

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Інжинірингу машинобудівних технологій

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу механічного оброблення
деталі «Корпус підшипника 21-2501В»

Виконав (ла): студент (ка) 4-го курсу, групи МП-41

спеціальності

131 «Прикладна механіка»

(шифр і назва спеціальності)

Батьківський А.Н.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Комар Р.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Дячун А.Є.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Окіпний І.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2024

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ

ВСТУП

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

- 1.1 Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва. Аналіз технічних вимог на виріб
- 1.2 Аналіз базового технологічного процесу
- 1.3 Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

- 2.1 Характеристика типу та організаційної форми виробництва
- 2.2 Вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки
- 2.3 Вибір технологічних баз
- 2.4 Вибір варіанту технологічного маршруту механічного оброблення
- 2.5 Визначення припусків на оброблення та розмірів заготовки
- 2.6 Вибір різальних, вимірювальних та допоміжних інструментів
- 2.7 Визначення режимів оброблення та технічних норм часу
- 2.8 Техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу виготовлення деталі

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

- 3.1 Вибір пристосувань для механічної обробки
- 3.2 Розрахунок параметрів вибраних пристосувань

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТКИ

РЕФЕРАТ

Батьківський Артур Назарович, група МП-41, кваліфікаційна робота бакалавра на тему: «Розроблення технологічного процесу механічного оброблення деталі «Корпус підшипника 21-2501В». Робота виконувалася на кафедрі інжинірингу машинобудівних технологій Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник від кафедри – канд. техн. наук, доцент Комар Роман Васильович.

Метою роботи ставилася розробка технології механічної обробки заданого виробу – корпусу підшипника 21-2501В.

Основним завданням роботи було розроблення маршрутної послідовності механічного оброблення, вище вказаного виробу, із відповідним техніко-економічним обґрунтуванням. Також на основі аналізу конструкції та технічних умов на виготовлення деталі необхідно встановити доцільність методу виробництва заготовки. У випадку зміни конструкції заготовки потрібно привести у відповідність технологію її обробки. Відповідно до якої необхідно буде призначити режими обробки та вибрати засоби для їх забезпечення. Також потрібно розрахувати економічну доцільність проведених розробок. Для заданого виробництва потрібно розробити питання забезпечення техніки безпеки життєдіяльності і охорони праці.

У якості об'єкта розроблення, вище вказаних заходів, виступає маршрутний технологічний процес вироблення корпусу підшипника.

Практичне значення даної роботи – це розроблений технологічний процес виготовлення кришки корпусу підшипника 21-2501В. Дана робота містить такі основні розділи як вступ, загально-технічну, технологічну, конструкторську частину, розділ безпеки життєдіяльності та охорони праці, висновок. Загальний обсяг становить 53 сторінок, додатки – 17 сторінок. Графічні розробки – 5 листів формату А1.

Ключові слова: корпусу підшипника, заготівля, технологія оброблення, механічне оброблення, точіння, фрезерування, свердління.

ВСТУП

Основною технічного прогресу різних галузей виробництва є сучасне машинобудування та машинобудівний комплекс. Виробнича ефективність будь-якого прогресу виробництва має суттєвий вплив на її продуктивність, якість продукції, яка виготовляється. Відповідно раціональність довільного виробничого процесу визначають технологічні процеси, які впровадженні на виробництві. Тому використання високопродуктивних способів оброблення, технологій виготовлення, а також їх удосконалення у поєднанні із прогресивними формами організації виробництв забезпечують економічний ефект та високу якість продукції.

Розробникам високопродуктивних технологічних виробничих процесів необхідно у комплексі рішати багато першочергових завдань, які спрямовані на вибір доцільного матеріалу виробу, встановлення технологічності конструкції деталі. Аналіз умов експлуатації також має великий вплив на матеріал майбутньої деталі, спосіб виробництва вихідної заготовки для неї. Усі конструктивно-технологічні зміни, які вносять розробники до існуючих технологій виробництва, повинні мати обґрунтоване пояснення, яке підтверджується розрахунками собівартості обробки та виготовлення заданого виробу при заданій програмі та типі виробництва.

Відповідно фінальною стадією всіх нововведень повинно бути одержання раціонального, високопродуктивного виробничого процесу, який повинен відрізнятися якісними показниками від всіх попередніх аналогів.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва.

Аналіз технічних вимог на виріб

Деталь «Корпус підшипника 21-2501В» призначена для встановлення опорного підшипника вала приводу змішуючого механізму, даний виріб можна віднести до класу корпусних деталей. Корпус підшипника є складальною одиницею приводу системи змішування у бункерах сільськогосподарських машин, які застосовуються у зерносховищах.

Умовне позначення поверхонь виробу наведено на рисунку 1.1. Відповідно виходячи з конструктивного призначення, основними поверхнями корпуса є поверхні *А, Б, В, Г* які використовуються як установчі, centruючі і опорні. Поверхні *Д, Е, Є, Ж, З, К, І, Р, Л, М, Н* – є допоміжними і призначені для монтування і кріплення інших комплектуючих вузла, а також є технологічними базами та визначають конструктивні особливості деталі.

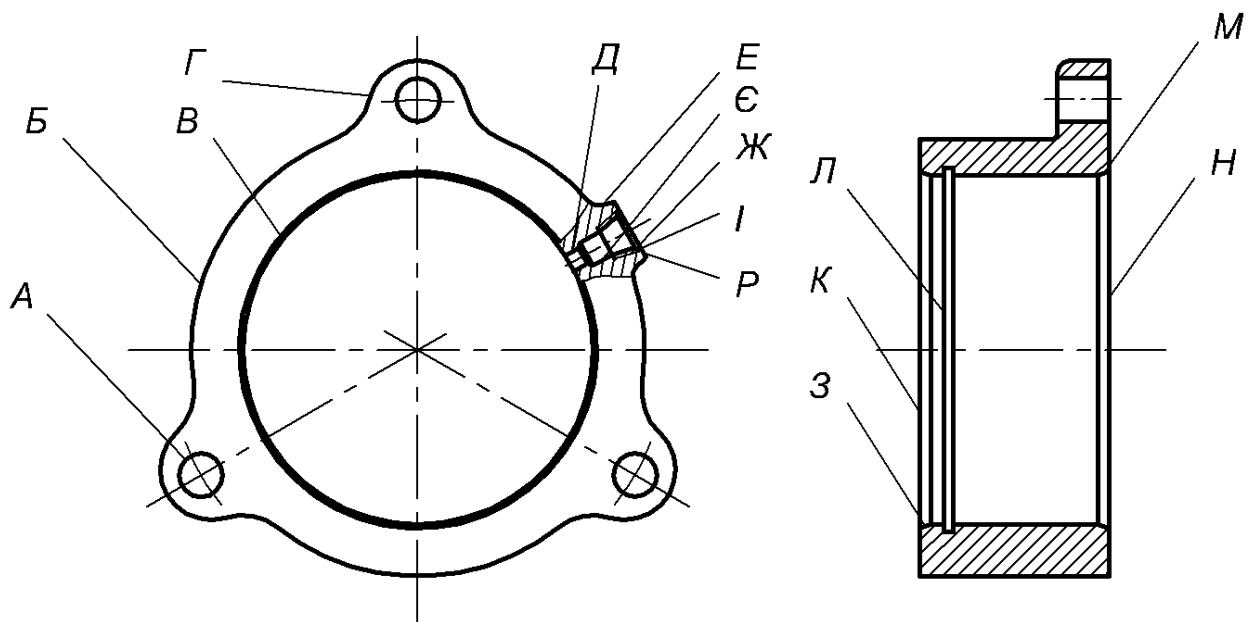


Рисунок 1.1 – Позначення поверхонь корпуса підшипника

Зокрема поверхні *В, Л, З, М* призначені для встановлення і центрування у корпусі підшипника, стопорних кілець та манжети привідного вала під час

складання. Так зокрема вимоги до поверхонь K , H – це допуск на торцеве биття не більше 0,01 мм. Відхилення від круглості поверхні B не більше 0,05 мм по діаметру, шорсткість $Ra = 1,6$ мкм. Поверхня B обробляється по 9-му квалітету точності. Отвори (поверхні A) призначенні для кріплення гвинтовим з'єднанням корпусу підшипника до рами бункера, вони виконуються по 12-му квалітету із допуском на розміщення відносно осі корпусу не більше 0,1 мм.

Деталь виготовляється із чавуну СЧ20 згідно ДСТУ EN 1561:2010 [1]. Конструкційне призначення чавуну даної марки – це виробництво корпусів, обойм, деталей типу вилок, кронштейнів і т.п. виробів, які експлуатуються під статико-динамічним навантаженням із малими та середніми силовими значеннями. Чавун СЧ20 характеризується добрими антикорозійними властивостями, чинить опір тертю, дуже добре піддається механічному обробленню. Проте враховуючи високу міцність даного матеріалу потрібно враховувати те, що він є мало пластичним, як і більшість чавунів. Основні хіміко-механічні характеристики даного матеріалу наведені у відповідних таблицях 1.1 і 1.2.

Таблиця 1.1 – Основні складові марки СЧ20 ДСТУ EN 1561:2010 [1]

Марка матеріалу	Вміст хімічних елементів						
	C, %	Mn, %	Si, %	S, %	P, %	Cr, %	Ni, %
				не більше			
СЧ20	3,0÷3,4	0,8÷1,3	1,3÷1,8	0,16	0,4	0,3	0,8

Таблиця 1.2 – Основні властивості марки СЧ20 ДСТУ EN 1561:2010 [1]

Марка матеріалу	Характеристика					
	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %	ψ , %	KCU, Дж/см ²	HB
СЧ20	215	310	40	45	75	175...235

Метою технічних умов на виготовлення, згідно креслення, деталі є встановлення відповідності її конструктивних особливостей експлуатаційним

характеристикам відповідальних поверхонь. Візуально оцінюючи конструкцію виробу попередньо встановлено, що конструкція деталі є достатньо технологічною та не буде деформуватися під час її механічного оброблення у відповідних пристосібленнях. Для оптимізації аналізу технічних вимог на виготовлення зведемо їх у відповідну таблицю.

Таблиця 1.3 – Аналіз технічних умов на виготовлення кришки

Поверхня згідно рис.1.1	Технічна умова або вимога	Спосіб забезпечення	Спосіб контролювання
1	2	3	4
<i>B</i>	Шорсткість $Ra = 1,6$ мкм; точність поверхні по 9-му квалітету; відхилення від круглості не більше 0,05 мм	Чистове точіння в 3-х кулачковому патроні	Зразки шорсткості, шаблон, контрольний пристрій
<i>K, H</i>	Шорсткість $Rz = 80$ мкм; точність поверхні по 11-му квалітету; торцеве биття не більше 0,1 мм	Фрезерування у спеціальному пристрої, чистове точіння в 3-х кулачковому патроні	Зразки шорсткості, шаблон, спеціальний контрольний пристрій
<i>A</i>	Забезпечення розміщення отворів із відхиленням на розміщення від центруючої поверхні <i>B</i> не більше 0,1 мм; точність поверхні по 12-му квалітету	Свердління в спеціальному пристрої	Калібр, шаблон на розміщення

Як було зазначено поверхні *D, E, Є, Ж, З, K, I, P, Л, M, H* – є допоміжними і призначені для монтування і кріплення інших комплектуючих вузла, а також є технологічними базами та визначають конструктивні особливості деталі – відповідно до них немає додаткових вимог щодо точності чи якості виконання. Тобто їх поверхні формуються або на стадії виробництва заготівлі, або спосіб механічного оброблення не має суттєвого впливу на їх експлуатаційні характеристики. Додатково можна провести аналіз технологічності конструкції

за коефіцієнтами точності і шорсткості механічного оброблення та коефіцієнта використання матеріалу [2]. Технологічність конструкції за коефіцієнтом точності

$$K_{T,\varphi} = 1 - \frac{1}{T_{cp}}, \quad (1.1)$$

де T_{cp} – середнє кількісне значення параметрів точності оброблення.

$$T_{cp} = \frac{\sum T_{n_i}}{\sum n_i}, \quad (1.2)$$

де T – кількісне значення квалітету оброблення;

n_i – кількість розмірів відповідного квалітету.

$$T_{cp} = \frac{2 \cdot 6 + 7 + 11 \cdot 14}{14} \approx 12.$$

$$K_{T,\varphi} = 1 - \frac{1}{12} = 0,91$$

Технологічність за коефіцієнтом шорсткості

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{cp}}, \quad (1.3)$$

де $Ш_{cp}$ – середнє кількісне значення параметрів шорсткості після оброблення.

$$Ш_{cp} = \frac{\sum Ш \cdot n_i}{\sum n_i}, \quad (1.4)$$

де $Ш$ – кількісне значення параметрів шорсткості;

n_i – кількість поверхонь із значенням шорсткості.

$$Ш_{cp} = \frac{2 \cdot 80 + 4 \cdot 1,6 + 0,8 + 3 \cdot 6,3}{10} \approx 18,61.$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{18,61} = 0,95.$$

Коефіцієнт використаного у деталі матеріалу

$$K_{в.м} = \frac{M_{\partial}}{M_z}, \quad (1.5)$$

де M_{∂} – маса готової деталі, $M_{\partial} = 0,235$ кг;

M_z – маса заготівлі згідно вибраного способу її одержання, $M_z = 0,384$ кг.

$$K_{в.м} = \frac{0,235}{0,384} \approx 0,61.$$

За числовими показниками коефіцієнтів точності, шорсткості механічного оброблення і коефіцієнта використання матеріалу можна констатувати, що можна підвищити коефіцієнт використання матеріалу виробу за рахунок зміни методу виробництва заготівлі та вибору зменшених припусків на механічне оброблення поверхонь.

