

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет транспорту та механічної інженерії

(повне найменування факультету)

Кафедра прикладної механіки та мехатроніки

(повна найменування кафедри)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»**

**Проектування дільниці з розробкою технологічного
процесу механічної обробки корпусу К25-41**

спеціальність 131 Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»
(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ІМ-41
Котік Володимир Миколайович

(підпис)

Керівник:
д.т.н., професор
Повстяной Олександр Юрійович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«___» _____ 2025 р.
Гарант освітньої програми:
к.т.н., доцент
Божко Тетяна Євгенівна

(підпис)

Луцьк – 2025 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Транспорту та механічної інженерії

Кафедра Прикладної механіки та мехатроніки

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Галузь знань: 13 Механічна інженерія

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Освітня програма: Прикладна механіка

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____ Р. Редько

“ _____ ” _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Котіку Володимиру Миколайовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: *Проектування ділянки з розробкою технологічного процесу механічної обробки деталі корпусу K25-41*

Керівник роботи: *Повстяной Олександр Юрійович, д.т.н., професор*, затверджені наказом закладу вищої освіти від «31» грудня 2024 р., № 910/01-07

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «01» червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: технологічна документація, базовий технологічний процес корпусу, програма випуску, креслення деталі корпусу K25-41, матеріал заготовки

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити)

Реферат. Вступ. 1. Загальна частина. 2. Технологічна частина. 3. Конструкторська частина. 4. Проектування механічної ділянки. 5. Охорона праці. Висновки. Список використаних джерел. Додатки

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

1. Креслення заготовки – 1 ф. А1; 2. Карта технологічного процесу – 2 ф. А1;
3. Верстатний пристрій – 2 ф. А1; 4. План ділянки – 1 ф. А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 1.03.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	<i>Вступ. Загальна частина.</i>	<i>14.03.25</i>	
2.	<i>Технологічна частина.</i>	<i>10.04.25</i>	
3.	<i>Розрахунково-конструкторська частина</i>	<i>15.04.25</i>	
4.	<i>Проектування механічної ділянки.</i>	<i>20.04.25</i>	
5.	<i>Охорона праці</i>	<i>30.04.25</i>	
6.	<i>Оформлення графічної частини</i>	<i>10.05.25</i>	
7.	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	<i>25.05.25</i>	
8.	<i>Представлення роботи до захисту</i>	<i>30.05.25</i>	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Котік В.М.
(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

Повстяной О.Ю.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Котік В.М. Проектування дільниці з розробкою технологічного процесу механічної обробки деталі корпусу К-25-41. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Прикладна механіка» спеціальності 131 Прикладна механіка. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків (згідно структури кваліфікаційної роботи, затвердженої кафедрою).

В пояснювальній записці в загальній частині розглянуті питання аналізу виробу, його призначення, характеристика можливого виробництва, аналіз застосування технічних засобів, вибрано метод отримано заготовки.

У технологічній частині розроблено технологічний процес виготовлення даної деталі. Проведені практичні розрахунки режимів різання, норм технічного часу, на базі яких розроблені операційні карти технологічного налагодження.

У конструкторському розділі розроблено, розраховано і дано опис верстатного пристрою для обробки заданої деталі – хонінгувальний пристрій.

На основі вище вказаних розробок у розділі проектування механічної дільниці проведені необхідні розрахунки і пояснення, на базі яких спроектовано план механічної дільниці обробки заданої деталі.

Розглянуті питання охорони праці, а також проведені відповідні висновки.

Ключові слова: технологічний процес, заготовка, деталь, режими різання, технологічна оснастка, механічна дільниця, небезпечні та шкідливі фактори.

ABSTRACT

Kotik V. Design of a site with the development of a technological process for mechanical processing of a body part K25-41. Manuscript.

Bachelor's qualification work OP "Applied Mechanics" specialty 131 Applied Mechanics. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025.

Bachelor's qualification work consists of an introduction, 5 sections, conclusions, a list of sources used, and appendices (according to the structure of the qualification work approved by the department).

In the explanatory note, in the general part, the issues of product analysis, its purpose, characteristics of possible production, analysis of the use of technical means, a method of obtaining a blank are considered.

In the technological part, the technological process for manufacturing this part is developed. Practical calculations of cutting modes, technical time standards are carried out, on the basis of which operational charts of technological adjustment are developed.

In the design section, a machine tool for processing a given part, a special cutting tool, is developed, calculated and described.

Based on the above developments, in the section on the design of the mechanical section, the necessary calculations and explanations are made, on the basis of which a plan for the mechanical section for processing a given part is designed.

Occupational safety issues are considered, and the corresponding conclusions are drawn.

Keywords: technological process, workpiece, part, cutting modes, technological equipment, mechanical section, dangerous and harmful factors.

ВСТУП

Інтеграція виробництва, науки і техніки – це одна з визначальних умов прискорення науково-технічного прогресу (НТП).

Світові задачі змушують по новому сприймати процес прискорення НТП. При переході до нових, перспективних технологій та технічного переозброєння всього виробництва, вирішальне слово належить машинобудуванню та механотроніці.

Роботизація виробництва тісно пов'язана із розвитком обчислювальної техніки. Роботи майже всюди замінюють людину на важких, монотонних, примітивних роботах. Без них важко уявити багато сучасних технологічних процесів та відповідних проектних процедур.

Тому намічається в 1,5...2,5 рази розширити застосування прогресивних, базових для кожної галузі сучасних передових технологій. Тут вагоме місце займуть принципово нові технології – мембранна, лазерна, імпульсна тощо. Масштаби їх застосування зростуть в сотні разів, що принесе великий економічний ефект вцілому.

					010Б - 25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 4.3 Розрахунок виробничої площі ділянки
 - 4.4 Розробка технологічного планування ділянки
 - 4.5 Основні техніко-економічні показники ділянки
 - 5 ОХОРОНА ПРАЦІ
- ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ
- СПИСОК ПОСИЛАНЬ
- ДОДАТОК

					010Б – 25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Службове призначення і характеристика об'єкта виробництва, аналіз технічних умов на деталь

Корпус К25-41 входить у вузол вакуумного насосу для машинного доїння тварин ГВП15-43-00СК.

Корпус виготовлений з матеріалу СЧ20 ДСТУ 2313-2013. До нього кріпляться кришки ГВП15-43-01 за допомогою 4-х болтів і 2-х штифтів. Деталь має в собі центруючий отвір, в який встановлюється у відповідний ротор.

Габаритні розміри деталі – це 215×215×215 мм. Для механічної обробки такого корпусу необхідно виконати наступні операції - свердління, розточування, нарізання різі, розверчування, фрезерування, хонінгування.

Клас точності деталі корпус К25-41 – II клас, деталь належить до середньої складності обробки.

Деталь К25-41 відповідальна і підлягає випробуванню у зібраному вигляді на герметичність. Перевірка проводиться на стенді ВС 151.00.000.СК. Виріб має створювати вакуум в 0,8 атм.

Деталь К25-41 корпусного типу – це клас пустотілих циліндрів, має циліндричну форму, ряд отворів на торцях, центральний отвір. Призначення його – для створення корпусу вакуумного насосу.

Кріплення кришок відбувається за допомогою 8-ми болтів і 4-х штифтів Ø8H7. У бокових частинах деталі зроблено 2 приливи і отвори з 1,5 дюймовою різью. У верхній частині деталі є виступ і різьбовий отвір під рем-болт.

Корпус виготовлений із сірого чавуну СЧ20 ДСТУ 2313-2013. Хімічні та механічні властивості наведені у таблиці 1.1

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 – Хімічний склад та механічні властивості сірого чавуну СЧ20 ДСТУ 2313-2013

Марка матеріалу	Хімічний склад, %					Механічні властивості		
	C	M_n	S_i	S	P	σ_A	σ_i	НВ
СЧ20	3÷3.5	0,4÷0,6	0,3÷0,45	0,12	0,8	20	32	163÷229

По конструкції деталь належить до середньої складності.

Технічні вимоги на кресленні корпусу К25-41 задовольняють вимогам діючих стандартів і не потребують доповнень. З точки зору службового призначення деталі мають місце наступні технічні вимоги і норми точності:

- центральний отвір зроблено по 10 квалітету точності;
- нециліндричність отвору 0,01 мм;
- непаралельність сторін отвору 0,01мм;
- площинність торця 0,05мм обумовлена приєднанням до нього кришки;
- точність отворів Ø8H7 обумовлена точністю взаємного положення корпусу і кришки.

1.2 Вибір способу отримання заготовки

Заготовку для корпусу отримують шляхом лиття металу в землю. Отриманий вилівок відповідає II класу точності, групі «В» за ДСТУ 2310-2011. Матеріал виливки СЧ20 ДСТУ 2313-2013.

Розглянемо наступні прогресивні методи отримання заготовки:

- 1.Метод лиття в кокіль;
- 2.Метод лиття в піщані форми з машинною формовкою.

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Критерієм вибору є собівартість отримання заготовки.

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_m = \frac{M_d}{M_z}$$

де M_d – маса деталі (13,8 кг) по кресленню;

M_z – маса заготовки.

Для визначення маси заготовки назначаємо припуски на механічну обробку в залежності від методу отримання та зводимо у таблицю 1.2.

Таблиця 1.2 – Дані для розрахунку вартості нашої заготовки корпусу К25-41

N	Спосіб отримання заготовки	Розмір деталі	Припуск	Допуск		Розмір заготовок, мм.
				+	-	
1	Литво в кокіль	215	3,3	1,2	0,6	$221,6^{+1,2}_{-0,6}$
		215	3,3	1,2	0,6	
		148	6,6	-	1,6	141,4 _{-1,6}
		36	4,4	-	1,1	31,6 _{-1,1}
2	Литво в піщані форми з машинною формовкою	215	5,5	1,8	1,8	$226 \pm 1,8$
		215	5,5	1,8	1,8	
		148	10,2	-	1,6	137,8 _{-1,6}
		36	8,0	-	1,1	

Співвідношення варіантів виготовлення заготовки:

— литво в кокіль:

$$V = \left[\left(\pi \cdot 0.209^2 \cdot 0.2216 \right) / 4 \right] - \left[\left(\pi \cdot 0.1414^2 \cdot 0.2216 \right) / 4 \right] \approx 2.1 \text{ дм}^3$$

$$m = V\rho = 7.2 \cdot 2.1 = 15.1 \text{ кг.}$$

— литво в піщані форми:

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	010Б-25.00.00.00.000 ПЗ				

В нашому випадку треба забезпечити клас шорсткості, який становить $R_a=0.32\text{мкм}$, що потребує ввести третій перехід –хонінгування отвору.

Визначаємо загальне уточнення всіх переходів для отвору $\text{Ø}148\text{H}10$, при $R_a=0.32\text{мкм}$.

$$\varepsilon_n = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \dots \cdot \varepsilon_i = 1.55 \cdot 2 \cdot 1 = 3.875$$

Що за умовою $\varepsilon_n \geq \varepsilon_p$ задовольняє – вибрана достатня кількість переходів.

Для розмірів $215 \pm 0,05\text{мм}$ та $\text{Ø}36,75 \text{ мм}$ розрахунки уточнень вносимо у таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 – Методи обробки поверхонь деталі

N	Метод обробки	Ква-літет	ε_p	Допуск		ε_i		ε_n
				Поз	Величина мкм	Формула	Значення	
1	Поверхня $\text{Ø}148\text{H}10$	10	3,875	$T_{дет}$	160	$\varepsilon_p = T_3/T_\delta$	3,87	3,875
	Заготовка	14		$T_{заг}$	620	-	-	
	Розточування чорнове	12		T_1	400	$\varepsilon_1 = T_3/T_1$	1,55	
	Розточування чистове	10		T_2	160	$\varepsilon_2 = T_1/T_2$	2,5	
	Хонінгування	10		T_3	160	$\varepsilon_3 = T_2/T_3$	1	
2	Поверхня $215 \pm 0,05$	9	7,4	T_δ	100	$\varepsilon_p = T_3/T_\delta$	7,4	7,4
	Заготовка	14		T_δ	740	-	-	
	Фрезерування чорнове	11		T_1'	190	$\varepsilon_{1,3} = T_3/T_{1,3}$	3,89	
	Фрезерування чистове	9		T_2'	100	$\varepsilon_{2,4} = T_{1,3}/T_2$	1,9	
						4		
3	Поверхня $\text{Ø}36,75$		2,48	$T_{дет}$	250	$\varepsilon_p = T_3/T_\delta$		2,48
	Заготовка	14		$T_{заг}$	620	-	-	
	Розточування чорнове	12		T_1''	400	$\varepsilon_1 = T_3/T_1''$	1.55	
	Розточування чистове			T_2''	250	$\varepsilon_2 = T_1''/T_2''$	1.6	

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	010Б-25.00.00.00.000 ПЗ				

1.4 Визначення типу та організаційної форми виробництва

Дійсний річний фонд часу при двохзмінній роботі становить $F_g = 4015$ год.
Застосування верстатів з ЧПК при двох змінній роботі складає $F_g=3980$ год.

