 Контрольні питання

1. Що таке похибка базування і умови виникнення позиціонування?
2. На чому заснований метод визначення похибок позиціонування ЗП із використанням спеціального стенду?
3. Які чинники впливають на точність вимірювання похибок позиціонування?
4. Для якої мети необхідні дані про похибки позиціонування захватних пристроїв роботів та маніпуляторів?

2.5 Обладнання, прилади та інструменти

Для дослідження похибок установлення універсальних захватних пристроїв сконструйований і виготовлений спеціальний стенд (рис. 2.3). Конструктивно стенд являє собою зварну закриту шафу, на якій встановлена плита з Т-подібними пазами, відповідна комплекту УСП-8 (універсально-складальні пристрої).

Усередині шафи знаходиться типовий блок підготовки повітря (БПП). У пневмосистему вмонтований клапан ручного управління подачі повітря, закріплений на бічній поверхні шафи.

Перпендикулярно до площини плити встановлена стійка, на якій закріплюється випробовуваний ЗП так, щоб його вісь була строго паралельна площині столу.

Еталонна деталь встановлюється на спеціальному столику з базовим отвором. Неспівпадання осі ЗП і осі базового отвору не повинно перевищувати $\pm 0,005$ мм. Це досягається за допомогою спеціальних регульовальних прокладок і додатковою підтяжкою кріпильних болтів.

У базовий отвір столика входить рухомий циліндровий фіксатор. З'єднання виконане дуже точно (притиранням) і має мінімальний зазор. Верхня виступаюча частина фіксатора призначена для базування технологічного об'єму (ТО, або заготовки) по точно обробленому отвору.

Як досліджувані ТО можуть застосовуватися спеціально виточені заготовки різних типорозмірів.

Для вимірювання переміщень заготовки в процесі її установлення і закріплення в ЗП застосовуються три індикатори з ціною поділки $0,01$ мм. Два з них встановлюються строго по вісі Y, а третій перпендикулярно - по вісі X (рис.2.4).

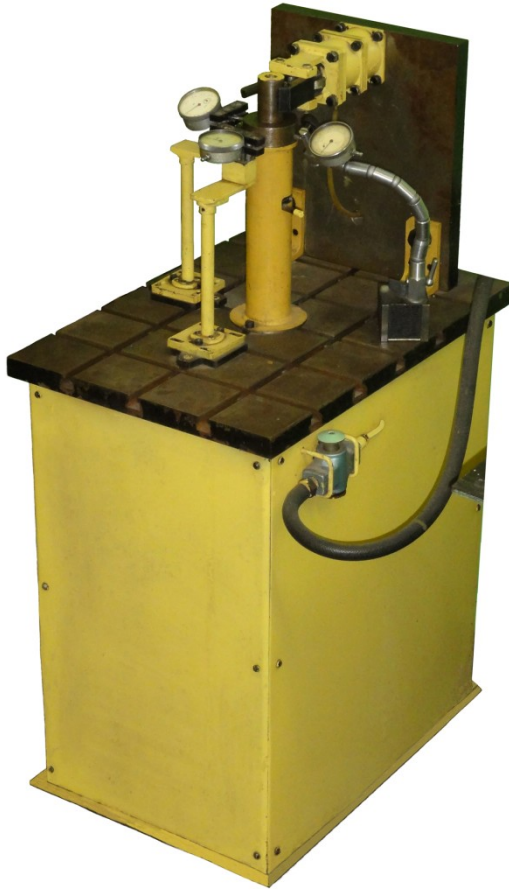


Рисунок 2.3 – Експериментальний стенд

Цей стенд може бути застосований у виробничих умовах для визначення похибки установлення ЗП як з симетричними, так і з несиметричними кінематичними ланцюгами.



Рисунок 2.4 – Робоча частина стану з індикаторами

2.6 Вказівки з техніки безпеки

1. Переконайтеся в надійності закріплення всіх вузлів експериментальної установки.
2. Перевірте пневматичну систему на герметичність.
3. Будьте уважні при роботі з індикаторами, не допускайте їх поломки.

2.7 Порядок виконання роботи

1. Проробити поняття похибки позиціонування в пристроях.
2. Вивчити методику розрахунку похибок позиціонування ЗП за допомогою спеціального стану.

3. Провести експериментальні дослідження за визначенням похибок позиціонування захватного пневмо-клино-ричажного пристрою.
4. Результати досліджень занести до таблиці 2.1.
5. Розрахувати середню похибку

$$\bar{\varepsilon}_6 = \frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon_6(i)}{n}.$$

6. Зробити висновки.

Таблиця 2.1 – Результати дослідження

№ вим.	Показання індикаторів, мм, мм			$\varepsilon_6 = \sqrt{\left(\frac{m+n}{2}\right)^2 + p^2}$
	<i>m</i>	<i>n</i>	<i>p</i>	
				5.
2				
3				
4				
5				

2.8 Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи включає.

- а) мету роботи;
- б) розрахункові схеми;
- в) таблиці результатів експериментальних досліджень;
- г) висновки.

2.9 Рекомендована література

1. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы: Справочник. - М.: Машиностроение, 1983, - 374 с.
2. Чуковинец В.Н., Солдаткин Е.П., Окрент Я.Н. Синтез самоцентрирующего захвата робота по допускаемой погрешности базирования // Вестник машиностроения. - 1987. – № 5.
3. Смирнов А.С. , Куковинец В.Н. Замер погрешностей базирования промышленных роботов. – М.: Машиностроитель. – 1989. №4.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВОК, УСТАНОВЛЕНИХ НА ОПРАВКУ

3.1 Мета роботи

Визначити вплив сили затиску на дійсний коефіцієнт запасу закріплення (k_d) заготовок на облямовуванні.

3.2 Теоретичні відомості

Найшвидший, економічніший і реально досяжний шлях зростання продуктивності праці – підвищення оснащення як старих, так і нових верстатів пристроями багатократного застосування. До них належать стандартизовані елементи універсально-складального і переналагоджуваного оснащення (УСПО).

Накопичений досвід у справі створення і впровадження УСПО показав високу ефективність даних пристроїв.

На основі агрегованих елементів складальних одиниць і автономно винесених приводів збирають базові конструкції пристроїв багатократного використання, в яких дуже часто застосовується схема встановлення на жорсткий циліндричний палець з гвинтовим затискним пристроєм.

Установка на жорсткий циліндровий палець - одна з основних схем для деталей, що мають точно оброблений отвір і торець. До цих деталей відносяться шестерні, зірочки, втулки тощо.

Для утримання деталі в процесі обробки необхідно, щоб моменти тертя на опорних поверхнях перевищували моменти різання.

Методика визначення необхідних сил закріплення заснована на використанні принципу статичної рівноваги.

На рис.2.1 показана розрахункова схема для визначення сили закріплення при установці деталі на жорсткий циліндровий палець при обробці на токарних, фрезерних, свердлувальних, круглошліфувальних, зубооброблювальних верстатах, коли початковою величиною для розрахунку є момент різання *М_{різ}*.

Особливістю даної схеми установки є те, що вона не враховує тертя в точці додатку сили затиску *W*.

Умови рівноваги моментів щодо осі *OX* можна записати наступним рівнянням:

$$k \sum M_{акт OX} - \sum M_{нр OX} = 0 ,$$

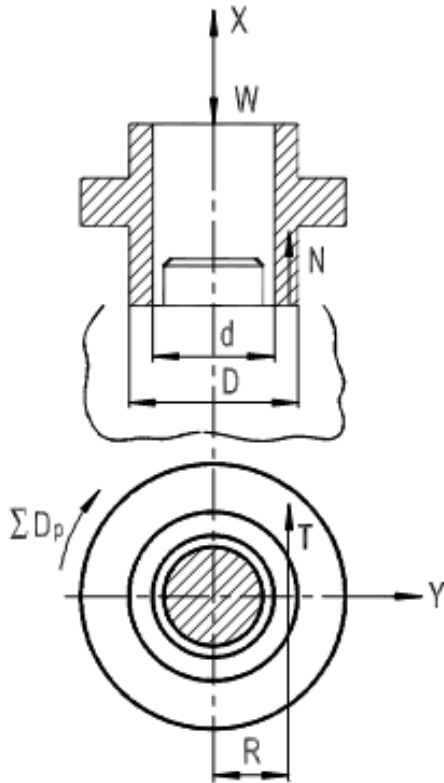


Рисунок 3.1 – Розрахункова схема

де

$$\sum M_{акт OX} = M\rho_{із};$$

$$\sum M_{нр OX} = Mтер.$$

Тоді

$$k \cdot M\rho_{із} = Mтер. \quad (3.1)$$

Момент тертя можна описати наступним виразом

$$M_{тер} = TR_{тер} = WfR_{тер}.$$

Плече сили тертя для кільцевого перетину визначається за формулою

$$R_{тер} = \frac{D^3 - d^3}{3(D^2 - d^2)}.$$

Тоді момент тертя, протидіючий моменту сили різання, буде дорівнювати

$$M_{тер} = \frac{Wf(D^3 - d^3)}{3(D^2 - d^2)}.$$

Підставляємо отриманий вираз у рівняння (3.1)

$$k \cdot M_{пиз.} = \frac{Wf(D^3 - d^3)}{3(D^2 - d^2)}.$$

Звідки дійсна сила затиску буде

$$W = \frac{3kM_{пиз.}(D^2 - d^2)}{f(D^3 - d^3)}. \quad (3.2)$$

Значення коефіцієнта запасу k слід визначити диференційовано залежно від конкретних умов виконання операції і способу затиску заготовки по формулі

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (3.3)$$

де:

k_0 – гарантований коефіцієнт запасу, приймемо $k_0 = 1,5 \dots 2,0$;
 k_1 – враховує зміну (коливання) сил різання в процесі обробки через нерівномірності припуску на заготовці і враховується тільки для чорнових переходів, $k_1 = 1,2$. Для чистової обробки $k_1 = 1,0$;

k_2 – враховується у всіх випадках обробки і залежить від виду обробки, оброблюваного матеріалу і нерівномірного зносу ріжучого інструменту, вибирається з таблиці 3.1;

k_3 – враховує умови переривистого виду обробки. $k_3 = 1,0$ – в умовах плавного різання; $k_3 = 1,2$ – при переривистому різанні (фрезерування);

Таблиця 3.1 – Значення коефіцієнта k_2

Метод обробки	Компоненти сил різання	Значення k_2	
		для чавуну і твердих сталей	для м'яких сталей
Свердлення	M_{kp}	1,2	1,0
	P_o	1,1	1,0
Попереднє зенкерування	M_{kp}	1,3	1,0
	P_o	1,2	1,0
Чистове зенкерування	M_{kp}	1,2	1,0
	P_o	1,2	1,0
Попереднє точіння і розточування	P_z	1,0	1,0
	P_y	1,2	1,4
	P_x	1,25	1,6
Чистове точіння і розточування	P_z	1,05	1,00
	P_y	1,40	1,05
	P_x	1,30	1,00
Попереднє і чистове фрезерування, циліндричне і торцеве	P_z	1,2 - 1,4	1,6 - 1,8
Шліфування	P_z	1,0	1,1 - 1,2
Протягування	P_{np}	1,0	1,5

k_4 - характеризує затискний пристрій з погляду постійності сил затиску;

$k_4 = 1,0$ – для всіх механізованих приводів (пневматичних, гідравлічних, магнітних тощо);

$k_4 = 1,3$ – для ручних затискачів (гвинтових і ексцентрикових);

k_5 – характеризує ручні затискачі з погляду зручності закріплення деталі. При зручному розташуванні рукоятки, тобто кут її повороту не перевищує 90° , $k_5 = 1,0$. При незручному розташуванні рукоятки і її повороті більше 90° $k_5 = 1,2$;

$k_5 = 1,0$ – для ексцентрикових затискачів;

$k_5 = 1,2$ – для гвинтових затискачів;

$k_5 = 1,0$ – для механізованих затискачів;

k_6 – враховується тільки за наявності крутильних моментів, що прагнуть повернути заготовку, і залежить від виду опорної поверхні пристрою:

$k_6 = 1$ – для точкових опор (опорні штирі);

$k_6 = 1,5$ – для плоских опор (опорне кільце).