1.2 Аналіз базового технологічного процесу

Базовий технологічний процес корпусу підшипника передбачає його виготовлення в умовах серійного виробництва. Маршрут технологічного процесу є типовим для виготовлення виробів даного типу.

Враховуючи попередні рекомендації щодо зміни способу одержання заготівлі, попередньо можна припустити, що базовий технологічний процес виготовлення даної деталі є недосконалим. Тобто він забезпечує необхідні точність і якість оброблення поверхонь, але він розроблений під оброблення заготівлі певної конструкції і способу виробництва. Тобто базовий технологічний процес механічного оброблення необхідно вдосконалити під обробку заготовки згідно методу її виробництва.

Щодо принципу вибору технологічних чи установчих баз, то вибрані бази відповідають умові їх постійності для способів оброблення основних поверхонь. Розглянемо основні операції, якими обробляються відповідальні і другорядні поверхні позначення яких згідно рис. 1.1.

Так для першої операції механічного оброблення базовою є циліндрична поверхня *B* деталі, яка надалі не підлягає механічній обробці, відповідно доцільно забезпечити її точність на стадії виготовлення заготовки. Точність базування підвищується використанням попередньо оброблених поверхонь *A*, *B*, *K*, *H*.

З точки зору зменшення собівартості виробу і затрат на попередню механічну обробку поверхні *B* можна не проводити свердління із наступним розточуванням. Це зменшить загальний час на обробку оскільки не потрібно буде переустановлювати деталь. Операції токарні з ЧПК доцільно проводити на токарному багатомісному напівавтоматі, це зменшить затрати на утримання обладнання (напівавтомат забезпечує необхідну точність обробки, а значно дешевший за верстат з ЧПК). Операції вертикально-свердлильні доцільно проводити не на багатопиндильному вертикально-свердлильному верстаті мод. 2С132, а на значно дешевшому мод. 2Н125, який може забезпечити

технологічні вимоги до поверхонь деталі. Операція горизонтально-протяжна є недоцільною. Це зменшить затрати на утримання обладнання, виробничу площу ділянки і підвищить коефіцієнт завантаження використовуваного металорізального устаткування.

Вдосконаленню також підлягає технологічне оснащення для реалізації операцій механічного оброблення і контролю оброблених поверхонь. Особливо це стосується поверхонь виробу до яких згідно технічних умов ставляться підвищені вимоги щодо точності оброблення.

1.3 Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу

Проаналізувавши характеристики матеріалу виробу, умови експлуатації, технічні вимоги на виробництво корпусу підшипника 21-2501В можна встановити, що у загальному конструкція виробу не потребує вдосконалення. Але можна значно покращити технологію її виробництва для цього потрібно вирішити наступні завдання, які і визначили мету кваліфікаційної роботи:

- виходячи із конструкції деталі та матеріалу її виготовлення встановити більш доцільний метод одержання заготівлі;
- згідно методу одержання заготівлі необхідно провести розроблення технологічного процесу її механічного оброблення;
- призначити режими оброблення та провести нормування технологічних операцій механічного оброблення поверхонь виробу;
- здійснити вибір пристосувань для механічного оброблення, провести розрахунок їх основних параметрів із вибором методів контролю відповідальних поверхонь деталі;
- розрахувати економічну доцільність від впровадження проведених розробок у грошовому еквіваленті;
- запропонувати відповідні заходи щодо безпеки життєдіяльності і охорони праці на машинобудівному виробництві.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика типу та організаційної форми виробництва

Технологія виробництва поділяється на одиничне, серійне, великосерійне та масове виробництво. Встановлення певного типу виробництва передбачає серійність випуску продукції обумовлену програмою випуску. Річна програма випуску регламентує виробництво 12000 шт. корпусів на рік. Величина такту випуску для такої кількості продукції [2]

$$t_{\text{с}} = \frac{F_{\text{д}} \cdot 60}{N}, \quad (2.1)$$

де $F_{\text{д}}$ – загальний фонд часу роботи, год.; $F_{\text{д}} = 4015$ год.;

N – річна програма випуску виробів, шт.; $N = 12000$ шт.

$$t_{\text{с}} = \frac{4015 \cdot 60}{12000} = 20,075 \text{ хв.}$$

Запуск виробництва потребує кількості заготовок [2]

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (2.2)$$

де a – дні запасу заготовок, $a = 7$;

F – загальна річна кількість робочих днів, $F = 250$ днів.

$$n = \frac{12000 \cdot 5}{250} = 336 \text{ шт.}$$

Отримані значення визначають тип виробництва як серійний [2].
Рекомендована організаційна форма виробництва для цього типу виробництва є
групова.

2.2 Вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки

Базовою заготовкою деталі «Корпус підшипника 21-2501В» є відливка III класу, отримана литтям у земляні форми. Даний спосіб отримання заготовки не викликає труднощів, але оскільки відповідальні поверхні деталі потребують механічної обробки і маса заготовки надто велика у співвідношенні до маси виробу, то для підвищення коефіцієнта використання матеріалу, в якості заготовки доцільно розглянути вироби отримувані способом лиття у піщано-глиняні форми або литтям у кокіль [3]. Заданий матеріал деталі, сірий чавун марки СЧ20 ДСТУ EN 1561:2010, дозволяє використання даних методів отримання заготовки. Такі технологічні заходи дозволять знизити собівартість деталі за рахунок зменшення долі відходів і вартості механічної обробки.

Із вибраних методів виробництва заготовки для подальшої обробки приймемо той розрахункова вартість заготовки за яким буде меншою. Для визначення ціни заготовок доцільно скористатися відповідною методикою [3].
За даною методикою загальна ціна заготовки

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_O \right) - (Q - q) \frac{S_{\text{відх}}}{1000}, \quad (2.3)$$

де C_i – промислова ціна тонни заготовок, грн.;

K_T, K_C, K_B, K_M, K_O – поправочні коефіцієнти, що враховують виробничі показники;

Q – вага заготовки, кг;

З урахуванням питомої маси γ , наявності припусків K_{II} та об'єму деталі V_o приблизна маса заготовки рівна [3]

$$Q = \gamma \cdot K_{II} \cdot V_o, \quad (2.4)$$

q – маса готового виробу, $q = 0,235$ кг;

$S_{відх}$ – ціна тонни відходів металу, $S_{відх} = 7500$ грн.

З урахуванням наведених даних і формули (2.3) визначимо ціну заготовок згідно можливих способів їх виробництва.

- лиття в піщано-глиняні форми

$$C_i = 39500 \text{ грн.}; K_T = 1; K_C = 1,12; K_B = 1,2; K_M = 1; K_O = 1; K_{II} = 1,2.$$

$$Q = 7,7 \cdot 1,2 \cdot 41,56 \approx 384 \text{ г} = 0,384 \text{ кг.}$$

$$S_{заг1} = \left(\frac{39500}{1000} \cdot 0,384 \cdot 1 \cdot 1,12 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,2 \right) - (0,384 - 0,235) \frac{7500}{1000} = 23,34 \text{ грн.}$$

- лиття в кокіль

$$C_i = 42500 \text{ грн.}; K_T = 1; K_C = 1,1; K_B = 1,2; K_M = 1; K_O = 1; K_{II} = 1,2.$$

$$Q = 7,7 \cdot 1,2 \cdot 33,98 \approx 314 \text{ г} = 0,314 \text{ кг.}$$

$$S_{заг2} = \left(\frac{42500}{1000} \cdot 0,314 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,2 \right) - (0,314 - 0,235) \frac{7500}{1000} = 20,55 \text{ грн.}$$

Як видно із розрахунку щодо визначення вартості заготовки – більш дешевою є заготовка отримувана способом лиття у кокіль. Незважаючи на вищу ціну базової тонни заготовок (з урахуванням вартості металевих форм) сумарна ціна одиниці заготовки є меншою на $23,34 - 20,55 = 2,79$ грн.

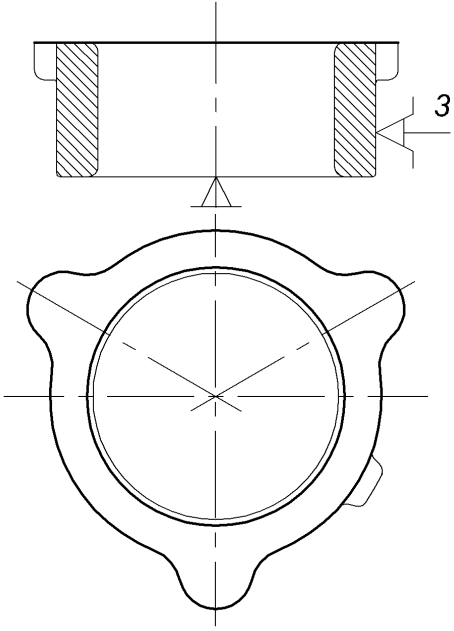
Відповідно за річний цикл виробництва (програма випуску 12000 шт.) зекономлені кошти будуть складати

$$E_p = (23,34 - 20,55) \cdot 12000 = 33480 \text{ грн.}$$

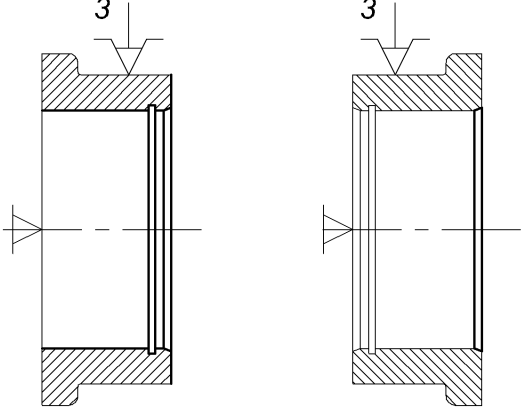
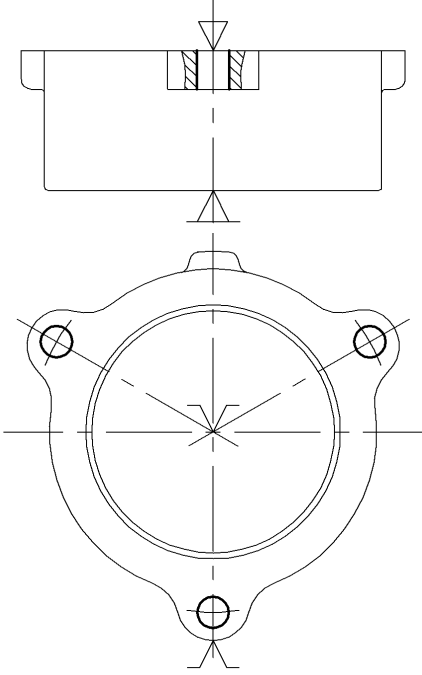
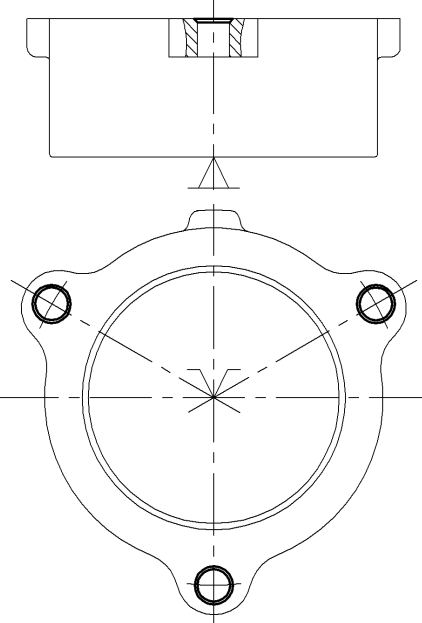
2.3 Вибір технологічних баз

Аналізом технічних вимог згідно креслення встановлено, що на точність обробки буде впливати вибір технологічних баз [2]. Відповідно їх вибір проведемо дотримуючись їх співпадання, що значно підвищить якість виробу та дотримання технічних вимог.

