

**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 КПФЕК-03-М**

спеціальність 131 Прикладна механіка  
(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»  
(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти  
групи ІМс-21  
Мирончук Павло Петрович

(підпис)

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

(підпис)

Кваліфікаційну роботу  
допущено до захисту  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ 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**

Мирончуку Павлу Петровичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: *Проектування ділянки з розробкою технологічного процесу механічної обробки деталі корпусу КПФЕК-03-М*

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 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: технологічна документація, базовий технологічний процес корпусу, програма випуску, креслення деталі корпусу КПФЕК-03-М, 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 – 1 ф. А1; 3. Верстатний пристрій – 1 ф. А1; 4. Контрольний пристрій – 1 ф. А1. 5. План ділянки – 1 ф. А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 1.03.2024 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)

Мирончук П.П.  
(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Повстяной О.Ю.  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Миرونчук П.П. Проектування дільниці з розробкою технологічного процесу механічної обробки деталі корпусу КПФЕК-03-М. 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, контрольного пристрою.

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

Myronchuk P. Design of a site with the development of a technological process for mechanical processing of a body part KPFEK-03-M. 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.





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

					055Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





$$K_M = 1 [1],$$

$$K_C = 0,83 [1],$$

$$K_B = 0,8 [1],$$

$$K_{II} = 0,76 [1],$$

$q = 21,85$  кг – маса готової деталі.

$S_{відх} = 250$  грн. – ціна 1т відходів

Таблиця 1.1 – Дані для розрахунку вартості заготовки

Найменування показників	Базовий варіант	Проектний варіант
Вид заготовки	ВИЛИВОК	ВИЛИВОК
Група складності	3	3
Клас точності по ГОСТ1855-85	3	2
Маса заготовки, кг	33,7	27,4
Базова вартість 1т заготовок, грн.	3600	3600
Вартість 1т стружки, грн	250	250

Тоді вартість заготовки по базовому варіанту

$$S_{заг}^{\bar{o}} = \left( \frac{360}{1000} \cdot 33,7 \cdot 1,05 \cdot 0,83 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,76 \right) - (33,7 - 21,85) \frac{250}{1000} = 6,13 \text{ грн.}$$

$$S_{заг}^n = \left( \frac{360}{1000} \cdot 27,4 \cdot 1 \cdot 0,83 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,76 \right) - (27,4 - 21,85) \frac{250}{1000} = 2,78 \text{ грн.}$$

Економічний ефект визначаємо по формулі:

$$E_3 = (S_{заг}^{\bar{o}} - S_{заг}^n) \cdot N = (6,13 - 2,78) \cdot 40000 = 133960 \text{ грн,}$$

Як видно з розрахунків проектний варіант отримання заготовки має значну економію матеріалу економічний ефект становить 133 960 грн.

Таким чином, для отримання заготовки приймаємо метод лиття в кокіль.

### 1.3 Вибір методу обробки поверхонь

На основі забезпечення функціонального призначення поверхні, вимог геометричної точності робимо вибір методу обробки поверхонь заготовки.

					<b>055Б – 25.00.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		





10	M <sub>8</sub> -7H	700	33	21,2	2	Нарізати різь $E = 3,0$
11	M <sub>12</sub> -7H	700	33	21,2	2	Нарізати різь $E = 3,0$

#### 1.4 Визначення типу та організаційної форми виробництва

Річна програма випуску  $N = 40000$  шт.

Режим роботи двозмінний.

Дійсний річний фонд часу роботи обладнання ( $F_g$ ) рівний 4015 год.

Тип виробництва задається коефіцієнтом закріплення операцій.

$$K_{з.о.} = \frac{Q}{P_M},$$

де  $Q$  – число різних операцій;

$P_M$  – число робочих місць, на яких використовуються дані операції.

Маючи штучний час, що витрачається на кожну операцію, визначаємо кількість верстатів:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_g \cdot \eta_{з.о.}},$$

де  $N$  – річна програма, шт.;

$T_{шт}$  – штучний час на основі базового варіанту;

$F_g$  – дійсний річний фонд часу;

$\eta_{з.о.}$  – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання,  $\eta_{з.о.} = 0,7$ ;

Операція 005 Поздовжньо-фрезерна:

$$m_p = \frac{40000 \cdot 68}{60 \cdot 4015 \cdot 0,7} = 11,36$$

Приймаємо 12 верстатів моделі 6540Ц.

Операція 010 Поздовжньо-фрезерна:

$$m_p = \frac{40000 \cdot 23,2}{60 \cdot 4015 \cdot 0,7} = 4,14$$

Приймаємо 5 верстатів моделі 6P83

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	<b>055Б – 25.00.00.00.000 ПЗ</b>					

Операція 015

$$m_p = \frac{40000 \cdot 12,5}{60 \cdot 4015 \cdot 0,7} = 1,89$$

Приймаємо 2 верстати моделі ЗБ722

Операція 020

$$m_p = \frac{40000 \cdot 50}{60 \cdot 4015 \cdot 0,7} = 8,04$$

Приймаємо 9 верстатів моделі ЛФ320Ф<sub>3</sub>

Визначити значення фактичного коефіцієнта завантаження обладнання по кожній операції:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{p},$$

Операція 005

$$\eta_{з.ф.} = \frac{11,36}{16} = 0,71;$$

Операція 010

$$\eta_{з.ф.} = \frac{4,14}{6} = 0,69;$$

Операція 015

$$\eta_{з.ф.} = \frac{1,89}{3} = 0,69;$$

Операція 020

$$\eta_{з.ф.} = \frac{8,04}{12} = 0,67;$$

Кількість операцій, що використовуються на кожному робочому місці:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}},$$

Операція 005

$$O_1 = \frac{0,7}{0,71} = 0,98;$$

Операція 010

					055Б – 25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$O_2 = \frac{0,7}{0,69} = 1,01;$$

Операція 015

$$O_3 = \frac{0,7}{0,63} = 1,11;$$

Операція 020

$$O_4 = \frac{0,7}{0,67} = 1,04;$$

Визначаємо коефіцієнт закріплення операцій:

$$K_{з.о.} = \frac{0,98 + 1,01 + 1,11 + 1,04}{4} = 1,05;$$

$1 < K_{з.о.} < 10$  – виробництво крупносерійне.

					055Б – 25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Аналіз технологічності конструкції деталі

Основні технологічні вимоги до деталей, що оброблюються на верстатах з ЧПК полягають у наступному:

- 1) жорсткість конструкції – достатня;
- 2) установлюючі бази – досить зручні;
- 3) забезпечена можливість концентрації обробок з одної установки;
- 4) взаємний зв'язок внутрішніх посадочних отворів з зовнішньою поверхнею деталі;
- 5) координати оброблюваних елементів задані з врахуванням проведення обробки на верстатах з ЧПК;

Для визначення технологічності деталі типу «корпус», користуємося рекомендаціями ДСТУ 2341-2004. Він включає в себе наступні показники:

- 1) коефіцієнт уніфікації:

$$K_{ун.ел.} = \frac{Q_{ун.ел.}}{Q_{заг.ел.}} \geq 0,6,$$

де  $Q_{ун.ел.}$  – кількість уніфікованих елементів деталі;

$Q_{заг.ел.}$  – загальна кількість елементів деталі;

При  $K_{ун.ел.} \geq 0,6$  вибір відноситься до технологічних.

$$K_{ун.ел.} = \frac{29}{46} = 0,63 > 0,46;$$

Отже, деталь технологічна.

- 2) коефіцієнт точності обробки

$$K_T = \frac{1}{A_{cp}},$$
$$A_{cp} = \frac{\sum A_i}{\sum n_i},$$

									Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					

055Б – 25.00.00.00.000ПЗ

де  $A_{cp}$  – середній квалітет;

$n_i$  – кількість розмірів відповідального квалітету.

При  $K_T \leq 0,8$  – деталь дуже точна.

$$A_{cp} = \frac{14 \cdot 25 + 9 \cdot 1 + 8 \cdot 1 + 7 \cdot 2}{25 + 1 + 1 + 2} = 13,8;$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{13,8} = 0,92 > 0,8;$$

Деталь середньої точності.

3) коефіцієнт шорсткості:

$$K_u = \frac{1}{B_{cp}},$$

$$B_{cp} = \frac{\sum B_u \cdot n_{iu}}{\sum n_{iu}},$$

де  $B_u$  – клас шорсткості;

$n_{iu}$  – кількість поверхонь відповідного класу шорсткості.

При  $K_u < 0,16$  вибір відноситься до важкооброблюваних.

$$B_{cp} = \frac{8 \cdot 1 + 6 \cdot 6 + 4 \cdot 22}{1 + 6 + 22} = 4,55;$$

$$K_u = \frac{1}{4,55} = 0,2;$$

Деталь легкооброблювана.

Деталь достатньо технологічна, допускає використання високопродуктивних режимів обробки, використання стандартного ріжучого інструменту.

## 2.2 Вибір технологічних баз

Вибір технологічних баз визначає точність лінійних розмірів відносно положень поверхонь, одержаних в процесі обробки.

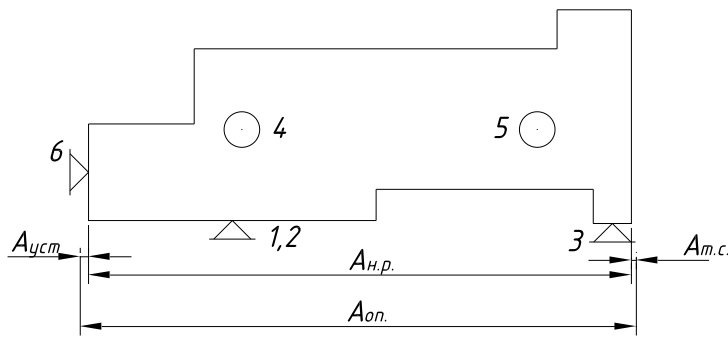
									Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	055Б – 25.00.00.00.000ПЗ				

Таблиця 2.1 – Вибір і обґрунтування баз

					055Б – 25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		



020



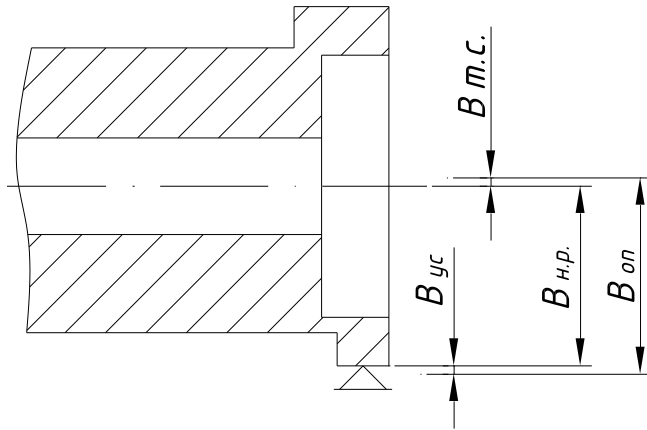
$$\omega_{A_{оп.}} = \omega_{н.р.} = \omega_{m.c.} + \omega_{уст.}$$