Такт випуску такого корпусу:

$$T = \frac{60 \cdot F_g}{N}$$

де N - річна програма випуску – 15000 шт.;

для універсального обладнання:

$$T = \frac{60 \cdot 4015}{15000} = 16,06$$

для верстатів з ЧПК:

$$T = \frac{60 \cdot 3980}{15000} = 15,92$$

Попереднє розроблення маршруту виготовлення і його нормування вказане в таблиці 1.4.

Визначаєм кількість одиниць необхідного технологічного обладнання:

$$C_{pi} = \frac{T_{ум.к} \cdot N}{60 \cdot F_g \cdot \eta_{зн}}$$

де C_p – кількість верстатів для виконання i -ої операції;

$\eta_{зн.}$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	010Б-25.00.00.00.000 ПЗ					

Таблиця 1.4 – Маршрут обробки корпусу

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

N п/п	Назва операції	Зміст операції	Обчислення	ϕ_k	$T_{шт.}$
опер.			значення T_0 , хв		хв
005	Свердлильно-фрезерно-розточна	1.Фрезерувати торці деталі начорно.	$2 \cdot T_0 = 2l \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 200 \cdot 10^{-3} = 1.2 \cdot 2 = 2.4$	1,84	4,4
		2.Фрезерувати торці деталі начисто.	$2 \cdot T_0 = 4l \cdot 10^{-3} = 4 \cdot 200 \cdot 10^{-3} = 0.8 \cdot 2 = 1.6$	1,84	29
		3.Розточити отвір центральний начорно.	$T_0 = 1.34Dl \cdot 10^{-4} = 1.34 \cdot 10^{-4} \cdot 147.5 \cdot 215 = 4.2$	3,25	13
		4.Розточення чистове центрального отвору.	$2 \cdot T_0 = 0.52 \cdot 10^{-3} Dl = 0.52 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \cdot 8.5 = 2 \cdot 0.133 = 0.27$	3,25	18
					38,3
010	Вертикально-свердлильна	1.Свердлити 6 отв. на першому торцю.	$2 \cdot T_0 = 0.52 \cdot 10^{-3} Dl = 0.52 \cdot 10^{-3} \cdot 35 \cdot 7.8 = 2 \cdot 0.138 = 0.27$	1,72	0,5
		2. Свердлити 6 отв. на другому торці.	$2 \cdot T_0 = 0.52 \cdot 10^{-3} Dl = 0.52 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 25 = 2 \cdot 0.13 = 0.26$		0,5
015	Вертикально-свердлильна	1. Розвернути 2 отв. під штифт на першому торцю	$3 \cdot T_0 = 6l \cdot 10^{-3} = 6 \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 0.36 = 1.08$	1,72	0,5
		2. Розвернути 2 отв. під штифт на другому торці.	$2 \cdot T_0 = 1.34Dl \cdot 10^{-4} = 1.34 \cdot 10^{-4} \cdot 44.3 \cdot 33 = 2 \cdot 0.2 = 0.4$		0,5
020	Вертикально-свердлильна	1. Нарізати різь з 4-х отв. на першому торцю.	$2T_0 = 0.4Dl \cdot 10^{-3} = 0.4 \cdot 10^{-3} \cdot 45 \cdot 25 = 0.9$	1,72	0,45
		2. Нарізати різь з 4-х отв. на другому торцю.			0,45
025	Сверлильно-фрезерно-розточна	1. Фрезерувати баришки в розм.. 110 мм. від центра деталі.	$T_0 = 0.5l \cdot 10^{-3} = 0.5 \cdot 10^{-4} \cdot 215 = 0.42$	1,84	1,9
		2. Розточити начорно 2 отв. в розмір $\varnothing 44,3$ мм.		3,25	1,3
				3,25	1,3
		3. Розточити начисто $\varnothing 105$	25.00.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
			В розмір $45^{+0.2}$ мм.		

Операція 005 Свердлильно-фрезерно-розточна

$$C_p = \frac{38.3 \cdot 15000}{60 \cdot 3980 \cdot 0.8} = 3 = C_n$$

Операція 010 Вертикально-свердлильна

$$C_p = \frac{0.5 \cdot 15000}{60 \cdot 4015 \cdot 0.8} = 0.04 \approx 1 = C_n$$

Операція 015 Вертикально-свердлильна

$$C_p = \frac{0.5 \cdot 15000}{60 \cdot 4015 \cdot 0.8} = 0.04 \approx 1 = C_n$$

Операція 020 Вертикально-свердлильна

$$C_p = \frac{0.45 \cdot 15000}{60 \cdot 4015 \cdot 0.8} = 0.035 \approx 1 = C_n$$

Операція 025 Свердлильно-фрезерно-розточна

$$C_p = \frac{6.5 \cdot 15000}{60 \cdot 3980 \cdot 0.8} = 0.51 \approx 1 = C_n$$

Операція 030 Хонінгувальна

$$C_p = \frac{0.8 \cdot 15000}{60 \cdot 4015 \cdot 0.8} = 0.06 \approx 1 = C_n$$

Кількість робочих місць встановлюється заокругленням C_{pi} до більшого цілого числа.

Фактичний коефіцієнт завантаження устаткування для кожної операції визначається так:

$$\eta_{зф} = \frac{C_{pi}}{C_{ni}}$$

Для операції 005

$$\eta_{зф} = \frac{3}{3} = 1$$

Операція 010

$$\eta_{зф} = \frac{0.04}{1} = 0.04$$

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Операція 015

$$\eta_{зф} = \frac{0.04}{1} = 0.04$$

Операція 020

$$\eta_{зф} = \frac{0.035}{1} = 0.035$$

Операція 025

$$\eta_{зф} = \frac{0.51}{1} = 0.51$$

Операція 030

$$\eta_{зф} = \frac{0.06}{1} = 0.06$$

Кількість операцій закріплених за одним робочим місцем визначається, як:

$$O = \frac{\eta_{з.н}}{\eta_{з.ф}}$$

Операція 005

$$O = \frac{0,8}{1} = 0,8 \approx 1;$$

Операція 010

$$O = \frac{0,8}{0.04} = 20;$$

Операція 015

$$O = \frac{0,8}{0.04} = 20;$$

Операція 020

$$O = \frac{0,8}{0.035} = 23;$$

Операція 025

$$O = \frac{0,8}{0.51} = 2;$$

Операція 030

$$O = \frac{0,8}{0.06} = 15;$$

Визначаєм коефіцієнт закріплення операцій:

$$K_{з.о} = \frac{K_o}{K_{р.м}};$$

де K_o – загальна кількість операцій за одним робочим місцем;

$K_{р.м}$ – загальна кількість робочих місць

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

занижень по периметру з обох сторін торцевих поверхонь на 1мм – призначене для центрування кришок, а також забезпечення співвідносності ротора відносно корпусу помпи.

Разом з тим, в отворі недоцільно утворювати поверхню $\varnothing 14\text{мм}$ на $h=5\text{мм}$.

Зміни в кресленні корпусу вписані у таблиці 2.1.

Деталь К25-41 немає зручних поверхонь для базування, тому доцільно передбачити додаткову технологічну базу, яка потім фрезерується. У зв'язку з тим, що матеріал деталі сірий чавун – деталь має добру оброблюваність.

Таблиця 2.1 – Дані для розрахунку показників технологічності

Конструктивний елемент деталі	Кількість однотипних елементів		Кількість уніфікова- них елементів		Квалітет точності		Клас шерехо- ватості, мкм	
	Баз	Мод	Б	М	Б	М	Б	М
Отвір центральний ①	1	1	1	1	10	9	0,32	0,32
Площини торцеві ②	2	2	-	-	9	-	5	-
Площини заниження ③	2	2	-	-	12	12	5	5
Площини бабишок ④	2	2	2	2	12	12	5	5
Отвір під дюймову різь ⑤	2	2	2	2	12	12	5	5

⑥

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Фаска	2	2	2	2	12	12	5	5
Циліндрична поверхня (7)	1	1	-	-	12	12	10	10
Отвір під різь (8)	1	1	1	1	12	12	10	10
Фаска (9)	1	1	1	1	12	12	12,5	12,5
Отвір з різью М10 (10)	8	8	8	8	12	7	12,5	12,5
Отвір під штифт (11)	4	4	4	4	7			
	<u>26</u>	<u>26</u>	<u>21</u>	<u>21</u>				

Коефіцієнт уніфікації конструкції:

$$K_y = \frac{Q_y}{Q} > 0.6$$

де Q_y – число уніфікованих типорозмірів;

Q – число типорозмірів конструктивних елементів.

$$K_y = \frac{21}{26} = 0.8 > 0.6$$

Деталь відповідає умовам уніфікації.

Коефіцієнт точності обробки:

$$K_T = 1 - \frac{1}{A_m} > 0.8$$

де A_m – середній квалітет точності розмірів деталі

$$A_m = \frac{\sum A_{ui} \cdot n_i}{\sum n_i}$$

n_i – кількість розмірів певного квалітету.

$$A_m = \frac{7+9+10+12 \cdot 8}{1+1+1+8} = \frac{122}{11} = 11$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{11} = 0,9 > 0.8 \quad \text{- деталь відповідає умовам.}$$

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт шорсткості:

$$K_M = 1 - \frac{1}{B_u} > 0.32$$

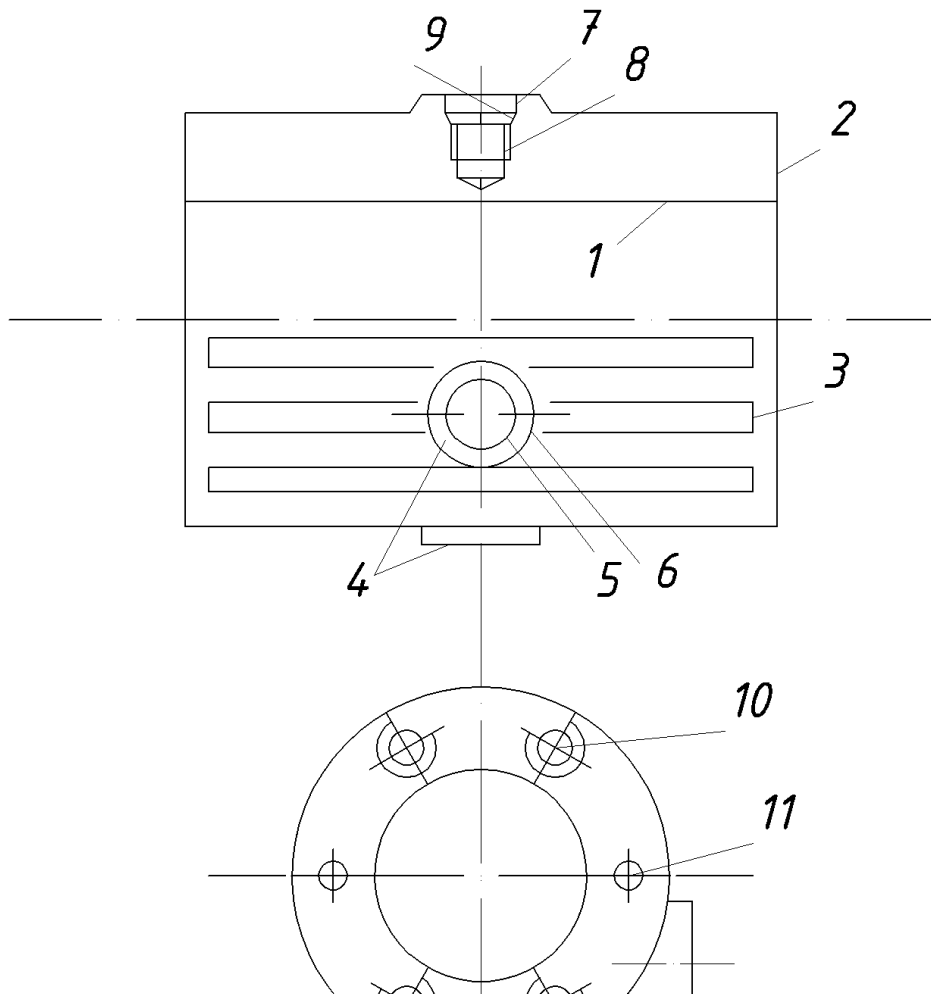
$$B_u = \frac{\sum B_i \cdot n_i}{\sum n_i}$$

B_u – середня шорсткість обробки поверхні деталі.

$$B_u = \frac{1 \cdot 0,32 + 2 \cdot 1,25 + 4 \cdot 5 + 2 \cdot 10 + 12}{26} = 6,83$$

$$K_u = 1 - \frac{1}{6,83} = 0,8 \quad - \text{що задовольняє умову.}$$

З точки зору технологічності по трьом параметрам – деталь технологічна.