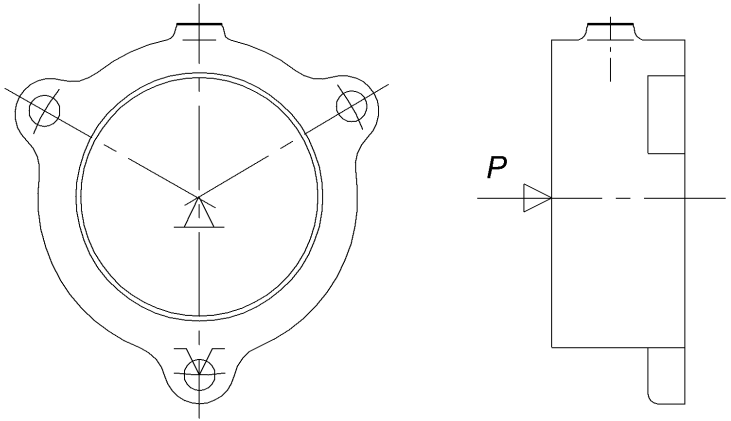
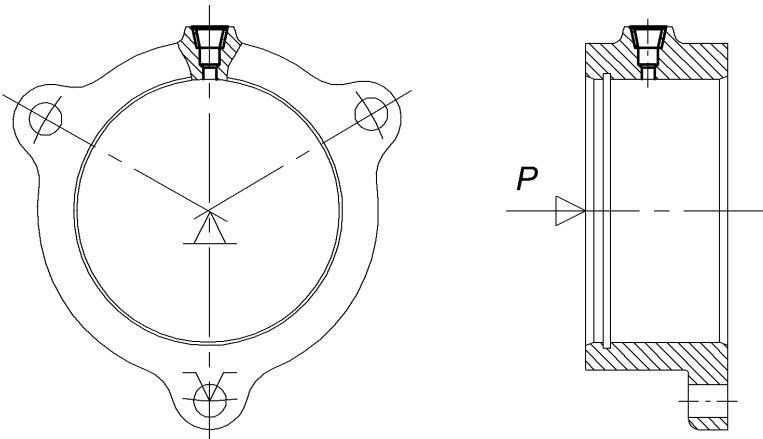
Таблиця 2.1 – Схеми вибору технологічних баз

№ опер.	Назва технологічного переходу чи операції	Схема встановлення і базування
1	2	3
005	Вертикально-фрезерна	

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
010	Токарна	
015	Вертикально-свердлильна	
020	Вертикально-свердлильна	

Кінець таблиці 2.1

1	2	3
025	Вертикально-фрезерна	
030	Вертикально-свердлильна	

2.4 Вибір варіанту технологічного маршруту механічного оброблення

Метою формування маршрутно-технологічного процесу є розробка декількох (мінімум двох) різних варіантів обробки деталі, причому необхідно по можливості забезпечити заміну обладнання більш прогресивним і однотипним або дешевшим, яке проте забезпечує необхідну точність обробки, що дозволить підвищити продуктивність і знизити собівартість механічної обробки. Ці заходи зменшать затрати на утримання обладнання, виробничу площу дільниці і підвищать коефіцієнт завантаження обладнання.

Розглянемо такі варіанти технологічних процеси механічної обробки виробу з метою вибору оптимального. Маршрути обробки технологічних процесів наведено відповідно в таблицях 2.2 і 2.3.

Таблиця 2.2 – Перший маршрут механічної обробки деталі

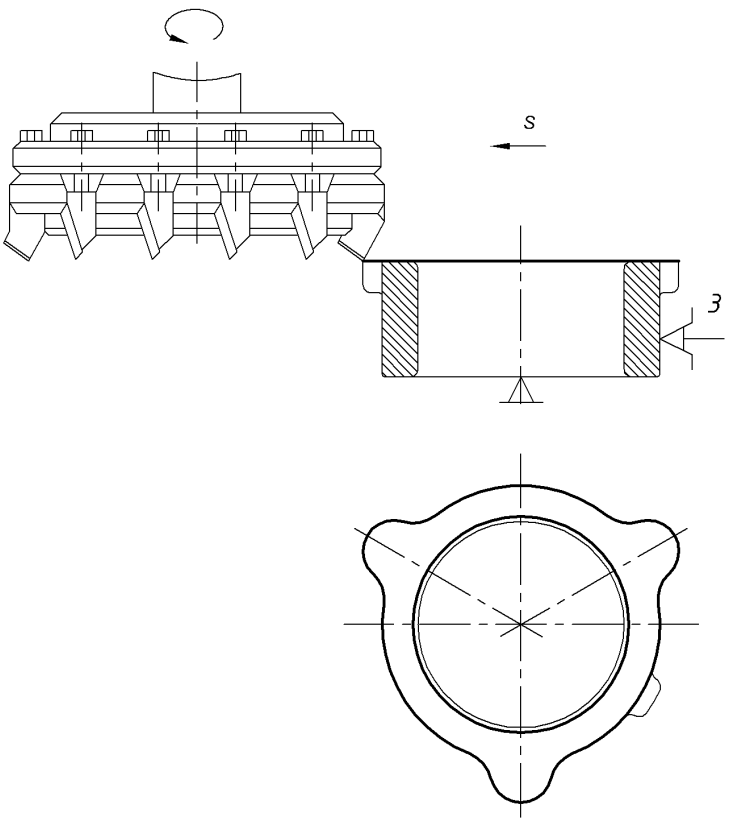
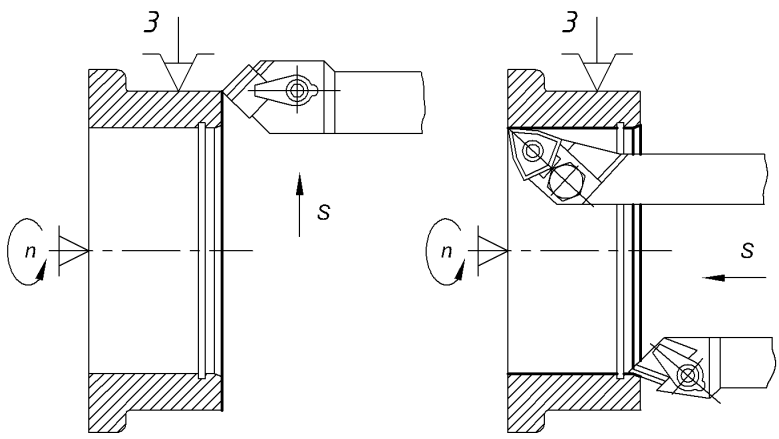
№ операції	Назва операції, переходу	Оброблювані поверхні	Базові поверхні	Обладнання мод.
1	2	3	4	5
005	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити отвір попередньо	<i>В</i>	<i>Б, Г</i>	2Н135
010	Токарна з ЧПК 1. Розточити отвір	<i>В</i>	<i>Б, К</i>	16К30Ф3
015	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити 3-и отвори одночасно	<i>А</i>	<i>Б, Г, К</i>	2С132
020	Вертикально-свердлильна 1. Зенкувати почергово 3 фаски	<i>А</i>	<i>Б, Г, К</i>	2С132
025	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити отвір 2. Розсвердлити отвір 3. Зенкувати фаску 4. Нарізати різьбу	<i>Д, Є, І, Ж</i>	<i>А, Б</i>	2С132
030	Фрезерна з ЧПК 1. Фрезерувати площину торця 2. Переустановити деталь 3. Фрезерувати площину	<i>Н, Р</i>	<i>Б, Г, К</i>	6Р13Ф3
035	Горизонтально-протяжна 1. Протягнути отвір	<i>В</i>	<i>Б, К</i>	7Б56
040	Токарна з ЧПК 1. Проточити канавку, торець і фаску 2. Переустановити деталь 3. Проточити фаску	<i>Л, З, К</i>	<i>Б, Н</i>	16К30Ф3
045	Слюсарна 1. Зачистити заусениці	Усі	—	—
050	Промивка 1. Промити деталь	Усі	—	М2А
055	Контрольна 1. Проконтролювати технічні вимоги	Усі	—	ПР1466

Таблиця 2.3 – Другий маршрут механічної обробки деталі

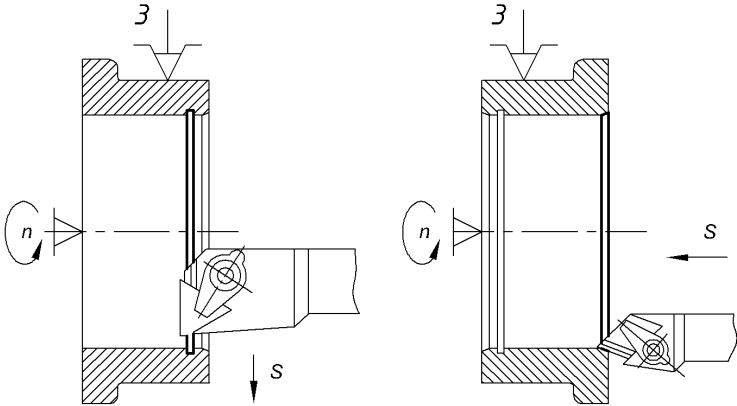
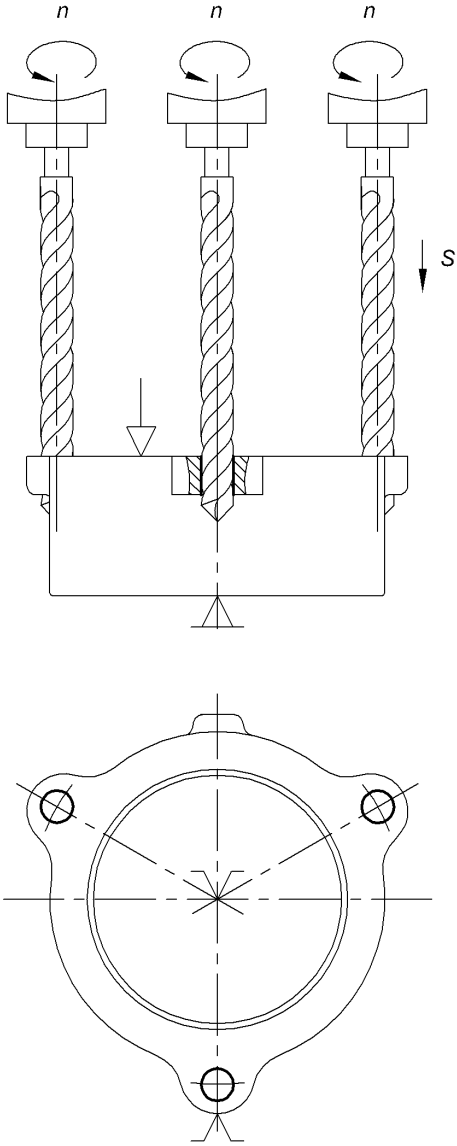
№ операції	Назва операції, переходу	Оброблювані поверхні	Базові поверхні	Обладнання мод.
1	2	3	4	5
005	Вертикально-фрезерна 1. Фрезерувати площину торця	<i>H</i>	<i>Б, К</i>	6Н10
010	Токарна 1. Підрізати торець 2. Розточити отвір із зняттям фаски 3. Проточити канавку 4. Переустановити деталь 5. Зняти фаску	<i>К, В, З, Л, М</i>	<i>Б, Н, К</i>	1А720
015	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити одночасно 3-и отвори	<i>А</i>	<i>Г, К, В</i>	2Н125
020	Вертикально-фрезерна 1. Фрезерувати площину	<i>Р</i>	<i>А, Б</i>	6Н10
025	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити отвір 2. Розсвердлити отвір 3. Зенкувати фаску 4. Нарізати різьбу	<i>Д, Є, І, Ж</i>	<i>А, Б</i>	2Н125
030	Слюсарна 1. Зачистити заусениці	Усі	—	—
035	Промивка 1. Промити деталь	Усі	—	М2А
040	Контрольна 1. Проконтролювати технічні вимоги	Усі	—	ПР1466

Як бачимо із представлених маршрутів обробки більш раціональнішим є другий. Відповідно для нього складаємо структуру технологічного процесу із представленням оброблюваних поверхонь та інструменту. Отримані результати зведемо у таблицю 2.4.