$$\omega_c = \omega_{н.р.} + \omega_{m.c.} = 0,12 \text{ мм}$$

$$\omega_{уст.} = 0,08 \text{ мм}$$

$$\omega_{A_{оп.}} = 0,12 + 0,08 = 0,20 \text{ мм}$$

$$T = 0.19(H11)$$



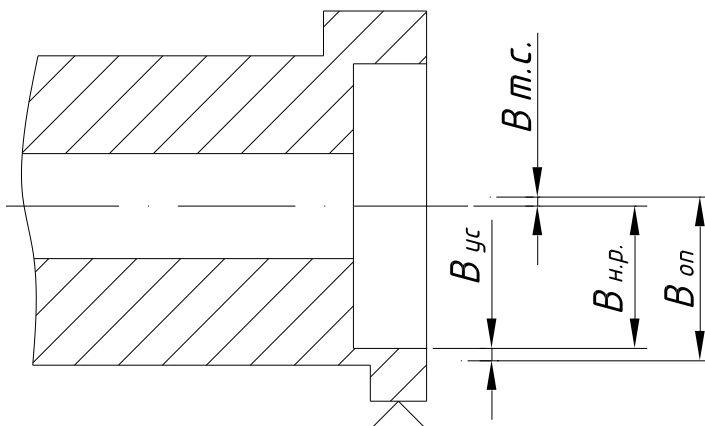
$$\omega_{B_{оп.}} = \omega_{m.p.} = \omega_{н.р.} + \omega_{m.c.} + \omega_{уст.}$$

$$\omega_c = \omega_{н.р.} + \omega_{m.c.} = 0,06 \text{ мм}$$

$$\omega_{уст.} = 0$$

$$\omega_{B_{оп.}} = 0,06 \text{ мм}$$

$$T_{B_{оп.}} = 0,059(H10)$$



$$\omega_{B_{оп.}} = \omega_{н.р.} + \omega_{m.c.} + \omega_{уст.}$$

$$\omega_c = \omega_{н.р.} + \omega_{m.c.} = 0,06 \text{ мм}$$

$$\omega_{уст.} = 0$$

$$\omega_{B_{оп.}} = 1,5 \cdot 0,06 = 0,09 \text{ мм}$$

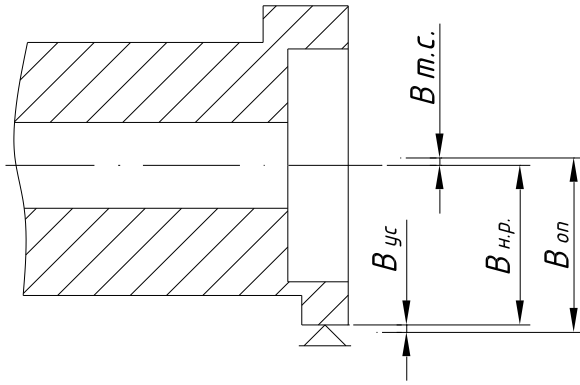
$$T_{B_{оп.}} = 0,087(H10)$$

Продовження таблиці 2.1

Арк.

055Б – 25.00.00.00.000ПЗ

Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата
------	------	-------------	--------	------



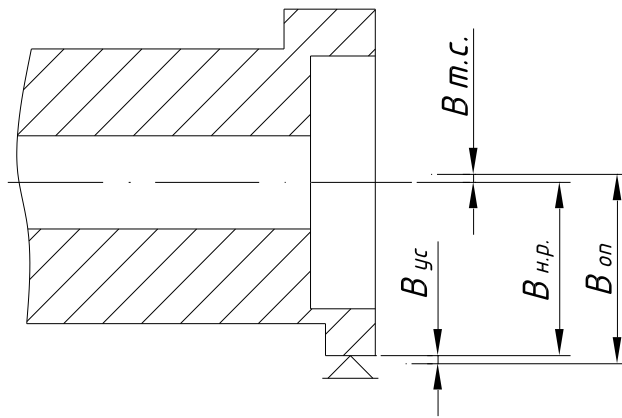
$$\omega_{Bon} = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} + \omega_{узм}$$

$$\omega_c = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} = 0,04 \text{ мм}$$

$$\omega_{узм} = 0$$

$$\omega_{Bon} = 0,15 \cdot 0,04 = 0,03 \text{ мм}$$

$$T_{Bon} = 0,025(H8)$$



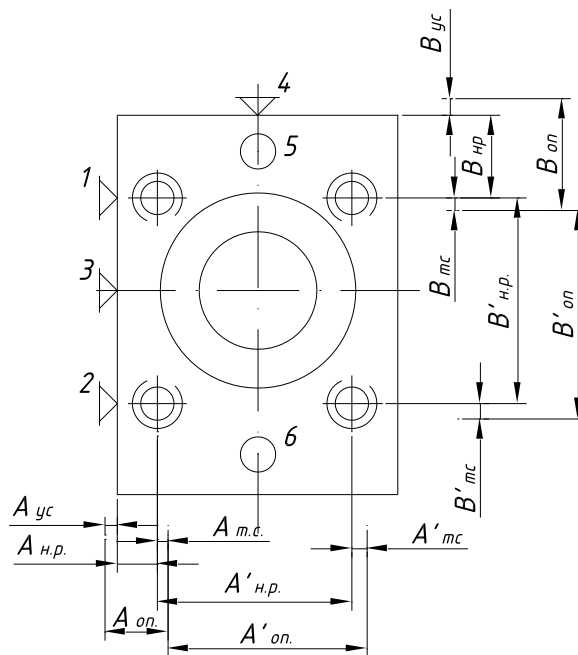
$$\omega_{Bon} = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} + \omega_{узм}$$

$$\omega_c = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} = 0,04 \text{ мм}$$

$$\omega_{узм} = 0$$

$$\omega_{Bon} = 1,5 \cdot 0,04 = 0,06 \text{ мм}$$

$$T_{Bon} = 0,059(H9)$$



$$1. \omega_{Aon} = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} + \omega_{узм}$$

$$\omega_c = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} = 0,1 \text{ мм}$$

$$\omega_{узм} = 0,08 \text{ мм}$$

$$\omega_{Aon} = 0,18 \text{ мм}$$

$$T_{Aon} = 0,18 \text{ мм}$$

$$2. \omega'_{Aon} = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} + \omega'_{м.с.}$$

$$\omega_c = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} = 0,15 \text{ мм}$$

$$\omega'_{Aon} = 0,225 \text{ мм}$$

$$T_{Bon} = 0,22 \text{ мм}(H11)$$

$$3. \omega_{Bon} = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} + \omega_{узм}$$

$$\omega_{узм} = 0,08 \text{ мм}$$

$$\omega_{Bon} = (\omega_{н.р.} + \omega_{м.с.}) \cdot 1,5 =$$

$$= 0,225 \text{ мм}$$

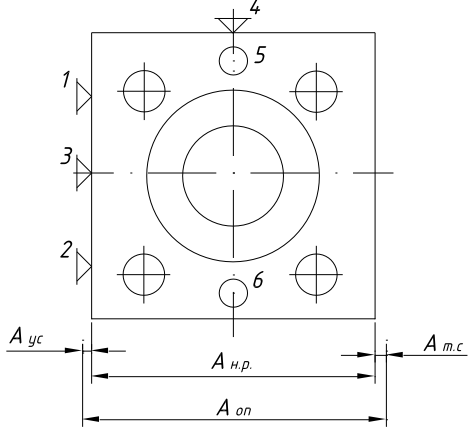
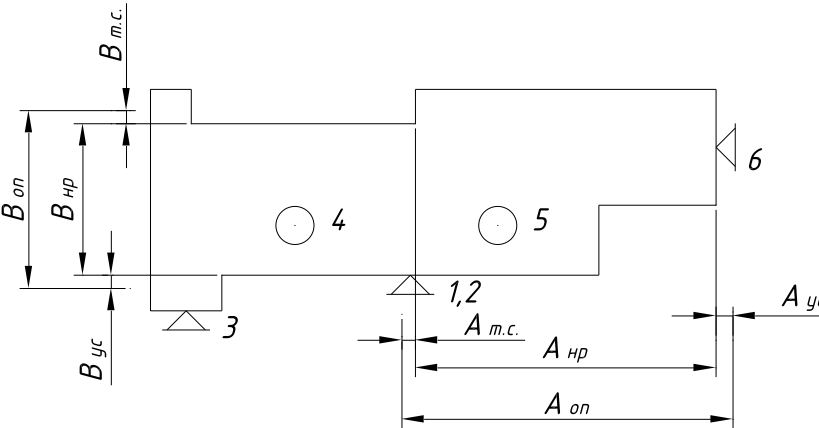
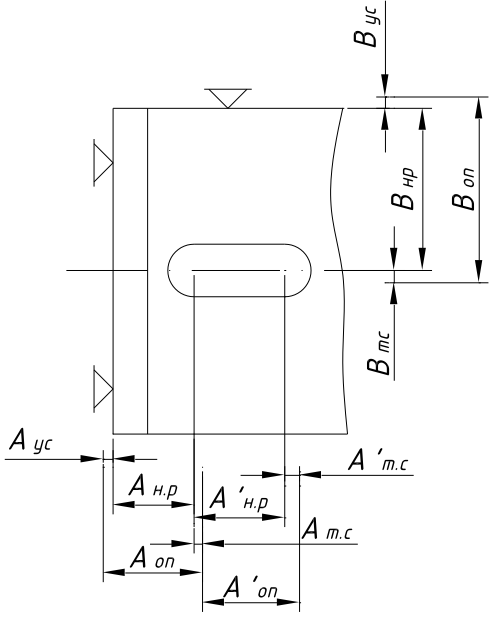
$$T_{Bon} = 0,22(H11)$$

Арк.

055Б – 25.00.00.00.000П3

Зам. Арк. № документа Підпис Дата

Продовження таблиці 2.1

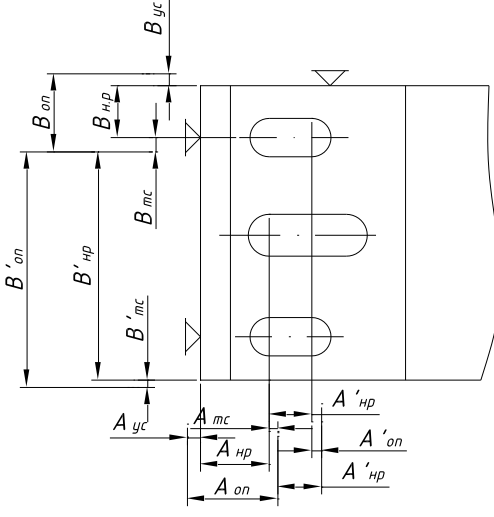
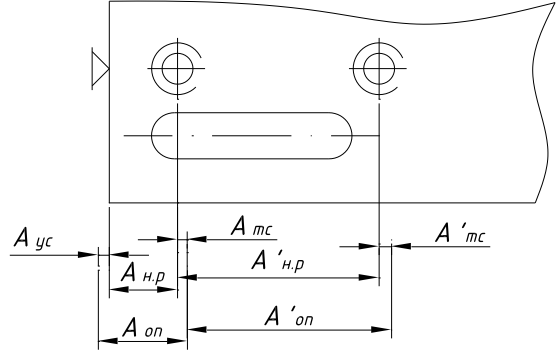
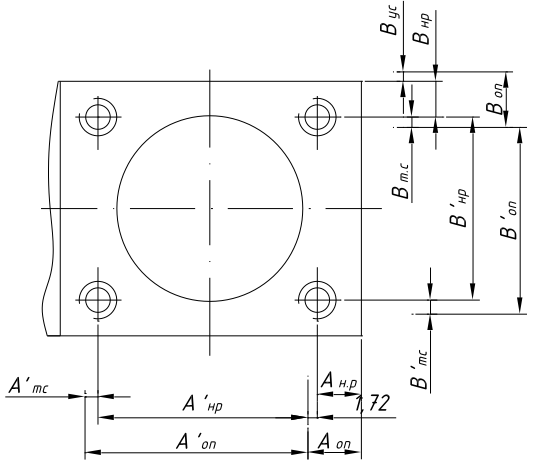
		$\omega_{Aon} = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} + \omega_{yc}$ $\omega_c = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} = 0,12\text{мм}$ $\omega_{yc} = 0,08\text{мм}$ $\omega_{Aon} = 0,2\text{мм}$ $T_{Aon} = 0,19(H11)$
		$1. \omega_{Aon} = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} + \omega_{yc}$ $\omega_c = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} = 0,12\text{мм}$ $\omega_{yc} = 0$ $\omega_{Aon} = 0,12\text{мм}$ $T_{Aon} = 0,11$ $2. \omega_{Bon} = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} + \omega_{yc}$ $\omega_c = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} = 0,12\text{мм}$ $\omega_{yc} = 0,08\text{мм}$ $\omega_{Bon} = 0,2\text{мм}$ $T_{Bon} = 0,19\text{мм}(H11)$
		$1. \omega_{Aon} = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} + \omega_{ycm}$ $\omega_c = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} = 0,12\text{мм}$ $\omega_{ycm} = 0,08\text{мм},$ $\omega_{Aon} = 0,2\text{мм}$ $T_{Aon} = 0,19(H11)$ $2. \omega'_{Aon} = \omega'_{н.р.} + \omega_{м.с.} + \omega'_{м.с.}$ $\omega_c = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} = 0,12\text{мм}$ $\omega'_{Aon} = 0,225\text{мм}$ $T'_{Aon} = 0,22\text{мм}(H11)$ $3. \omega_{Bon} = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} + \omega_{ycm}$ $\omega_{ycm} = 0,08\text{мм}$ $\omega_c = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} = 0,12\text{мм}$ $\omega_{Bon} = 0,5\omega_c = 0,06\text{мм}$

Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата
------	------	-------------	--------	------

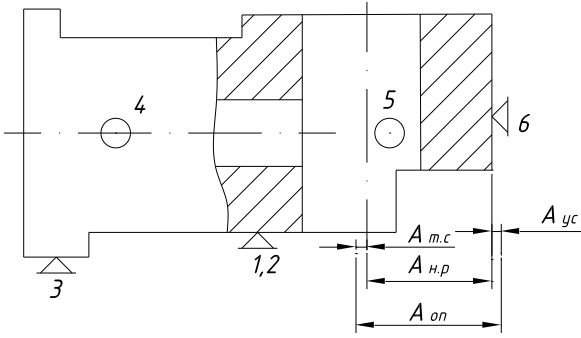
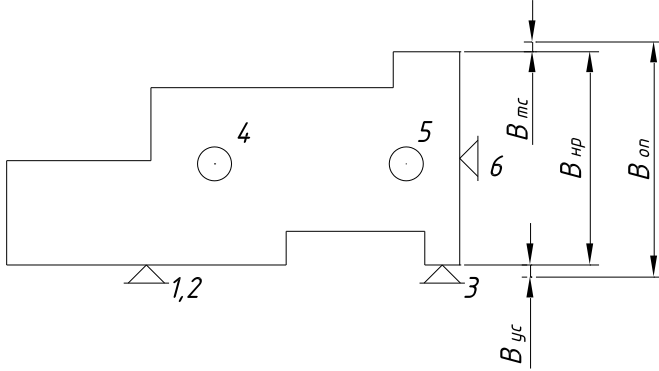
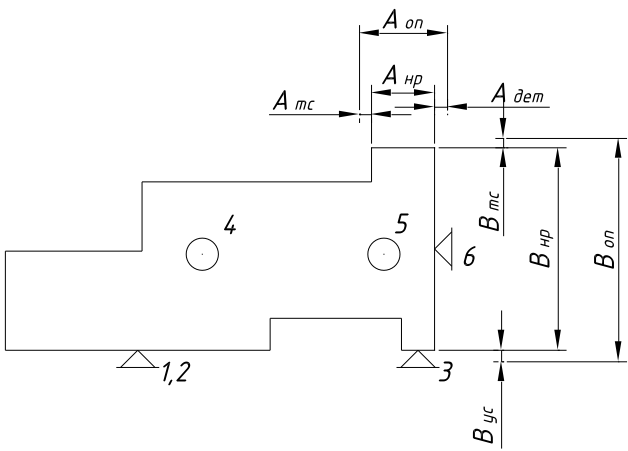
055Б – 25.00.00.00.000ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 2.1

		<p>1. <math>\omega_{Aon} = \omega_{н.р.} + \omega_{m.c.} + \omega_{yc}</math>  <math>\omega_c = \omega_{н.р.} + \omega_{m.c.} = 0,12\text{мм}</math>  <math>\omega_{yc} = 0,08\text{мм}</math>,  <math>\omega_{Aon} = 0,2\text{мм}</math>  <math>T_A = 0,19</math></p> <p>2. <math>\omega'_{Aon} = \omega'_{н.р.} + \omega_{m.c.} + \omega'_{m.c.}</math>  <math>\omega_c = \omega'_{н.р.} + \omega_{m.c.} = 0,12\text{мм}</math>  <math>\omega'_{Aon} = 0,22\text{мм}</math>  <math>T_{Aon} = 0,22\text{мм}(H11)</math></p> <p>3. <math>\omega_{Bon} = \omega_{н.р.} + \omega_{m.c.} + \omega_{ycm}</math>  <math>\omega_{ycm} = 0,08\text{мм}</math>  <math>\omega_c = \omega_{н.р.} + \omega_{m.c.} = 0,12\text{мм}</math>  <math>\omega_{Bon} = 0,2\text{мм}</math></p> <p>4. <math>\omega'_{Bon} = \omega'_{н.р.} + \omega_{m.c.} + \omega'_{m.c.}</math>  <math>\omega'_c = \omega'_{н.р.} + \omega_{m.c.} = 0,12\text{мм}</math>  <math>\omega_{Bon} = 0,225\text{мм}</math></p>
		<p>1. <math>\omega_{Aon} = \omega_{н.р.} + \omega_{m.c.} + \omega_{yc}</math>  <math>\omega_c = \omega_{н.р.} + \omega_{m.c.} = 0,1\text{мм}</math>  <math>\omega_{yc} = 0,08\text{мм}</math>  <math>\omega_{Aon} = 0,18\text{мм}</math>,  <math>T_A = 0,18\text{мм}</math></p> <p>2. <math>\omega'_{Aon} = \omega_{н.р.} + \omega_{m.c.} + \omega'_{yc} = 1,2...1,5\omega_c</math>  <math>\omega_c = \omega_{н.р.} + \omega_{m.c.} = 0,1\text{мм}</math>  <math>\omega_{Aon} = 1,5 \cdot 0,1 = 0,15\text{мм}</math>  <math>T_{Aon} = 0,14\text{мм}</math></p>
		<p>1.  <math>\omega_{Aon} = \omega_{н.р.} + \omega_{m.c.} + \omega_{ycm} = 0,5\omega_c</math>  <math>\omega_c = \omega_{н.р.} + \omega_{m.c.} = 0,15\text{мм}</math>  <math>\omega_{ycm} = 0</math>, <math>\omega_{Aon} = 0,08\text{мм}</math>  <math>T_A = 0,08\text{мм}</math></p> <p>2. <math>\omega'_{Aon} = \omega'_{н.р.} + \omega_{m.c.} + \omega'_{m.c.}</math>  <math>\omega_c = \omega_{н.р.} + \omega_{m.c.} = 0,15\text{мм}</math>  <math>\omega'_{Aon} = 0,3\text{мм}</math>  <math>T_A = 0,29\text{мм}</math></p>

Продовження таблиці 2.1

		$\omega_{A_{он}} = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} + \omega_{у.с.м}$ $\omega_{у.с.м} = 0$ $\omega_{A_{он}} = \omega_c = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} = 0,02 \text{ мм}$ $T_A = 0,025 \text{ мм}(H7)$
		$\omega_{B_{он}} = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} + \omega_{у.с.м}$ $\omega_{у.с.м} = 0$ $\omega_c = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} = 0,12 \text{ мм}$ $\omega_{B_{он}} = 0,12 \text{ мм}$ $T_B = 0,12 \text{ мм}(H11)$
		<ol style="list-style-type: none"> <li> <math display="block">\omega_{A_{он}} = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} + \omega_{у.с.м}</math> <math display="block">\omega_{у.с.м} = 0</math> <math display="block">\omega_c = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} = 0,12 \text{ мм}</math> <math display="block">T_A = 0,12 \text{ мм}(H11)</math> </li> <li> <math display="block">\omega_{B_{он}} = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} + \omega_{у.с.м}</math> <math display="block">\omega_{у.с.м} = 0</math> <math display="block">\omega_c = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} = 0,1 \text{ мм}</math> <math display="block">\omega_{B_{он}} = 0,1 \text{ мм}</math> <math display="block">T_B = 0,08 \text{ мм}(H10)</math> </li> </ol>

Арк.

055Б – 25.00.00.00.000ПЗ

Зам. Арк. № документа Підпис Дата

Продовження таблиці 2.1

		<p>1. <math>\omega_{A_{оп}} = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} + \omega_{уцм}</math>  <math>\omega_{уцм} = 0</math>  <math>\omega_c = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} = 0,12\text{мм}</math>  <math>T_A = 0,12\text{мм}(H11)</math></p> <p>2. <math>\omega_{B_{оп}} = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} + \omega_{уцм}</math>  <math>\omega_{уцм} = 0</math>  <math>\omega_c = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} = 0,12\text{мм}</math></p>
		<p><math>\omega_{A_{оп}} = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} + \omega_{уцм}</math>  <math>\omega_{уцм} = 0</math>  <math>\omega_c = \omega_{н.р.} + \omega_{м.с.} = 0,013\text{мм}</math></p> <p><math>\omega_{A_{оп}} = 0,013\text{мм}</math>  <math>T_A = 0,012\text{мм}(H7)</math></p>

2.3 Визначення допусків, припусків і операційних розмірів

Корпус КПФЕК-03-М виконується литва в металічну форму. Матеріал заготовки – чавун СЧ15 ДСТУ 2302-2014.

						055Б – 25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата			





хонінгування  $d_{\max} = 40,025 \text{ мм}$ .

Визначаємо найменші граничні розміри по всіх технологічних переходах і записуємо їх в графу 10.

для заготовки:

$$d_{\min 1} = 36,7 - 0,1000 = 35,7 \text{ мм};$$

чорнове розточування:

$$d_{\min 2} = 39,7 - 0,400 = 39,3 \text{ мм};$$

чистове розточування:

$$d_{\min 3} = 39,9 - 0,200 = 39,7 \text{ мм};$$

хонінгування:

$$d_{\min 4} = 40,025 - 0,025 = 40,000 \text{ мм}.$$

Визначаємо граничні значення припусків і записуємо їх значення в графи 11 та 12.