Змн.	Арк.	Л

	Арк.

Рисунок 2.1 – Внесення змін поверхонь в корпусі K25-41

2.2 Вибір технологічних баз

Вихідними даними для вибору баз є:

- робоче креслення деталі;
- технічні умови на виготовлення;
- вид заготовки;
- стан поверхонь;
- ступінь механізації та автоматизації процесу механічного оброблення.

Із службового призначення нашої деталі виходить, що основними базами є торець і допоміжні технологічні бази, два отвори під штифт.

Вісь отвору $\text{Ø}148\text{H}10^{(+0,16)}$ повинна бути паралельна до зовнішньої поверхні корпусу і перпендикулярна до площини її торців. Точність виготовлення торців вимогами паралельності, а вісь різьбових отворів повинні бути перпендикулярні цим площинам.

Найбільш жорсткі вимоги до положення осей отворів під штифт, центрального отвору і до площин торців.

Враховуючи конструкцію деталі корпус K25-41 їх необхідно виготовити і забезпечити ТВ за одну установку. Всі поверхні обробляються, базуючись на

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поверхні торців і штифтові отвори. Тому застосовуються одні і ті ж самі бази: площина торців та отвори під штифти.

Оптимальний варіант базування, на першій операції, показано на рис. 2.2., де варіант:

- а) показує базування в призму по зовнішній циліндричній поверхні
- б) по торцевій і циліндричній поверхні баришки та умовній базі.

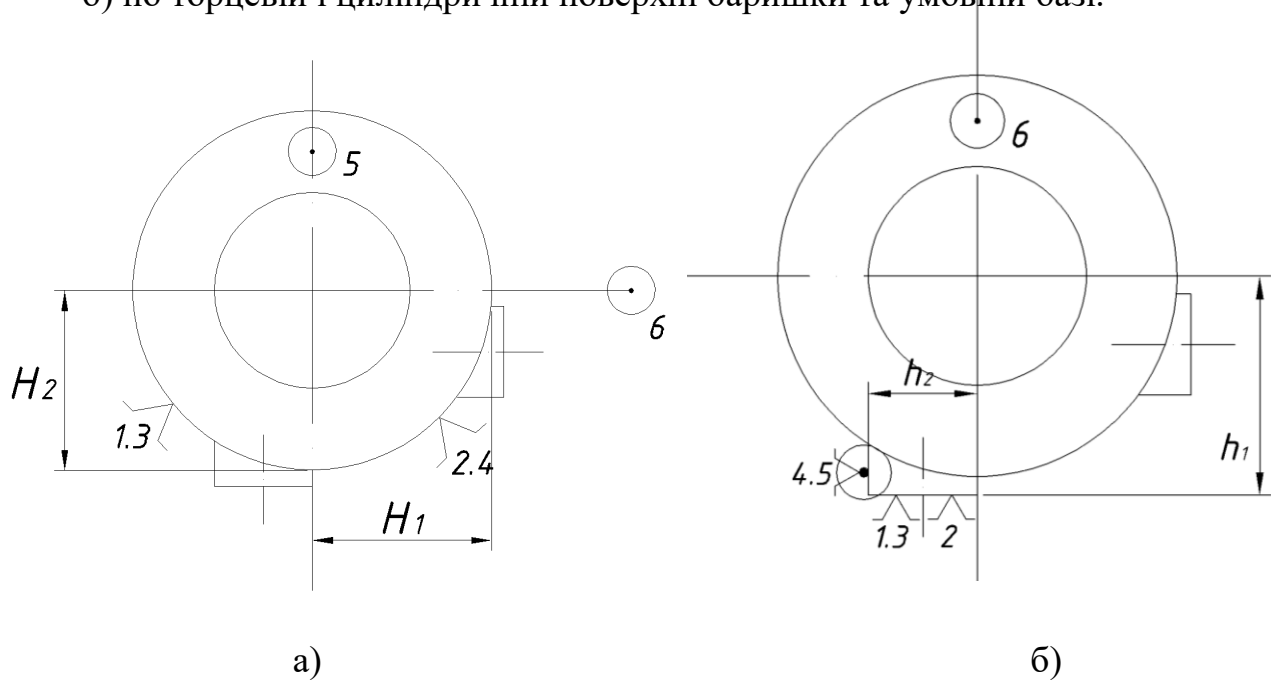


Рисунок 2.2 – Варіанти базування заготовки корпусу:

а) на призму; б) по торцевій і циліндричній поверхні

Установка на призму:

$$\varepsilon\delta_{H1} = \frac{\delta}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right);$$

$$\varepsilon\delta_{H2} = \frac{\delta}{2};$$

де $\delta=3,6\text{мм}$ – допуск на заготовку, виготовлена по 10 класу точності розмірів та має $\alpha=90^\circ$ - кут призми.

$$\varepsilon\delta_{H1} = \frac{3.6}{2} \left(\frac{1}{\sin 45^\circ} - 1 \right) = 0.315\text{мм};$$

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\varepsilon\delta_{H2} = \frac{3,6}{2} = 1,8\text{мм};$$

де похибка установки заготовки становить:

$$\varepsilon\delta_H = \sqrt{\varepsilon\delta_{H1}^2 + \varepsilon\delta_{H2}^2} = 1,83\text{мм};$$

$\varepsilon\delta_{H1} = 1,6\text{мм}$ - допуск на розмір 113мм;

$$\varepsilon\delta_{H2} = \frac{\delta}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right) - \frac{3,6}{2} \left(\frac{1}{\sin 45^\circ} - 1 \right) = 0,315\text{мм}$$

$$\varepsilon\delta_H = \sqrt{\varepsilon\delta_{H1}^2 + \varepsilon\delta_{H2}^2} = 1,63\text{мм}$$

Доцільно вибрати варіант б) – менша похибка установки.

2.3 Визначення допусків на технологічні розміри і розрахунок припусків

Заготовка виготовляється литвом у кокіль – вибираємо 8 клас точності та 2 ряд припусків.

Ступінь жолоблення приймаємо 7, тут допустиме значення жолоблення впливів не повинно перевищувати $\pm 0,24\text{мм}$.

Допустимі відхилення зсуву окремих елементів виливків для 8 класу точності становить $\pm 0,6\text{мм}$.

Значення припусків на механічну обробку нашого корпусу К25-41 основних розмірів заготовки і їх відхилень для всіх поверхонь заготовки показані в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Значення припусків на механічну обробку основних розмірів заготовки

Розмір деталі, мм	Допуск, мм	Основний припуск, мм	Додатковий припуск, мм	Розмір заготовки, мм
215	1,8	3,0+3,0	0,3+0,3	221,6 \pm 0,9
148	1,6	-3,0-3,0	0,3+0,3	141,4 \pm 0,8

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11 44,85	1,6 1,1	2,8 -2,0-2,0	0,2 0,2+0,2	113,0±0,8 40,45±0,55
-------------	------------	-----------------	----------------	-------------------------

Для поверхонь 215 мм, Ø148 мм, Ø36,75 мм визначаємо припуски розрахунковим способом. Результати розрахунків зводимо в таблицю 2.3.

Для найбільш відповідальної поверхні, тобто Ø148Н10 мм при $R_a=0,32\text{мкм}$, приводим приклад розрахунку припусків.

Визначаєм *min* припуск для розточування отвору Ø148Н10 із $R_c=0,32\text{мкм}$.

$$2Z_{\min} = 2 \cdot \left(R_{z_{i-1z}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right)$$

де $R_{z_{i-1}}$ – висота нерівностей профілю на попередньому переході;

T_{i-1} – глибина дефектного шару поверхні на попередньому переході;

S_{i-1} – сумарне відхилення форми поверхні на попередньому переході;

ε_i – похибка установки на даному переході.

Значення $R_{z_{i-1}}=200\text{мкм}$, $T_{i-1}=300\text{мкм}$ характеризує якості литої заготовки після першого технологічного переходу $R_z=50\text{мкм}$, $T_{i-1}=0$ так як матеріал обробляється чавун; після другого технологічного переходу $R_z=10\text{мкм}$: на наступних переходах R_z – виключається.

Сумарне значення відхилення для заготовок даного типу визначаємо за формулою:

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{см}}^2}$$

Короблення отвору розраховують, як в осьовому та і в його січенні:

$$\rho_{\text{кор}} = \sqrt{(\Delta_{\text{кс}})^2 + (\Delta_{\text{кл}})^2} = \sqrt{(0,7 \cdot 148)^2 + (0,7 \cdot 215)^2} = 183\text{мкм}$$

де $\Delta_{\text{к}}=0,7 \div 1$ із таб.4.1 ст.65 [4].

При визначенні $\rho_{\text{см}}$, приймаємо, в увагу розміщення базових поверхонь. Так як базування проводиться по необроблених поверхнях і може бути зміщений отвір у двох взаємоперпендикулярних напрямках, отримаємо:

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\rho_{см} = \sqrt{\left(\frac{\sigma(110)}{2}\right)^2 + \left(\frac{\sigma(110)}{2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{1600}{2}\right)^2 + \left(\frac{1600}{2}\right)^2} = 1131_{мкм}$$

Звідси,

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2} = \sqrt{183^2 + 1131^2} = 1146_{мкм}$$

Кінцеве відхилення після чорнової обробки розточення:

$$\rho = 0,05\rho = 0,05 \cdot 1146 = 60_{мкм}.$$

Після чистової:

$$\rho = 0,03\rho = 0,03 \cdot 60 = 2_{мкм}$$

Похибка установки при чорновому розточуванні:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_б^2 + \varepsilon_з^2 + \varepsilon_{np}^2}$$

де $\varepsilon_б$ – похибка базування виникає за рахунок переносу заготовки у вертикальній площині і враховуючи те, що базується наша деталь на необроблену поверхню. Приймаємо похибку базування рівну половині допуску на ту поверхню.

$$\varepsilon_б = \frac{\delta(110)}{2} = \frac{1600}{2} = 800_{мкм}$$

Похибками $\varepsilon_з$ закріплення і пристрою ε_{np} нехтуємо.

Звідси похибка установки при чорновій розточці становить $\varepsilon=800_{мкм}$, при чистовій $\varepsilon=10_{мкм}$, на завершальній $\varepsilon=5_{мкм}$.

Далі проводимо розрахунок мінімального припуску для чорнової розточки:

$$2z_{\min} = 2\left(500 + \sqrt{1146^2 + 800^2}\right) = 2 \cdot 1838_{мкм};$$

для чистового розточування:

$$2z_{\min} = 2\left(500 + \sqrt{60^2 + 100^2}\right) = 2 \cdot 180_{мкм};$$

для хонінгування:

$$2z_{\min} = 2\left(10 + \sqrt{2^2 + 5^2}\right) = 2 \cdot 12_{мкм};$$

Проводимо подальший розрахунок згідно таблиці 2.3.

Розрахунковий розмір C_p починаємо розраховувати з кінцевого розміру, з наступним вираховуванням розрахункового тах.

						010Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$$C_p = 148,16 - 0,024 = 148,136 \approx 148,14 \text{ м}$$

$$C_p = 148,14 - 0,360 = 147,78 \text{ мм};$$

$$C_{p3} = 147,78 - 3,796 = 143,98 \text{ мм} .$$

Проведем розрахунок C_{min} виключаючи з C_{max} допуск, який забезпечує даний перехід

$$C_{min} = C_{max} - \delta$$

Мінімальний граничний пропуск Z_{min}^{ep} рівний різниці найбільш граничних розмірів виконуемого і попереднього переходу, а Z_{max}^{ep} - відповідно.