Окрім цього, слід враховувати, що на заготовку діє результуюча сила, а не її складові. Якщо напрям складових сил різання не збігається з напрямком на основні опори, то їх потрібно додатково враховувати при визначенні коефіцієнта k_0 .

3.3 Завдання для підготовки до лабораторної роботи

При виконанні лабораторної роботи студент повинен:

- підготувати бланки звіту встановленої форми, намалювати схему встановлення заготовки на призму і усі діючі моменти та сили;
- встановити на експериментальному стенді індикатори і лаштувати їх;
- ознайомитися з правилами техніки безпеки для роботи на експериментальній установці.

3.4 Контрольні питання

1. Які основні чинники і умови враховуються при визначенні теоретичного коефіцієнта запасу закріплення?
2. Який принцип покладений в основу методики визначення сил закріплення?
3. Які величини визначають зміни дійсної сили закріплення W ?
4. Який характер зміни дійсного коефіцієнта запасу закріплення від сил затиску?
5. Як визначається дійсний коефіцієнт запасу закріплення k_d ?

3.5 Обладнання, прилади й інструменти

Спеціальний стэнд, що імітує точіння заготовки, встановленої на оправці (рис. 3.2).

Зразок заготовки.

Індикатори з ціною поділки шкали 0,01 мм - 3 шт.

3.6 Вказівки з техніки безпеки

1. Перед початком проведення експериментів зверніть увагу на надійність закріплення стэнду.

2. При закріпленні заготовки стежте, щоб пальці не потрапили в зазори між затисними елементами, деталлю і оправкою.

3.7 Порядок виконання роботи

1. Встановити сили різання ($P_z = 25\text{Н}, 50\text{Н}, 75\text{Н}, 100\text{Н}$).

2. Визначити момент різання ($M_{piz.} = P_z \times L$), де плече сили різання для експериментальної установки дорівнює $L = 75\text{ мм}$.

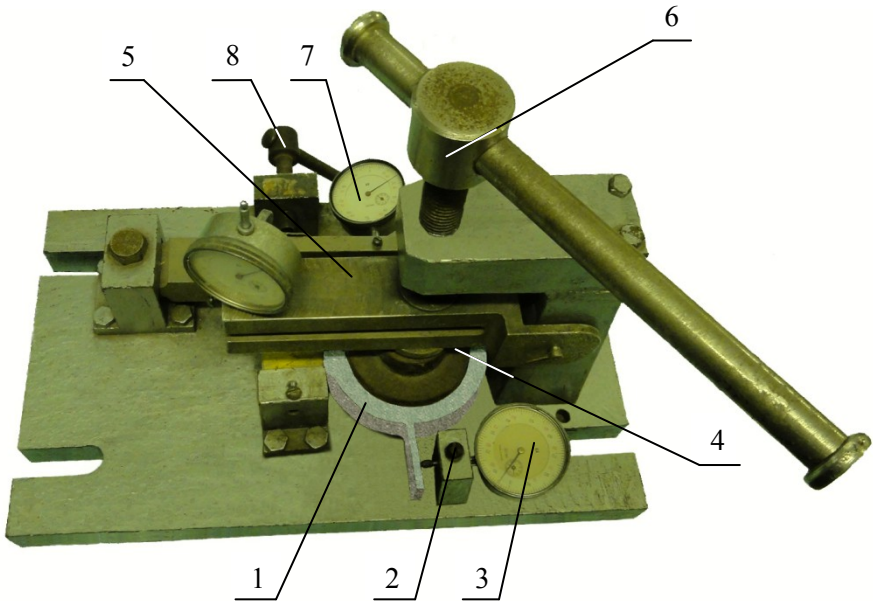


Рисунок 3.2 – Експериментальний стэнд

3. Виходячи з умови статичної рівноваги, визначити статичну силу затиску W .

4. Визначити коефіцієнт запасу k за формулою (3.3).

5. Розрахувати необхідну силу затиску W за формулою (3,2). Коефіцієнт тертя спокою приймається в межах 0,18...0,2. Занести до табл. 3.2 значення величин Pz і W .

6. Встановити заготовку 1 (рис. 3.2) базовим отвором на оправку ственду так, щоб зазор між виступом заготовки і упором 2 був рівний 1...2 мм. Вимірюючий наконечник індикатора 3 з невеликим на-тягом повинен упиратися у виступ заготовки.

УВАГА! При установці заготовки необхідно забезпечити відсу-тність перекосу на облямовуванні (базовий торець заготовки повинен рівномірно прилягати до торця облямовування по всій поверхні).

7. Встановити на заготовку натискний фланець 4.

8. Встановити індикатор динамометра 5 на нуль.

9. Гвинтом 6 через динамометр 5 затиснути заготовку 1 силою W , отриманою з розрахунку, за умови дії сили різання $Pz = 25$ Н. Силу затиску контролювати по індикатору динамометра 5 (0,01 мм по індикатору відповідає силі затиску 136 Н).

УВАГА! При затисканні заготовки стежити, щоб між її висту-пом і стійкою 2 зберігався зазор 1...2 мм.

10. Встановити на нуль індикатор 3 фіксації зрушення заготовки й індикатор динамометра 7.

11. Плавно обертаючи гвинт 8, визначити по індикатору дина-мометра 7 мінімальну силу Pzd (імітуючу Pz), яка проверне заготов-ку на 0,01...0,02 мм. Значення сили Pzd визначити за формулою $Pzd = 18,4 n$, де n - показник індикатора динамометра 7 в сотих долях міліметра (записати в табл. 3.2).

12. Визначити дійсний коефіцієнт запасу закріплення на оправці за формулою

$$k_d = \frac{Pz \text{ дійсна}}{Pz},$$

де Pz – задане сили значення для поточного експерименту (25, 50Н...).

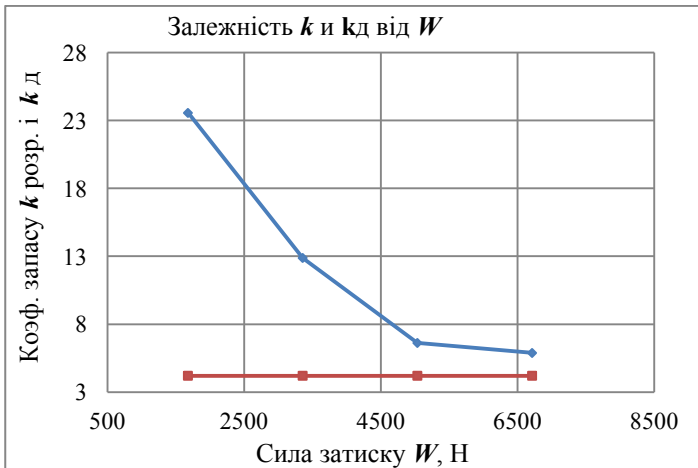
Результати записати до табл.3.2. Повторити п.п.6 – 12 для кож-ної розрахункової сили затиску W .

Таблиця 3.2 - Результати досліджень

Отримані дані	Номер досліджу			
	1	2	3	4
Pz , Н (задана)				
Розрахунковий момент різання $M_{рез}$, Н·мм				
Розрахункова сила затиску W , Н				
Показання індикатора сили затиску				
Показання індикатора дійсної сили затиску Pzd				
Дійсна сила різання Pzd , Н				
Дійсний коефіцієнт запасу сили затиску k_d				

УВАГА! Кожен подальший дослід проводити при повному знятті сил P_d і W і зсувом заготовки на оправці.

13. Побудувати графік залежності коефіцієнтів запасу розрахункового k і дійсного k_d від сили затиску W (рис.3.4).

Рисунок 3.3 – Графік залежності k і k_d від W

14. Зробити висновки за по результатами проведених дослідів і розрахунків, здати звіт викладачеві.

3.8 Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботі включає:

- а) схему установки оброблюваної деталі з докладеними силами і моментами різання;
- б) виведення формули для визначення сили затиску W ;
- в) таблиці з даними для проведення експериментів і експериментальні значення k_d ;
- г) графіки залежностей сил і коефіцієнтів від сили затиску W ;
- д) висновки.

3.9 Рекомендована література

1. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1971. - 288 с.
2. Терликова Т.Ф. и др. Основы конструирования приспособлений. - М.: Машиностроение, 1980. - 120 с.
3. Технологическая оснастка многократного применения / Под ред. Д.И.Полякова. - М.: Машиностроение, 1981. - 404 с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНІСТЬ ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВОК, УСТАНОВЛЕНИХ НА ПРИЗМУ

4.1 Мета роботи

Визначити вплив зусилля затиску і шорсткості поверхні заготовки на дійсний коефіцієнт запасу закріплення. Виконати експериментальні дослідження і їх аналіз.

4.2 Теоретичні відомості

Пристрої для металоріжучих верстатів, верстатів з ЧПК і роботизованих комплексів служать для надійного утримання заготовок в процесі обробки і орієнтації металоріжучого інструменту щодо установочних елементів пристрою.

Пристрої повинні мати підвищену точність, тому похибки базування і закріплення, що виникають в процесі установа, повинні бути зведені до мінімуму. Це досягається аналізом декількох схем установки і вибором оптимальної.

Установка циліндричних заготовок на призму широко застосовується в пристроях для фрезерних, свердлувальних та інших видів металорізальних верстатів. При цьому заготовка позбавляється чотирьох ступенів свободи, а у разі потреби може бути позбавлена всіх шести ступенів свободи за допомогою упору і додаткової установочної шпонки.

Силове замикання здійснюється системою важелів або безпосередньо від силового агрегату. У механізованих пристроях як силовий агрегат застосовуються пневмоциліндри або пневмокамери, для розрахунку яких слід знати необхідну силу затиску.