для хонінгування:

$$2Z_{\max} = 40 - 39,7 = 0,300 \text{ мм};$$

для чистого розточування:

$$2Z_{\max} = 39,7 - 39,3 = 0,400 \text{ мм};$$

для чорного розточування:

$$2Z_{\max} = 39,3 - 35,7 = 3,6 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min} = 40,025 - 39,9 = 0,125 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min} = 39,9 - 39,7 = 0,200 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min} = 39,7 - 36,7 = 3,00 \text{ мм};$$

Визначаємо загальні припуски, сумуючи проміжні розміри на обробку:

$$2Z_0_{\max} = 3600 + 400 + 300 = 4300 \text{ мкм};$$

$$2Z_0_{\min} = 3000 + 200 + 125 = 3325 \text{ мкм};$$

Перевіряємо правильність виконаних розрахунків:

$$2Z_{i \max} - 2Z_{i \min} = \rho_{i-1} - \rho_i,$$

					<b>055Б – 25.00.00.00.000ПЗ</b>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

де  $\rho_{i-1}$  – допуск по розміру попереднього переходу;

$\rho_i$  – допуск по розміру виконаного переходу.

$$300 - 125 = 200 - 25$$

$$175 = 175$$

$$2Z_0 \max - 2Z_0 \min = \delta_3 - \delta_y$$

$$4300 - 3325 = 1000 - 25$$

$$975 = 975$$

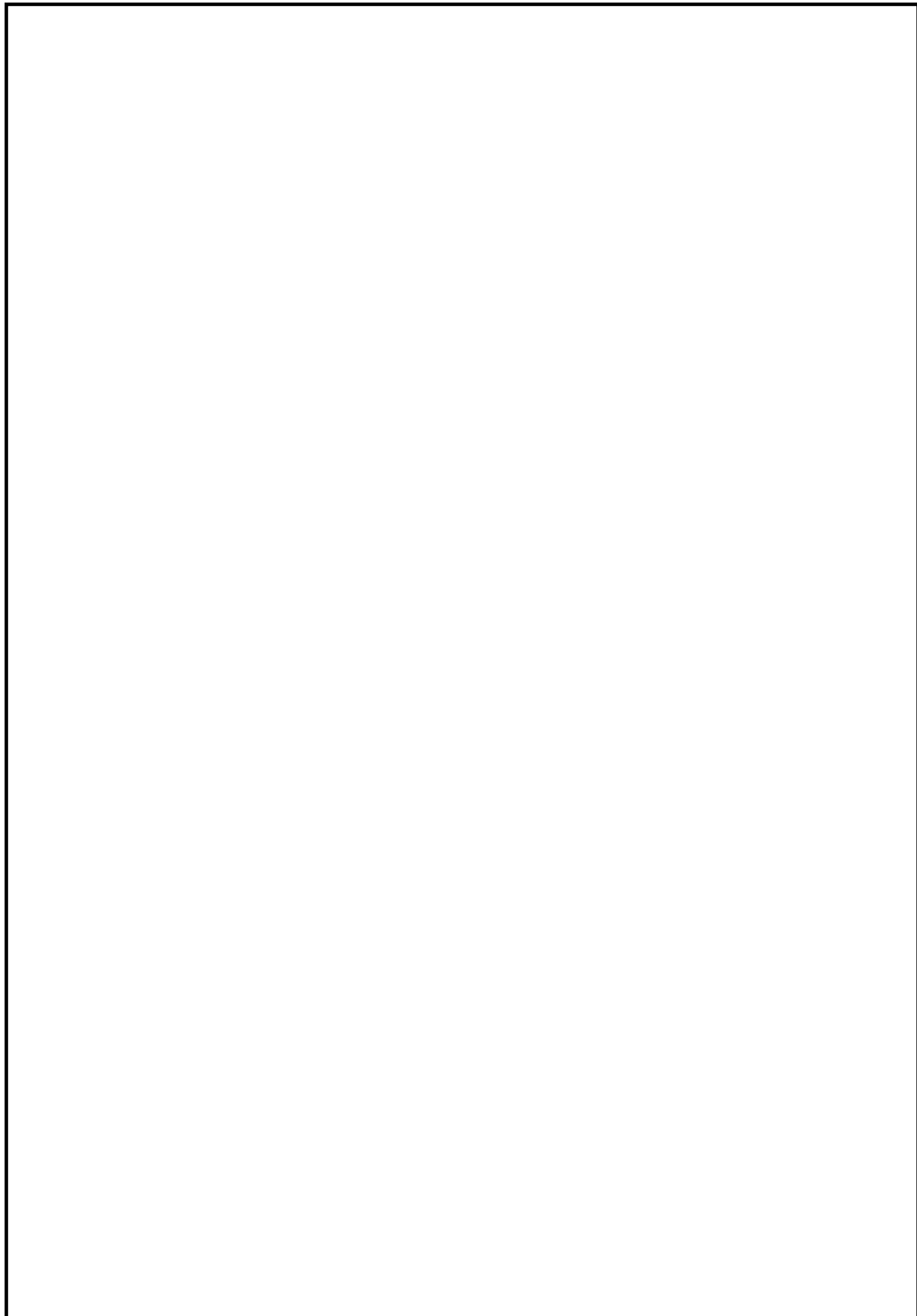
Розрахунок припусків виконаних правильно.

Після аналогічного розрахунку припусків виконуємо схему розміщення припусків та допусків на обробку отворів  $\varnothing 40H7$ .

Таблиця 2.2 – Розрахунок припусків та граничних розмірів по технологічних переходах на обробку отвору  $\varnothing 40H7$

Технологічні операції та переходи обробки окремих поверхонь заготовки	Елементи припуску				Розрахунковий припуск $Z_{\min}$ , мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск $\rho$ , мкм	Граничні розміри, мкм		Граничні значення пропусків мкм	
	$R_{2i-1}$	$T_{i-1}$	$\rho_{i-1}$	$E_{yi}$							
Заготовка	200	300	1000	–	–	36,76	1000	36,7	35,7	–	–
Розточування чорнове	100	100	50	100	$2 \times 1500$	39,76	400	39,7	39,3	3600	3000
Розточування чистове	25	25	1	50	$2 \times 101$	39,96	200	39,9	39,7	400	200
Хонінгування	5	15	–	10	$2 \times 30$	40,02	25	40,02	40	300	125
Всього	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4300	3325

												Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	055Б – 25.00.00.00.000ПЗ							



					<i>055Б – 25.00.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

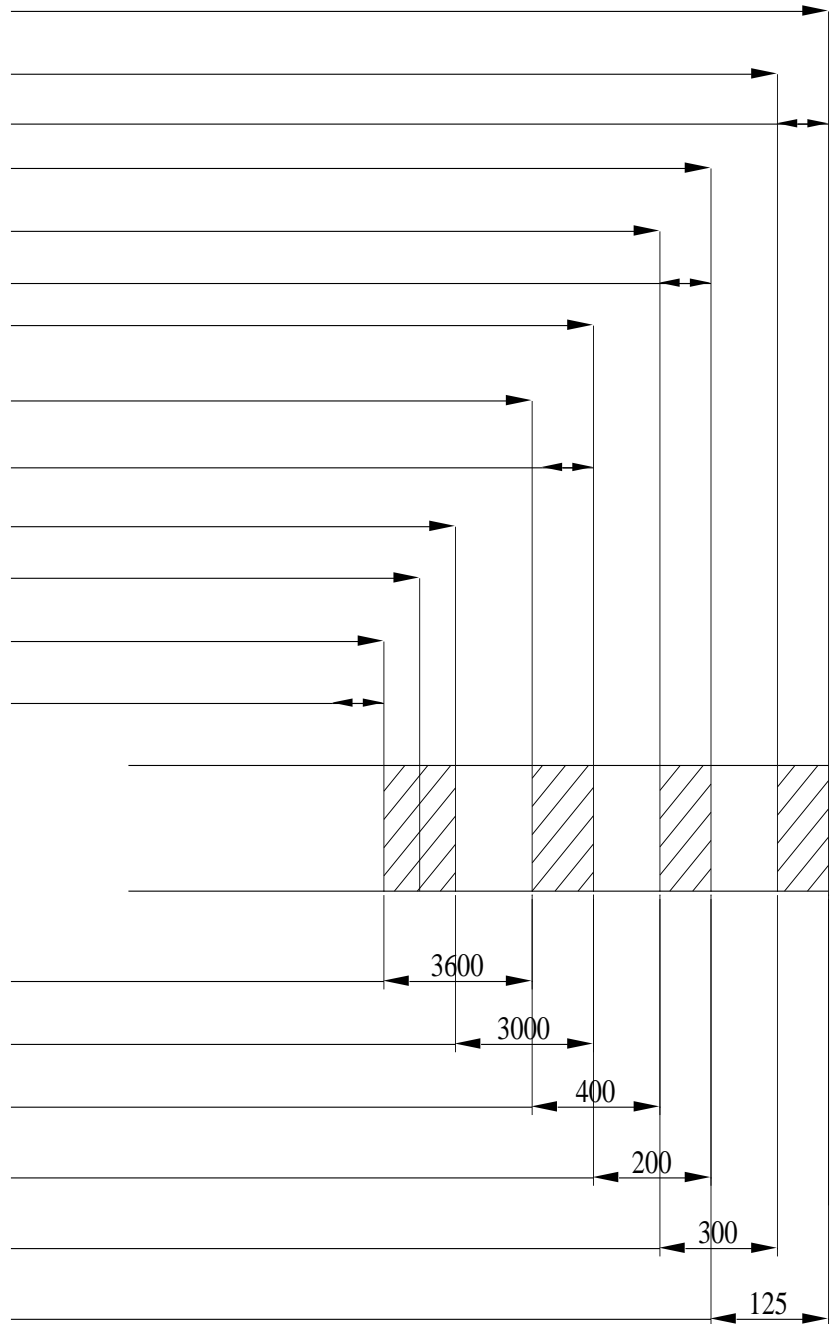


Рисунок 2.1 – Схема розміщення припусків та допусків на обробку отвору  
 $\text{Ø}40 \text{ H7}$

Таблиця 2.3 – Припуски та допуски на оброблювані поверхні

Поверхня	Припуск, мм	Допуск, мм
29.9h9	2 · 2.0	$\pm 0.2$
	2 · 0.3	$\pm 0.1$

					<i>055Б – 25.00.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		



2. У відповідності до попереднього розробленого маршруту обробки, позначають на цьому ж ескізі операційні припуски  $Z_n$ .

3. Всі поверхні пронумерувати по порядку.

4. Зобразити технологічні розміри  $S_K$ , що отримуються в результаті кожного переходу.

5. Розрахунок розмірних ланцюгів починаючи з останньої операції.

6. В кожному із складених розмірних ланцюгів повинна бути лише одна невідома ланка.

Проведемо розмірний аналіз для операції фрезерної обробки корпусу 320ПМФ 4.501421:

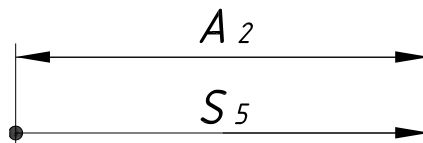


Рисунок 2.2 – Схема розмірного аналізу

$$S_5 = A_2 = 77 \pm 0,16 \text{ мм},$$

де  $S$  – операційний розмір,

$\delta$  – добуток на розмір по відповідному квалітету,

$Z_{\min}, Z_{\max}$  – мінімальний і максимальний припуски на механічну обробку.