Для хонінгування:

$$2Z_{min3}^{ep} = 148,16 - 148,14 = 0,02 \text{ мм};$$

$$2Z_{max3}^{ep} = 148,10 - 147,98 = 0,12 \text{ мм};$$

для чистової розточки:

$$2Z_{min2}^{ep} = 148,14 - 147,98 = 0,36 \text{ мм};$$

$$2Z_{max2}^{ep} = 147,98 - 147,38 = 0,6 \text{ мм};$$

для чорнової розточки:

$$2Z_{min1}^{ep} = 147,78 - 143,98 = 3,8 \text{ мм};$$

$$2Z_{max1}^{ep} = 147,38 - 142,38 = 5,0 \text{ мм};$$

Загальний номінальний припуск:

$$Z_{окон} = 2Z_{оmin} + \delta_3 / 2 - \delta_{д} = 4,2 + 0,8 - 0,16 = 4,84 \text{ мм};$$

$$C_{зном} = d_{ном} - Z_{оно} = 148,00 - 4,84 = 143,16 \text{ мм};$$

Таблиця 2.3 – Результати розрахунків припусків на обробку отвору Ø148H10

Технолог. переходи обробки поверхні	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий прил. Z_{min} , мкм	Розрах. розмір d_p , мм	Допуск δ , мм	Допустимий розмір, мм		Допустиме значення припуску, мм	
	R_z	T	P	ϵ				C_{min}	C_{max}	Z_{min}^{ep}	Z_{max}^{ep}

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

<i>Поверхня</i> <i>Ø148H10</i>	200	300									
Заготовка	50	-	1146	-	-	143.98	1600				
Розточ.		-	60	800	2•1989	147.78	400	142.38	14398	-	-
чорнове	10	-	2	100	2•180	148.14	160	147.38	147.78	3.8	5.0
Розточ.		-	-	5	2•12	148.16	60	147.98	148.14	0.36	0.6
чистове								148.10	148.16	0.02	0.12
Хонінгування										<u>4.2</u>	<u>5.74</u>
										-	-
<i>Поверхня</i> <i>Ø44,85</i>	200	300	400	-	-	41.87	1100	40.77	41.87	2.8	3.65
Заготовка			20	600	2•1421	44.67	250	44.42	44.67	0.28	0.43
Розточ.	50	-	-	80	2•140	44.95	100	44.85	44.95	<u>3.1</u>	<u>4.1</u>
чорнове										-	-
Розточ.	10	-	-	-	-	221,93	1800	221,93	223,73	-	-
чистове				900	2•3213	215,50	250	215,50	215,75	6,43	7,98
<i>Поверхня</i>	200	300									
Заготовка	50	-	1813	120	2•273	214,95	100	214,95		0,56	0,7
Фрезерування	10	-	100							<u>6,98</u>	<u>8,68</u>
чорн.											

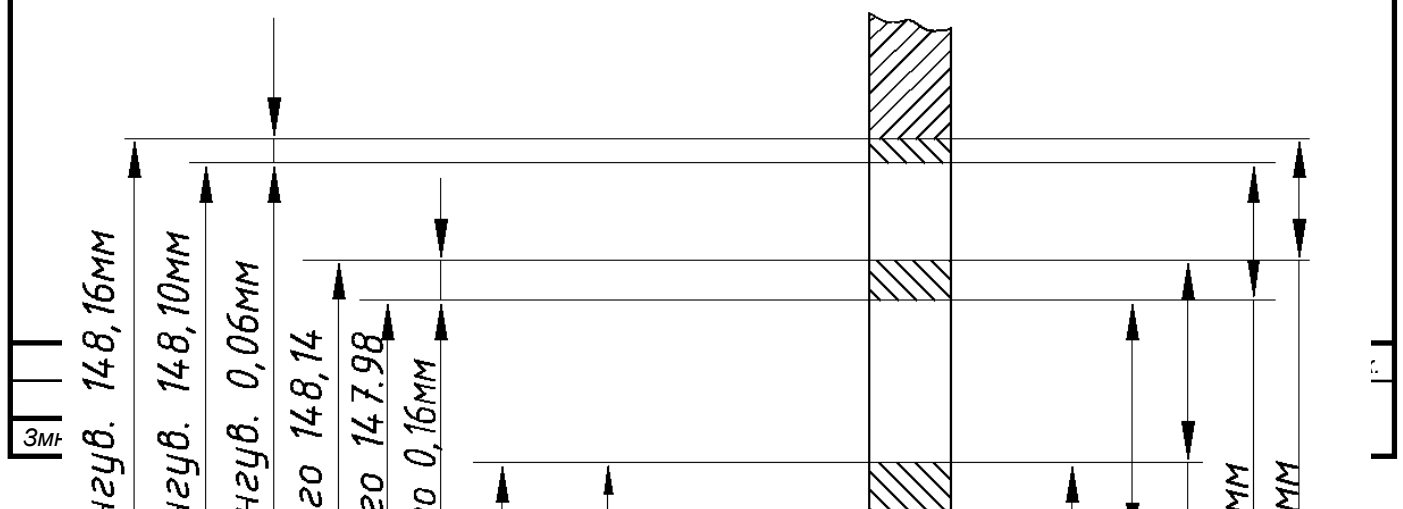


Рисунок 2.3 – Схема припусків та розмірів на Ø148H10 при $R_a=0,32\text{мкм}$.

2.4 Розмірний аналіз технологічного процесу

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проведемо розрахунки розмірних ланцюгів поверхонь, для яких проводився розрахунок припуску аналітичним методом – це для отворів $\text{Ø}148\text{H}10$; $215 \pm 0,05\text{мм}$; $44,9 \pm 0,05$.

Схематичне зображення даних поверхонь представлено на рисунку 2.4.

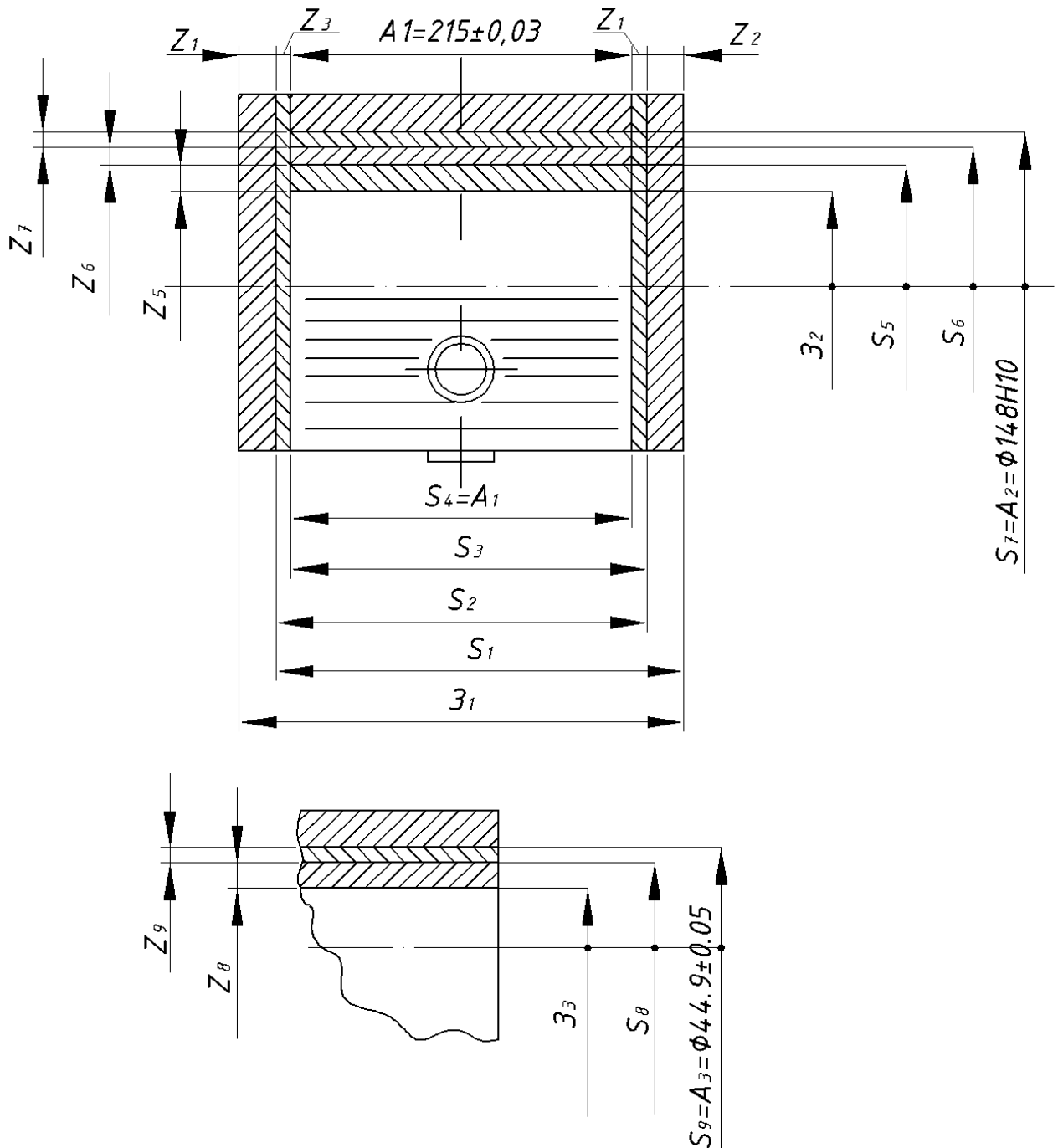


Рисунок 2.4 – Схематичне зображення визначення розмірних ланцюгів

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{6max} = S_{7min} + 2Z_{7min} = 148.0 - 0.02 = 147.98;$$

$$S_{6min} = S_{6max} - TO = 147.98 + 0.06 = 147.92;$$

$$S_6 = 147.92^{+0.06} \text{ мм};$$

$$2Z_7 = 148^{+0.46} - 147.92^{+0.06} = 0.08^{+0.16}_{-0.06} \text{ мм}$$

$$Z_6 = S_6 - S_5$$

$$2Z_{6min} = 0.36 \text{ мм}; \quad TO = 0.16 \text{ мм}$$

$$S_{5max} = S_{6min} + 2Z_{6min} = 147.92 - 0.36 = 147.56;$$

$$S_{5min} = S_{5max} - TO = 147.56 - 0.16 = 147.4 \text{ мм};$$

$$S_5 = 147.4^{+0.16} \text{ мм};$$

$$2Z_6 = 147.92^{+0.06} - 147.4^{+0.16} = 0.52^{+0.06}_{-0.16} \text{ мм}$$

$$Z_5 = S_5 - 3_2$$

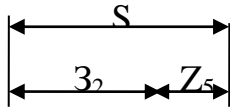
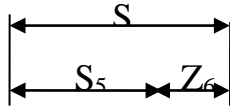
$$2Z_{5min} = 3.8 \text{ мм}; \quad TO = 0.4 \text{ мм}$$

$$3_{2max} = S_{5min} + 2Z_{5min} = 147.4 - 3.8 = 143.6 \text{ мм};$$

$$3_{2min} = 3_{2max} - TO = 143.6 - 0.4 = 143.2 \text{ мм};$$

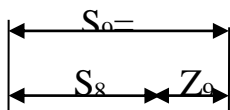
$$3_2 = 143.2^{+0.4} \text{ мм};$$

$$2Z_5 = 147.4^{+0.16} - 143.2^{+0.4} = 4.2^{+0.16}_{-0.4} \text{ мм}$$



Проведемо розрахунок розмірного ланцюгу для розміру $\varnothing 44,9 \pm 0,05$

$$Z_9 = S_9 - S_8$$



$$2Z_{9min} = 0.28 \text{ мм}; \quad TO = 0.1 \text{ мм}$$

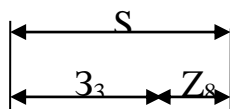
$$S_{8max} = S_{9min} + 2Z_{9min} = 44.85 - 0.28 = 44.57 \text{ мм};$$

$$S_{8min} = S_{8max} - TO = 44.57 - 0.1 = 44.47 \text{ мм};$$

$$S_8 = 44.47^{+0.1} \text{ мм};$$

$$2Z_9 = 44.90^{+0.05}_{-0.05} - 44.47^{+0.1} = 0.38^{+0.05}_{-0.15} \text{ мм};$$

$$Z_8 = S_8 - 3_3$$



$$2Z_{8min} = 2.8 \text{ мм}; \quad TO = 0.25 \text{ мм}$$

$$3_{3max} = S_{8min} + 2Z_{8min} = 44.47 - 2.8 = 41.67 \text{ мм};$$

$$3_{3min} = 3_{3max} - TO = 41.67 - 0.25 = 41.42 \text{ мм};$$

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z_3 = 41,42^{+0,25} \text{ мм};$$

$$2Z_8 = 44,47^{+0,1} - 41,42^{+0,25} = 3,05^{+0,1}_{-0,25} \text{ мм}.$$

2.5 Розрахунок режимів різання, вибір обладнання

Параметри режимів різання для нашого корпусу визначаються так, щоб досягнути найбільшої продуктивності праці при найменшій собівартості даної технологічної операції.

Проведемо аналітичний розрахунок режимів різання для *фрезерування торців корпусу*:

Вибираємо фрезу 2114-0137-ВК6 ДСТУ 2101-2012 торцеву $D=200\text{мм}$; $Z=12$; $\varphi=45^\circ$; $\varphi_0=15^\circ$; $\varphi_1=5^\circ$; $\alpha=20^\circ$; $\gamma=0^\circ$; $\lambda=20^\circ$; $\alpha_1=40^\circ$.

Глибина різання чорнової обробки $t=3,2$ мм згідно ТП.

Подача $S_2=0,1$ мм/дуб.

Середнє значення стійкості інструменту дорівнює $T=240\text{хв}$.

Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v D^{q_v}}{T^m t^x S^y B^U Z^{pr}} \cdot K_v$$

де, $C_v=410$, $q_v=0,25$; $x=0,1$; $y=0,4$; $U=0,15$; $p=0$; $m=0,2$, $B=193\text{мм}$.