Сила затиску, необхідна для надійного утримання заготовки в пристрої, розраховується за умови рівноваги заготовки під дією всіх докладених до неї сил і моментів (сил різання, затиску, ваги, тертя тощо) в найбільш небезпечний момент обробки.

Найбільш небезпечний момент обробки найчастіше співпадає з початком або кінцем процесу різання.

На рис. 4.1 показана розрахункова схема для визначення необхідної сили затиску для циліндрового фрезерування верхньої поверхні валу, встановленого в призму.

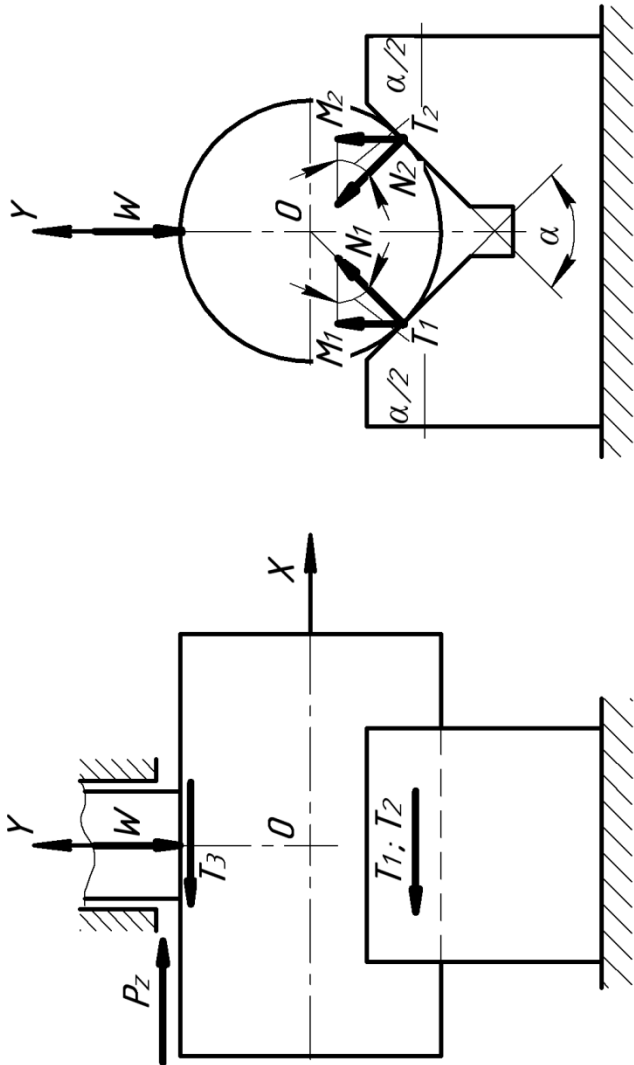


Рисунок 4.1 – Установлення заготовки на призму

При проведенні розрахунків прийемо, що конструкція затискного пристрою здатна протидіяти силам різання, тобто ми враховуватимемо силу тертя в точці докладення сили затиску W . Для спрощення розрахунків вплив сил P_y і P_x при складанні рівнянь рівноваги проігноруємо, а їх дію врахуємо при визначенні значення k_0 .

Для визначення необхідної сили затиску W запишемо рівняння рівноваги сил щодо вісі OX :

$$k \sum F_{акт\ OX} - \sum F_{пр\ OX} = 0,$$

де сума активних сил

$$\sum F_{акт\ OX} = Pz,$$

а сума протидіючих сил

$$\sum F_{пр\ OX} = T_1 + T_2 + T_3.$$

Оскільки коефіцієнт тертя f для складових T_1 і T_2 однаковий, то рівняння рівноваги прийме вигляд

$$k \cdot Pz = 2T_1 + T_3. \quad (4.1)$$

Рівняння рівноваги щодо вісі OY без урахування активної сили P_y виглядатиме як

$$W - M_1 - M_2 = 0.$$

Оскільки $M_1 = M_2$

$$W = 2M_1. \quad (4.2)$$

В останньому рівнянні

$$M_1 = N_1 \sin^{\alpha/2}, \quad (4.3)$$

де

$$N_1 = \frac{T_1}{f_1}. \quad (4.4)$$

Поставивши вираз (4.4) в (4.3), а останнє у формулу (4.2), отримаємо

$$W = 2 \frac{T_1}{f_1} \sin^{\alpha/2},$$

звідки

$$T_1 = \frac{f_1 W}{2 \sin^{\alpha/2}}. \quad (4.5)$$

Силу тертя T_3 можна визначити як

$$T_3 = f_2 \cdot W, \quad (4.6)$$

де f_2 - коефіцієнт тертя в зоні контакту заготовки і затисного пристрою.

Запишемо у виразі (4.1) значення сил тертя T_1 і T_3 з рівнянь (4.5) і (4.6):

$$k \cdot Pz = 2 \frac{f_1 W}{2 \sin^{\alpha/2}} + f_2 \cdot W,$$

звідки

$$W = \frac{k \cdot Pz}{\frac{f_1}{\sin^{\alpha/2}} + f_2}. \quad (4.7)$$

Значення коефіцієнта запасу k слід визначити диференційовано, залежно від конкретних умов виконання операції і способу затиску заготовки за формулою

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (4.8)$$

де

k_0 – гарантований коефіцієнт запасу, який для компенсації дії неврахованих активних сил приймемо

$$k_0 = 1,8.$$

Решту коефіцієнтів приймемо за методикою, викладеною на стор. 26. - 28.

4.3 Завдання для підготовки до лабораторної роботи

Для виконання лабораторної роботи студент повинен підготувати бланки звіту встановленої форми, накреслити схему установки заготовки на призму у разі жорсткого затискного пристрою і перевірити наявність необхідних приладів й інструментів.

4.4 Контрольні питання

1. Які основні чинники і умови враховуються при визначенні теоретичного коефіцієнта запасу закріплення?
2. Який принцип покладений в основу методики визначення сил закріплення?
3. Від яких величин залежить дійсна сила закріплення?
4. Пояснити характер впливу зусилля закріплення і шорсткості поверхні заготовки на дійсний коефіцієнт запасу закріплення.

4.5 Обладнання, прилади й інструменти

Експериментальний стенд (рис.4.2).
Зразки з різною шорсткістю поверхні.
Індикатори з ціною поділки 0,01 мм - 3 шт.
Гайковий ключ 17х19.

4.6 Вказівки з техніки безпеки

1. Перед початком роботи перевірте положення рукоятки розподільного крана. Вона повинна знаходитися в нейтральному (середньому) положенні.
2. При закріпленні й відкріпленні заготовки стежте за тим, щоб пальці не знаходилися в робочій зоні пристрою.
3. При проведенні експериментів заготовки повинні знаходитися на спеціальній підставці.

4.7 Порядок виконання роботи

1. Скласти розрахункову схему дії сил на валик, встановлений в призму для пропооаної операції обробки паза (див. рис. 4.1) дисковою фрезою.
2. Встановити напрям можливого переміщення заготовки під дією сили різання P_z (P_y - нехтувати).

3. Скласти рівняння рівноваги сил.
 4. Вирішуючи спільно рівняння рівноваги сил, отримати робочу формулу для визначення сили затиску, необхідної для утримання заготовки в призмі при обробці пза.
 5. Розрахувати за формулою (4.8) коефіцієнт запасу k .
 6. Розрахувати значення необхідної сили затиску W при дії на заготовку сили різання $Pz = 25, 50, 75, 100, 125$ Н (коефіцієнт тертя дорівнює 0,16...0,18). Розрахункові сили W записати до табл.4.1.
 7. Встановити валик 1 (рис. 4.2) шийкою меншого діаметру на призму 2 з таким розрахунком, щоб між торцями валика і призми була відстань 1...2 мм. Вимірюючий наконечник індикатора 3 з невеликим натягом повинен упиратися в торець валика 1.
 8. Встановити індикатор динамометра 4 на нуль.
 9. По манометру 5 перевірити наявність стислого повітря в мережі. Манометр 6 повинен бути встановлений на нуль.
 10. Натискаючи на кнопку фіксатора уздовж осі рукоятки повітророзподільного крана 7, розфіксувати його і повернути вліво в положення "Вкл".
 11. За допомогою гвинта 8 регулятора тиску створити в діафрагмовій камері тиск стислого повітря, достатній для затиску валика 1, розрахунковою силою W , отриманою за умови дії сили різання $Pz = 25$ Н.
- Силу затиску контролювати по індикатору динамометра 4 (одна сота міліметра по індикатору відповідає силі затиску 47 Н).
12. Встановити на нуль індикатор 3 фіксації зрушення валика і індикатор динамометра 9.
 13. Плавню обертаючи гайковим ключем гвинт 10, визначити по індикатору динамометра 9 мінімальну силу Pzp (імітуючу Pz), яка змістить валик уздовж призми на 2-3 поділки. Зсув валика контролювати по індикатору 3. Значення сили Pzp визначити по індикатору динамометра 9 за формулою $Pzp = 4,95 n$, де n - число сотих по індикатору динамометра 9, і записати в таблицю 4.2.
 14. Визначити дійсний коефіцієнт запасу закріплення пза формулою

$$k\delta = \frac{Pzp}{Pz},$$

де P_z – задане значення сили для поточного експерименту (25, 50 Н...), результат записати до табл.4.2.

15. Повторити досліди для кожної розрахункової сили затиску.

УВАГА! Кожен подальший дослід виконувати при повному знятті сили W поворотом рукоятки крана 7 в положення "Викл", зняті сили $P_{сд}$ і з невеликим поворотом валика перед затиском. Результати дослідів записати до табл.4.1.