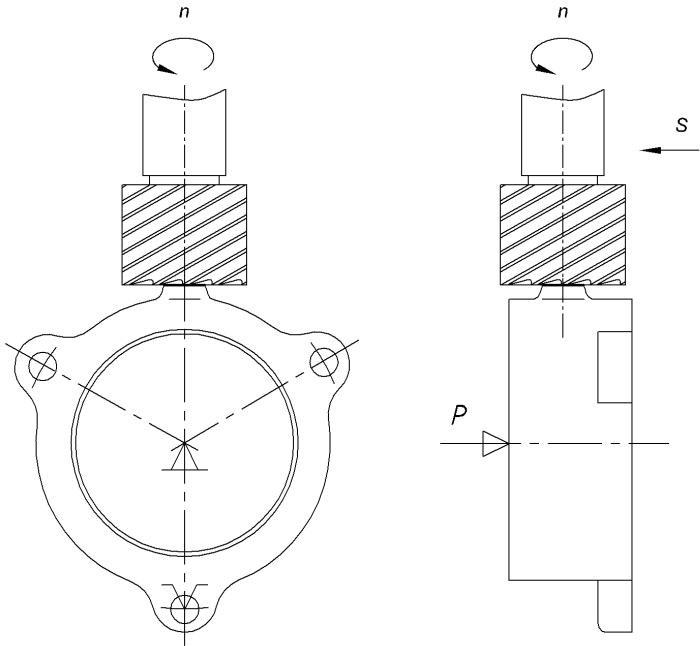
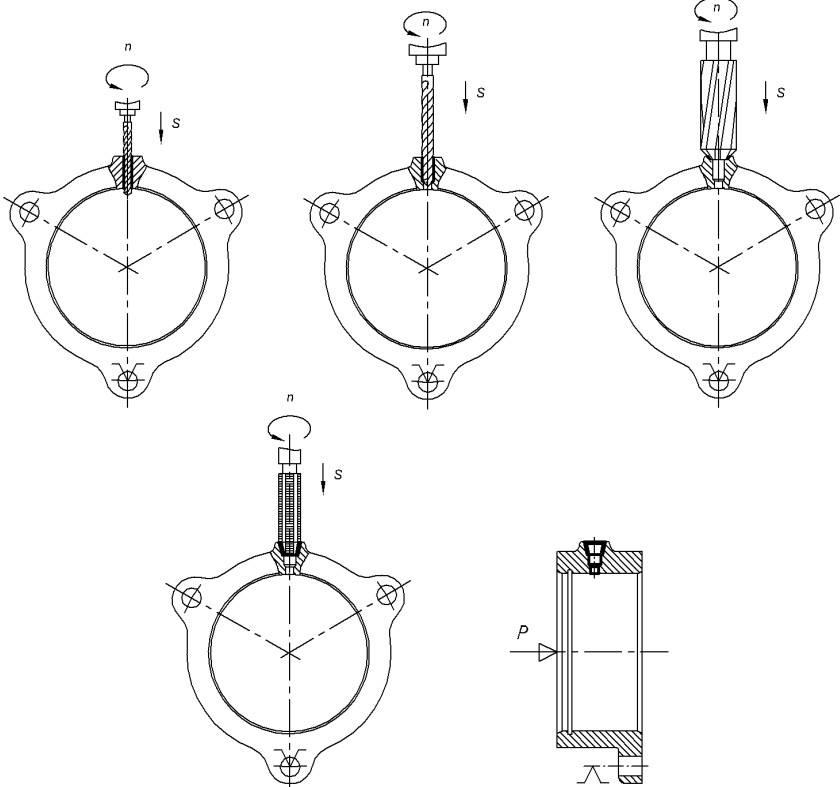
Таблиця 2.4 – Структура вибраного технологічного процесу обробки

№ опер.	Назва операції, зміст переходу	Ескіз переходу
1	2	3
005	Вертикально-фрезерна 1. Фрезерувати торець	
010	Токарна 1. Підрізка торця 2. Проточування отвору із зняттям фаски	

Продовження таблиці 2.4

1	2	3
	3. Проточування канавки 4. Зняття фаски	
015	Вертикально-свердлильна 1. Одночасне свердління 3-х отворів	

Кінець таблиці 2.4

1	2	3
020	Вертикально-фрезерна 1. Фрезерування площини	
025	Вертикально-свердлильна 1. Свердління отвору 2. Розсверлювання отвору 3. Зенкування фаски 4. Нарізання різьби	

2.5 Визначення припусків на оброблення та розмірів заготовки

Під час обробки типових поверхонь і деталей припуски на обробки призначають табличним методом. У нашому випадку нетиповими є поверхні K , H , які обробляються у розмір $43^{+0,6}$ мм. Відповідно для цього розміру припуски визначимо розрахунковим способом згідно рекомендацій [3].

Технологія обробки включає:

1. Фрезерування;
2. Чистове точіння.

Проводимо розрахунок припусків на обробку поверхні.

Для відливки: $R_z = 155$ мкм; $T = 255$ мкм;

1. Фрезерування: $R_z = 35$ мкм; $T = 35$ мкм;

2. Чистове точіння: $R_z = 10$ мкм; $T = 25$ мкм.

Зміщення під час базування

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{зм}^2}, \quad (2.5)$$

де $\rho_{кор}$ – короблення поверхні, мкм;

$\rho_{зм}$ – зміщення майбутнього виробу, мкм.

Короблення поверхні

$$\rho_{кор} = \Delta_{\kappa} l, \quad (2.6)$$

де Δ_{κ} – кривизна поверхні заготовки, $\Delta_{\kappa} = 1,5$ мкм / мм;

l – довжина поверхні заготовки, $l = 47$ мм.

$$\rho_{кор} = 1,5 \cdot 47 \approx 71 \text{ мкм.}$$

Загальне зміщення виробу

$$\rho_{cm} = \sqrt{\left(\frac{\delta_1}{2}\right)^2}, \quad (2.7)$$

де δ_1 – допуск на розмір, що визначає положення базової поверхні, $\delta_1 = 200$ мкм.

$$\rho_{cm} = \sqrt{\left(\frac{200}{2}\right)^2} = 100 \text{ мкм.}$$

$$\rho_3 = \sqrt{71^2 + 100^2} \approx 123 \text{ мкм.}$$

Значення просторового відхилення

$$\rho_1 = 0,05\rho_3 = 0,05 \cdot 123 \approx 6 \text{ мкм;}$$

$$\rho_2 = 0,05\rho_1 = 0,05 \cdot 6 \approx 0,3 \text{ мкм.}$$

Похибка базування виникає внаслідок можливого перекосу заготовки під час її встановлення в патроні. Максимальне значення зазору рівне

$$S_{\max} = \delta_A + \delta_B + s_{\min}, \quad (2.8)$$

де δ_A – допуск на діаметр встановленої поверхні, $\delta_A = 16$ мкм;

δ_B – допуск на розмір установочного елемента, $\delta_B = 14$ мкм;

$s_{\min}$ – мінімальний зазор, $s_{\min} = 13$ мкм.

Кут можливого провороту виробу

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\delta_A + \delta_B + s_{\min}}{L_c}, \quad (2.9)$$

де L – довжина установочної поверхні деталі, $L = 47$ мм.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{0,016 + 0,014 + 0,013}{47} \approx 0,0009.$$

Похибка базування по довжині обробки

$$\varepsilon_{\theta} = l \cdot \operatorname{tg} \alpha. \quad (2.10)$$

$$\varepsilon_{\theta} = 43 \cdot 0,0009 \approx 0,04 \text{ мм} = 40 \text{ мкм.}$$

Похибка закріплення заготовки $\varepsilon_3 = 40$ мкм [4]. Похибка установки при фрезеруванні

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\varepsilon_{\theta}^2 + \varepsilon_3^2}. \quad (2.11)$$

$$\varepsilon_1 = \sqrt{40^2 + 40^2} \approx 57 \text{ мкм.}$$

Похибка установки при чистовому точінні

$$\varepsilon_2 = 0,05 \cdot \varepsilon_1. \quad (2.12)$$

$$\varepsilon_2 = 0,05 \cdot 57 \approx 3 \text{ мкм.}$$

Міжопераційні припуски (min)

$$2Z_{\min} = 2(R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \rho_{i-1}). \quad (2.13)$$

Мінімальний припуск

$$2Z_{\min 1} = 2(155 + 255 + 123) = 2 \cdot 533 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\min 2} = 2(35 + 35 + 6) = 2 \cdot 76 \text{ мкм.}$$

Розрахунковий розмір l_p для фрезерування

$$l_{p1} = 43 + 0,132 = 43,132 \text{ мм};$$

- для заготовки

$$l_{p2} = 43,132 + 1,046 = 44,178 \text{ мм.}$$

Граничні розміри для обробки:

- для чистового точіння $l_{\min 3A\Gamma} = 42,8 \text{ мм};$

$$l_{\max 3A\Gamma} = 42,8 + 0,2 = 43 \text{ мм};$$

- для фрезерування $l_{\min 3A\Gamma} = 43,15 \text{ мм};$

$$l_{\max 3A\Gamma} = 43,15 + 0,25 = 43,4 \text{ мм};$$

- для заготовки $l_{\min 3A\Gamma} = 43,45 \text{ мм};$

$$l_{\max 3A\Gamma} = 43,45 + 3,2 = 46,65 \text{ мм.}$$

Мінімальні значення припусків $2z_{\min}^{np}$ рівні різниці найменших граничних розмірів на виконавчий і його попередній розмір, а максимальні значення $2z_{\max}^{np}$ різниці найбільших.

$$2z_{\min 2}^{np} = 43,15 - 42,8 = 0,35 \text{ мм} = 350 \text{ мкм};$$

$$2z_{\max 2}^{np} = 43,4 - 43 = 0,4 \text{ мм} = 400 \text{ мкм};$$

$$2z_{\min 1}^{np} = 44,45 - 43,15 = 1,3 \text{ мм} = 1300 \text{ мкм};$$

$$2z_{\max 1}^{np} = 47,65 - 43,4 = 4,25 \text{ мм} = 4250 \text{ мкм.}$$

Загальні припуски обробки $z_{0\min}$ і $z_{0\max}$

$$2z_{0\min} = 350 + 1300 = 1650 \text{ мкм};$$

$$2z_{0\max} = 400 + 4250 = 4650 \text{ мкм.}$$

Номінальний припуск

$$z_{0ном} = z_{0\min} + H_3 - H_B, \quad (2.14)$$

де H_3 – нижнє відхилення заготовки, мкм;

H_B – нижнє відхилення деталі, мкм.

$$H_3 = H_i + \frac{K_y}{2}, \quad (2.15)$$

де H_i – допуск на зношування ріжучого інструменту, $H_i = 0,8$ мм;

K_y – коливання усадки, $K_y = 1,0$ мкм / мм.

$$H_3 = 0,8 + \frac{1,0}{2} = 0,4 \text{ мм} = 400 \text{ мкм.}$$

$$z_{0_{ном}} = 1650 + 400 - 200 = 1850 \text{ мкм.}$$

Номінальний розмір використовуваної заготовки деталі

$$l_{3_{ном}} = l_{Д_{ном}} + z_{0_{ном}} \text{ мм.} \quad (2.16)$$

$$l_{3_{ном}} = 43,6 + 1,85 = 45,45 \text{ мм.}$$

Перевірку розрахункових припусків і розмірів

$$z_{\max 2}^{np} - z_{\min 2}^{np} = \delta_1 - \delta_2;$$

$$400 - 350 = 250 - 200;$$

$$50 = 50.$$

$$z_{\max 1}^{np} - z_{\min 1}^{np} = \delta_3 - \delta_2;$$

$$4250 - 1300 = 3200 - 250;$$

$$2950 = 2950.$$

Що свідчить про те, що розрахунок припусків проведено правильно.

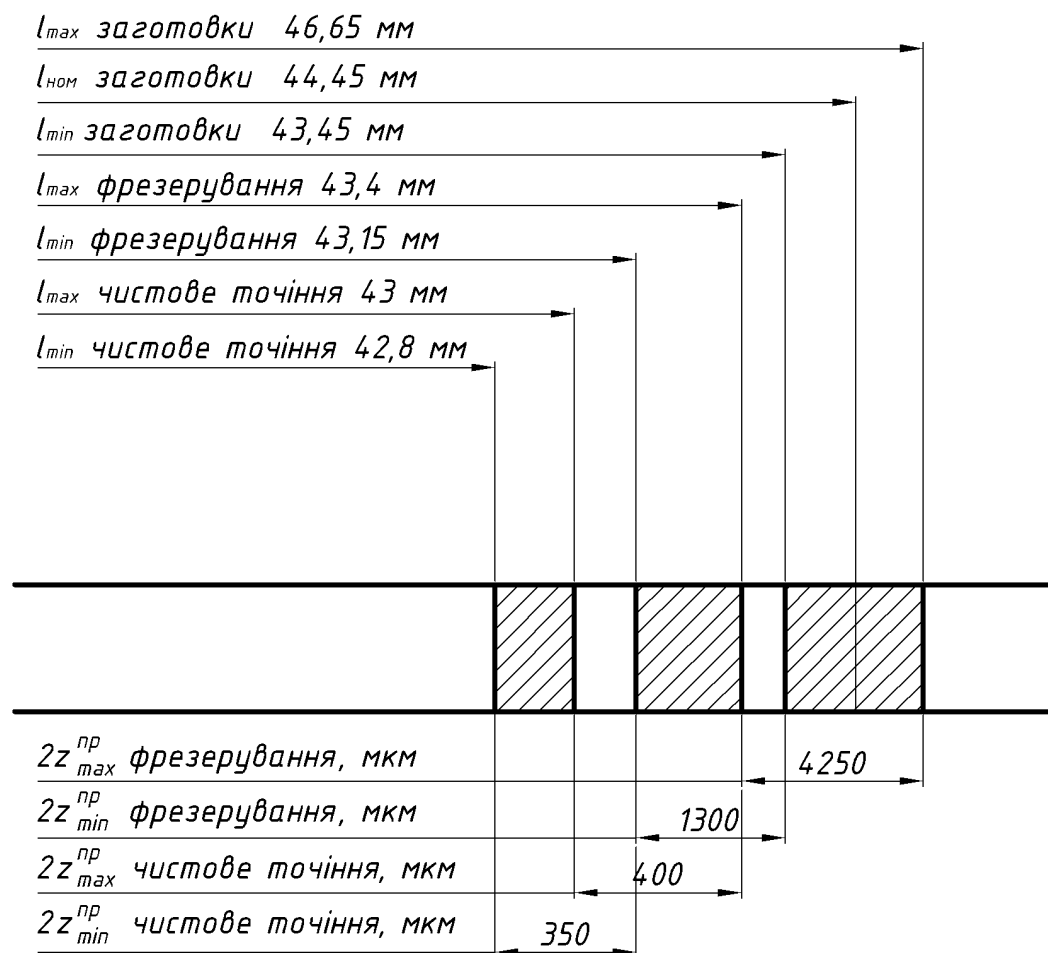


Рисунок 2.1 – Схема розміщення припусків і допусків на механічну обробку в розмір $43^{+0,6}$ мм

2.6 Вибір різальних, вимірювальних та допоміжних інструментів

Маршрут механічної обробки оброблюваного виробу на всіх операціях можна здійснити типовим інструментом і загальними засобами контролю.