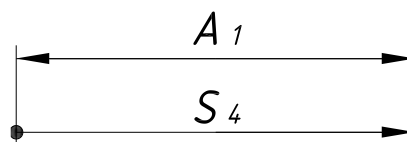


Рисунок 2.3 – Схема розмірного аналізу

$$S_4 = A_1 = 90 \pm 0,18 \text{ мм},$$

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата						

055Б – 25.00.00.00.000ПЗ

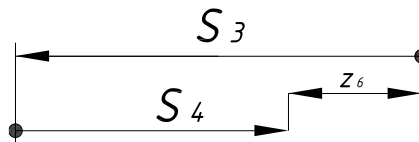


Рисунок 2.4 – Схема розмірного аналізу

$$S_3 = S_4 + Z_6$$

$$S_{3\min} = S_{4\max} + Z_{6\min} = 89,82 + 0,3 = 90,12 \text{ мм};$$

$$S_{3\max} = S_{3\min} + \delta = 90,12 + 0,36 = 90,48 \text{ мм};$$

$$S_{\text{ном}} = 90,2^{+0,28}_{-0,08} \text{ мм}.$$

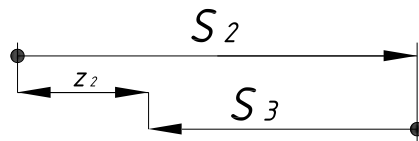


Рисунок 2.5 – Схема розмірного аналізу

$$S_2 = S_3 + Z_2$$

$$S_{2\min} = S_{3\max} + Z_{2\min} = 90,12 + 1,2 = 91,32 \text{ мм};$$

$$S_{2\max} = S_{2\min} + \delta = 91,32 + 0,87 = 92,19 \text{ мм};$$

$$S_{2\text{ном}} = 91,5^{+0,69}_{-0,18} \text{ мм}.$$

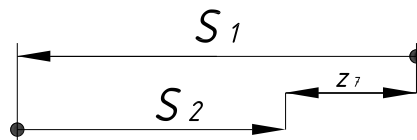


Рисунок 2.6 – Схема розмірного аналізу

$$S_1 = S_2 + Z_7$$

$$S_{1\min} = S_{2\max} + Z_{7\min} = 91,32 + 2,2 = 93,52 \text{ мм};$$

$$S_{1\max} = S_{1\min} + \delta = 93,52 + 0,87 = 94,39 \text{ мм};$$

$$S_{1\text{ном}} = 94^{+0,39}_{-0,48} \text{ мм}.$$

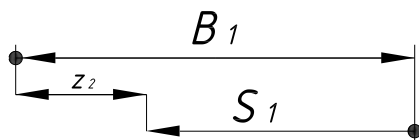


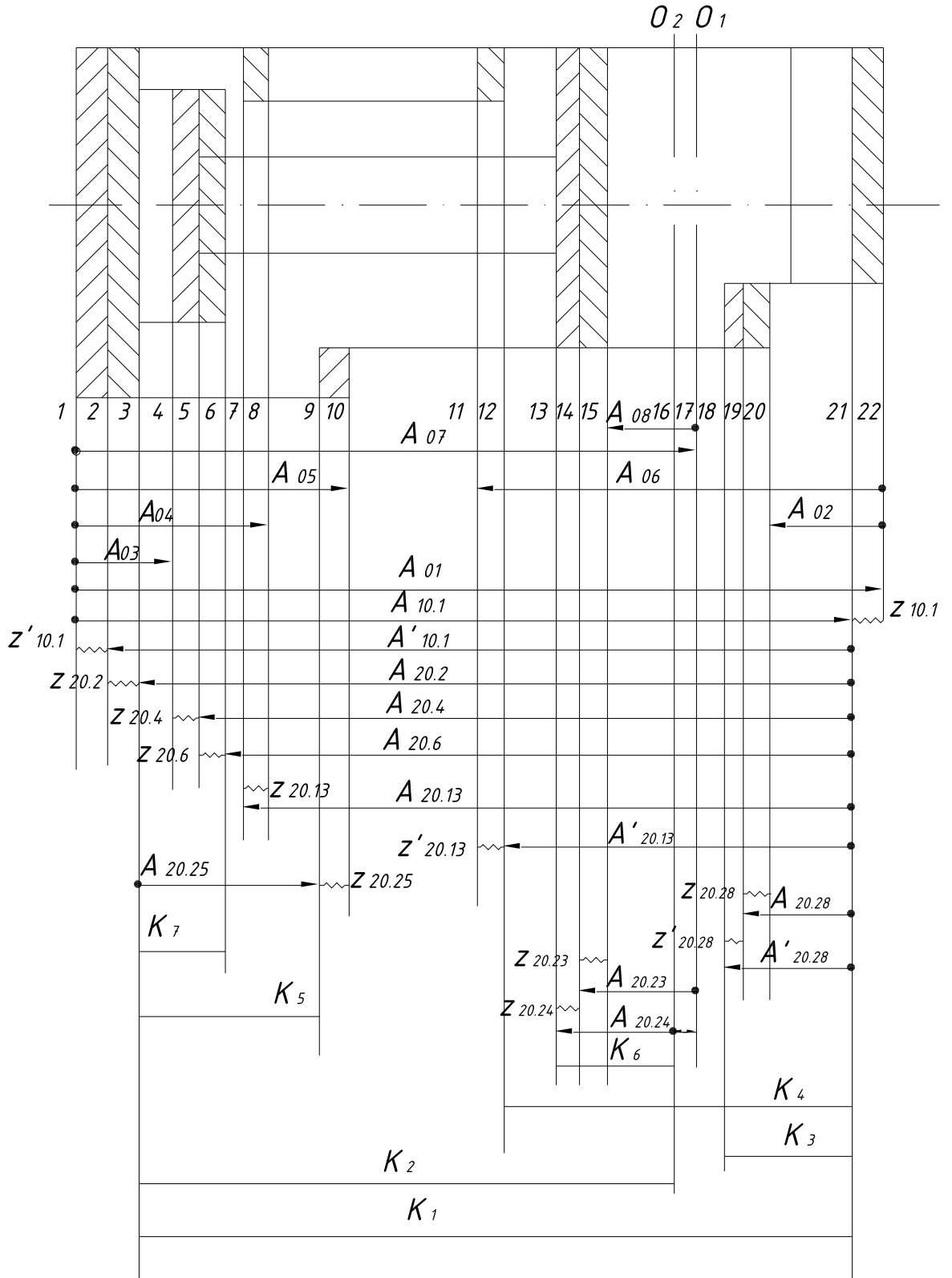
Рисунок 2.7 – Схема розмірного аналізу

					055Б – 25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$B_{1\min} = B_{1\max} + Z_{2\min} = 93,52 + 1,2 = 94,72 \text{ мм};$$

$$B_{1\max} = B_{1\min} + \delta = 94,72 + 2,2 = 96,92 \text{ мм};$$

$$B_{1\text{ном}} = 95,5^{+1,42}_{-0,78} \text{ мм}.$$



					055Б – 25.00.00.00.000П3		Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата			



					<i>055Б – 25.00.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

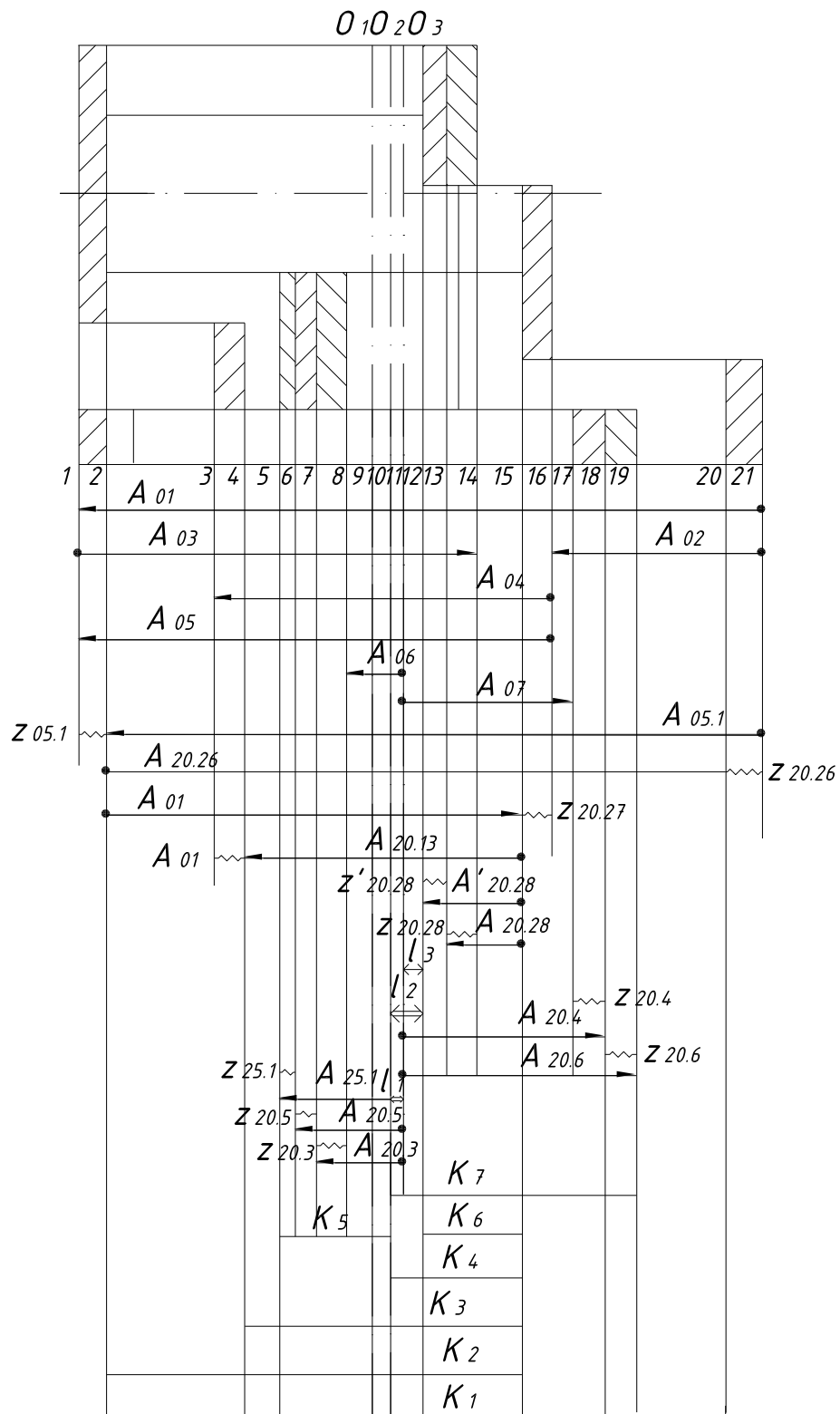


Рисунок 2.10 – Розрахункова схема лінійних розмірів в напрямку осі OY

					<b>055Б – 25.00.00.00.000ПЗ</b>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		







$$A_{08}^{\max} = A_{20.23}^{\min} - z_{20.23}^{\min} = 56,95 - 3,0 = 53,96 \text{ мм}$$

$$A_{08}^{\min} = A_{08}^{\max} - TA_{08} = 53,96 - 0,3 = 53,66 \text{ мм}$$

$$K_7 = A_{20.2} - A_{20.6}$$

$$K_7^{\min} = A_{20.2}^{\min} - A_{20.6}^{\max}$$

$$A_{20.6}^{\max} = A_{20.2}^{\min} + K_7 = 264,25 + 19,74 = 273,99 \text{ мм}$$

$$A_{20.6}^{\min} = A_{20.6}^{\max} - TA_{20.6} = 283,99 - 0,75 = 283,24 \text{ мм}$$

$$Z_{20.6} = A_{20.4} - A_{20.6}$$

$$Z_{20.6}^{\min} = A_{20.4}^{\min} - A_{20.6}^{\max}$$

$$A_{20.4}^{\min} = A_{20.6}^{\max} + z_{20.6}^{\min} = 283,99 + 3,0 = 286,99 \text{ мм}$$

$$A_{20.4}^{\max} = A_{20.4}^{\min} + TA_{20.4} = 286,99 + 0,75 = 287,74 \text{ мм}$$

$$K_4 = A'_{20.13} = 175H14 = 175 \pm 0,5 \text{ мм}$$

$$A'_{20.13}^{\max} = 175,5 \text{ мм}$$

$$A'_{20.13}^{\min} = 174,5 \text{ мм}$$

$$z_{20.28} = A_{01} - A_{10.1} + A_{20.28} - A_{02}$$

$$z_{20.28}^{\min} = A_{01}^{\min} - A_{10.1}^{\max} + A_{20.28}^{\min} - A_{02}^{\max}$$

$$A_{02}^{\max} = A_{20.28}^{\min} + A_{01}^{\min} - A_{10.1}^{\max} - z_{20.28}^{\min} = 82,26 + 272,75 - 270,25 - 1,5 = 83,26 \text{ мм}$$