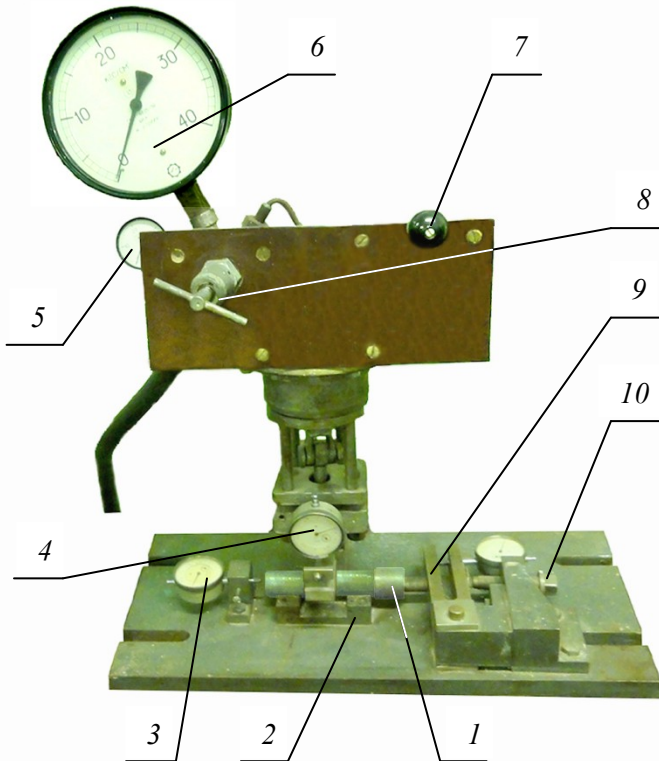
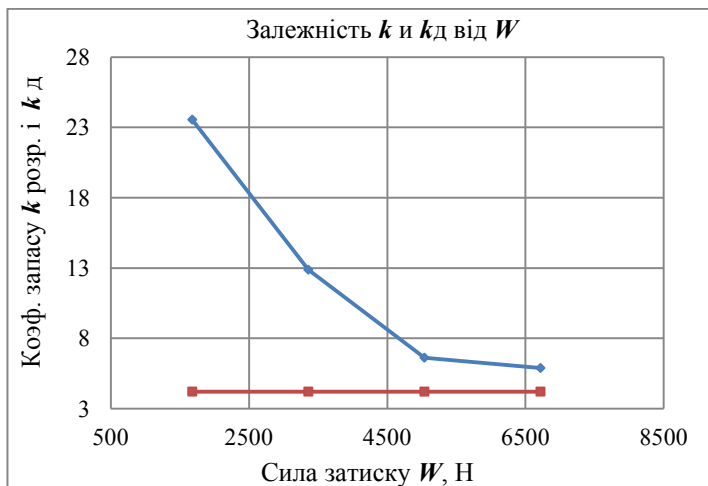


Рисунок 4.2 – Експериментальний стенд

Таблиця 4.1 – Результати досліджень

Отримані дані	Номер досліджу				
	1	2	2	4	5
Pz , Н (задана)	25	50	75	100	125
Розрахункова сила затиску W , Н					
Показання індикатора сили затиску					
Показание індикатора сили зрушення $Pзр$					
Сила зрушення $Pзр$, Н					
Дійсний коефіцієнт запасу сили затиску k_d					

16. Побудувати графік залежності коефіцієнтів запасу розрахункового k і дійсного k_d від сили затиску (рис. 4.3).

Рисунок 4.3 – Графік залежності k і k_d від W

17. Зробити висновки за результатами проведених дослідів і розрахунків, здати звіт викладачеві.

4.8 Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи включає.

- а) мету роботи;
- б) необхідні розрахункові схеми;
- в) таблиці для занесення експериментальних даних;
- г) графічні залежності;
- д) висновки.

4.9 Рекомендована література

1. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1971. - 288 с.
2. Терликова Т.Ф. и др. Основы конструирования приспособлений. - М.: Машиностроение, 1960. - 120 с.
3. Кузнецов Ю.И., Маслов А.Р., Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. - М.: Машиностроение, 1983. - 359 с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5
НАДІЙНІСТЬ ЗАКРІПЛЕННЯ ДЕТАЛІ,
ВСТАНОВЛЕНОЇ НА ПРИЗМУ, ПРИ ДІЇ НА
НЕЇ КРУТИЛЬНОГО МОМЕНТУ

5.1 Мета роботи

Визначити вплив сили затиску на дійсний коефіцієнт запасу закріплення k_d при дії крутильного моменту на заготовку, встановлену в призму.

5.2 Теоретичні відомості

Встановлення деталей на призму широко використовується як при операціях механічної обробки, так і при виконанні складальних операцій. Прикладами таких операцій можуть бути свердлення отвору уздовж осі валу, фрезерування лиски, складання амортизатора автомобіля, складання гідравлічних або пневматичних циліндрів.

Схема сил і моментів, що діють в цьому випадку, надана на рис. 5.1. Активний момент, діючий на заготовку, імітується силою P , докладеною на відстані L від осі заготовки. Цьому моменту протидіють сили тертя, які діють на поверхнях контакту заготовки з призмою (плече сили тертя $r = d/2$).

Беручи до уваги, що затискаючий стрижень не сполучений жорстко з корпусом пристрою, силою тертя в точці контакту стрижня з деталлю нехтуємо. Умова статичної рівноваги деталі буде мати вигляд

$$k \sum M_{\text{акт } OX} - \sum M_{\text{пр } OX} = 0,$$

де

$$\sum M_{\text{акт } OX} = P \cdot L;$$

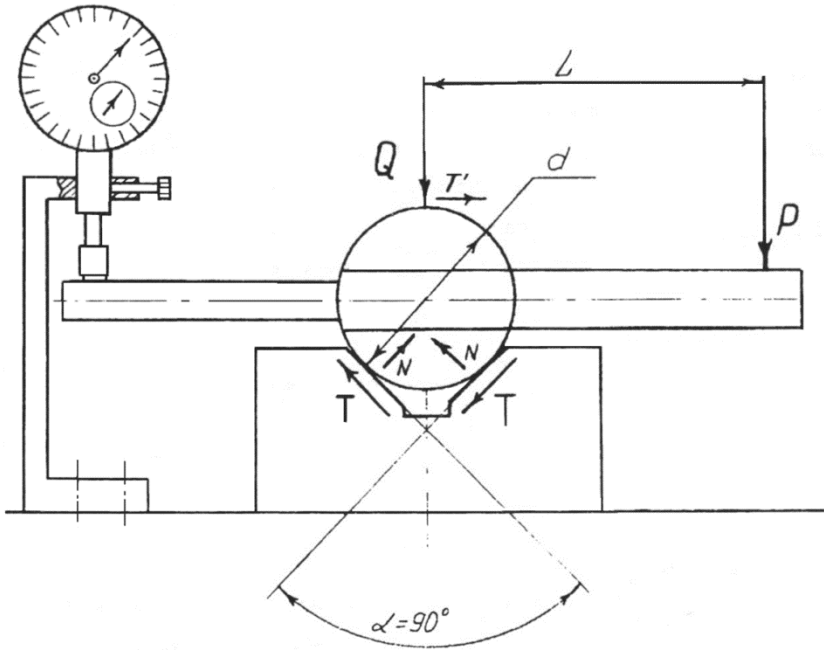
$$\sum M_{\text{пр } OX} = 2T \cdot r.$$

Підставимо отримані значення в початкове рівняння.

$$k \cdot P_z \cdot L - 2T \cdot r = 0,$$

де

$$T = f \cdot N.$$



$$L = 125 \text{ мм}; d = 30 \text{ мм}$$

Рисунок 5.1 – Схема дії сил

N – сила нормального тиску

$$N = \frac{W}{2 \sin^{\alpha/2}}.$$

Тоді

$$k \cdot P \cdot L - 2f \frac{W}{2 \sin^{\alpha/2}} \cdot r = 0;$$

або

$$f \frac{W}{\sin^{\alpha/2}} \cdot r = k \cdot P \cdot L,$$

Звідки

$$W = \frac{k \cdot P \cdot L \cdot \sin^{\alpha/2}}{f \cdot r}. \quad (5.1)$$

Значення коефіцієнта запасу k залежно від конкретних умов виконання операції і способу затиску заготовки визначається за формулою

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (5.2)$$

де

$$k_0 = 1,8.$$

Решту коефіцієнтів приймемо за методкою викладеною на стор. 26. - 28.

5.3 Завдання для підготовки до лабораторної роботи

Для виконання лабораторної роботи студент повинен підготувати бланки звіту встановленої форми, накреслити схему установки заготовки на призму у разі нежорсткого затискного пристрою і перевірити наявність необхідних приладів та інструментів.

5.4 Контрольні питання

1. Які основні чинники та умови враховуються при визначенні теоретичного коефіцієнта запасу закріплення?
2. Який принцип лежить в основі методики визначення сил закріплення?
3. Від яких величин залежить дійсна сила закріплення?
4. Поясніть характер впливу зусилля закріплення і шорсткості поверхні заготовки на дійсний коефіцієнт запасу закріплення.

5.5 Обладнання, прилади й інструменти

Експериментальний стенд (рис. 5.2).

Заготовка.

Індикатори з ціною поділки 0,01 мм (3 шт.).

5.6 Вказівки з техніки безпеки

1. Перед початком роботи перевірте положення рукоятки розподільного крана. Вона повинна знаходитися в нейтральному (середньому) положенні.

2. При закріпленні і відкріпленні заготовки стежте за тим, щоб пальці не знаходилися в робочій зоні пристроїв.

3. При проведенні експериментів заготовки повинні знаходитися на спеціальній підставці.

5.7 Порядок виконання роботи

1. Встановити чисельні значення крутильного моменту, що діє на заготовку, в межах 10... 25 Нм.

2. Визначити силу, імітуючу момент, за формулою

$$P = M/L$$

3. Визначити силу затиску заготовки за формулами (5.1, 5.2). Коефіцієнт тертя при цьому брати в межах 0,16... 0,18. Початкові дані занести до табл. 5.1. Беручи до уваги, що сила W забезпечується тиском штока пневмокамери на динамометр 1 (рис. 5.2), визначити кількість поділок індикатора динамометра, необхідних для створення зусилля W (1 поділка індикатора 136 Н).

4. Встановити заготовку 6 на призму так, щоб більший важіль торкався динамометра 3, що визначає момент прокрутки заготовки.

5. Встановити шкалу індикаторів 4 і 5 на нульову відмітку. Включити подачу стислого повітря і за допомогою гвинта на регуляторі тиску забезпечити на індикаторі 5 кількість поділок, відповідних розрахунковому зусиллю затиску W .