Проте необхідний спеціальний пристрій для контролю вимог креслення щодо циліндричної поверхні B і торцевих K , H , які пов'язані технічними вимогами на відхилення від циліндричності та торцеве биття, а також отворів (поверхні A) – допуск на розміщення відносно центра.

Відповідно для інших відмінних поверхонь та технологічних переходів здійснимо вибір різальних, вимірювальних та допоміжних інструментів згідно відповідних стандартів та рекомендацій [5].

Таблиця 2.5 – Різальний і вимірювальний інструмент

№ операції	Технологічна операція	Інструментальна оснастка	
		ріжуча	вимірна
1	2	3	4
005	Вертикально-фрезерна	фреза (Ø160) P18 ГОСТ 17026 - 71	—
010	Токарна	різець 1101-0121 BK8 ГОСТ 21151 - 75 (для пер.1); різець 1101-0122 T15K6 ГОСТ 21151 - 75 (для пер.2, 5); різець 1101-0123 T15K6 ГОСТ 21151 - 75 (для пер.2); різець 1101-0124 T15K6 ГОСТ 21151 - 75; (для пер.3)	штангенциркуль ШЦ - I - 125 - 0,1 ГОСТ 166 - 80; пробка (Ø80H9) ГОСТ 14815-69
015	Вертикально-свердлильна	свердло (Ø10) P18 ГОСТ 886 - 77 (3 шт.)	калібр на розміщення 8150-4952
020	Вертикально-свердлильна	зенківка Ø14 P18 ГОСТ 14953 - 80	шаблон 8371-0197 МН 1422-61
025	Вертикально-фрезерна	фреза (Ø20) P18 ГОСТ 17026 - 71	штангенциркуль ШЦ - I - 125 - 0,1 ГОСТ 166 - 80
030	Вертикально-свердлильна	свердло (Ø4) P18 ГОСТ 886 - 77 (для переходу 1); свердло (Ø8,6) P18 ГОСТ 10902 - 77 (для переходу 2); зенківка Ø14 P18 ГОСТ 14953 - 80 (для переходу 3); мітчик (K1/8") ГОСТ 6227 - 80 (для переходу 4)	штангенциркуль ШЦ - I - 125 - 0,1 ГОСТ 166 - 80; пробка (K1/8")

Кінець таблиці 2.5

1	2	3	4
035	Слюсарна	напильник 2820-0028 ГОСТ 1465-80	—
040	Промивка	корзина ПР 1709	—
045	Приймальний контроль	—	штангенциркуль ШЦ - I - 125 - 0,1 ГОСТ 166 - 80; контрольне приспосіблення; зразки шорсткості

2.7 Визначення режимів оброблення та технічних норм часу

Визначення режимів оброблення проведемо згідно рекомендативних методик та табличних даних, які містять відповідні джерела [5, 6]. З урахуванням громіздкості розрахунків розрахунковим способом визначимо режими оброблення тільки для окремих операцій, а для решти переходів приймемо попередньо визначені табличні значення [5].

Сама перша операція механічного оброблення – вертикально-фрезерна. Відповідно такі параметри як глибина різання, кількість проходів, кількість зубів фрези, ширина оброблення та подача рівні:

$$t = 2 \text{ мм}; i = 1; z = 12; B = 39 \text{ мм}; S_z = 0,08 \text{ мм/зуб}.$$

Швидкість різання визначають такі показники як постійний коефіцієнт, діаметр фрези, показники степеня, період стійкості інструменту та поправочні коефіцієнти. Їх значення:

$$C_v = 64,7; D = 45 \text{ мм}; q = 0,25; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,6; n = 0,1; z = 0,1; T = 180 \text{ хв.}; K_m = 1; K_n = 0,9; K_u = 1,3; K_\phi = 1.$$

Швидкість різання розрахуємо за формулою [5]

$$V = \frac{C_v \cdot D^q \cdot K_m \cdot K_n \cdot K_u \cdot K_\phi}{T^m \cdot t^x \cdot S^y \cdot z^n \cdot B^z}. \quad (2.17)$$

Після підстановки всіх значень

$$V = \frac{64,7 \cdot 45^{0,25} \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,3 \cdot 1}{180^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,08^{0,2} \cdot 12^{0,1} \cdot 39^{0,1}} = 56,8 \text{ м/хв.}$$

Кількість обертів шпинделя фрезерного верстату

$$n = \frac{1000V}{\pi D} \quad (2.18)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 56,8}{3,14 \cdot 45} = 401,9 \text{ об/хв.}$$

Відповідно до характеристик обладнання $n = 400$ об/хв. Отже з формули (2.18) швидкість рівна

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 45 \cdot 400}{1000} = 56 \text{ м/хв.}$$

Хвилинна подача

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n. \quad (2.19)$$

$$S_m = 0,08 \cdot 12 \cdot 400 = 384 \text{ мм/хв.}$$

Ефективна потужність оброблення враховує колову силу різання, яка у свою чергу визначається постійним коефіцієнтом та показниками степеня. Їхні значення [5]:

$$C_p = 68; q = -0,86; x = 0,86; y = 0,74; z = 1.$$

Колова сила різання

$$P = C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot z \cdot B^z \cdot D^q, \quad (2.20)$$

$$P = 68 \cdot 2^{0,86} \cdot 0,08^{0,74} \cdot 12 \cdot 39^1 \cdot 45^{-0,86} = 211 \text{ кН.}$$

Ефективна потужність оброблення

$$N_e = \frac{P \cdot V}{60 \cdot 102}, \quad (2.21)$$

$$N_e = \frac{211 \cdot 56}{60 \cdot 102} = 1,93 \text{ кВт.}$$

Основний час оброблення визначається загальною довжиною оброблення, яка визначається безпосередньо довжиною фрезерування та величинами підводу та перебігу інструменту (фрези). Їхні значення:

$$B_L = 170 \text{ мм}; y_1 = 10 \text{ мм}; y_2 = 10 \text{ мм.}$$

Загальна довжина оброблення

$$L = B_L + y_1 + y_2, \quad (2.22)$$

$$L = 170 + 10 + 10 = 190 \text{ мм.}$$

Основний час оброблення

$$T_o = \frac{L}{S_m}, \quad (2.23)$$

$$T_o = \frac{190}{120} = 1,58 \text{ хв.}$$

Таблиця 2.6 – Режими оброблення по маршруту технологічного процесу

№ опер.	Операція, № переходу	L, мм	t, мм	i	S, мм/об	S _m , мм/хв.	n, об/хв.	V, м/хв.	T _о , хв.	N, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005	Верт.-фрезерна Перехід 1	150	2	1	-	384	400	56	1,58	1,93
010	Токарна Перехід 1	11	2,3	1	0,4	-	200	93	0,31	1,31
	Перехід 2	30	2	1	0,2	-	250	68	1,52	
	Перехід 3	5	1,75	1	0,4	-	200	93	0,24	
	Перехід 5	4	2	1	0,2	-	200	62	0,18	
015	Верт.-свердлильна Перехід 1	12	5	1	0,2	-	425	16,01	0,36	0,53
020	Верт.-свердлильна Перехід 1	3	1	1	ручна	-	355	13,4	0,18	0,35
	Перехід 2	3	1	1	ручна	-	355	13,4	0,18	
	Перехід 3	3	1	1	ручна	-	355	13,4	0,18	
025	Верт.-фрезерна Перехід 1	17	2	1	-	284	350	43	0,44	0,62
030	Верт.-свердлильна Перехід 1	20	2	1	ручна	-	710	8,9	0,6	0,22
	Перехід 2	17	2,3	1	ручна	-	500	13,5	0,34	
	Перехід 3	2	1	1	ручна	-	200	8,4	0,11	
	Перехід 4	17	-	1	0,941	-	250	7,9	0,16	
035	Слюсарна	-	-	-	-	-	-	-	-	-
040	Промивка	-	-	-	-	-	-	-	-	-
045	Приймальний контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-

За аналогією режимів оброблення технічне нормування також проведемо згідно рекомендативних методик та табличних даних, які містять відповідні джерела [7]. Розрахунки проведемо на прикладі однієї операції, а для решти переходів наведемо лише їх результати.

Розглянемо операцію 015 – вертикально-свердлильну. Штучний час на оброблення визначається основним (технологічним), допоміжним, часом на

обслуговування робочого місця та часом на відпочинок та природні потреби працюючого. У свою чергу допоміжний час рівний сумі часів на установку заготовки, управління верстатом та його вимкнення. Відповідно при $T_{уст} = 0,64$ хв.; $T_{упр} = 0,48$ хв.; $T_{вим} = 0,08$ хв. допоміжний час

$$T_{\partial} = 0,64 + 0,48 + 0,08 = 1,20 \text{ хв.}$$

Основний час на операцію $T_o = 0,36$ хв. (таблиця 2.6).

Час на обслуговування робочого місця складає 4% від суми основного та допоміжного часів.

$$T_{обс} = 0,04 \cdot (1,2 + 0,36) \approx 0,06 \text{ хв.}$$

Час на відпочинок і природні потреби також 4% від суми основного та допоміжного часів

$$T_{відп} = 0,04 \cdot (1,2 + 0,36) \approx 0,06 \text{ хв.}$$

Штучний час на операцію

$$T_{шт} = T_o + T_{\partial} + T_{обс} + T_{відп}. \quad (2.24)$$

$$T_{шт} = 0,36 + 1,2 + 0,06 + 0,06 = 1,68 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час, який визначається підготовчо-заключним часом та кількістю заготовок для впровадження у виробництво (розділ 2.1). Відповідно $T_{нз} = 12$ хв.; $n = 336$ шт.

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{нз.}}{n}. \quad (2.25)$$

$$T_{\text{ит.к}} = 1,68 + \frac{12}{336} \approx 1,72 \text{ хв.}$$

Таблиця 2.7 – Норми часу по маршруту технологічного процесу

Номер опер.	T_o , хв.	Допоміжний, хв.			T_o , хв.	$T_{оп}$, хв.	$T_{обс}$, хв.	$T_{відп}$, хв.	$T_{ит.}$, хв.	$T_{пз.}$, хв.	$T_{ит.к}$ хв.
		$T_{уст}$	$T_{упр}$	$T_{вим}$							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
005	1,58	0,64	0,48	0,08	1,2	1,8	0,11	0,11	2,33	24	3,12
010	2,08	0,64	0,68	0,08	1,2	3,28	0,13	0,13	4,74	16	4,81
015	0,36	0,64	0,48	0,08	1,2	1,56	0,06	0,06	1,68	12	1,72
020	0,18	0,64	0,68	0,08	0,69	0,92	0,06	0,04	0,86	12	1,05
025	0,44	0,64	0,48	0,08	1,2	1,28	0,09	0,10	1,57	16	2,81
030	1,21	0,64	0,48	0,08	1,2	2,28	0,13	0,13	3,24	16	3,62
035	—	—	—	—	—	—	—	—	0,25	9	0,37
040	—	—	—	—	—	—	—	—	0,35	5	0,57
045	—	—	—	—	—	—	—	—	0,56	12	0,75

2.8 Техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу виготовлення деталі

Техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу оброблення деталі проведемо згідно рекомендацій [8]. Вартість оброблення визначається годинними приведеними затратами, які включають заробітну плату із нарахуваннями на соціальне страхування оператора і наладчику, коефіцієнт багатOVERстатності, годинні витрати на експлуатацію робочого місця, скоректовані годинні витрати на базовому робочому місці, машино-коефіцієнт та нормативний коефіцієнт, питомі годинні капітальні вкладення в обладнання, балансову вартість обладнання, питомі годинні капітальні вкладення у будівлі.