Загальний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання:

$$K_v = K_{mv} \times K_{nv} \times K_{uv}$$

де $K_{mv}=0,85$

$$K_{nv}=1,7$$

$$K_{uv}=1,0$$

$$K_v = 1 \times 0,85 \times 1,7 = 1,445;$$

$$V = \frac{410 \cdot 200^{0,25}}{240^{0,2} \cdot 3,2^{0,1} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 193^{0,15} \cdot 1} \cdot 1,44 = 307,1 \text{ м/хв};$$

Частота обертання фрези:

$$n_\phi = \frac{1000V}{\pi D_\phi} = \frac{1000}{\pi \cdot 200} = 489 \text{ хв}^{-1};$$

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розточний різець BK8-2140-9005-1

$t=2,2\text{мм}$; $S=0.3\text{шл/об}$, $T=60\text{хв}$.

Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v, \text{ де}$$

де $C_v=243$; $x=0.15$; $y=0.4$; $m=0.2$

$$K_v = K_m \times K_n \times K_u,$$

де дані коефіцієнти беремо

$$K_m = 0,95$$

$$K_n = 0,8$$

$$K_u = 1,0$$

$$K_v = 0,95 \times 0,8 \times 1,0 = 0,76$$

$$V = \frac{243}{60^{0,2} \cdot 2,2^{0,15} \cdot 0,3^{0,4}} \cdot 0,76 = 95,5 \text{ м / хв}$$

Сила різання:

$$P_z = C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p,$$

де $C_p=920$; $x=1,0$; $y=0,75$; $n=0$,

$$K_p = K_m \times K_\phi \times K_y \times K_\lambda \times K_r$$

$$K_m = 1,02; K_\phi = 1,08, K_y = 1,25; K_\lambda = 1,0; K_r = 0,87$$

$$K_p = 1,02 \times 1,08 \times 1,25 \times 1,0 \times 0,87 = 1,2$$

$$P_z = 920 \times 2,2^{1,0} \times 0,3^{0,75} \times 95,5^0 \times 1,2 = 1400\text{Н}$$

Ефективна потужність різання:

$$N_{\text{сер}} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1400 \cdot 95,5}{1020 \cdot 60} = 2,25\text{кВт}$$

Потужність приводу верстату:

$$N_{\text{ос}} = \frac{N_{\text{сер}}}{\eta} = \frac{2,25}{0,75} = 3,00\text{кВт}$$

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно попередніх розрахунків і даних на верстаті IP500ПМФ4 задані режими різання можна виконати і не потребує значних коректувань.

Свердлити отвір Ø8,5 мм.

Інструмент – свердло Ø85, матеріал свердла Р6М5, позначення 2301-0416

Глибина різання:

$$t = D/2 = 4,25 \text{ мм.}$$

Подача $S = 0,35 \text{ мм/об.}$

Стійкість свердла $T = 60 \text{ хв.}$

Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m S^y} \cdot K_v$$

де $C_v = 40,7$, $q_v = 0,25$; $y = 0,4$; $m = 0,125$

$$K_v = K_{mv} \times K_{nv} \times K_{iv}$$

де $K_{mv} = 1,0$, $K_{nv} = 1,0$

$$K_{iv} = 1,0$$

$$V = \frac{40,7 \cdot 8,5^{0,25}}{60^{0,125} \cdot 0,35^{0,4}} \cdot 1,0 = 63,8 \text{ м / хв}$$

Частота обертання:

$$n_{\phi} = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 63,8}{\pi \cdot 8,5} = 428,2 \text{ хв}^{-1};$$

Крутний момент:

$$M_{кр} = 10 \times C_m \times D^q \times S^y \times K_p$$

де $C_m = 0,005$; $q = 2$; $y = 0,8$, $K_p = K_{mp} = 1,0$

$$M_{кр} = 10 \times 0,005 \times 8,5^2 \times 0,35^{0,8} = 4,23 \text{ Н} \times \text{м}$$

Потужність приводу свердлильного верстату:

$$N_{об} = \frac{N_{эф}}{\eta},$$

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{звідси } N_{\text{эф}} = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750} = \frac{4.23 \cdot 428.2}{9750} = 0.707 \text{кВт}$$

$$N_{\text{дв}} = \frac{0.707}{0.75} = 0.94 \text{кВт}$$

По потужності двигуна та розмірами стола вибираємо вертикально-свердлильний верстат моделі 2Н125 $N_{\text{дв}}=9,2\text{кВт}$, розміри стола 400×450мм

Нарізати різьбу М10 в чотирьох отворах.

Інструмент – мітчик машинний М10-Н8, виконання 2, матеріал Р6М5.

Подача дорівнює кроку різьби, $S=1.5\text{мм/об}$ потрібна при розрахунку швидкості різання та крутного моменту, так як мітчик працює з самоподачею.

Середнє значення стійкості при нарізанні різі в чавунних заготовках $T=90\text{хв}$

Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m S^y} \cdot K_v$$

де $C_v=20$, $q=1.2$; $y=0,5$; $m=0,9$

$$V = \frac{20 \cdot 10^{1.2}}{90^{0.9} 1,5^{0.5}} \cdot 1.0 = 4.5 \text{ м/хв}$$

Частота обертання:

$$n_{\phi} = \frac{1000V}{\pi D} = 143.3 \text{ об}^{-1};$$

Крутний момент:

$$M_{\text{кр}} = 10 \times C_m \times D^q \times p^y \times K_p$$

де $C_m=0,0022$, $q=1,8$; $K_p=K_{\text{кр}}=1,0$

$$M_{\text{кр}} = 10 \times 0,005 \times 8,5^2 \times 0,35^{0,8} = 4,23 \text{ Н} \times \text{м}$$

Ефективна потужність:

$$N_{\text{эф}} = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750} = \frac{1.7 \cdot 143.3}{9750} = 0.03 \text{кВт}$$

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_{\text{сер}}}{\eta} = \frac{0.03}{0.75} = 0,04 \text{кВт}$$

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_o = \frac{L+l}{n \cdot S} \cdot i = \frac{25+5}{1,5 \cdot 100} \cdot 2 = 0,2x\epsilon;$$

$$T_\delta = 0,22x\epsilon;$$

$$T_{обс} = 0,0064x\epsilon;$$

$$T_{OT} = 0,14x\epsilon;$$

$$T_{ум} = T_o + T_\delta + T_{обс} + T_{OT} = 0,54x\epsilon;$$

$$T_{ум-к} = T_{ум} + \frac{T_{н.з}}{n} = 0,54 + \frac{11}{199} = 0,6x\epsilon;$$

Операція 025 Свердлильно-фрезерно-розточна

Фрезернути торці баришок деталі, розточити та нарізати різь у двох отворах під шуцер, просвердлити та нарізати різь під рим-болт.

$$T_o = \frac{L+l}{n \cdot S} \cdot i = \frac{L+l}{S_m} \cdot i ;$$

$$T_o = \frac{62+100}{200} \cdot 3 = 2,43x\epsilon;$$

$$T_o = \frac{35+10}{0,35 \cdot 200} \cdot 2 = 2,07x\epsilon;$$

$$T_o = \frac{30+10}{0,1 \cdot 200} \cdot 2 = 0,7x\epsilon;$$

$$T_o = \frac{25+10}{0,1 \cdot 350} = 0,3x\epsilon;$$

$$T_o = \frac{22+10}{1,25 \cdot 100} = 0,2x\epsilon;$$

$$T_o = \frac{20+10}{2,3 \cdot 100} \cdot 2 = 0,5x\epsilon;$$

$$\sum T_o = 6,2x\epsilon;$$

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{VII} = T_0 + T'_{VII} = 6,2 + 0,5 = 6,7 \text{ хв};$$

$$T_{OП} = T_{VII} + T_y = 6,7 + 0,2 = 6,9 \text{ хв};$$

$$T_{обс} = T_{OП} \cdot \Pi_{об.омо} / 100 = 6,9 \cdot 9,5 / 100 = 0,6 \text{ хв};$$

$$T_{OT} = T_0 \cdot \Pi_{OT} / 100 = 6,9 \cdot 8 / 100 = 0,5 \text{ хв};$$

$$T_{TEX} = T_0 t_{cm} / T = 6,2 \cdot 5 / 80 = 0,5 \text{ хв};$$

$$T_{орз} = T_{OП} \Pi / 100 = 6,9 \cdot 1,2 / 100 = 0,08 \text{ хв};$$

$$T_{ум} = T_{OП} + T_{TEX} + T_{орз} + T_{обс} + T_{OT} = 6,9 + 0,5 + 0,08 + 0,6 + 0,5 = 8,5 \text{ хв};$$

$$T_{ум-к} = T_{ум} + \frac{T_{н.з}}{n} = 8,5 + \frac{27}{199} = 8,6 \text{ хв}$$

Операція 030 Хонінгувальна

Ця заключна операція необхідна для досягнення певного класу шорсткості внутрішньої поверхні, тобто $R_a=0,32 \pm 20\% \text{ мкм}$.

$$T_o = \frac{L+l}{n \cdot S_0} \cdot i = \frac{L+l}{S_m} \cdot i = \frac{215+100}{10 \cdot 14} = 1,8 \text{ хв};$$

$$T_\delta = T_{yc} + T_{з.о} + T_{VII} = 0,143 + 0,02 + 0,057 = 0,22 \text{ хв};$$

$$T_{обс} = T_0 \cdot \Pi / 100 = 0,04 \text{ хв};$$

$$T_{OT} = 1,8 \cdot 8 / 100 = 0,14 \text{ хв};$$

$$T_{ум} = T_o + T_\delta + T_{обс} + T_{OT} = 2,2 \text{ хв};$$

$$T_{ум-к} = T_{ум} + \frac{T_{н.з}}{n} = 2,2 + \frac{5}{199} = 2,23 \text{ хв};$$

Проведемо остаточну перевірку типу виробництва, розрахунки зводимо у таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Нормування технологічного процесу

N опер	Назва операції	$T_{ум}$ хв	$T_{ум-к}$ хв	$T_{н.з}$ хв	C_p	C_n	$\eta_{з.ф.}$	O_n
005	Сверд.-фр.-розточна	19,2	19,3	27	1,6	2	0,8	1
010	Верт. свердлильна	0,8	0,86	11	0,04	1	0,04	20
015	Верт. свердлильна	0,94	1,00	11	0,055	1	0,055	16
020	Верт. свердлильна	0,94	0,6	11	0,035	1	0,035	27
025	Сверд.-фр.-розточна	8,5	8,6	27	0,6	1	0,6	2
030	Хонінгувальна	2,2	2,23	5	0,13	1	0,13	7
		$\Sigma=32,18$	$\Sigma=32,59$			$\Sigma=7$		$\Sigma=73$

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Пристрій складається з основи, на якій кріпляться дві направляючі колони, два пневмоциліндри та два коромисла, за допомогою яких здійснюється затиск. Деталь в пристрої базується за допомогою двох призм, які змонтовані на плиті (основі), та на допоміжні технологічні поверхні.

Пристрій повинен забезпечити перпендикулярність площин торців до осі центрального отвору $0,05\text{мм}$. і паралельність площин торців $0,025\text{мм}$.

Пристрій для хонінгування

Пристрій для хонінгування призначений для механічного затиску корпусу насосу при операції хонінгування центрального отвору.

Пристрій кріпиться за допомогою болтів до столу хонінгувального верстату. Він дає змогу значно зменшити допоміжний час на цій операції. Деталь в пристрою базується за допомогою двох штифтів. Затиск здійснюється за допомогою двох гідро циліндрів, які за допомогою планки притискають корпус до основи плити.

Пристрій повинен забезпечувати циліндричність отвору $0,05\text{ мм}$ і шорсткість після обробки корпусу $R_a\ 0,32\pm 20\% \mu\text{мкм}$.