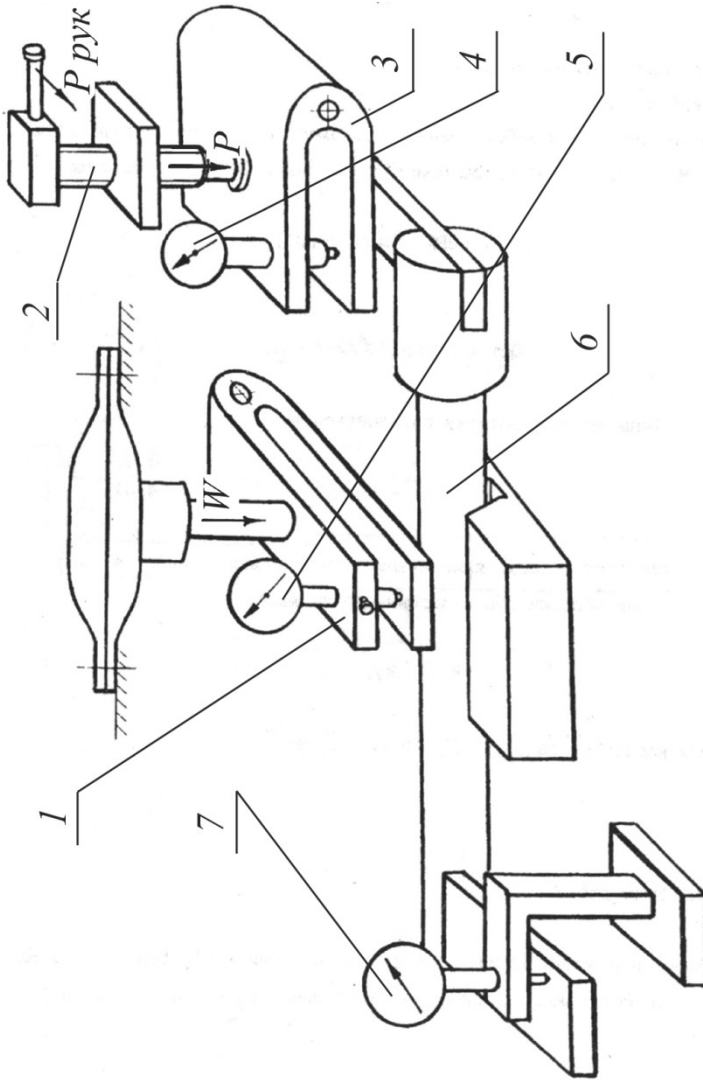


Рисунок 5.2 – Принципова схема стенда

6. Плавно обертаючи гвинт 2, шляхом тиску на динамометр 3 встановити дійсне зусилля P_d , при якому заготовка повернеться відносно осі. Момент прокручування заготовки фіксується по індикатору 7, стрілка якого в цей час переміститься на 2-3 поділки. Занести до таблиці 5.1 показання індикатора.

Таблиця 5.1 – Результати досліджень

Отримані дані	Номер досліджу				
	1	2	2	4	5
Крутильний момент, Н·мм					
Розрахункова сила затиску W , Н					
Показання індикатора сили затиску					
Показання індикатора дійс- ної сили P_d					
Дійсна сила P_d , Н					
Дійсний коефіцієнт запасу сили затиску k_d					

7. Розрахувати дійсне зусилля P_d , беручи до уваги, що одна поділка індикатора 4 відповідає зусиллю 4,95 Н, тобто:

$$P_d = 4,95 n ,$$

де n - число сотих поділок індикатора 4.

Значення P_d занести до табл. 5.1.

8. Повторити досліди для решти значень моменту M_p .

9. Визначити дійсний коефіцієнт запасу зусилля затиску і занести його в табл. 5.1.

$$k_d = \frac{P_d}{P}$$

10. Побудувати графік залежності коефіцієнтів запасу розрахункового k і дійсного k_d від сили затиску (мал. 5.3).

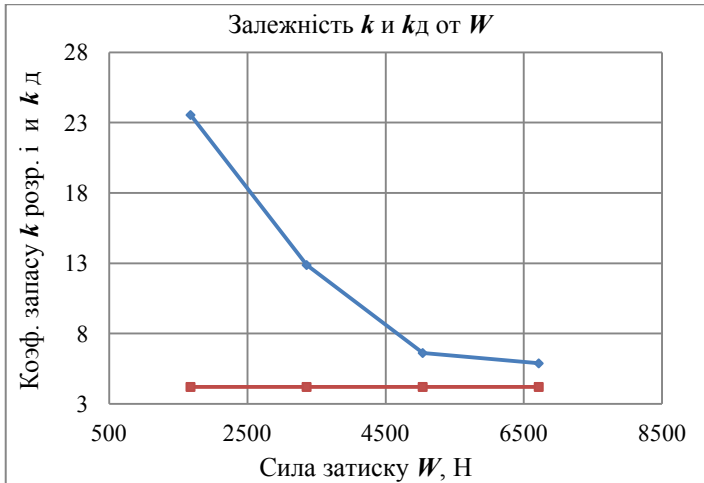


Рисунок 5.3 – Графік залежності k і k_d від W

11. Зробити висновки за результатами експериментів і здати звіт викладачеві.

5.8 Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи складається з:

- а) мета роботи;
- б) розрахункові схеми;
- в) таблиці результатів експериментальних дослідів;
- г) графічні залежності;
- д) висновки.

5.9 Рекомендована література

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. - М.: Машиностроение, 1975. - 656с.
2. Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1971. - 288с.
3. Фираго В. П. Основы проектирования технологических процессов и приспособлений. - М.: Машиностроение, 1973. - 468с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

ЗАХВАТНІ ПРИСТРОЇ РОБОТІВ І МАНІПУЛЯТОРІВ

6.1 Мета роботи

Вивчити типові конструкції захватних пристроїв для деталей типу корпус, вал, деталей типу диск тощо.

Проаналізувати типову пневматичну конструкцію для захоплення деталей типу вал, ознайомитися з деталями цієї конструкції, розрахувати й дослідити сили захоплення залежно від конструкції губок ЗП (2-,3-,4-х точковий контакт із заготовкою).

Експериментально перевірити сили захоплення заготовок, виконати їх порівняльний аналіз з розрахунковими даними і зробити висновки за наслідками роботи.

6.2 Теоретичні відомості

При створенні автоматизованих верстатних систем із використанням промислових роботів технологічне оснащення необхідно вибирати з урахуванням точності встановлення заготовки і надійності роботи всієї системи. Захватні пристрої (ЗП) є частиною технологічного оснащення, що безпосередньо зв'язує робот з пристроєм верстата.

Конструкції захоплюючих пристроїв можуть бути двох виконань: змінні і швидкозмінні, які, у свою чергу, можуть виготовлятися вузкодіапазонні або широкодіапазонними.

Вантажопідйомність ЗП повинна відповідати наступному ряду [2], кгс: 0,63; 1,25; 2,50; 5,00; 10,00; 20,00; 40,00; 80,00; 160,00; 250,00; 500,00; 1000,00.

Найбільші розміри захоплюваних поверхонь також повинні відповідати одному із значень наступного ряду (D, L), мм: 4, 12, 32, 63, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500. Тут D, L - габаритні розміри заготовок (відповідно діаметр і довжина).

Вузкодіапазонні ЗП при переналадці повинні володіти можливістю захоплення поверхонь з розмірами, що включають сусідні менші значення вказаного ряду.

Широкодіапазонні ЗП повинні охопити відповідні межі без переналадки.

Конструкції й основні приєднувальні розміри гнізд для кріплення швидкозмінних і змінних ЗП повинні відповідати галузевим нормам і конструкціям робітв.

Конструктивне виконання ЗП залежать від форми, габаритних розмірів і маси заготовок.

Приводи ЗП різноманітні: пневматичні, гідравлічні, вакуумні, електромагнітні, електромеханічні. Перевага надається пневмоприводам.

Основні вимоги до ЗП: безвідмовність в роботі; надійне утримання заготовки в процесі завантаження; висока точність позиціонування.

Дослідження проводяться на захватному пристрої з пневмокліно-важільним приводом, що має змінні губки різних конструкцій.

Виходячи з умови рівноваги поршня пневмоциліндра (рис. 6.1), можна записати

$$P_{ни} = \frac{\pi D_{ни}^2}{4} p_e \eta - (T_{ни} + T_{шт} + P_{пр}), \quad (6.1)$$

де $T_{ни}$ – сила тертя поршня. При ущільненні манжетою шириною b (рис. 6.2)

$$T_{ни} = D_{ни} \cdot b \cdot \pi \cdot p_e \cdot f_1, \quad (6.2)$$

f_1 – коефіцієнт тертя в парі сталь - манжета $T_{шт}$ – сила тертя на штоці, $P_{пр}$ – сила поворотної пружини

$$P_{пр} = \kappa(T_{ни} + T_{шт}), \quad (6.3)$$

де κ – коефіцієнт запасу жорсткості пружини, $\kappa = 1,2$.

Отже

$$P_{пр} = 1,2T_{ни},$$

тоді

$$P_{ни} = \frac{\pi D_{ни}^2}{4} p_e \eta - 2,2T_{ни}. \quad (6.4)$$

Переходимо до клинового механізму (рис. 6.3) з двохкосим клином з кутом при вершині α [3, с.180]:

$$P_{nuu} = 2W \tan\left(\frac{\alpha}{2} + \varphi_{np}\right),$$

звідки

$$W = \frac{P_{nuu}}{2 \tan\left(\frac{\alpha}{2} + \varphi_{np}\right)}, \quad (6.5)$$

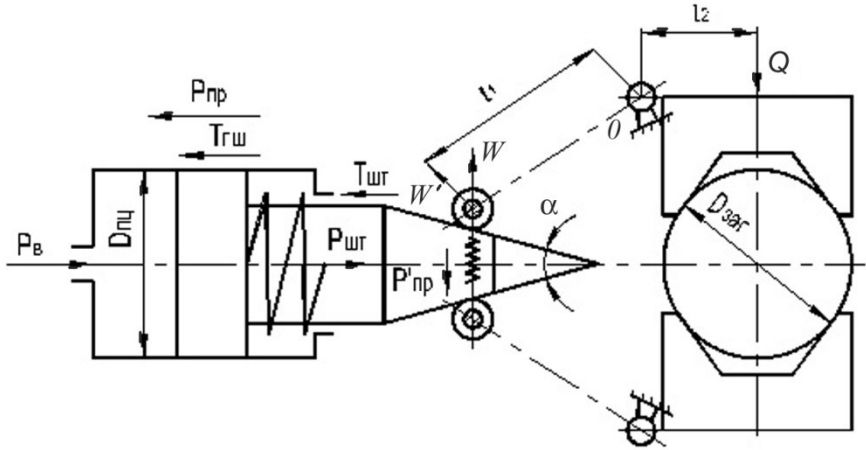


Рисунок 6.1 – Розрахункова схема захватного пристрою

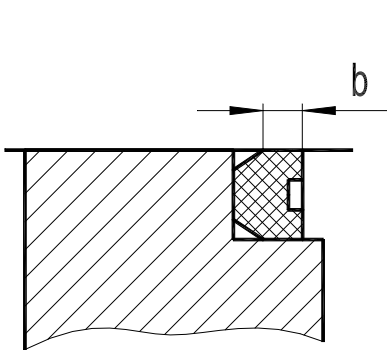


Рисунок 6.2 – Ескіз манжети

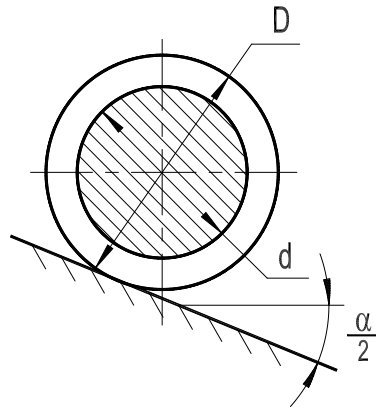


Рисунок 6.3 – Клиновий механізм

де

$$\varphi_{np} = \frac{d}{D} \varphi; \quad \varphi = \arctg f_2;$$

d – діаметр осі ролика; D – діаметр ролика; f_2 – коефіцієнт тертя ковзання на осі ролика.