Величина приведених годинних затрат

$$C_{п.з} = \frac{C_3}{M} + C_{ч.з} + E_H \cdot (K_C + K_3), \text{ грн.} \quad (2.26)$$

Основна і додаткова заробітна плата, а також нарахування на соціальне страхування оператора і наладчику враховують годинну тарифну ставку верстатника та коефіцієнт, який враховує заробітну плату наладчика.

$$C_3 = C_{т.ф} \cdot 1,53K, \text{ грн./год.} \quad (2.27)$$

Годинні витрати на експлуатацію робочого місця враховують практично скоректовані годинні витрати на базовому робочому місці і машино-коефіцієнт

$$C_{ч.з} = C_{б.з} \cdot K_M, \quad (2.28)$$

Питомі годинні капітальні вкладення в обладнання враховують балансову вартість обладнання

$$K_C = \frac{Ц \cdot 100}{3200}, \quad (2.29)$$

Питомі годинні капітальні вкладення у будівлі визначають з урахуванням виробничої площі обладнання

$$K_3 = \frac{F \cdot 75 \cdot 100}{3200}, \quad (2.30)$$

Обґрунтування проводимо по відмінних операціях.

Перший маршрут:

1. Операції 005, 015; 020; 025 – вертикально-свердлильні (верстат мод.2С132); $K_M = 0,7$; $Ц = 16200$ грн.; $C_3 = 7,65 \cdot 1,53 \cdot 1 = 11,71$ грн./год.; $C_{ч.з} = 2,39 \cdot 0,7 = 1,67$ грн./год., $F = 14$ м².

$$K_C = \frac{16200 \cdot 100}{3200} = 506,25 \text{ грн./год.}; K_3 = \frac{14 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 32,81 \text{ грн./год.};$$

$$C_{п.з} = \frac{11,71}{1} + 1,67 + 0,2 \cdot (506,25 + 32,81) = 121,19 \text{ грн./год.}$$

$$C_O = \frac{C_{п.з} \cdot T_{шт}}{60} = \frac{121,19 \cdot 2,69}{60} \approx 5,43 \text{ грн.}$$

2. Операції 010; 040 – токарна з ЧПК (верстат мод.16К30Ф3); $K_M = 3$; $Ц = 88400$ грн.; $C_3 = 10,09 \cdot 1,53 \cdot 1 = 15,44$ грн./год.; $C_{ч.з} = 2,39 \cdot 3 = 7,17$ грн./год., $F = 18$ м².

$$K_C = \frac{88400 \cdot 100}{3200} = 2762,5 \text{ грн./год.}; K_3 = \frac{18 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 42,19 \text{ грн./год.};$$

$$C_{п.з} = \frac{15,44}{1} + 7,17 + 0,2 \cdot (2762,5 + 42,19) = 583,55 \text{ грн./год.}$$

$$C_O = \frac{C_{п.з} \cdot T_{шт}}{60} = \frac{583,55 \cdot 2,38}{60} \approx 23,14 \text{ грн.}$$

3. Операція 030 – фрезерна з ЧПК (верстат мод. 6Р13Ф3); $K_M = 3$; $Ц = 78500$ грн.; $C_3 = 10,09 \cdot 1,53 \cdot 1 = 15,44$ грн./год.; $C_{ч.з} = 2,39 \cdot 3 = 7,17$ грн./год., $F = 19$ м².

$$K_C = \frac{78500 \cdot 100}{3200} = 2453,13 \text{ грн./год.}; K_3 = \frac{19 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 44,53 \text{ грн./год.};$$

$$C_{п.з} = \frac{15,44}{1} + 7,17 + 0,2 \cdot (2453,13 + 44,53) = 522,14 \text{ грн./год.}$$

$$C_O = \frac{C_{п.з} \cdot T_{шт}}{60} = \frac{522,14 \cdot 2,14}{60} \approx 18,62 \text{ грн.}$$

4. Операція 035 – горизонтально-протяжна (верстат мод. 7Б56); $K_M = 1,2$;
 $C = 52600$ грн.; $C_3 = 7,3 \cdot 1,53 \cdot 1 = 11,17$ грн./год.; $C_{ч.з} = 2,39 \cdot 1,2 = 2,87$ грн./год.,
 $F = 20 \text{ м}^2$.

$$K_C = \frac{52600 \cdot 100}{3200} = 1643,75 \text{ грн./год.}; K_3 = \frac{20 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 46,87 \text{ грн./год.};$$

$$C_{п.з} = \frac{11,17}{1} + 2,87 + 0,2 \cdot (1643,75 + 46,87) = 352,16 \text{ грн./год.}$$

$$C_O = \frac{C_{п.з} \cdot T_{шт}}{60} = \frac{352,16 \cdot 1,22}{60} \approx 7,16 \text{ грн.}$$

Загальна вартість механічного оброблення по цих операціях

$$\sum C_{об} = 5,43 + 23,14 + 18,62 + 7,16 = 54,35 \text{ грн.}$$

Другий маршрут:

1. Операції 005; 020 – вертикально-фрезерні (верстат мод. 6Н10); $K_M = 3$;
 $C = 53500$ грн.; $C_3 = 7,99 \cdot 1,53 \cdot 1 = 12,22$ грн./год.; $C_{ч.з} = 2,39 \cdot 3 = 7,17$ грн./год.,
 $F = 18 \text{ м}^2$.

$$K_C = \frac{53500 \cdot 100}{3200} = 1671,88 \text{ грн./год.}; K_3 = \frac{18 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 42,19 \text{ грн./год.};$$

$$C_{п.з} = \frac{12,22}{1} + 7,17 + 0,2 \cdot (1671,885 + 42,19) = 362,2 \text{ грн./год.}$$

$$C_O = \frac{C_{п.з} \cdot T_{шт}}{60} = \frac{362,2 \cdot 3,73}{60} \approx 22,52 \text{ грн.}$$

2. Операція 010 – токарна (верстат мод.1А720); $K_M = 0,7$; $Ц = 45000$ грн.;
 $C_3 = 7,99 \cdot 1,53 \cdot 1 = 12,22$ грн./год.; $C_{ч.з} = 2,39 \cdot 0,7 = 1,67$ грн./год., $F = 18 \text{ м}^2$.

$$K_C = \frac{45000 \cdot 100}{3200} = 1406,25 \text{ грн./год.}; K_3 = \frac{18 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 42,19 \text{ грн./год.};$$

$$C_{п.з} = \frac{12,22}{1} + 1,67 + 0,2 \cdot (1406,25 + 42,19) = 303,58 \text{ грн./год.}$$

$$C_O = \frac{C_{п.з} \cdot T_{шт}}{60} = \frac{303,58 \cdot 3,56}{60} \approx 18,01 \text{ грн.}$$

3. Операції 015; 025 – вертикально-свердлильні (верстат мод.2Н125); $K_M = 0,7$; $Ц = 12000$ грн.; $C_3 = 7,65 \cdot 1,53 \cdot 1 = 11,71$ грн./год.; $C_{ч.з} = 2,39 \cdot 0,7 = 1,67$ грн./год., $F = 14 \text{ м}^2$.

$$K_C = \frac{12000 \cdot 100}{3200} = 375 \text{ грн./год.}; K_3 = \frac{14 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 32,81 \text{ грн./год.};$$

$$C_{п.з} = \frac{11,71}{1} + 1,67 + 0,2 \cdot (375 + 32,81) = 94,89 \text{ грн./год.}$$

$$C_o = \frac{C_{п.з} \cdot T_{шт}}{60} = \frac{94,89 \cdot 3,38}{60} \approx 5,35 \text{ грн.}$$

Загальна вартість механічного оброблення по цих операціях

$$\sum C_{об} = 22,52 + 18,01 + 5,35 = 45,88 \text{ грн.}$$

Економічний ефект на річну програму випуску складає

$$E_M = (C_{1o} - C_{2o}) \cdot N = (54,35 - 45,88) \cdot 12000 = 101640 \text{ грн.}$$

Таблиця 2.8 – Порівняльні дані техніко-економічного обґрунтування варіантів технологічного процесу

Основні характеристики	Варіант	
	перший	другий
Відмінні операції	1) вертикально-свердлильна 2) токарна з ЧПК 3) вертикально-свердлильна 4) вертикально-свердлильна 5) вертикально-свердлильна 6) фрезерна з ЧПК 7) горизонтально-протяжна 8) токарна з ЧПК	1) вертикально-фрезерна 2) токарна 3) вертикально-свердлильна 4) вертикально-фрезерна 5) вертикально-свердлильна
Вартість обробки по відмінних операціях, грн.	54,35	45,88
Економічний ефект річної програми по відмінних операціях технологічного процесу, грн.	—	101640

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Вибір пристосувань для механічної обробки

3.1.1 Кондуктор для одночасного свердління 3-х отворів Ø10 мм

Отвори, у кількості 3-х, розміщені по колу на відповідних виступах поверхні корпусу підшипника. Діаметр отворів складає Ø10 мм. Для підвищення продуктивності обробки доцільно проводити свердління всіх отворів одночасно. Технологічно це забезпечується застосуванням кондуктора і відповідної свердлильної головки. Це значно підвищує продуктивність і точність механічної обробки свердлінням.

Обертання інструменту у потрібному напрямку забезпечується наявністю у свердлильній головці так званих «паразитних» шестерень, які передають необхідний напрямок обертання шпинделя на патрон з інструментом. У випадку, якщо діаметральний розмір розміщення отворів обмежує конструктивні розміри свердлильної головки (використання додаткових шестерень неможливе внаслідок малих розмірів редуктора свердлильної головки), застосовують «ліві» свердла, які мають протилежний напрямок закручення.

Конструктивно кондуктор складається (рисунок 3.1) із корпусу 1 на якому розміщені колонки 9 з кондукторною плитою 2 та іншими установчими та виконавчими елементами. Базами під час механічної обробки є поверхня корпусу під підшипник і торцева поверхня корпусу підшипника з упором у один із виступів у яких свердлять отвори. Затиск оброблюваної деталі забезпечується вертикальною подачею шпинделя із свердлильною головкою і передається через циліндричні пружини 11 на кондукторну плиту 2.

Монтаж пристрою на столі верстата здійснюється за допомогою 2-х рим-болтів і фіксується монтажними болтами через відповідні пази плити корпусу 1.

Інші позиції, згідно рисунку, позначають кріпильні і монтажні елементи, які не впливають на принцип роботи пристрою.

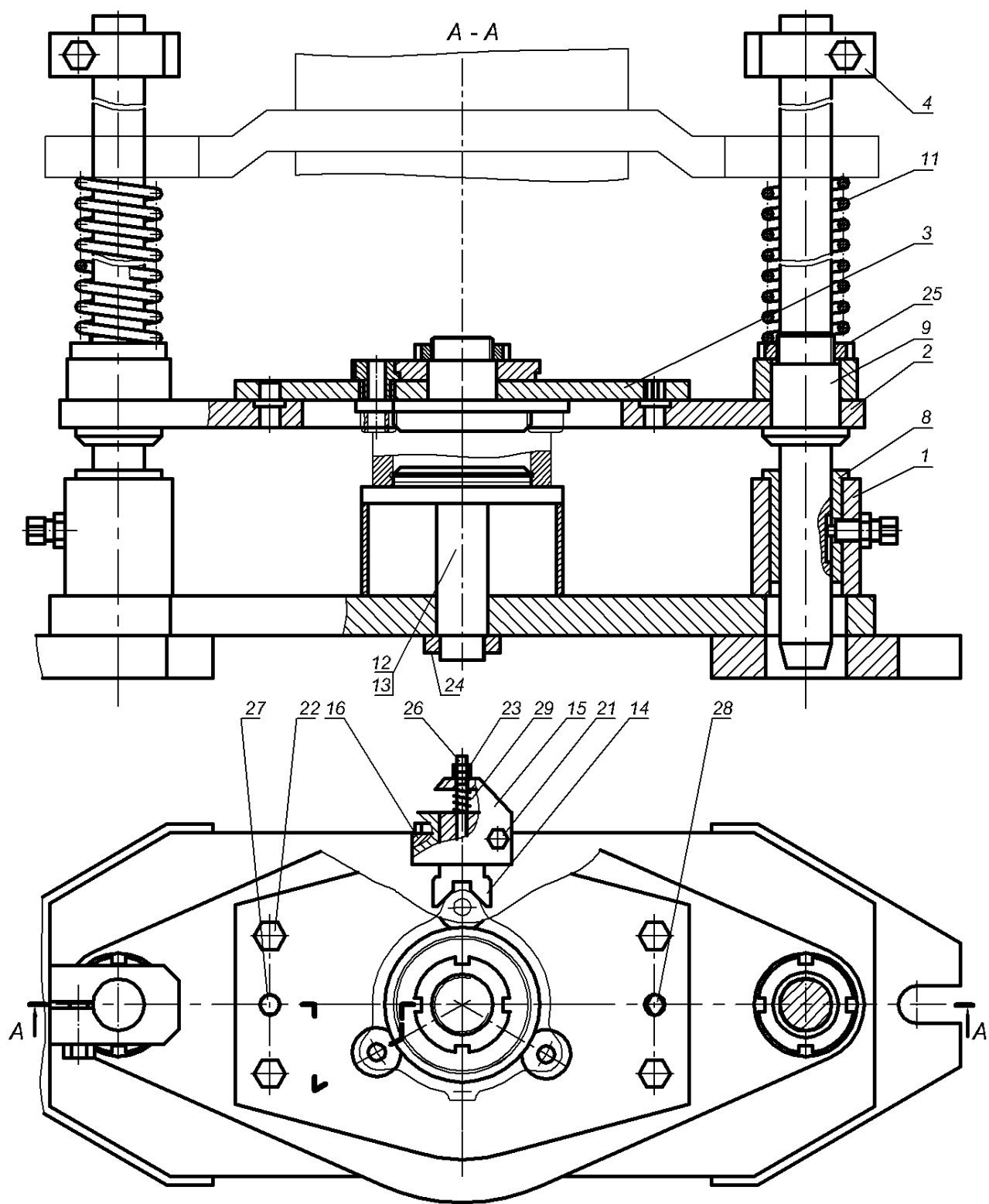


Рисунок 3.1 – Кондуктор для одночасного свердління 3-х отворів Ø10 мм у деталі «Корпус підшипника 21-2501В»