$$A_{02}^{\min} = A_{02}^{\max} - TA_{02} = 83,26 - 0,37 = 82,89 \text{ мм}$$

$$z_{20.25} = A_{20.2} - A_{10.1} - A_{20.25} + A_{05}$$

$$z_{20.25}^{\min} = A_{20.2}^{\min} - A_{10.1}^{\max} - A_{20.25}^{\max} + A_{05}^{\min}$$

$$A_{05}^{\min} = A_{10.1}^{\max} + A_{20.25}^{\max} - A_{20.2}^{\min} - z_{20.25}^{\min} = 270,25 + 23,26 - 264,25 - 2,0 = 27,26 \text{ мм}$$

$$A_{05}^{\max} = A_{05}^{\min} + TA_{05} = 27,26 + 0,26 = 27,52 \text{ мм}$$

$$z'_{20.13} = A_{06} - A'_{20.13} + A_{10.1} - A_{01}$$

$$z'_{20.13}^{\min} = A_{06}^{\min} - A'_{20.13}^{\max} + A_{10.1}^{\min} - A_{01}^{\max}$$

$$A_{06}^{\min} = A'_{20.13}^{\max} - A_{10.1}^{\min} + z'_{20.13}^{\min} = 175,5 + 273,5 - 269,5 + 2,0 = 181,5 \text{ мм}$$

$$A_{06}^{\max} = A_{06}^{\min} + TA_{06} = 181,5 + 0,5 = 182 \text{ мм}$$

$$z_{20.4} = A_{10.1} - A_{20.41} - A_{03}$$

					<b>055Б – 25.00.00.00.000ПЗ</b>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		





$$z_{20.28}^{\min} = A_{20.28}^{\min} - A_{20.28}^{\max}$$

$$A_{20.28}^{\max} = A_{20.28}^{\min} - z_{20.28}^{\min} = 39,69 - 1,5 = 38,19 \text{ мм}$$

$$A_{20.28}^{\min} = A_{20.28}^{\max} - TA_{20.28} = 38,19 - 0,31 = 37,88 \text{ мм}$$

$$z_{20.26} = A_{05.1} - A_{20.26}$$

$$z_{20.26}^{\min} = A_{05.1}^{\min} - A_{20.26}^{\max}$$

$$A_{05.1}^{\min} = A_{20.26}^{\max} + z_{20.26}^{\min} = 106,43 + 2,0 = 108,43 \text{ мм}$$

$$A_{05.1}^{\max} = A_{05.1}^{\min} + TA_{05.1} = 108,43 + 0,43 = 108,86 \text{ мм}$$

$$z_{05.1} = A_{01} - A_{05.1}$$

$$z_{05.1}^{\min} = A_{01}^{\min} - A_{05.1}^{\max}$$

$$A_{01}^{\min} = A_{05.1}^{\max} + z_{05.1}^{\min} = 108,86 + 1,5 = 110,36 \text{ мм}$$

$$A_{01}^{\max} = A_{01}^{\min} + TA_{01} = 110,36 + 0,43 = 110,79 \text{ мм}$$

$$z_{20.27} = A_{05.1} - A_{02} - A_{20.27}$$

$$z_{20.27}^{\min} = A_{05.1}^{\min} - A_{02}^{\max} - A_{20.27}^{\max}$$

$$A_{02}^{\max} = A_{05.1}^{\min} - A_{20.27}^{\max} - z_{20.27}^{\min} = 108,43 - 95,43 - 0,5 = 12,5 \text{ мм}$$

$$A_{02}^{\min} = A_{02}^{\max} - TA_{02} = 12,5 - 0,43 = 12,07 \text{ мм}$$

$$z_{20.4} = A_{20.4} - A_{07}$$

$$z_{20.4}^{\min} = A_{20.4}^{\min} - A_{07}^{\max}$$

$$A_{071}^{\max} = A_{20.4}^{\min} - z_{20.4}^{\min} = 41,9 - 0,5 = 41,4 \text{ мм}$$

$$A_{07}^{\min} = A_{071}^{\max} - TA_{07} = 41,4 - 0,31 = 41,09 \text{ мм}$$

$$z_{20.3} = A_{20.3} - A_{06}$$

$$z_{20.3}^{\min} = A_{20.3}^{\min} - A_{06}^{\max}$$

$$A_{06}^{\max} = A_{20.3}^{\min} - z_{20.3}^{\min} = 16,72 - 1,0 = 15,72 \text{ мм}$$

$$A_{06}^{\min} = A_{06}^{\max} - TA_{06} = 15,72 - 0,43 = 15,29 \text{ мм}$$

$$z_{20.27} = A_{05} - A_{20.27} - A_{01} + A_{05.1}$$

$$z_{20.27}^{\min} = A_{05}^{\min} - A_{20.27}^{\max} - A_{01}^{\max} + A_{05.1}$$

					<b>055Б – 25.00.00.00.000ПЗ</b>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		







Визначаємо складову сили різання

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{\mu p},$$

де  $Z$  – кількість зубів фрези,

$n$  – частота обертання фрези,  $\text{хв}^{-1}$

$$C_p = 54,5; x = 0,9; y = 0,74;$$

$$u = 1,0; q = 1,0; w = 0.$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 1,5^{0,9} \cdot 0,12^{0,74} \cdot 184^1 \cdot 14^1}{250^1 \cdot 125^0} \cdot 1 = 127 \text{ кГ} = 1247 \text{ Н}$$

$$K_{\mu p} = 1$$

Потужність різання

$$N_c = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (2.25)$$

$$N_c = \frac{1247 \cdot 98,12}{1020 \cdot 60} = 2,0 \text{ кВт}$$

Потужність верстату  $6,0 \text{ кВт}$

Всі подальші розрахунки зводимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 – Вибір режимів різання

№ Операції	Назва операції, тип верстата	№ Переходу	Глибина різання $t$ , мм	Подача		Швидкість різання $V$ , мм/хв	Частота обертання $n$ , $\text{хв}^{-1}$	Потужність різання $N$ , кВт
				$S_0$ , мм/об	$S_0$ , мм/зуб			
005	Фрезерна, верстат поздовжньо-фрезерний 6606	1	2,5		200	98	125	
010	Фрезерна, верстат поздовжньо-фрезерний 6605		2		200	196	500	
015	Фрезерна-свердлильно-розточна,	1	0,5		160	188	300	
		2	1	6,5		80	600	
		3	0,5	144		50	180	

055Б – 25.00.00.00.000ПЗ

Арк.

Зам. Арк. № документа Підпис Дата

	оброблюваний	4	3	110		68	550
	центр	5	3	14,4		50	180
	UP500ПМФ4	6	1,75	160		13	1600
		7	5,1	135		24	750
		8	0,9	280		6	160
		9	2		190	47	300
		10	2		190	47	300
		11	0,5		160	188	300
		12	2		190	47	300
		13	5,1	135		24	750
		14	1		40	28	600
		15	1		50	31	400
		16	1		50	28	500
		17	1,75	160		13	1600
		18	3,4	180		21	1000
		19	0,6	225		4,5	180
		20	5,1	135		24	750
		21	0,9	280		6	160
		22	3	20		72	200
		23	0,15	16		71	200
		24	12		200	39	100
		25	2		260	188	300
		26	0,5		160	188	300
		27	3		190	47	300
020	Хонінгування, хонінгувальний напівавтомат мод. 3К83У	1	0,04			16,8/87,9	25/700

## 2.6 Нормування техпроцесу

Технічні норми встановлення розрахунково-аналогічним методом. Розрахунок норм часу проводимо в такій послідовності:

1. Вираховуємо основний час  $T_0$  на основі розрахункових режимів роботи обладнання по кожному переході
2. По змісту кожного переходу встановлюємо комплекс прийомів допоміжних робіт і визначаємо допоміжний час  $T_v$ ;

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	055Б – 25.00.00.00.000ПЗ					

3. В залежності від операції та обладнання встановлюємо час на обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потруби:  $T_{обсл.}$  і  $T_{відп.}$ ;
4. Визначаємо норму штучного часу  $T_{шт}$ ;
5. Встановлюємо склад підготовчо-заклучних робіт і вираховуємо підготовчо-заклучний час  $T_{п.з.}$

### Операція 005

Виконується на поздовжньо-фрезерному верстаті моделі 6606.

Штучний час  $T_{шт}$  для обробки деталей на поздовжньо-фрезерних верстатах визначається по формулі:

$$T_{шт} = \frac{\sum T_0 + T_{в.у.} + \sum T_{м.в.} + T_{обер.}}{q}, \text{ хв,}$$

де  $\sum T_0$  – сума основного часу на операцію, хв.

$$T_0 = \frac{L_{розрах} \cdot i}{S_{хв}} + \frac{\sum L_{хол.х.}}{S_{хв.хол.х.}};$$

$T_{в.у.}$  – час на встановлення та знаття заготовки, хв.

$\sum T_{м.в.}$  – сума допоміжного часу, пов'язаного з обробкою поверхні, хв.

$T_{обсл.}$  – час на обслуговування робочого місця, хв.

$q$  – кількість одночасно оброблюваних заготовок, шт.

$L_{розрах}$  – довжина робочого ходу, мм.

$\sum L_{хол.х.}$  – сумарна величина робочого ходу, мм.

$S_{хв.}$  – хвилинна подача, мм/хв.

$$L_{розрах} = l + l_1 + l_2,$$

де  $l$  – довжина обробки на кресленні, мм.

$l_1$  – величина врізання, мм.

$l_2$  – величина перебігу інструменту в напрямку подачі, мм.

$i$  – число проходів.

					<b>055Б – 25.00.00.00.000ПЗ</b>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$S_{xв} = S_{об} \cdot n,$$

де  $S_{об}$  – подача на один оберт, мм/об.

$n$  – частота обертів інструменту, об/хв.

Перехід 1. Фрезерувати пов.1, витримавши розмір 97,5

$$S_{xв} = 360 \text{ мм/хв}$$

Основний час на операцію

$$T_{осн} = \frac{720}{200} = 3,6 \text{ хв}$$

$$L_{розрах} = 4 \cdot 265 + 5 \cdot 30 + \frac{100}{2} + \frac{125}{2} + 250 = 1620 \text{ хв}$$

Час холостого ходу

$$\sum L_{хол.х.} = 1800 \text{ мм}$$

$$S_{xв.хол.х.} = 2000 \text{ мм/хв}$$

$$T_{хол.х.} = \frac{1800}{2000} = 0,9 \text{ хв}$$

Машинно-допоміжний час:

а) час на установочне переміщення по осях координат

$$T_{поз} = 0,3 \text{ хв};$$

б) підвід інструменту в зоні різання по осі координат

$$T_{уст} = 0,1 \text{ хв};$$

$$\sum T_{м.в.} = 0,3 + 0,1 = 0,4 \text{ хв}$$

Час на встановлення та зняття заготовки

$$T_{в.у} = 0,1 + (0,1 \cdot 0,2 \cdot 1) = 0,12$$

Час на вимірювання деталі

$$T_{вим} = 0,22 \text{ хв}$$

Оперативний час

					055Б – 25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$T_{оп} = \sum T_0 + T_{хол.х.} + T_{м.в.} + T_{в.у.} + T_{вим.}$$

$$T_{оп} = 3,6 + 0,9 + 0,4 + 0,12 + 0,22 = 4,02 \text{ хв}$$

Час на обслуговування робочого місця складає 10% від оперативного часу.

$$T_{обсл} = \frac{20,38 \cdot 1}{1,8} = 1,08 \text{ хв}$$

Штучний час на операцію

$$T_{шт} = \frac{20,38 + 2,04}{4} = 5,6 \text{ хв}$$

Підготовчо-заклучний час:

а) комплекс прийомів роботи (отримати наряд, креслення, ознайомитися з ними і техдокументами і т.д.) – 10 хв;

б) на встановлення пристрою (наладка на розмір) – 8 хв;

в) на отримання та повернення інструменту – 6 хв;

г) на пробну обробку та налагодження на розмір обробки деталі – 2 хв.

$$T_{п.з.} = 10 + 8 + 6 + 2 = 26 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n}, \text{ хв},$$

де  $n$  – розмір партії деталей, що запускаються у виробництво

$$T_{шт.к} = 5,6 + \frac{26}{315} = 5,7 \text{ хв}$$

Всі подальші розрахунки зводимо в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 – Розрахунок норм часу

Номер і назва операції	$T_0$	$T_{\partial}$			$T_{оп}$	$T_{обсл}$	$T_{від.}$	$T_{шт}$
		$T_{вс.} + T_{зн}$	$T_{уп}$	$T_{вим}$				
Фрезерна 005	3,6	0,12	0,078	0,22	4,02	1,08	0,5	5,6
010 Фрезерна	3,2	0,12	0,078	0,21	3,6	1,12	0,28	5,0
015 Фрезерна	3,58	0,12	0,078	0,21	3,98	1,12	0,64	5,74
020 Фрезерно-свердлильно-	58,96	10,88	2,12	1,7	73,66	8,83	4,4	86,89

					055Б – 25.00.00.00.000ПЗ				Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					

розточна								
025 Хонінгування	4,5	1,8	0,3	1,5	9,3	0,75	0,56	10,05

По фактичній трудомісткості уточнюємо тип виробництва.