Розглянемо систему (рис 6.4) важеля з урахуванням пружини силового контакту P'_{np} .

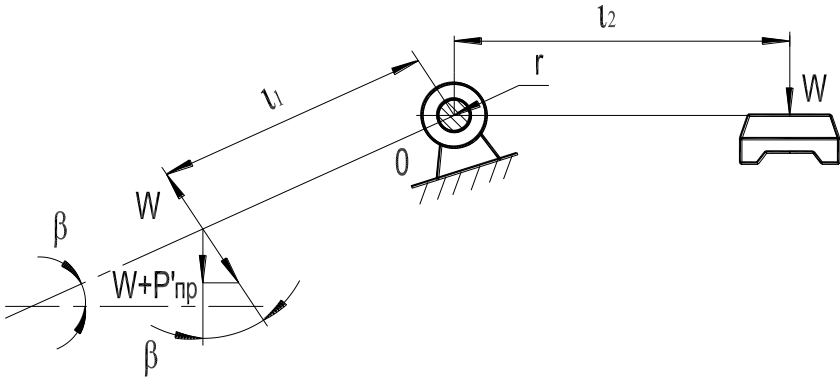


Рисунок 6.4 – Схема важільно системи

Виходячи з умови рівноваги важільної системи, можна записати [3, стор.173]:

$$W'(l_1 - r f_3) = Q(l_2 + r f_3), \quad (6.6)$$

де f_3 – коефіцієнт тертя в опорі важеля, звідки

$$W' = \frac{W - P'_{np}}{\cos \beta}.$$

Тоді

$$Q = \frac{(W - P'_{np})(l_1 - r f_3)}{\cos \beta (l_2 + r f_3)}. \quad (6.7)$$

Підставивши у формулу (6.5) вираз (6.4), а потім (6.2), отримаємо

$$W = \frac{\frac{\pi D_{нц}^2}{4} p_{\epsilon} \eta - 2, 2 D_{нц} b \pi p_{\epsilon} f_1}{2 \tan\left(\frac{\alpha}{2} + \varphi_{np}\right)}.$$

Підставивши останній вираз в (6.7), отримаємо

$$Q = \left(\frac{\frac{\pi D_{нц}^2}{4} p_{\epsilon} \eta - 2, 2 D_{нц} b \pi p_{\epsilon} f_1}{2 \tan\left(\frac{\alpha}{2} + \varphi_{np}\right)} - P'_{np} \right) \frac{(l_1 - r f_3)}{\cos \beta (l_2 + r f_3)},$$

або

$$Q = \left(\frac{\frac{D_{нц}^2}{4} \eta - 2, 2 D_{нц} b f_1}{\pi p_{\epsilon} \tan\left(\frac{\alpha}{2} + \varphi_{np}\right)} - P'_{np} \right) \frac{(l_1 - r f_3)}{\cos \beta (l_2 + r f_3)}. \quad (6.8)$$

Якщо при проведенні експериментів необхідно врахувати зміни жорсткості пружини P_{np} , то дані вирази можна перетворити в наступний:

$$Q = \left(\pi p_{\epsilon} \frac{\left(\frac{D_{нц}^2}{4} \eta - 2, 2 D_{нц} b f_1 \right) - P_{np}}{2 \tan\left(\frac{\alpha}{2} + \varphi_{np}\right)} - P'_{np} \right) \frac{(l_1 - r f_3)}{\cos \beta (l_2 + r f_3)}. \quad (6.9)$$

6.2.1 Визначення жорсткості поворотної пружини

Для даної конструкції захватного пристрою вибрана циліндрична пружина стискання, що має наступні параметри:

$$d = 3 \text{ мм};$$

$$B = 36 \text{ мм};$$

$$t = 12,2 \text{ мм};$$

$$H_0 = 64 \text{ мм};$$

$$F_2 = 25 \text{ мм};$$

$$F_1 = 20 \text{ мм};$$

$$P = 72 \text{ Н при тиску повітря } 0,5 \text{ МПа.}$$

Тоді, P_{np} при тиску повітря в межах 0,1...0,5 МПа матиме значення, занесені до табл.6.1:

Початкові дані для розрахунку сили затиску

$$\begin{aligned}
 D_{nu} &= 650 \text{ мм}; & b &= 2 \text{ мм}; & f1 &= 0,3; & \alpha &= 15^\circ; \\
 d &= 8 \text{ мм}; & D &= 22 \text{ мм}; & f2 &= 0,18; & \varphi_{np} &= 0,364; \\
 \arctg f2 &= 3^\circ 42'; & P'_{np} &= 5 \text{ Н}; & l1 &= 44 \text{ мм}; & l2 &= 80 \text{ мм}; \\
 r &= 4 \text{ мм}; & f3 &= 0,18; & \beta &= 20^\circ.
 \end{aligned}$$

Теоретичні значення сил затиску Q розраховуємо за формулою (6.9), враховуючи експериментальні значення жорсткості зворотньої пружини (див. табл.6.1) залежно від тиску P_v . Результати наведених розрахунків з урахуванням всіх характеристик даного пневмо-клино-важільного захватного пристрою наведені в табл.6.1.

Таблиця 6.1 – Результати розрахунків та дослідів

P_v , Мпа	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
P_{np} , Н	14	22	29	38	45	50	58	65	72
Q , Н	367,5	551,2	736	918	1104	1292	1476	1661	1846
Показання індикатора дійсної сили Q_d									
Дійсна сила Q_d , Н									

Наведені теоретичні значення сил затиску необхідно порівняти з експериментальними, отриманими на лабораторному стенді.

6.3 Завдання для підготовки до лабораторної роботи

Для виконання лабораторної роботи студент повинен вивчити справжню інструкцію, підготувати бланки звіту встановленої форми, накреслити розрахункову схему захватного пристрою, перевірити наявність необхідних приладів та інструментів, підготувати обладнання для проведення роботи, ознайомитися з роботою захватного пристрою.

6.4 Контрольні питання

1. Які основні вимоги пред'являються до захватних пристроїв?
2. Які переваги мають захватні пристрої з пневмоприводом перед іншими?
3. За рахунок яких чинників спостерігається відхилення експериментальних даних від розрахункових?

6.5 Обладнання, прилади й інструменти

Експериментальний стенд (рис. 6.5) складається з типової пневматичної системи підведення повітря: трубопроводу 1, кран подачі стислого повітря 2, вологовідділювача 3, редуційного клапана з манометром 4, масельнички 5, розподільного пристосування 6, а також захватного пристрою 7 і динамометра 8.

Конструкція захватного пристрою відповідає принциповій схемі, зображеній на рис.6.1. Сили затиску вимірюються механічним динамометром з ціною поділки 0,01 мм – 6 Н.

6.6 Вказівки з техніки безпеки

1. При підготовці до проведення експерименту переконайтеся в надійності закріплення пристрою.
2. Перевірте пневматичну систему на герметичність. Витік повітря не допускається.
3. Будьте уважними при роботі з динамометром. Не допускайте поломки індикатора.

6.7 Порядок виконання роботи

1. Навести принципову схему ЗП і отримати формулу для визначення Q .
2. Розрахувати Q за формулою (6.9) при зміні тиску повітря в системі від 0,1 до 0,5 МПа.
3. Проаналізувати теоретичні й експериментальні дослідження.
4. Побудувати графік залежності Q від тиску повітря P_v (розрахунковий і експериментальний).
5. Зробити висновки.

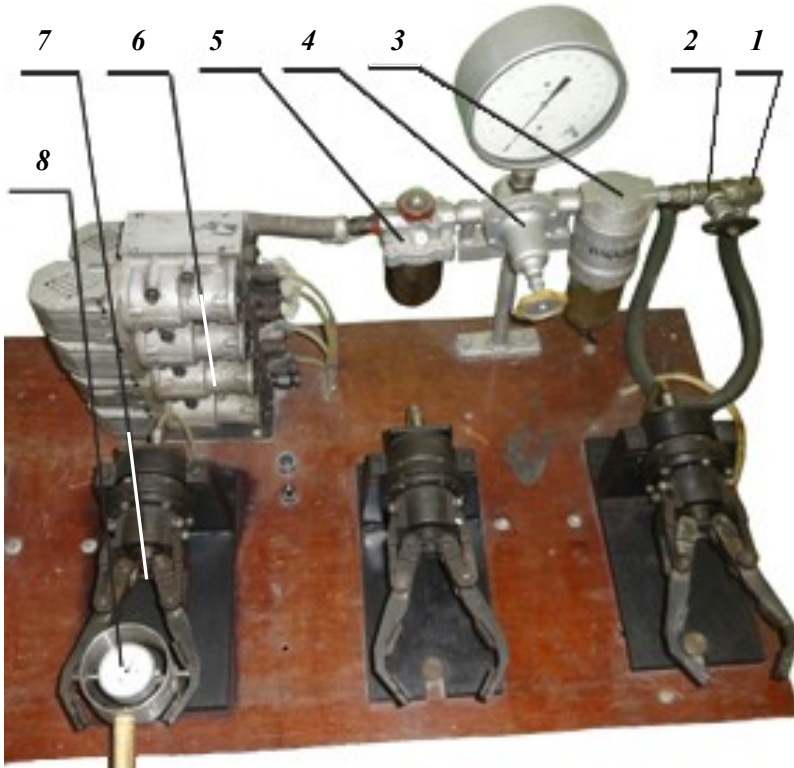


Рисунок 6.5 – Експериментальний стенд

6.8 Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи включає.

- а) мету роботи;
- б) необхідні розрахункові схеми;
- в) таблицю для занесення експериментальних даних;
- г) висновки.

6.9 Рекомендована література

1. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы: Справочник. - М.: Машиностроение, 1983. - 374 с.
2. Конструктивное исполнение захватных устройств промышленных роботов для металлорежущих станков. - М.: ЭНИМС, 1979. - 36 с. 52
3. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. - М.: Машиностроение, 1979. - 300 с.
4. Ануриев В.И.: Справочник конструктора-машиностроителя.- М.: Машиностроение, 1967. - 688 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7
ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗАКРІПЛЕННЯ
ЗАГОТОВОК, ВСТАНОВЛЕНИХ НА ОПРАВКУ
З ГІДРОПЛАСТМАСОЮ

7.1 Мета роботи

Експериментально перевірити коефіцієнт запасу закріплення заготовки (деталі) на розтискній оправці з гідропластмасою. Коефіцієнт запасу затиску заготовки визначити порівнянням заданого і дійсного моментів сил тертя.

7.2 Теоретичні відомості

Пристроями в машинобудуванні називають допоміжні механізми, використовувані при механічній обробці, складанні й контролі виробів.

Пристрої, робочі й контрольні інструменти, разом узяті, називають технологічним оснащенням, причому пристрої є найбільш складною її частиною. Сучасне механо-складальне виробництво має в своєму розпорядженні великий парк пристроїв, причому 80-90% загального парку пристроїв складають верстатні пристрої, вживані для установаження та закріплення оброблюваних заготовок.