Кондуктор працює наступним чином:

- оброблювана деталь встановлюється, попередньо обробленою поверхнею під підшипник, на палець 12, який через палець 13 фіксується гайкою 24 на корпусі 1;

- зверху деталь фіксується кондукторною плитою 2, яка із наладкою 3, що містить три направляючі втулки встановлені на розміщення оброблюваних отворів;

- провертанню деталі запобігає призма 14, яка підтискається пружиною 29;

- під час оброблення, зусиллям подачі від шпинделя верстата, свердлильна головка діє на пружини 11 і притискає через кондукторну плиту 2 деталь, свердла входять у направляючі втулки, які підвищують точність позиціонування і оброблення;

- після завершення процесу свердління свердлильна головка відводиться вгору, а пружини 11 утримують кондукторну плиту у певному положенні до моменту виведення свердла із направляючих втулок наладки 3. Це запобігає можливому пошкодженню інструменту внаслідок перекосу деталі.

3.1.2 Пристрій для фрезерування площини

Для фрезерування площини, під свердління отвору для встановлення системи змащування, доцільно використати пристрій (рисунок 3.2), який складається із корпусу 3 на якому розміщений пневмоциліндр 1 і пневморозподільник 2. Також на корпусі 3 встановлена втулка-установ 4, яка призначена для встановлення на неї оброблюваної деталі попередньо обробленою внутрішньою поверхнею під підшипник. Провертанню деталі протидіє штир 6, який встановлений на втулці-установі 4. На штир 6 деталь встановлюється попередньо обробленим отвором. Притискне зусилля із пневмоциліндра 1 передається через шток 5 на якому гайкою 9 фіксується розрізна шайба 11.

Працює даний пристрій наступним чином:

- із штока 5 знімається розрізна шайба 11;
- деталь встановлюється на втулку-установ 4 попередньо обробленою внутрішньою поверхнею під підшипник і фіксується від провертання шляхом встановлення на штир 6. Причому оброблювана площа повинна бути у верхньому положенні і мати горизонтальне розміщення;
- на шток 5 встановлюється розрізна шайба 11 і, при необхідності, підтискається гайкою 9;
- ручкою пневморозподільника 2 подається стиснуте повітря у пневмоциліндр 1, який створює втягуюче зусилля, і через шток 5 і розрізну шайбу 11 деталь притискається до втулки-установ 4;
- здійснюється процес фрезерування після якого всі дії виконуються у зворотному порядку і деталь знімається із пристрою.

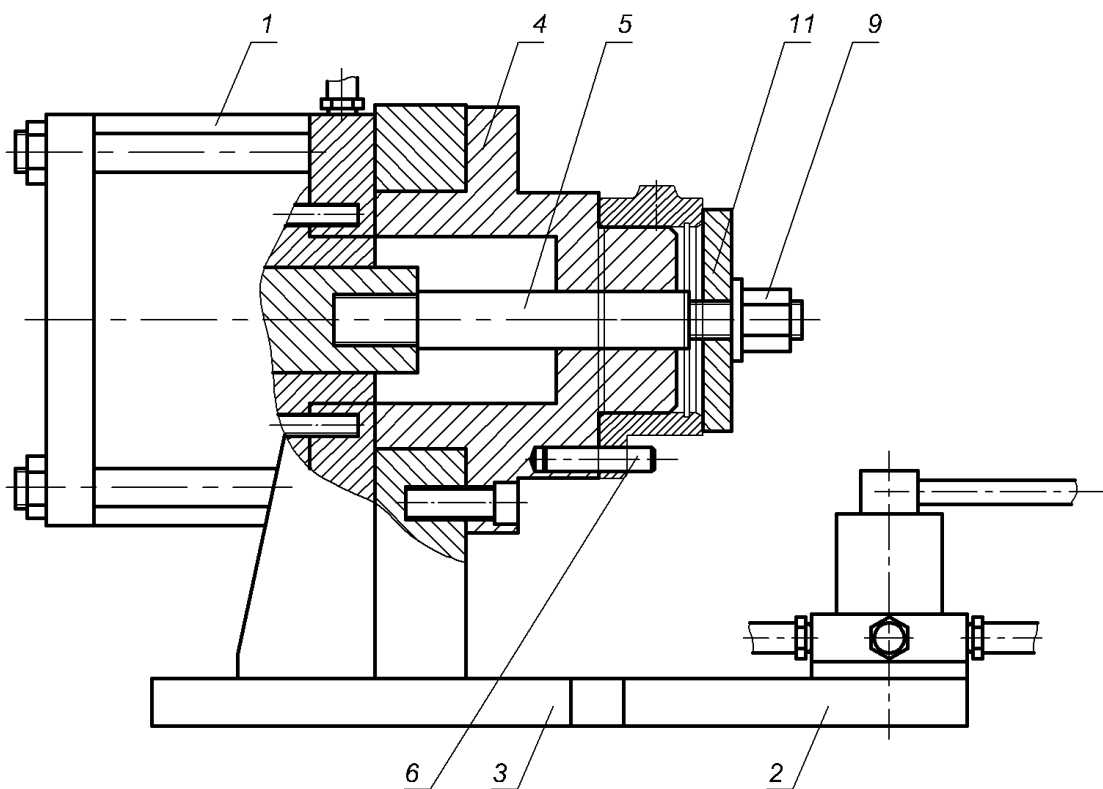


Рисунок 3.2 – Пристрій для фрезерування площини у деталі
«Корпус підшипника 21-2501В»

3.1.2 Кондуктор для свердління отв. $\varnothing 4$ мм, розсвердлювання і нарізання різі K1/8"

Для свердління отв. $\varnothing 4$ мм, розсвердлювання і нарізання різі K1/8" під встановлення системи змащування, доцільно використати пристрій (рисунок 3.3), який складається із корпуса 3 на якому розміщений пневмоциліндр 1 із пневморозподільником 2.

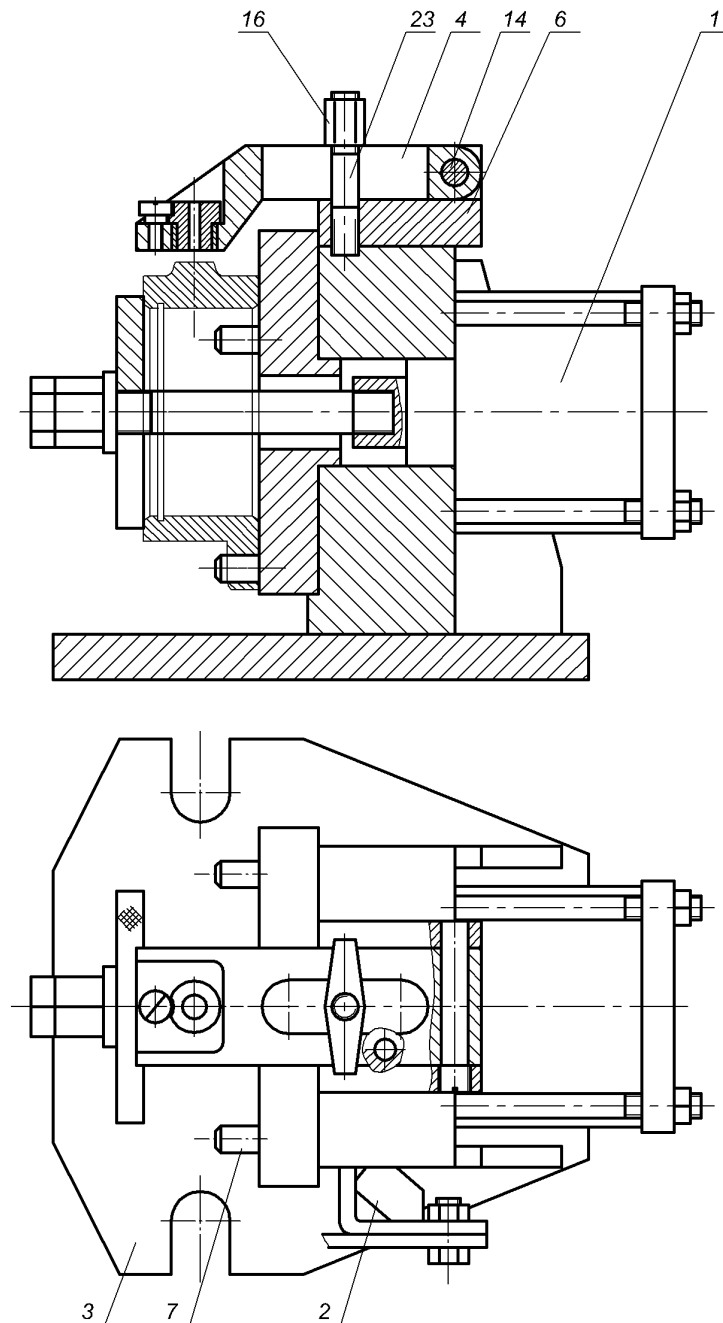


Рисунок 3.3 – Кондуктор для свердління отв. $\varnothing 4$ мм, розсвердлювання і нарізання різі K1/8" у деталі «Корпус підшипника 21-2501В»

Також корпус 3 містить кондукторну плиту 4 із швидко знімною втулкою. Кондукторна плита є перекидною з можливістю повертання на осі 14. Фіксація кондукторної плити здійснюється гайкою 16, яка розміщена на штифті 23.

Працює кондуктор наступним чином:

- із штока пневмоциліндра 1 знімається розрізна шайба;
- деталь встановлюється на штирі 7 у кількості 3 штук. з опорою на плиту корпусу 3. Причому оброблювана площа повинна бути у верхньому положенні і мати горизонтальне розміщення;
- на шток пневмоциліндра 1 встановлюється розрізна шайба і, при необхідності, підтискається гайкою;
- ручкою пневморозподільника подається стиснуте повітря у пневмоциліндр 1, який створює втягуюче зусилля, і через шток і розрізну шайбу деталь притискається до плити корпусу 3;
- опускається кондукторна плита 4, фіксується гайкою 16 і здійснюється процес свердління і розсвердлювання;
- перед нарізанням різі $K1/8''$ гайка 16 повертається на 90 град., кондукторна плита відкидається на осі 14;
- після завершення обробки всі дії виконуються у зворотному порядку і деталь знімається із пристрою.

3.2 Розрахунок параметрів вибраних пристосувань

3.2.1 Розрахунок сили затиску у кондукторі для одночасного свердління 3-х отворів $\varnothing 10$ мм

Необхідна сила затиску P визначається з наступної рівності

$$P \geq mP_o, \quad (3.1)$$

де m – число одночасно задіяних свердл;

P_o – осьова сила різання [5].

$$P_o = 10C_p D^q s^y K_p, \quad (3.2)$$

де C_p – сталий коефіцієнт, $C_p = 42,7$;

D – діаметральний розмір інструменту, $D = 10$ мм;

q, y – визначники степеня, $q = 1$; $y = 0,8$;

s – значення подачі, $s = 0,2$ мм/об. (розділ 2.7);

K_p – коефіцієнт умов оброблення.

$$K_p = \left(\frac{HB}{190} \right)^n, \quad (3.3)$$

де $HB = 190$ – твердість матеріалу виробу; $n = 0,6$.

$$K_p = \left(\frac{190}{190} \right)^{0,6} = 1.$$

$$P_o = 10 \cdot 42,7 \cdot 10^1 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1 = 923,7 \text{ Н.}$$

Необхідна сила затиску

$$P \geq 3 \cdot 923,7 = 2771,1 \text{ Н}$$

Умова забезпечення зусилля затискування верстатом

$$N_{\text{дв}} \geq N_{\text{зол}} \eta_6, \quad (3.4)$$

де $N_{\partial\epsilon}$ – потужність двигуна верстату, $N_{\partial\epsilon} = 2,2$ кВт (мод. 2H125);

η_{ϵ} – к.к.д. обладнання, $\eta_{\epsilon} = 0,8$;

$N_{\text{зол}}$ – потужність свердильної головки, кВт;

$$N_{\text{зол}} = n \cdot N \cdot \eta_{\text{зол}}, \quad (3.5)$$

де N – потужність обробки одним інструментом, $N \approx 0,53$ кВт (розділ 2.7);

$\eta_{\text{зол}}$ – коефіцієнт корисної дії свердильної головки, $\eta_{\text{зол}} = 0,8 \dots 0,9$.

$$N_{\text{зол}} = 3 \cdot 0,53 \cdot 0,85 = 1,35 \text{ кВт.}$$

$$2,2 \geq 1,08$$

– умова виконується, отже обладнання підібрано вірно із гарантованим забезпеченням сили затиску.