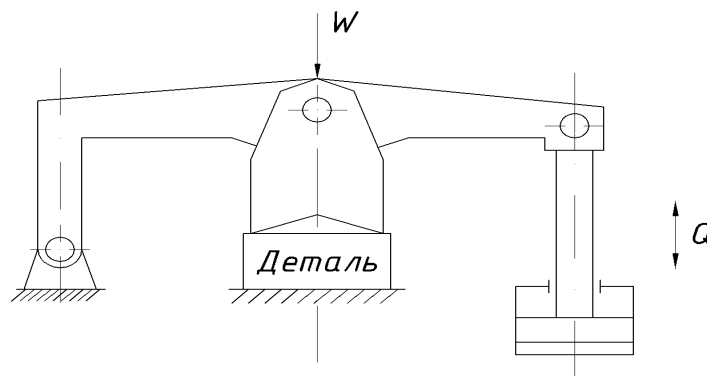


Рисунок 3.1 – Схема компоновки пристрою

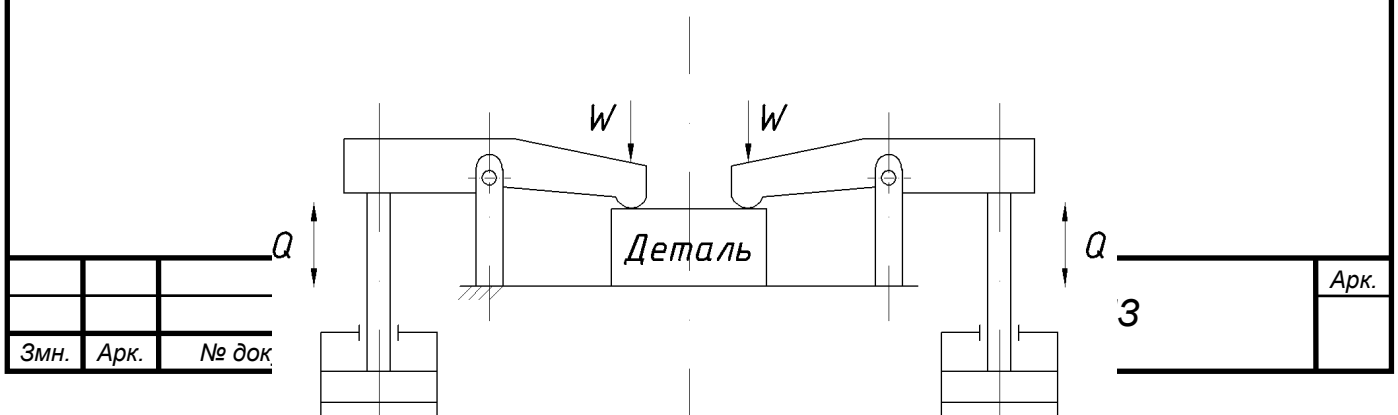


Рисунок 3.2 – Схема компоновки пристрою

У першій схемі (рис.3.1) пристрою зображено пневмоциліндр, який через ричаг (важіль) зачищає деталь. Така схема пристрою дозволяє розвинути досить значні зусилля затиску, легко монтується і технологічно вигідна.

На схемі (рис.3.2) зображено важільний пристрій, де приводом затиску являється також пневмоциліндр. Але на даній схемі деталь закріплюється з обох сторін, що призводить до збільшення лінійних розмірів пристрою і до більшої відповідальності проміжних ланок, а також збільшення комплектності пристрою.

З точки зору установки та зняття деталі, у схемі (рисунок 3.2) це легше зробити. Але враховуючи попередні оцінки та порівняння обидвох схем, та критерії компоновочних схем, доцільно вибрати схему, яку представлено на рисунку 4.1.

$$K_{\sum n} = 0.5K_{n_1} + 0.35K_{n_2} + (-0.1)K_{H_3} + (-0.1)K_{H_4} + 0.05K_{H_5}$$

Таблиця 3.1 – Критерії оцінки компоновочних схем пристрою

№ схеми	Відносний коеф. підсилення, K_{H1}	Коеф. самогальмування, K_{H2}	К-сть передаточних механізмів, K_{H3}	Наявність проміжної ланки, K_{H4}	Комплектність пристрою, K_{H5}
3.1	2	0	2	1	1
3.2	12	1	3	1	1

Для (рисунок 3.1) $K_{\sum H} = 0.5 \cdot 2 + 0.35 \cdot 0 - 0.1 \cdot 2 - 0.1 \cdot 1 + 0.05 \cdot 1 = 0.75$

$K_{\sum H} = 0.5 \cdot 12 + 0.35 \cdot 1 - 0.1 \cdot 3 - 0.1 \cdot 1 + 0.05 \cdot 1 = 5.75$

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

На схемі (рисунок 3.3) зображений пристрій, який з допомогою двох одночасно працюючих пневмоциліндрів і важеля затискує деталь. Дуже проста схема та механізована.

На схемі (рисунок 3.4) зображено затиск корпусу за допомогою двох ексцентрикових кулачків. Такий пристрій вимагає більше часу для затиску, менш надійний.

Розрахуємо сумарний коефіцієнт критеріїв оцінки схем:

$$K_{\sum n} = 0.5K_{H_1} + 0.35K_{H_2} + (-0.1)K_{H_3} + (-0.1)K_{H_4} + 0.05K_{H_5}$$

та зведемо дані в таблицю 3.2.

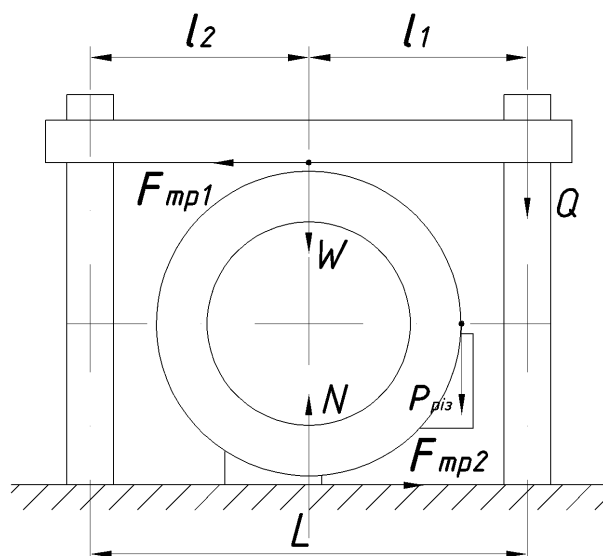
Таблиця 3.2 – Критерії оцінки компоновочних схем пристрою

N схеми	Відносний коеф. підсилення, K_{H1}	Коеф. самогальмування, K_{H2}	К-сть передаточних механізмів, K_{H3}	Наявність проміжної ланки, K_{H4}	Комплектність пристрою, K_{H5}	Сумарний коеф. критеріїв оцінки схеми
4.3	2	0	2	1	1	1,7
4.4	12	1	3	1	1	6,9

По значенню сумарних коефіцієнтів вибираємо схему (рисунок 3.4).

3.1.2 Силевий розрахунок параметрів приводу

Пристрій для свердління, фрезерування та розточування



$$P_{pi3} \frac{D}{2} - F_{mp1,2} D = 0$$

$$F_{mp1,2} = Nf = W(f_1 + f_2)D$$

$$P_{pi3} \frac{D}{2} - W(f_1 + f_2)D = 0$$

$$W = \frac{P_{pi3}}{2(f_1 + f_2)} = \frac{1160}{2(0.18 + 0.2)} = 1524(H)$$

де f_1, f_2 – коефіцієнт ертя сталь-чавун, чавун-чавун.

$$W_{зам} = W \cdot k = 1524 \cdot 2.5 = 3800(H)$$

де k – коефіцієнт запасу міцності для чорнової та чистової операції.

Із прийнятої схеми пристрою сила зажиму на штоці становить, виходячи із ф-ли:

$$Q = W \frac{l_1 + l_2}{l_2} = 3800 \frac{150 + 150}{150} = 7600(H)$$

Виходячи із заданої сили затиску, визначаєм діаметр пневматичного приводу:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} p \eta, \text{ звідси}$$

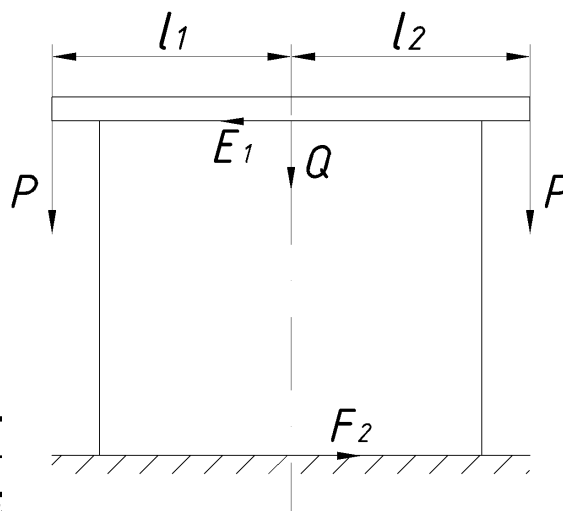
$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi p \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 7600}{3.14 \cdot 0.5 \cdot 0.95}} = 59.8 \text{ мм}$$

де $\eta = 0.95$ – ККД.

$P = 0.5 \text{ МПа}$ – тиск в магістралі.

Беремо діаметр 60 мм пневмоциліндру. Діаметр штоку відносно 18мм.

Пристрій для хонінгування



Змн.	Арк.	№ докум.	Плі

10.000 ПЗ	Арк.
-----------	------

де D – діаметр свердла

$$t = 8,5 / 2 = 4,35 \text{ мм}$$

Подачу рахуємо за формулою:

$$S_o = c' \cdot D^{0,6},$$

де $c' = 0,058$ – стала [3]

$$S_o = 0,058 \cdot 8,5^{0,6} = 0,283 \text{ мм/об}$$

Приймаємо $S_o = 0,25$ мм/об

Швидкість різання рахуємо за формулою:

$$V = CD^2 / (T^m t^x \cdot S_o^y \cdot H_B^{n_1}),$$

де $c = 11400$ – стала [3]

$m = 0,125$; $x = 0$; $y = 0,40$; $n_1 = 1,3$ - показники степеня [3] с. 435

$Z = 0,25$ – показник степеня [3];

$HB175$ – твердість оброблюваного матеріалу за шкалою Бринеля.

$$V = \frac{11400 \cdot 8,5^{0,25}}{25^{0,125} \cdot 7,05^0 \cdot 0,25^{0,40} \cdot 175^{1,3}} = 31,3 \text{ м/хв}$$

Силу різання рахуємо за формулою:

$$P_x = C_1 D^{Z'} S_o^{y'} H_B^n,$$

де $C_1 = 2,60$ стала [3]

$Z' = 1,0$; $y' = 0,80$; $n = 0,6$ показники степеня [3] с. 436

$$P_x = 2,60 \cdot (4)^{1,0} \cdot 0,25^{0,80} \cdot 175^{0,6} = 286,7 \text{ Н}$$

Частота обертання рахується за формулою:

$$n = 1000 \times V / \pi d,$$

$$n = 1000 \cdot 31,38 / 3,14 \cdot 8,5 = 678,5 \text{ хв.}^{-1}$$

Приймаємо $n = 640 \text{ хв.}^{-1}$

Момент різання рахуємо за формулою:

$$N_{кк.} = 10 C_N D^g S^y K_p,$$

де $C_N = 0,021$ – стала [3]

$g = 2,0$; $y = 0,8$ – показники степеня

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	010Б-25.00.00.00.000 ПЗ				

$$\varepsilon_{\Sigma} = 1.2\sqrt{0.00012^2 + 0.012^2} = 0.0144\text{мм}$$

де $k=1,2$ бо " ε_n " становить $n=1\div 5$

Так, як сумарна похибка $\varepsilon_{\Sigma}=0,0144\text{мм}$ менша за допуск циліндричності $0,05$, то пристрій забезпечує точність.

4 ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЬНИЦІ

4.1 Уточнення типу виробництва

Вихідними даними для розрахунку плану дільниці та цеху є:

- об'єм випуску виробів: 15000штук
- роботи проводиться в дві зміни при п'ятиденному тижні:
- дійсний фонд часу при такому режимі роботи складає:
 - 1) для обладнання і робочих місць 4015год;
 - 2) для працівників – 1860год.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	010Б-25.00.00.00.000 ПЗ					

Згідно оптимального технологічного процесу деталі-представника, розраховуємо верстатомісткість виробу для виробу якого проектується дільниця цеху.

Верстатомісткість всіх інших деталей, які входять і вузол визначаємо по верстатомісткості основної деталі з врахуванням і різниці по масі, серійності і складності механічної обробки. Різниця по кожному параметру оцінюється відповідним коеф.

Загальний коефіцієнт:

$$K_{заг} = K_0 = K_m + K_{сер} + K_{скл}$$

де K_m – коеф. приведення по масі

$K_{сер}$ – коеф. приведення по серійності;

$K_{скл}$ – коеф. приведення по складності, звідси:

$$K_m = \sqrt[3]{\left(\frac{Q_x}{Q}\right)^2}$$

Q_x - маса приведеної деталі;

Q – маса деталі-представника;

$$K_{сер} = \left(\frac{N}{N_{сер}}\right)^{0,15}$$

N – виробнича програма деталі-представника;

N - виробнича програма приведеної деталі;

0,15 – показник для серійного виробництва.

$$K_{скл} = \left(\frac{H_x}{H}\right)^{0,5}$$

H_x – число оброблюваних поверхонь приведеної деталі;

H – число оброблювальних поверхонь деталі-представника

$$T_x = T \times K_0$$

T_x – верстатомісткість механічної обробки приведеної деталі;

T – верстатомісткість мех. Обробки деталі-представника;

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

010Б-25.00.00.00.000 ПЗ

k_o – загальний коефіцієнт приведення.