Розраховуємо необхідну кількість верстатів по формулі:

$$n_p = \frac{T_{\text{шт}} \cdot N_{\text{заг}}}{\Phi_{\text{д}} \cdot O}$$

$$n_p = \frac{5,6 \cdot 40000}{60 \cdot 4029} = 1,09$$

Приймаємо  $P_{005} = 2$  – кількість робочих місць.

Фактичний коефіцієнт завантаження робочого місця визначаємо за формулою:

$$\eta_{з.ф} = \frac{n_p}{p}$$

$$\eta_{з.ф005} = \frac{1,09}{2} = 0,55$$

Кількість операції виконаних на робочому місці визначаємо по формулі:

$$O = \frac{\eta_{з.н}}{\eta_{з.ф}}$$

$$O_{005} = \frac{0,7}{0,55} = 1,27;$$

Дані розрахунків заносимо в таблицю 2.8.

Таблиця 2.8 – Розрахунок завантаження робочого місця

Операції	$\eta_p$	$p$	$\eta_{з.ф}$	$O$
005	1,09	2	0,55	1,62
010	0,74	1	0,74	1,21
015	1,45	2	0,72	1,25
020	13,76	14	0,98	0,91
025	1,67	2	0,83	1,08

Визначаємо коефіцієнт закріплення операції:

									Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	<b>055Б – 25.00.00.00.000ПЗ</b>				

$$K_{3.0} = \frac{1,62 + 1,21 + 1,25 + 0,91 + 1,08}{2 + 1 + 2 + 14 + 2} = 0,3 < 1$$

Оскільки  $K_{3.0} = 0,3 < 1$ , то виробництво масове.

					055Б – 25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 3.1 Проектування технологічного оснащення

#### 3.1.1 Вибір і обґрунтування дії структурної схеми

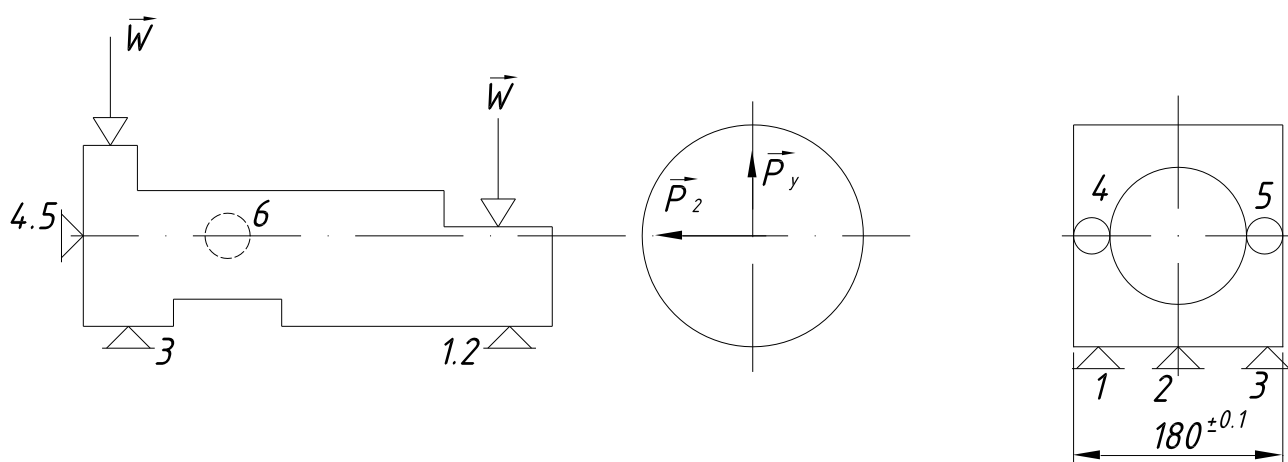
При обробці деталі на поздовжньо-фрезерному верстаті використовуємо спеціальний пристрій з гідрозатискачами.

Пристрій для одночасної обробки шести деталей складається з чавунної плати 3, в якій розточені 7 отворів під циліндри. На плиті встановлено упорні планки 4 і 5, а також відкидні планки 17 за допомогою яких деталь базується на пристрої.

Затиск заготовок проходить наступним чином: при подачі масла через штуцери 37, 38, які з'єднанні між собою, поршні, 7, в які вкручені шпильки з прихватами переміщується в верхню площину циліндрів. При переміщенні поршнів відбувається затиск деталей. Звільнення деталей відбувається за допомогою пружини, 8, при знятті тиску в сітці.

Пристрій базується на столі верстату за допомогою двох сухарів 9, і кріпиться до столу верстату за допомогою пазових болтів та гайок.

Розглянемо схему закріплення для проектованого пристрою.



					055Б – 25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Рисунок 3.1 – Принципова схема пристрою  
3.1.2 Силовий розрахунок параметрів приводу

$$W = \frac{K}{f} \cdot 2P_z,$$

де  $K$  – коефіцієнт запасу;

$f$  – коефіцієнт тертя;

$P_z$  – зусилля різання.

$$W = \frac{4}{0,45} \cdot 2 \cdot 200 = 355 \text{ Н}$$

Циліндр односторонньої дії зі зворотною пружиною і одним гумовим кільцем на поршні.

Вхідне зусилля на штоці:

$$Q_{ш} = \frac{\pi D_u}{4} \cdot p - \left[ T_K \cdot \pi \cdot D_u + T_M \frac{\pi(D_u^2 - D_K^2)}{4} + q \right],$$

де  $T_K$  – сила тертя, залежить від твердості кільця і його відносного стиску  $\delta$ .

$T_M$  – сила тертя, залежить від тиску гідравлічного середовища.

$D_u$  – діаметр циліндра, мм;

$p$  – тиск масла,  $\frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$

$D_K$  – внутрішній діаметр кільця на поршні;

$q$  – жорсткість пружини.

$$q = T_K \cdot \pi \cdot D_u \cdot K,$$

$K$  – коефіцієнт жорсткості пружини

$$q = 0,3 \cdot 3,14 \cdot 63 \cdot 1,2 = 71,06$$

$$Q_{ш} = \frac{3,14 \cdot 63}{4} \cdot 80 - \left[ 0,3 \cdot 3,14 \cdot 63 + 0,25 \frac{3,14(63^2 - 53^2)}{4} + 71,06 \right] = 35980 \text{ Н}$$

Діаметр поршня гідро циліндра визначаємо по формулі:

$$D_{п} = 2 \sqrt{\frac{Q_{ш} + q}{\pi \cdot p \cdot \eta}} = 2 \sqrt{\frac{35980 + 71,06}{3,14 \cdot 10 \cdot 0,9}} = 68,8 \text{ мм}$$

					055Б – 25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

де  $\eta = 0,9$  – коефіцієнт корисної дії;

$Q_{ш}$  – зусилля на штоці;

$q$  – шорсткість пружини;

$p = 8 \dots 10$  МПа – тиск масла в гідросистемі.

Приймаємо  $D_{п} = 70$  мм.

Виходячи із співвідношення діаметра штока  $d_{ш}$  і діаметра поршня гідроциліндра  $d_{ш} / D_{п} = 0,5$  знаходимо:

$$d_{ш} = 0,5 \cdot D_{п} = 0,5 \cdot 70 = 35 \text{ мм}$$

### 3.1.3 Розрахунок на точність

Необхідно витримати умову

$$\sum E \leq T_1,$$

де  $\sum E$  – сумарна похибка,

$T$  – величина допуску,  $T = 0,916$  мм

$$\sum E = E_{ус} + E_{обр} + E_{пр};,$$

де  $E_{ус}$  – похибка установки заготовки у пристрій;

$E_{обр}$  – похибка оброблення даної заготовки;

$E_{пр}$  – розрахункова похибка пристрою;

$$E_{ус} = E_{\delta} + E_3 + E_n,$$

де  $E_{\delta}$  – похибка базування заготовки;

$E_3$  – похибка закріплення заготовки;

$E_n$  – похибка положення заготовки у пристрої відносно прикладання сили різання.

Згідно заздалегідь прийнятої схеми базування, при якій заготовка встановлюється на площину і опирається на бокові грані, похибка базування,  $E_{\delta}$ :

$$E_{\delta} = T_{\delta} + 0,5 \cdot T_H,$$

									Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					

055Б – 25.00.00.00.000ПЗ



$K_{T_2} = 0,6 \dots 0,8$  – коефіцієнт, що враховує долю похибки оброблення в сумарній похибці;

$w = 0,013$  мм – коефіцієнт, що враховує економічність обробки;

$T = 0,916$  мм – допуск на розмір

$$E_{np} = 0,916 - 1,1 \sqrt{(0,85 \cdot 0,454)^2 + 0,09^2 + 0,585^2 + 0,0158^2 + (0,7 \cdot 0,013)^2};$$

$$E_{np} = 0,092 \text{ мм}$$

Сумарна похибка рівна

$$\Sigma = 0,585 + 0,168 + 0,092 = 0,728 \text{ мм}$$

Умова точності виконана.

### 3.2 Розрахунок засобів автоматизації та механізації

Для розрахунку конвеєра для переробки стружки приймаємо масу стружки рівною 10-15% від маси готової деталі. Кількість стружки визначається як:

$$Q = 5,5 \cdot 15000 \cdot 0,014 / 1000 = 0,31 \text{ т на рік}$$

Якщо на 1 м<sup>2</sup> площі припадає 0,3-0,65 т стружки на рік, то рекомендується застосовувати лінійні конвеєра вздовж верстатної із спеціальною тарою в кінці конвеєра із заглибленнями на підйомнику. Заповнена стружкою тара вивозиться на накопичувачу площадку або на ділянку переробки стружки, де стружка брикетується в спеціальні брикети і вивозиться на пункт збирання металевих відходів.

Для подачі деталей на робоче місце використовуємо конвеєр періодичної дії, який приводиться в рух по вимозі працюючого і по ньому пересувається тара в якій укладений комплект деталей. За тару використовуються металеві ящики типу розміри 600x400x320, вантажопідйомністю 0,2т, яка встановлюється на спеціальних прийомних столиках біля кожного верстату.

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата						

055Б – 25.00.00.00.000ПЗ



Приймаємо  $P_6 = 35$  чол.