3.2.2 Розрахунок сили затиску у пристрої для фрезерування площини

Необхідна сила затиску P визначається з наступної рівності

$$Ff + F_1 f + F_2 f \geq kP_{\text{різ}}, \quad (3.6)$$

де F , F_1 , F_2 – сили тертя в елементах пристрою;

f – коефіцієнт тертя в елементах пристрою, $f = 0,15$;

$P_{\text{різ}}$ – сила різання, кН;

Сила різання визначається постійним коефіцієнтом та показниками степеня. Їхні значення [5]:

$$C_p = 68; q = -0,86; x = 0,86; y = 0,74; z = 1.$$

Відповідно такі параметри як глибина різання, діаметр фрези, кількість зубів фрези, ширина оброблення та подача рівні:

$$t = 1 \text{ мм}; D = 20 \text{ мм}; z = 6; B = 15 \text{ мм}; S_z = 0,08 \text{ мм/зуб}.$$

Колова сила різання за формулою (2.20)

$$P = 68 \cdot 1^{0,86} \cdot 0,08^{0,74} \cdot 6 \cdot 15^1 \cdot 20^{-0,86} = 18,01 \text{ кН}.$$

k – коефіцієнт запасу, який є добутком поправочних коефіцієнтів запасу, впливу величини припуску, затуплення фрези, неперервності оброблення, наявності пневмозатиску і високих крутних моментів. Відповідно

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 2,7.$$

Сили тертя повинні врівноважувати силу затискання

$$F = F_1 = F_2 = P. \quad (3.7)$$

Відповідно сила затискання повинна бути рівна притискному зусиллю від пневмоциліндра

$$P = Q. \quad (3.8)$$

Умова забезпечення затиску пристроєм

$$Q \cdot f = kP_{\text{пиз}}. \quad (3.9)$$

Притискне зусилля від пневмоциліндра

$$Q = \frac{kP_{\text{пиз}}}{f}. \quad (3.10)$$

$$Q = \frac{2,7 \cdot 18,01}{0,15} \approx 324 \text{ кН.}$$

Діаметр пневмоциліндра [4]

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot p} + d^2}, \quad (3.11)$$

де d – діаметр штока, $d = 4$ см;

p – робочий тиск в пневмосистемі, $p = 4$ кг/см².

Відповідно

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 324}{3,14 \cdot 4} + 4^2} = 10,9 \text{ см} \approx 109 \text{ мм.}$$

Із стандартних значень діаметрів пневмоциліндрів приймаємо діаметр пневмоциліндра $D = 120$ мм, діаметр штока $d = 40$ [4].

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Заходи пожежної безпеки на механічній дільниці

Попередження розповсюдження пожеж, в основному визначається пожежною безпекою будівель та споруд і забезпечується: правильним вибором необхідного ступеня вогнестійкості будівельних конструкцій; правильними об'ємно-планувальними рішеннями будівель та споруд; розташуванням приміщень та виробництв з урахуванням вимог пожежної безпеки; встановленням протипожежних перешкод в будівлях, системах вентиляції, паливних та кабельних комунікаціях; обмеженням витікання та розтікання горючих рідин при пожежі; влаштуванням протидимного захисту; проектуванням шляхів евакуації; заходами щодо успішного розгортання тактичних дій по гасінню пожежі.

При проектуванні і будівництві промислових підприємств необхідно передбачати заходи, які запобігають поширенню вогню, а саме [9]:

- поділ будівлі протипожежними перекриттями на пожежні відсіки;
- поділ будівлі протипожежними перегородками на секції;
- влаштування протипожежних перешкод для обмеження поширення вогню по конструкціях, по горючих матеріалах (гребені, бортики, пояси);
- влаштування протипожежних дверей і воріт;
- влаштування протипожежних розривів між будівлями.

Для розподілу будівлі на пожежні відсіки замість протипожежних стін допускаються протипожежні зони, які виконуються у вигляді вставки по всій ширині і висоті будинку. Вставка – це частина об'єму будівлі, яка утворюється протипожежними стінами (мінімальна межа вогнестійкості 0,75 год.). Ширина зони – не менше 12 м. У межах зони не дозволяється зберігати горючі речовини. На межах зони з пожежними відсіками передбачаються вертикальні діафрагми і водяні завіси відповідно до СНіП 2.04.09-84 [9]. У межах зони ставлять пожежні сходи на дах, а в зовнішніх стінах зони – двері або ворота.

Отвори у протипожежних стінах, перегородках та перекриттях повинні бути обладнані захисними пристроями (протипожежні двері, вогнезахисні двері, вогнезахисні клапани, водяні завіси) проти поширення вогню та продуктів горіння. Не допускається встановлювати будь-які пристрої, які перешкоджають нормальному закриванню протипожежних та протидимових дверей, а також знімати пристрої для їх самозакривання. При складанні генеральних планів підприємств з точки зору пожежної безпеки важливо забезпечувати відповідні відстані від меж підприємств до інших підприємств і будівель. Протипожежні відстані між будівлями мають виключати загорання сусідньої будівлі протягом часу, який необхідний для приведення у дію засобів пожежогасіння.

Для захисту конструкцій із металу, дерева, полімерів застосовують відповідні речовини (штукатурка, спеціальні фарби, лаки, обмазки). Зниження горючості полімерних матеріалів досягається введенням в них наповнювачів, антипіренів, нанесенням вогнезахисних покриттів. Як наповнювачі застосовуються крейда, каолін, графіт, вермикуліт, перліт, керамзит. Антипірени захищають деревину і полімери. При нагріванні вони виділяють негорючі речовини, перешкоджають розкладу деревини і виділенню горючих газів. Після закінчення термінів дії просочування та у разі втрати або погіршення вогнезахисних властивостей обробку (просочування) необхідно повторити.

4.2 Засоби збирання та транспортування стружки в цеху

Прибирання і транспортування стружки може проводитися як вручну, так і за допомогою транспортуючих пристроїв, тип і конструкція яких залежать від виду стружки. Порівняно легко вирішується завдання транспортування сипучої елементної стружки, що утворюється при обробці крихких матеріалів (чавун,

бронза, алюміній). Для її транспортування широко застосовуються скребково-штангові, ланцюгові, шнекові та інші транспортери [10].

На машинобудівних заводах існує дві системи видалення стружки з цехів:

1) автоматизована система вилучення стружки з окремих верстатів і автоматичних ліній. Стружка подається транспортерами на магістральні транспортери, розташовані під підлогою, які видаляють її за межі цеху з подальшим очищенням і переробкою;

2) механізована система з використанням ручної праці і засобів механізації, з транспортуванням стружки в контейнерах, ящиках, на візках.

В цехах, де використовують механізований спосіб видалення стружки, застосовують різні транспортні пристрої, які залежно від виду руху несучих робочих органів можна розбити на три класи:

- перший клас характеризується кільцевим рухом несучих робочих органів, що складаються з робочої і холостої гілок (стрічкові конвеєри із сталевою або прогумованою стрічкою, пластинчасті, коробчаті, лоткові, скребкові та ін.);

- другий клас – це конвеєри зі зворотно-поступальним рухом несучих робочих органів (штангові, скребкові);

- третій клас – це конвеєри з гвинтовою робочою поверхнею (одногвинтові і багатогвинтові).

Перший клас конвеєрів має велику кількість різновидів, вони відрізняються відносно великими габаритами. При установці їх на підлозі вони займають багато виробничої площі, а при установці під підлогою для них потрібні канали значних розмірів. В процесі роботи конвеєри часто виходять з ладу внаслідок забивання рухомих частин стружкою. Частина стружки несеться холостий гілкою конвеєра під раму, що викликає необхідність передбачати під ним місце для такої стружки, яка повинна час від часу віддалятися вручну. Крім того, конвеєри погано справляються з видаленням великих скупчень стружки, так як несуча поверхня просковзує під стружкою. Разом з тим стружка погано випадає при скиданні і затримується на стінках конвеєра. Конвеєри другого

класу відрізняються меншими розмірами по висоті і мають обмежену довжину. Конвеєри третього класу найбільш зручні для видалення як дрібної, так і зливної стружки, вони широко застосовуються в різних верстатах для відводу стружки від кожного верстата, і разом з тим вони застосовуються в комплексних системах для видалення стружки, як чавунної так і сталевій.

Скребково-цанговий транспортер зі зворотно-поступальним рухом найчастіше використовується як магістральний в механічних цехах для видалення чавунної стружки. Приводи скребково-штангових транспортерів проектують в залежності від довжини транспортера. Для великих довжин (більше 60 м) використовують гідравлічні приводи, які включають в себе електромотор, гідравлічний насос і гідроциліндр. Для довжин менше 60 м використовують механічний привід.

Гвинтовий транспортер (шнек) складається з гвинта, жолоба і привода. Транспортер з безопорним гвинтом використовується для транспортування зливної сталевій стружки. Для прийому та транспортування великих клубків стружки необхідно мати досить велику ширину поперечного перерізу жолоба. Таке січення може бути досягнуто за рахунок гвинтів великих діаметрів (500-600 мм) або установки в жолобі двох гвинтів, що обертаються в різні сторони. Для видалення сипучої стружки використовують шнекові гвинтові транспортери з проміжними опорами для гвинта. Завантаження транспортера стружкою проводиться через спеціальні вікна. Шнекові транспортери застосовуються на довжині транспортування до 100 м.

Для видалення стружки від групи верстатів і автоматичних ліній шнекові транспортери монтуються в бетонованих каналах. Канал закривається плитами, які з внутрішньої сторони (з боку стружки) повинні мати гладку поверхню, що забезпечує вільне переміщення стружки при повному заповненні транспортера. Наземні транспортери можуть бути відкритими. Однак якщо транспортер розташовується похило, він повинен бути закритим, щоб уникнути зсипання стружки.

ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу конструкції, технічних умов на виготовлення деталі «Корпус підшипника 21-2501В» та її технологічності встановлено доцільність методу виробництва заготовки.

2. Згідно результатів аналізу доцільності і техніко-економічного обґрунтування обрано доцільний спосіб отримання заготовки.

3. Відповідно до змін конструкції заготовки приведено у відповідність технологію її оброблення. Відповідно до якої призначено режими обробки та проведено технічне нормування.

4. Розраховано економічну доцільність розробленого технологічного процесу виробництва деталі «Корпус підшипника 21-2501В». Економічна ефективність розробок по відмінних операціях технологічного процесу становить 101640 грн. на річну програму виробництва.

5 Для заданого виробництва Запропоновано заходи із забезпечення безпеки життєдіяльності та охорони праці на виробництві.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Власенко А. М. Матеріалознавство та технологія металів : підручник. – Київ : Літера ЛТД, 2019. 224 с.
2. Горбатюк Є.О. Технологія машинобудування : навч. посіб. / Горбатюк Є.О., Мазур М.П., Зенкін А.С., Каразей В.Д. – Львів: Новий Світ-2000, 2012. 358 с.
3. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок. Львів: Світ, 1996. 368 с.
4. Боровик А.І. Технологічна оснастка механоскладального виробництва : підручник. – Київ : Кондор, 2008. 726 с.
5. Паливода Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навч.-метод. посіб. / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. 240 с.
6. Дідик Р.П. Розрахункові операції режимів механічної обробки матеріалів: точіння, свердління, зенкерування, розгортання: навч. посіб. / Р.П. Дідик, В.В. Зіль, С.Т. Пацера. – Донецьк : Національний гірничий університет, 2013. 196 с.
7. Ведерніков М. Д. Нормування праці : навч. посіб. / М. Д. Ведерніков, О. О. Чернушкіна. – Львів : Новий Світ-2000, 2013. 372 с.
8. Козловський В.О. Техніко-економічні обґрунтування та економічні розрахунки в дипломних проектах та роботах : навч. посіб. – Вінниця : ВДТУ, 2003. 75 с.
9. Пістун І. П., Стець Р.Є., Трунова І.О. Охорона праці в галузі машинобудування : навч. посіб. Суми : Університетська книга, 2011. 557 с.
10. Стищенко Т.Є., Пронюк Г.В. Сердюк Н.М. та ін. Безпека життєдіяльності: навч. посібник. Харків : ХНУРЕ, 2018. 336 с.