Розрахунок необхідної кількості основного виробничого обладнання наведено в таблицю 4.1.

Розрахунок необхідної кількості верстатів для механічної обробки корпуса точним методом.

Таблиця 4.1 – Розрахунок необхідної кількості верстатів

N опер	Назва верстату	Назва операції	Гітний Випуск, шт	Норма часу на одну операц $T_{шт-к, хв}$	Час на річну обробку, даної опер. год	Необхідність у верстатах		Коеф. завантаж %
						C_D	C_n	
005	ИР500ПМФ4	Сверд.-фр.-розт.	15000	19,3	4825	1,6	2	80
010	2Н125	Верс.-сверд.		0,86	215	0,04	1	4
015	2Н125	Верс.-сверд.		1,00	250	0,55	1	5,5
020	2Н125	Верс.-сверд.		0,6	150	0,035	1	3,5
025	ИР500ПМФ4	Сверд.-фр.-розт.		8,6	2150	0,6	1	60
030	ССВ16	Хонінгув.		2,23	557,5	0,13	1	13

Укрупнений розрахунок основного виробничого обладнання для виготовлення всіх деталей виробу проводимо далі.

Складаємо таблицю 4.2, де визначаємо загальний коефіцієнт приведення для всіх інших деталей виробу і по цьому коефіцієнту визначаємо верстатомісткість.

Таблиця 4.2 – Визначення загального коефіцієнту приведення

N n/p	Назва деталі	Номер деталі	Маса деталі, кг	K_m	Річна програма N, шт.	$K_{сер}$	К-сть оброб. поверхонь	$K_{скл}$	K_o	Верстатомісткість, хв.
1	Корпус	ГВП15-438-М	13,8	1	15000	1	11	1	1	32,59
2	Ротор	ГВП15-438-М	8,7	0,735	15000	1	9	0,9	0,66	21,51
3	Кришка	ГВП15-438-М	4,1	0,445	30000	0,9	12	1,04	0,42	13,69

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Тепер маючи загальну верстатомісткість, механічної обробки всіх деталей виробу і виробничу програму, визначаємо загальну к-сть необхідного обладнання:

$$C_n = \frac{T_B \cdot N}{60 \cdot F_g \cdot K_s}$$

$$C_n = \frac{67,79 \cdot 15000}{60 \cdot 4015 \cdot 0,75} = 6,5 \approx 7 \text{ верстатів}$$

Для механічної обробки деталей виробу ГВП15-438-М на річну програму N=15000 шт. по розрахункам необхідно 7 верстатів, а при такій кількості верстатів може бути невелика дільниця, а не цех. В механічному цеху буває не менше 100 верстатів. Тому приймаємо, що в цеху виготовляється 15 видів подібних виробів. Тоді в цеху буде $15 \times 7 = 105$ верстатів даного виробництва.

Розрахунок необхідної кількості верстатів для допоміжних дільниць:

1. Наша заготувальна дільниця використовується для централізованого заточування різального інструменту. При укрупненому розрахунку, який використовується у нас, необхідна кількість заточувальних верстатів визначається із таб. 14.3 [2]. Згідно якої, для заточувальної дільниці цеху необхідно – 4 верстати.

2. Дільниця ремонту інструментів: оснастки приміняється для середнього і текучого ремонту. Кількість верстатів для дільниці визначається по нормах, згідно таб. 14.5 [2]. Отже, кількість основних верстатів 3 одиниці і допоміжних 3. Всього – 6 верстатів.

3. Кількість верстатів для ЦРБ вибираємо згідно норм таб.14.6 [2]. Для механічного цеху з 105 верстатами для ЦРБ необхідно – 2 верстати.

Згідно нормування, яке було проведене у розділі 2.6.5, загальний штучно-калькуляційний час становив для всіх операцій 32,59 хв.

Таблиця 4.3 – Уточнення організаційної форми виробництва

Операція та її назва	$T_{шт-к}$	m_p	C_n	$\eta_{зюф}$	O_n
----------------------	------------	-------	-------	--------------	-------

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	010Б-25.00.00.00.000 ПЗ					

	хв.				
005 Сверд.-фр.-розточна з ЧПК	19,3	1,6	2	0,8	1
010 Вертикально-свердлильна	0,86	0,04	1	0,04	20
015 Вертикально-свердлильна	1,00	0,055	1	0,055	16
020 Вертикально-свердлильна	0,6	0,035	1	0,035	27
025 Сверд.-фр.-розточна з ЧПК	8,6	0,6	1	0,6	2
030 Хонінгувальна	2,23	0,13	1	0,13	7
	$\Sigma=32,59$		$\Sigma=7$		$\Sigma=73$

$$K_{з.о} = \frac{K_o}{K_{рм}} = \frac{\sum O_n}{\sum C_n} = \frac{73}{7} = 10,4$$

Виробництво середньосерійне.

Уточнюємо організаційну форму виробництва.

Для потокової форми, величина добової програми випуску деталей є:

$$N_o = \frac{N}{D} = \frac{15000}{254} = 59,06 \approx 60шт$$

Добова продуктивність однономенклатурної потокової лінії

$$Q_o = \frac{r \cdot F_c \cdot \eta_{зн}}{T_{шт-к}} = \frac{6 \cdot 952 \cdot 0,6}{32,59} = 105,16;$$

$N_o < Q_o$ – недоцільно вибирати потокову форму; визначаємо для групової форми організацій виробництва, попередній розмір партії деталей

$$n_1 = \frac{N \cdot a}{D} = \frac{15000 \cdot 3}{254} = 178дет$$

Встановлюємо кількість змін:

$$C_n = \frac{T_{штк} \cdot n_1}{0,5 \cdot r \cdot F_c \cdot \eta_{н1}} = \frac{32,59 \cdot 178}{0,5 \cdot 6 \cdot 952 \cdot 0,8} = 2,5;$$

$$C_{np} = 3$$

Встановлюємо розмір партії деталей:

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	010Б-25.00.00.00.000 ПЗ					

$$n_{np} = \frac{0.5 \cdot r \cdot F_c \cdot \eta_{H1}}{T_{ум-к}} C_{np} = \frac{0.5 \cdot 6 \cdot 952 \cdot 0.8}{32,59} \cdot 3 = 210 \text{дет};$$

4.2 Визначення кількості працівників на дільниці

Дільниця:

$$P_v = \frac{C_n \cdot \Phi_c \cdot \kappa_{зн}}{\Phi_p \cdot \kappa_n} = \frac{11 \cdot 4015 \cdot 0.75}{1820 \cdot 1.0} = 19(\text{чол}),$$

Слюсарі – приймаємо для масового виробництва 1÷3% P₀.

Дільниця:

$$P_{cl} = \frac{19 \cdot 3}{100} = 0.57 = 1(\text{чол})$$

Всього основних робітників.

Дільниця:

$$P_o = P_v + P_{cl} = 19 + 1 = 20(\text{чол}),$$

Останні категорії робітників приймаємо приблизно в процентах від основних робітників.

Допоміжні робітники складають в умовах масового виробництва 35÷50% від загальної кількості робітників:

$$P_{дон} = 50\% P_o,$$

Дільниця:

$$P_{дон}^o = \frac{50 \cdot 20}{100} = 10(\text{чол})$$

Молодший обслуговуючий персонал 2-3%, ІТР=11÷13%, СКП=4÷5% від загальної кількості робітників. Результати зводимо в таблицю 4.2.

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.4 – Загальна чисельність працюючих на ділянці

№ п/п	Категорії працюючих	Позначення	Основа розрахунку	Дільниця
1.	Верстатники	P_B	$P_B = \frac{C_n \cdot \Phi_c \cdot \kappa_{zn}}{\Phi_p \cdot \kappa_n}$	19
2.	Слюсарі	$P_{сл}$	2% P_B	1
	Всього: основних робітників	P_o	$P_B + P_{сл}$	20
3.	Допоміжні робітники	$P_{д.оп}$	50% P_o	10
4.	Загальна кількість робітників	$P_{заг}$	$P_o + P_{д.оп}$	30
5.	ІТР	$P_{ІТР}$	13% $P_{заг}$	4
6.	Змінно-контрольний персонал	$P_{СКП}$	5% $P_{заг}$	2
	МОП		3% $P_{заг}$	1
7.	Всього працюючих	$P_{МОП}$	$\Sigma P_{заг} + P_{ІТР} + P_{СКП} + P_M$	37
8.		P		

Чисельність працюючих в найбільшу зміну:

Дільниця:

$$P_n = \frac{P}{\kappa_{зм}} = \frac{37}{1.7} = 22(\text{чол})$$

$\kappa_{зм} = 1.7$ – коефіцієнт змінності.

4.3 Розрахунок виробничої площі ділянки

Виходячи із загальної площі ділянки $S_{ц} = 3018,2 \text{ м}^2$, приймаємо:

l -ширина;

$$l = 18 \text{ м.}$$

L -довжина прогону;

$$L = 72 \text{ м}$$

t -крок;

$$t = 12 \text{ м}$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	010Б-25.00.00.00.000 ПЗ					

Визначимо площу ділянки:

$$S_n = l \cdot L = 18 \cdot 72 = 1296 \text{ (м}^2\text{)}$$

При компоюванні ділянки механічної обробки деталі обладнання, будемо розташовувати по ходу виконання операцій, технологічного процесу. Верстати розташовуємо в один ряд, послідовно.

4.4 Розробка технологічного планування ділянки

Виробничу площу знаходимо по кількості верстатів та питомій площі на одиницю обладнання:

$$S_v = S \cdot B_0$$

де S –питома площа на одиницю обладнання:

$$S=20 \text{ м}^2$$

$$S_v=20 \cdot 114 = 2280 \text{ (м}^2\text{)}$$

Верстати на ділянці розташовані в ряд, по ходу виконання технологічного процесу виготовлення деталі. Транспортні засоби пов'язані з типом виробництва і взаємно розташовані згідно технологічного процесу.

Відстань між верстатами по фронту рівна 1,2 м. Ширину проїздів приймаємо 3,4 м, проходів 1,4 м. Ширину стелажного обладнання приймаємо рівною 0,47 м, відстань від бокової сторони верстату до колони складає 0,8 м.

Робочі місця організовуємо так, щоб забезпечити мінімальні енергозатрати робітника і зменшити його втомлюваність.

4.5 Основні техніко-економічні показники ділянки

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	010Б-25.00.00.00.000 ПЗ					

На основі кошторису затрат на виробництво розрахуємо об'єм валової продукції цеху в оптовій ціні по проектному варіанту:

$$O_{Ц}^{\Pi} = C_{\Pi} + \Pi_{\Pi},$$

де $O_{Ц}^{\Pi}$ – оптова ціна річного випуску продукції;

C_{Π} – повна собівартість річного випуску продукції;

Π_{Π} – прибуток;

$$O_{Ц}^{\Pi} = 6641293,98 + 996194,09 = 7637488,07 \text{ грн}$$

Рівень рентабельності визначається по формулі:

$$P = \frac{\Pi}{\Phi_{осн} + \Phi_{об}} \cdot 100 \%,$$

Π – прибуток;

$\Phi_{осн}$ – вартість основних фондів;

$\Phi_{об}$ – вартість оборотних засобів.

$$P_{пр} = \frac{996194}{1279936.32 + 507701.5} \cdot 100 = 7.1 \%$$

Економічна ефективність капітальних вкладень:

$$E_{пр} = \Pi_{пр} / \Phi_{осн} = 126982.92 / 507701.5 = 0.25$$

Розрахункове значення коефіцієнту економічної ефективності для нашого випадку повинно задовольняти умові:

$$E_{сп} \geq E_{н},$$

де $E_{н}$ – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень ($E_{н}=0.15$)

В нашому випадку дана вимога виконана.

Термін окупності капітальних вкладень:

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{ок пр}} = \frac{512772.5 - 507701.5}{848533.53 - 846552.85} = 2,9 \text{ роки}$$

Нормативний строк окупності рівний 3,5 років, тобто наш випускний проект є доцільним для впровадження у виробництво.

Виробіток на одного працюючого:

$$P_{\text{гр пр}} = \frac{O_{\text{Ц}}}{P_{\text{оош}}} = \frac{7637488,07}{45} = 169721.9 \text{ грн}$$

Показник фондівдачі:

$$\Phi_{\text{отд пр}} = \frac{O_{\text{Ц}}}{\Phi_{\text{оск}}} = \frac{7637488,07}{507701.5} = 1.92$$

Річний економічний ефект:

$$E_p = (C_6 + E_n \times K_6) - (C_{\text{п}} + E_n \times K_{\text{п}}),$$

де C_6 , $C_{\text{п}}$ – собівартість річного обсягу продукції по варіантах, грн.;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень;

K_6 , $K_{\text{п}}$ – капітальні вкладення по варіантах, грн.

$$E_p = (190192 + 0.15 \times 177584) - (169962 + 0.15 \times 173149) = 204896 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків представляємо у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Техніко-економічні показники

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Загальні питання охорони праці в механічній дільниці

Сучасне виробництво, на якому широко застосовуються верстати характеризується тим, що більшість операцій обробки і транспортування виконуються з участю робітника.