Залежно від масштабу виробництва і технологічних чинників верстатні пристрої за призначенням і конструкцією пристрою поділяють на групи:

- універсальні, призначені для оснащення виробництва різно-типних деталей в межах певного діапазону габаритних розмірів;
- переналагоджувані, призначені для оснащення виробництва деталей певного типу або типових операцій за деталями декількох споріднених типів;
- спеціальні, призначені для оснащення однієї конкретної операції оброблюваної деталі.

Використання пристроїв сприяє підвищенню продуктивності і точності обробки, складанні й контролю; полегшенню умов праці, підвищенню безпеки роботи; розширенню технологічних можливостей обладнання тощо.

Застосування швидкодіючих і автоматизованих пристроїв з керуючими і транспортуючими устроями – один з ефективних напрямів автоматизації технологічного процесу.

Заготовки встановлюються на розтискні оправки з гідропластмасою по внутрішніх базуючих поверхнях, оброблених з точністю Н7 – Н8.

Оправки з гідропластмасою забезпечують точність базування 0,005...0,01 мм.

Базування і закріплення заготовки проводиться за допомогою пружної втулки, яка розтискається зсередини гідропластмасою. Для надійного закріплення заготовки гідропластмаса повинна бути стиснута до певного тиску (стиснення забезпечується плунжером від гвинта, пневмоциліндра або іншого силового вузла). Товщина розтискної частини тонкостінної втулки приймається 0,03...0,05 її радіусу.

Надійність закріплення заготовки на оправці залежить від сили тертя по циліндровій поверхні сполучення оправки і базового отвору заготовки, що створюється тиском гідропластмаси, необхідного для міцного утримання заготовки на оправці.

Розрахункова схема гідропластмасового затиску показана на рис. 7.1.

Зсередини на втулку діє гідростатичний тиск P , в місцях зачепа – момент Mo , віднесений до одиниці довжини кола, і рівномірно розподілена поперечна сила Qo – навантаження на одиницю довжини.

Тиск P гідропластмаси, необхідний для міцного закріплення заготовки, визначається за формулою [1, с.98]:

$$P = \frac{Q}{2\pi r L \psi} + \frac{\Delta E h j}{r^2 \gamma}. \quad (7.1)$$

Ця формула придатна для розрахунку довгих і коротких втулок, її перший член виражає тиск, необхідний для передачі моменту сил тертя, а другий – тиск, потрібний на деформацію втулки для вибору радіального зазору. Якщо оправка з гідропластмасою використовується тільки для базування (у контрольних пристроях), то при визначенні гідростатичного тиску P враховується тільки другий член формули.

У формулі (7.1):

Q – приведена сила на поверхні сполучення облямовування – базовий отвір заготовки, який знаходять по передаваному оправкою моменту $M_{об}$:

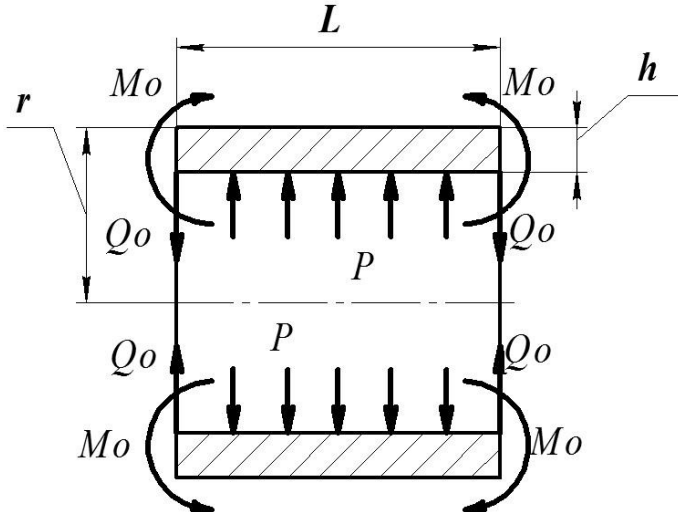


Рисунок 7.1 – Разрахункова схема

$$Q = \frac{kM_0 b}{rf} ; \quad (7.2)$$

k – коефіцієнт запасу;

r – радіус зовнішньої поверхні втулки, мм;

f – коефіцієнт тертя на поверхнях;

L – довжина тонкостінної частини втулки сполучення (без буртів), мм;

E – модуль пружності матеріалу втулки;

ψ – коефіцієнт, залежний від відношення h/r і L/r визначається по [1, табл. 13, с. 99];

Δ – найбільший радіальний зазор між втулкою і заготовкою (деталлю);

h – товщина втулки, мм;

j – коефіцієнт, що визначається за формулою

$$\frac{1}{j} = 0,85 + 0,15 \frac{r_1^2}{R^2} ; \quad (7.3)$$

r_1 – радіус внутрішньої поверхні тонкостінної частини втулки,
мм;

R – радіус внутрішньої поверхні посадочного буртика втулки,
мм;

γ – коефіцієнт, визначуваний за [1, мал. 55, с. 99].

Коефіцієнт j визначається в межах 1,082..1,042 (при відношенні $r_1/R = 0,8$, $j = 1,06$).

Значення α [1, рис. 55, стор. 99] знаходимо за формулою:

$$\alpha = \frac{KL}{2},$$

де

$$K = \frac{1,28}{\sqrt{r \cdot h}}$$

За гідростатичним тиском P , розрахованим за формулою (7.1), визначається сила на плунжері діаметром d :

$$N = P \frac{\pi d^2}{4}.$$

7.1.1 Дані для розрахунку тиску гідропластмаси P і сили на плунжері N гідропластмасової оправки

Зовнішній діаметр розтискної втулки оправки $r = 39$ мм.

Діаметр плунжера оправки $d = 12$ мм.

Довжина тонкостінної частини втулки $L = 55$ мм.

Товщина стінок втулки $h = (0,03 - 0,05) r$ мм.

Найбільший радіальний зазор між втулкою і базовою поверхнею заготовки $\Delta = 0,03$ мм.

Модуль пружності матеріалу втулки $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа.

Коефіцієнт запасу сили закріплення

$$k = k_0 * k_1 * k_2 * k_3 * k_4 * k_5 * k_6 ;$$

$k_0 = 1,5$; дані для визначення k_2 наведені в табл.3.1.

Коефіцієнт тертя $f = 0,16$.

Коефіцієнт ψ , залежний від відносин h/r і L/r , для даної конструкції $h/r = 0,02$, $L/r = 1,41$, тоді приймаємо за [1, табл. 13, стор.99] $\psi = 0,75$.

Коефіцієнт j для даної конструкції оправки $j = 1,06$.

Коефіцієнт $\gamma = 1$. Визначається за [1, графік, стор.99].

Значення α при $\gamma = 1$ знаходимо за [1, графік, стор.99].

Коефіцієнт Пуассона $\mu = 0,25 \dots 0,3$.

Механічні властивості й допустимі напруження легованої конструкційної сталі 30ХГС після термообробки:

- межа міцності при розтягуванні $\sigma_B = 1500$ МПа;
- межа текучості $\sigma_T = 1300$ МПа;
- допустимі напруження при розтягуванні $[\sigma_p] = 510$ МПа.

Примітка. Термообробка – гартування з охолодженням в маслі, середнє значення твердості HRC 46.

Затискні втулки (оправки) з гідропластмасою по прийнятих розмірах перевіряють на міцність. Виготовляють їх з вуглецевої сталі У7А або 30ХГС.

Нормальні напруження у вісьовому перетині:

$$\sigma_1 = \frac{\Delta E}{r}. \quad (7.4)$$

Напруга в місці заділу оболонок від дії моменту M_0 :

$$\sigma_2 = \frac{6M_0}{h^2}. \quad (7.5)$$

Момент M_0 знаходимо за формулою

$$M_0 = \frac{P}{2\beta^2}, \quad (7.6)$$

де

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{3(1 - \mu^2)}{r^2 h^2}},$$

де μ – коефіцієнт Пуассона матеріалу втулки [2, стор. 62].

Дотична напруження від передачі моменту M на заготовку:

$$\tau = \frac{M}{W_p}, \quad (7.7)$$

де W_p – полярний момент опору втулки при крученні

$$W_P = (D^4 - d^4) \frac{1}{D}.$$

Тут D і d - зовнішній і внутрішній діаметри втулки.

Еквівалентне напруження в перетині заділки втулки визначається за формулою:

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\sigma_2^2 + 3\tau^2}.$$

Зазвичай $\sigma_{\text{ЭКВ}}$ в 1,5-2 рази більше σ_1 . Для їх зменшення доцільно перехід від тонкої стінки до буртика здійснювати галтеллю радіусом (1,5... 2) r .

Необхідно також перевірити напруження у втулці при її розширенні під гідростатичним тиском P без надітої заготовки (деталі), що може бути при неувважному обслуговуванні пристрою-оправки. Ця напруга визначається за формулою

$$\sigma_1 = \frac{Pr}{h}. \quad (7.8)$$

Напруження, знайдене за формулою (7.8), не повинне перевищувати 0,7 межі текучості матеріалу втулки [2, стор. 90], інакше збільшують значення h і повторюють розрахунок.

Діаметр зовнішньої поверхні оправки зазвичай виконують за 6-7 квалітетами, а гарантований зазор для посадки на оправку беруть 0,01...0,03 мм. За цих умов напруження в матеріалі оболонки втулки не перевищують допустимі. Для забезпечення високої точності центрування товщина оболонки повинна бути однаковою, різностінність не повинна перевищувати 0,05 мм.

7.3 Завдання для підготовки до лабораторної роботи

Для виконання лабораторної роботи студент повинен вивчити інструкцію, підготувати бланк звіту встановленої форми, накреслити розрахункову схему оправки, перевірити наявність необхідних приладів та інструментів, підготувати обладнання до проведення роботи, ознайомитися з роботою оправки з гідропластмасою.

Для запису результатів експериментальної частини роботи підготувати таблицю (див. табл.7.1).

7.4 Контрольні питання

1. У якій групі верстатних пристроїв використовуються оправки з гідропластмасою?
2. Яка конструктивна особливість гідропластмасової оправки?
3. Для яких цілей і коли застосовують оправки з гідропластмасою?
4. Яку точність базування забезпечують оправки з гідропластмасою?
5. З якою точністю повинні бути оброблені внутрішні базуючі поверхні деталей (заготовок), що встановлюються на оправку?
6. За якою формулою розраховується тиск гідропластмаси для міцного закріплення заготовки?
7. Що виражає перший член формули для розрахунку гідростатичного тиску?
8. Що виражає другий член формули для розрахунку гідростатичного тиску?
9. Як визначити приведену силу на поверхні сполучення втулка – базовий отвір заготовки?
10. Як визначити силу на плунжері гідропластмасової оправки?
11. З якого матеріалу виготовляють затискні втулки гідропластмасових оправок?
12. Як визначається дійсний момент зрушення заготовки?
13. Як визначається дійсний коефіцієнт запасу закріплення заготовки?
14. По якій посадці встановлюється базовим отвором заготовка на оправку з гідропластмасою?
15. Який характер зміни дійсного коефіцієнта запасу закріплення від моментів Мзр і Моб?