Сучасні верстати є потужними і швидкохідними машинами з складними механізмами, що ведуть автоматичну обробку заготовок одночасно декількома ріжучими інструментами, знімають великий та значний об'єм стружки і потребують в процесі роботи значного охолодження.

Експлуатація металорізальних верстатів пов'язана з травматизмом, який найбільш часто виникає при ремонті і обслуговуванні. При цьому явними причинами появи таких нещасних випадків є: брак засобів захисту, певна відмова системи управління, неефективність системи видалення стружки, електронебезпека, небезпека травм від рухомих частин обладнання.

Джерелом наявності шкідливих домішок в повітрі є мастильно – охолоджувальні рідини певної консистенції.

Шум виникає при роботі двигуна верстата, при переміщенні автооператора і верстатника, роботі ланцюгових передач і значно підсилюється при незбалансованості рухомих та діючих вузлів верстата.

Погане та нечітке освітлення особливо небезпечне при проведенні налагоджувальних та відновлювальних робіт, які потребують високої точності встановлення вузлів, а, отже, напруження людського зору.

Для забезпечення нормальних і безпечних умов роботи верстатників та робітників поряд з виконанням правил техніки безпеки надважливе значення має також створення в цеху сприятливого певного мікроклімату, забезпечення нормального і чіткого освітлення, зниження виробничого шуму, правильне

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електрообладнанню вимогам. Доступ до електрообладнання (електрошафи, кінцевим вимикачам і іншим деталям електрообладнання) дозволяється лише електриковому з дозволом. Необхідно слідкувати за справністю електричних блокуючих пристроїв на дверцях коробки передач, задньої стійки тощо.

Не допускається оголення струмопровідних частин нашого електрообладнання, а також відсутність огороження деталей електроапаратури верстату, до яких можливий випадковий дотик під час роботи або регулювання його. Точно не можна працювати на верстаті з несправним місцевим освітленням.

5.2 Розрахунковий вибір віброопор типу ОВ-30 для фрезерного верстату

1. Спочатку визначаємо положення центра мас верстата, рахуючи, що маса верстата рівномірно розподілена по об'єму і умовно розбиваючи його на окремі частини, форма яких може бути у вигляді паралелепіпедів і кубів, у будь-якій вибраній системі координат.

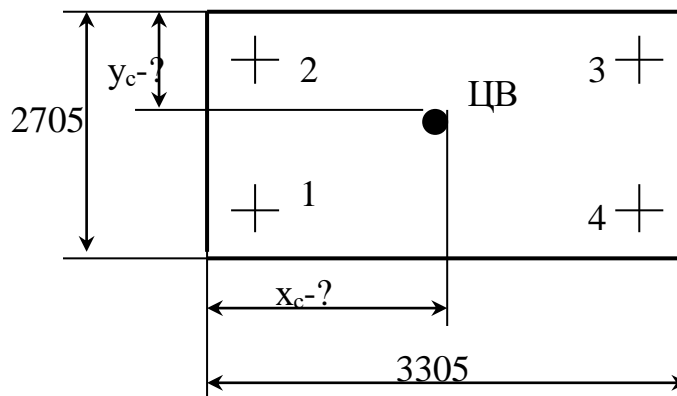


Рисунок 5.1 – Спрощений вигляд верстата в плані

Положення центра мас в цьому випадку буде становити: [(1)ст.92]

$$X_c = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \times m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} = \frac{x_1 m_1 + x_2 m_2 + x_3 m_3}{m_1 + m_2 + m_3},$$

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де y_i, x_i – положення центра маси i -тої частини;

m_i – маса i -тої частини.

$$y_c = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \times m_i}{\sum m_i},$$

2. Виходячи з того, що віброізолюваний верстат не повинен втрачати стійкість і що всі опори розміщуються однотипно, ми визначаємо реакцію опор. Типова схема установки фрезерного верстата на віброопори приведена на рисунку 5.2.

Використовуємо схему верстата для розбиття на 3 прості частини, а для спрощення розрахунків вважаємо, що вісь x – вісь симетрії.

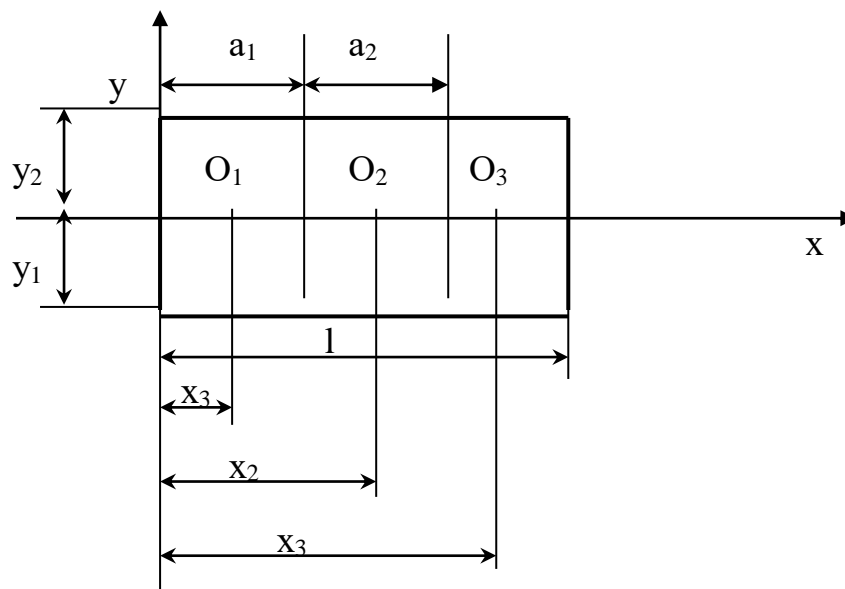


Рисунок 5.2 – Розрахункова схема верстата:

a_1, a_2, \dots, a_i – довжина i -тої частини;

x_1, x_2, \dots, x_i – положення i -тої частини;

O_1, O_2, \dots, O_3 – центри положень i -тої частини

$$l = \sum_{i=1}^n a_i \text{ – загальна довжина.}$$

$$l = a_1 + a_2 + a_3 = 3305 \text{ (мм)}$$

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

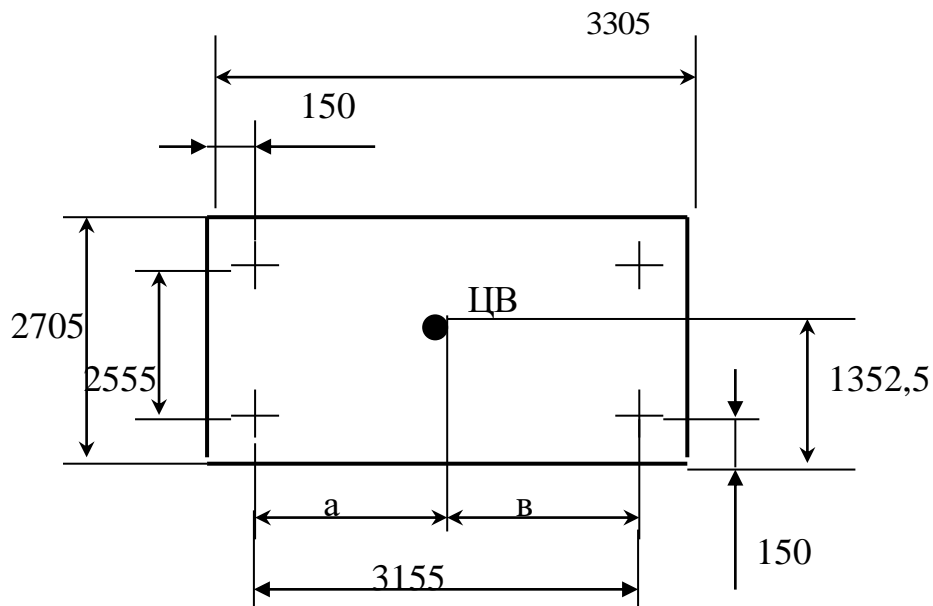


Рисунок 5.3 – Спрощена схема верстата

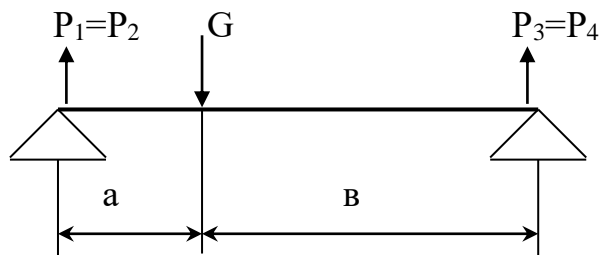


Рисунок 5.4 – Розрахункова схема по визначенню реакцій опор верстата

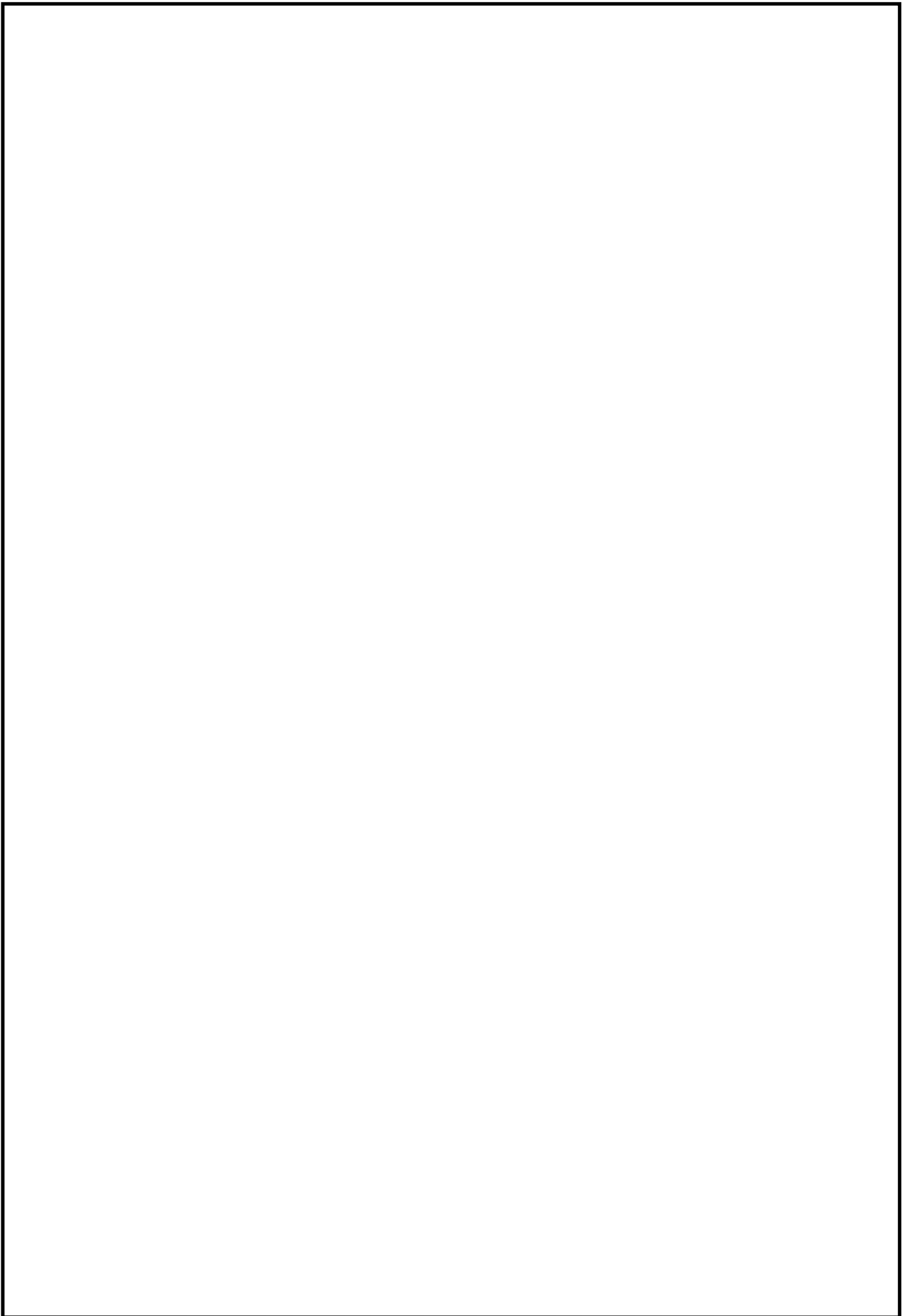
$$P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = G = mg,$$

де P_1, \dots, P_4 – опорні реакції віброізоляторів;

G – вага верстата;

m – маса верстата.

					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



					010Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		