7.5 Обладнання, прилади й інструменти

Спеціальний стенд з гідропластмасовою оправкою.
Зразок заготовки.
Індикатори – 2 шт.

7.6 Вказівки з техніки безпеки

1. Перед виконанням експериментальної частини роботи зверніть увагу на надійність установки і закріплення стенду.

2. При виконанні дослідів стежте, щоб пальці не попадали в зазори між нажимними елементами стенду, заготовкою й оправкою.

7.7 Порядок виконання роботи

Коефіцієнт закріплення заготовки (деталі) на оправці з гідроластмасою експериментально визначається на спеціальному стенді (рис.7.2).

Заготовка у вигляді втулки 4 встановлюється на оправку з гідроластмасою. За допомогою гвинта 1 через динамометр 2 на плунжер 3 задається сила N , що створює тиск P на гідроластмасу, внаслідок чого заготовку закріплюють на оправці.

Після закріплення заготовки необхідно обернути її (зрушити) відносно оправки гвинтом 5 через динамометр 6. По динамометру 6 визначають силу зрушення, яка обернула затиснуту заготовку. Поворот заготовки фіксується індикатором.

Знаючи дійсну силу зрушення і розрахункову дотичну силу (залежно від моменту $M_{об}$ за умови обробки), визначаємо момент зрушення $M_{зр}$, а потім коефіцієнт запасу закріплення

$$k_d = \frac{M_{зр}}{M_{об}}. \quad (7.9)$$

Для виконання роботи необхідно:

1. Розрахувати тиск гідроластмаси P і силу на плунжері N гідроластмасового затискання для заданої сили різання P_z або $M_{об}$ за умови обробки (дані для розрахунку P і N приведені вище).

Задана сила різання P_z – 100 , 200 , 300 , 400, 500 Н.

$$M_{об} = P \cdot r, \quad (7.10)$$

де r - радіус облямовування, $r = 39$ мм.

Результати розрахунку записати в табл.7.1;

2. Встановити заготовку на гідроластмасову оправку і закріпити її, доклавши отриману з розрахунку силу N на плунжер гвинтом 1 динамометра 2.

3. Налаштувати індикатор, що фіксує зрушення заготовки (оберт), встановити шкалу на нуль.

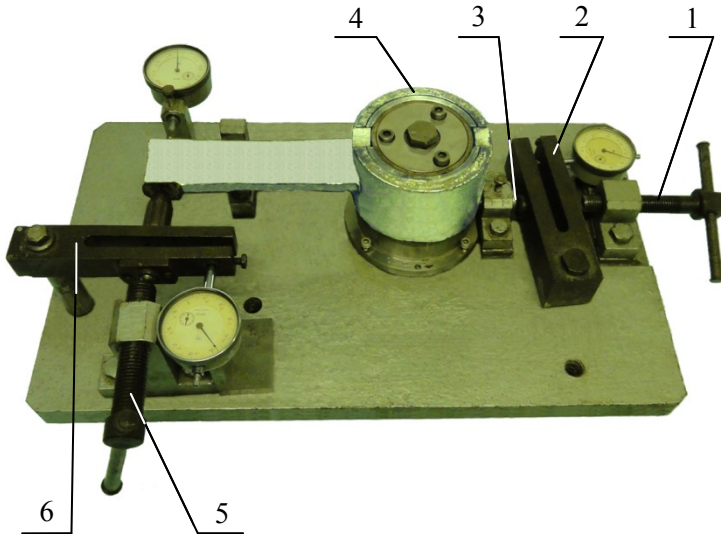


Рисунок 7.2 – Експериментальний стенд

4. Задати за допомогою гвинта 5 і динамометра 6 дотичну силу на заготовку до появи зрушення на 1 - 3 поділки за шкалою індикатора і визначити момент зрушення $M_{зр} = P_{зр} R_{зр}$, де $R_{зр}$ - радіус зрушення 200 мм.

5. Повторити дослід 3-4 рази для кожного значення сили N плунжера гідропластмасового затискача (тобто для прийнятих в досліді значень P_z або $M_{об}$). Кожен дослід повторювати після повного зняття сили затиску, щоб заготовка вільно оберталася.

6. Записати результати дослідів в табл. 7.1.

7. Визначити дійсний коефіцієнт запасу закріплення заготовки k_d (формула 7.9).

8. Порівняти прийнятий і дійсний коефіцієнти запасу закріплення заготовки і побудувати графік залежності моментів $M_{зр}$ від $M_{об}$.

9. Зробити висновки.

Таблиця 7.1 - Результати дослідів

Задана сила P , Н	100			200			300			400			500		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Крутячий момент $M_{об}$, Н·мм	3900			7800			11700			15600			19500		
Приведена сила закріплення Q , Н															
Розрахунковий тиск гідропластмаси, МПа															
Розрахункова сила на плунжері N , Н															
Номер досліду	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Дійсний момент зрушення $M_{зр}$, Н·мм															
Коефіцієнт запасу сили закріплення дійсний K_d															

7.8 Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи включає:

- а) схему для розрахунку гідроластмасової оправки;
- б) розрахунок гідростатичного тиску P оправки;
- в) розрахунок сили на плунжері гідроластмасової оправки;
- г) перевірку (розрахунком) на міцність затискної втулки гідроластмасової оправки;
- д) таблицю результатів експериментальної частини роботи;
- е) графік залежності моментів $M_{зр}$ від $M_{об}$;
- ж) висновки.

7.9 Рекомендована література

1. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений. - М.: Машиностроение, 1983. - С.42, 98.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. - Т.І. - М.: Машиностроение, 1978. - С.62, 90.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА N 8

ТИПОВІ КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЇВ ТА ДОПОМІЖНОГО ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

8.1 Мета роботи

Ознайомитися з різноманітними конструкціями пристроїв, основними деталями і вузлами, способами налаштування інструменту, а також з пристроями, призначеними для закріплення різального інструменту.

8.2 Загальні відомості

Верстатним оснащенням називаються пристрої, призначені для закріплення заготовок при їх обробці на металорізальних верстатах.

Допоміжним інструментом називаються пристрої для закріплення ріжучого інструменту на металорізальних верстатах.

Основні вимоги, що пред'являються до верстатних пристроїв:

- надійне утримання заготовки в процесі обробки;
- забезпечення необхідної точності обробки;
- простота конструкції;
- максимальне використання стандартних і нормалізованих деталей і вузлів;
- зручне відведення стружки і мастильно-охолоджувальної рідини з робочої зони;
- забезпечення правил техніки безпеки при їх експлуатації.

Класифікація верстатних пристроїв:

1. За типом виробництва:
 - спеціальні, для масового і багатосерійного виробництва;
 - переналагоджувані, для серійного виробництва;
 - універсальні, для дрібносерійного, дослідного і ремонтного виробництв.
2. За типом металорізальних верстатів:
 - для токарних і круглошліфувальних верстатів;
 - для свердлувальних верстатів;
 - для фрезерних верстатів;
 - для зубообробних верстатів тощо.
3. За ступенем механізації й автоматизації:

- пристрої з ручним затиском (гвинтовим, ексцентриковим);
- пристрої з механізованим затиском (пневматичним, гідравлічним, електромагнітним тощо);
- пристрої для верстатів-автоматів і автоматичних ліній.

Конструкції верстатних пристроїв для багатосерійного і серійного виробництва можуть бути спеціальними і переналагоджуваними. В умовах серійного виробництва найбільш перспективними й економічно доцільними є конструкції нормалізованих, переналагоджуваних пристроїв. Найбільш поширеними з них є універсально-складальні (УСП), універсально-налагоджувальні (УНП), складально-розбиральні (СРП) і агрегатовані (АП) пристрої.

8.3 Завдання ндля підготовки до лабораторної роботи

Підготувати пристрої й інструменти, використовувані в цій роботі.

8.4 Контрольні питання

1. Основні відмітні особливості пристроїв різних типів верстатів.
2. Основні елементи пристроїв для базування.
3. Основні елементи і вузли пристроїв для закріплення заготовок.
4. Основні характеристики пристроїв з комплектів УСП.
5. Основні допоміжні інструменти для токарних, фрезерних і свердлувальних верстатів.
6. Поняття про взаємозамінні інструменти.
7. Пристрої, призначені для збільшення технологічних можливостей металорізальних верстатів.

8.5 Обладнання. прилади й інструменти

Пристрої для токарних, шліфувальних, фрезерних, свердлувальних верстатів. Слюсарний інструмент.

8.6 Вказівки з техніки безпеки

1. При розбиранні й складанні пристроїв користуйтеся стандартним інструментом.

2. При роботі з механізованим приводом стежте, щоб руки не знаходилися в зоні затискних елементів.

8.7 Порядок виконання роботи

1. Ознайомлення з конструкціями пристроїв для:
 - токарних верстатів;
 - фрезерних верстатів;
 - свердлувальних верстатів;
 - шліфувальних верстатів.
2. Ознайомлення з конструкціями пристроїв з комплектів УСП-8, УСП-12.
3. Ознайомлення з пристроями для зміцнюючої обробки.
4. Ознайомлення з конструкціями допоміжного інструменту.

8.8 Рекомендована література

1. Технологічна оснастка: навчальний посібник / О. В. Петров, С. І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 123 с.
2. Технологічне оснащення. Методичний посібник до виконання індивідуального конструкторського проекту при проектуванні затискних верстатних пристроїв для студентів напряму підготовки 6.050502 Інженерна механіка / Т.В. Біркіна, В.В. Зіль, В.І. Холоша. – Д.: Дніпровський гірничий університет, 2012 - 73 с.
3. Nee A. Y. C. et al. An advanced treatise on fixture design and planning. – WorldScientific, 2004. – Т. 1.
4. Bird L. Taunton's complete illustrated guide to using woodworking tools. – TauntonPress, 2004. – Т. 70729.
5. Altintas Y. Manufacturing Automation: Metal Cutting Mechanics, Machine Tool Vibrations, and CNC Design/Y.Altintas. — Cambridge University Press, 2012. — 380p.
6. Klocke F. Manufacturing Processes, Cutting/ Fritz Klocke. — New York : Springer, 2011. — 504 p.
7. Kumar G. et al. Recent advances in mechanical engineering. – Springer, 2021. – С. 51-60.
8. Kalpakjian S. MANUFACTURING ENGINEERING AND TECHNOLOGY SIXTH EDITION IN SI UNITS Serope Kalpakjian Illinois Institute of Technology Steven R. Schmid The University ofNotre Dame SI Conversion by Hamldon Musa Universiti Teknologi Malaysia Prentice Hall Singapore London. – 2007.