2) Слюсарі

$$P_{cl} = 0,03P_6 = 0,03 \cdot 35 = 1,05 \text{ Приймаємо } P_{cl} = 2$$

Всього основних робітників

$$P_0 = P_6 + P_{cl} = 35 + 2 = 37 \text{ чол.}$$

3) Допоміжні робочі

$$P_o = 0,45 \cdot P_0 = 0,45 \cdot 37 = 16,65 \text{ Приймаємо } P_o = 17 \text{ чол.}$$

4) Молодіжний обслуговуючий персонал:

$$P_M = 0,02 \cdot P_0 = 0,02 \cdot 37 = 0,74 \text{ Приймаємо } P_M = 1 \text{ чол.}$$

5) Інженерно-технічний персонал:

$$P_{i.t.n.} = 0,13 \cdot P_0 = 0,13 \cdot 37 = 4,81 \text{ Приймаємо } P_{i.t.n.} = 5 \text{ чол.}$$

6) Кошторисно-контрольний персонал.

$$P_{k.kl.} = 0,05 \cdot P_0 = 0,05 \cdot 37 = 1,85 \text{ Приймаємо } P_{k.kl.} = 2 \text{ чол.}$$

Дані по розрахунку кількості працюючих заносимо в таблицю.

Таблиця 5.1 – Загальна чисельність робочих на ділянці

№ п/п	Категорія робочих	Чисельність, чол
1	Верстатники	35
2	Слюсарі	2
3	Допоміжні робочі	17
4	Молодіжний обслуговуючий персонал	1
5	ІТП	5
6	Кошторисно-контрорський персонал	2
7	Всього	62

#### 4.3 Розрахунок виробничої площі ділянки

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата						

055Б – 25.00.00.00.000ПЗ

В серійному виробництві механічний цех розбитий на дільниці по характеру та типу деталей.

Металоріжучі верстати розміщені на проектованій дільниці послідовно, у відповідності з технологічними операціями обробки корпусів. Таке розміщення обладнання є характерним для дільниць серійного виробництва.

При розміщенні верстатів передбачені найкоротші шляхи переміщення кожного корпусу в процесі обробки. Послідовність переходу корпусу з верстату на верстат створює технологічну лінію руху корпусів. Контури верстатів при плануванні викреслюються в масштабі 1:100. З метою зменшення виробничої площі верстати розміщені під кутом.

При розміщенні верстатів приймаємо такі проміжки між верстатами, що гарантують вихідне виконання робіт та безпеку робітників.

Місце роботи робітника позначено на плануванні колом, половина якого заштрихована.

Ширина робочої зони перед верстатом рівна 800 мм.

Відстань між осями колом в повздовжньому напрямку, що називається кроком колом, рівна 12000 мм, в поперечному напрямку – 18000 мм.

На плануванні передбачені місця для розміщення деталей біля верстатів – стелажі – підставки.

Для переміщення заготовок від верстату до верстату використовується транспортер, а від транспортера до верстату – поворотний кран вантажопідйомністю 0,5 т.

Планування дільниці виконано по нормах технологічного проектування машинобудівних заводів.

#### 4.4 Розробка технологічного планування дільниці

1. Розраховуємо площу під механічну дільницю:

$$F_g = m_{np} \cdot y,$$

									Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				055Б – 25.00.00.00.000ПЗ	





де  $\Pi$  – прибуток оптимальний в результаті впровадження капітальних вкладень.

$K$  – сума капітальних вкладень

$$E^n = \frac{296922}{1154749} = 0,26$$

Розрахункове значення коефіцієнту економічної ефективності повинно задовольнити умови:

$$E_{ef} \geq E_n,$$

де  $E_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень  $E_n = 0,15$ .

$$0,15 \leq 0,26$$

Термін окупності додаткових капітальних вкладень, пов'язаних з удосконаленням технологічного процесу розраховується за формулою:

$$T_{ок}^n = \frac{K}{\Pi},$$

де  $K$  – сума капіталовкладень, грн.;

$\Pi$  – прибуток, грн.;

$$T_{ок}^n = \frac{1154749}{296922} = 3,9 \text{ роки}$$

Виробіток на одного працюючого розраховується в оптових цінах:

$$\Pi_{np} = \frac{O_u}{p},$$

де  $p$  – загальна кількість працюючих

$$\Pi_{np} = 2276786$$

Річний економічний ефект визначається за формулою:

$$E_p = (C_{\sigma} + E_n K_{\sigma}) - (C_n + E_n K_n),$$

де  $C_{\sigma}$ ,  $C_n$  – собівартість річного обсягу продукції по варіантах;

$E_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

$K_{\sigma}$ ,  $K_n$  – капітальні вкладення по верстатах, грн.;

$$E_n = (2442808 + 0,15 \cdot 1361399) - (1979814 + 0,15 \cdot 1154749) = 2647018 - 215026 = 493992 \text{ грн}$$

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата						

055Б – 25.00.00.00.000ПЗ





## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Обґрунтування актуальності та вирішення питань охорони праці

Сучасне виробництво, на якому широко застосовуються автомати характеризується тим, що більшість операцій обробки і транспортування виконуються без участі робітника. Разом з тим степінь автоматизації верстатів (особливо напівавтоматів) не дозволяє повністю звільнити робітника від необхідності виконання значного числа налагоджувальних і допоміжних операцій.

Сучасні автомати і напівавтомати є потужними і швидкохідними машинами з складними механізмами, що ведуть автоматичну обробку заготовок одночасно декількома ріжучими інструментами, знімають великий об'єм стружки і потребують в процесі роботи значного охолодження. Це значно ускладнює їх обслуговування і для безпеки роботи потребує використання спеціальних обмежувачів і запобіжних пристроїв, а також потребує від обслуговуючого персоналу хороших знань і обов'язкового виконання правил охорони праці, техніки безпеки і виробничої санітарії.

### 5.2 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що виникають на механічній дільниці

Експлуатація металорізальних верстатів пов'язана з травматизмом, який найбільш часто виникає при ремонті і обслуговуванні. При цьому безпосередніми причинами появи нещасних випадків є: недосконалість засобів захисту, відмова системи управління, неефективність системи видалення стружки, електробезпека, безпека травм від рухомих частин обладнання. До факторів, що можуть привести до погіршення здоров'я робітника відносяться: наявність домішок в повітрі, шум, погане освітлення.

					055Б – 25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

Джерелом небезпеки при недосконалості засобів захисту може бути не спрацювання кінцевих вимикачів, світлодавачів, відсутність огороження робочої зони. Відмова системи управління може привести до неконтрольованого вмикання і вимикання різних систем верстата. Неєфективність системи видалення стружки приводить до травм при її видаленні робітниками. Джерелом електробезпеки верстата є напруга в мережі 380 В. Травмування можливе при попаданні в зону руху автооператора інших рухомих частин верстата.

Джерелом наявності шкідливих домішок в повітрі є мастильно – охолоджувальні рідини. Шум виникає при роботі двигуна, при переміщенні автооператора, роботі ланцюгових передач і значно підсилюється при незбалансованості рухомих вузлів верстата. Погане освітлення особливо небезпечне при проведенні налагоджувальних робіт, які потребують високої точності встановлення вузлів, а, отже, напруження зору.

### 5.3 Нормативні вимоги безпеки при роботі на металорізальних верстатах

#### 5.3.1 Нормування освітлення

Для забезпечення нормальних і безпечних умов роботи обслуговуючого персоналу поряд з виконанням правил техніки безпеки важливе значення має також створення в цеху сприятливого мікроклімату, забезпечення нормального освітлення, зниження виробничого шуму, правильне пофарбування стін, верстатів, транспортних засобів і інші міроприємства.

Якісне освітлення сприяє підвищенню продуктивності праці, покращенню якості виготовлення деталей, а також зберігає зір робітника і знижує травматизм. Освітлення буває природне, коли використовується денне світло, і штучне, коли використовується електрична лампа.

При налагодженні верстата наладчик, крім місцевого освітлення, може користуватися переносною лампою, для підключення якої на шафі з електрообладнанням передбачене штепсельне гніздо.

					055Б – 25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Вікна, світлові ліхтарі і електричні лампочки повинні знаходитись в чистоті. Забруднені вікна затримують світло, а лампочки, покриті пилюкою і колоттю, дають значно меншу освітленість.

Нормування освітлення виробничих приміщень проводиться в залежності від розряду зорових робіт. При роботі на верстатах розряд зорових робіт 5-6, а тому освітленість повинна бути при штучному освітленні: близько 200 лк. При наладці верстатів проводяться роботи 4-го розряду зорової точності і освітленість в залежності від характеристики фону повинна бути при штучному освітленні: 750-300 лк, загальному 300-150 лк.

### 5.3.2 Нормування виробничих шумів

Сильний шум шкідливо впливає на здоров'я і працездатність людей. Людина, що працює при шумі звикає до нього, але тривала дія сильного шуму викликає загальну втоми, може привести до погіршення слуху, а інколи і до втрати слуху, погіршується процес травлення їжі, проходить зміна об'єму внутрішніх органів. Вуха людини сприймає тільки ті коливання, частоти яких знаходяться в межах 20 Гц – 20кГц. У зв'язку з цим необхідно систематично контролювати рівень шуму на робочих місцях. Шум в умовах виробництва може сприяти виникненню травматизму, так як на фоні шуму робітник може не чути сигналів транспорту, маніпуляторів.

Нормування шуму проводиться по рівню звуку в децибелах. Згідно ГОСТ 12.1.003–83 приймається загальний рівень звукового тиску в робочому приміщенні не більше 70 дБ.

### 5.3.3 Електробезпека

Для безпеки роботи на верстатах необхідно дотримуватись всіх правил електробезпеки, викладених в керівництві по електрообладнанню, що наявне для кожного верстата. Верстати і окремі деталі електрообладнання повинні бути заземлені згідно вказаним в керівництві по електрообладнанню вимогам. Доступ

					055Б – 25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

до електрообладнання (електрошафи, кінцевим вимикачам і іншим деталям електрообладнання ) дозволяється лише електриковому. Необхідно слідкувати за справністю електричних блокуючих пристроїв на дверцях коробки передач, задньої стійки і т.п.

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

У верстатах повинне бути передбачене заземлення, тобто сукупність заземлювальних провідників і заземлювального обладнання, що контактує з землею. Опір заземлювальних пристроїв повинен бути не більше вказаних значень. Найбільший допустимий опір в системі заземлення, яка використовується у верстатах (для джерела трифазного струму, напругою 380 В) при розміщенні заземлення безпосередньо близько біля верстата становить 4 Ом.

#### 5.4 Розрахунковий вибір віброопор

1. 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.

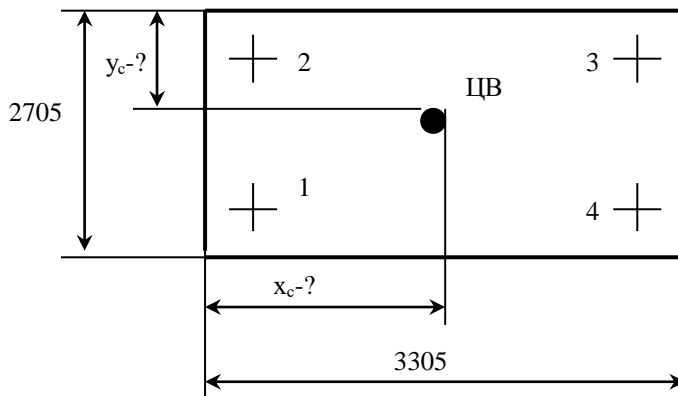


Рисунок 5.1 – Спрощений вигляд верстата в плані

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	055Б – 25.00.00.00.000 ПЗ					

Положення центра мас в цьому випадку буде становити:

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

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, визначаємо реакцію опор. Типова схема установки верстата на віброопори приведена на рисунку 5.2 (на якій показана схема визначення реакцій віброопор верстата)

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

Ця схема показана на рисунку 5.2.

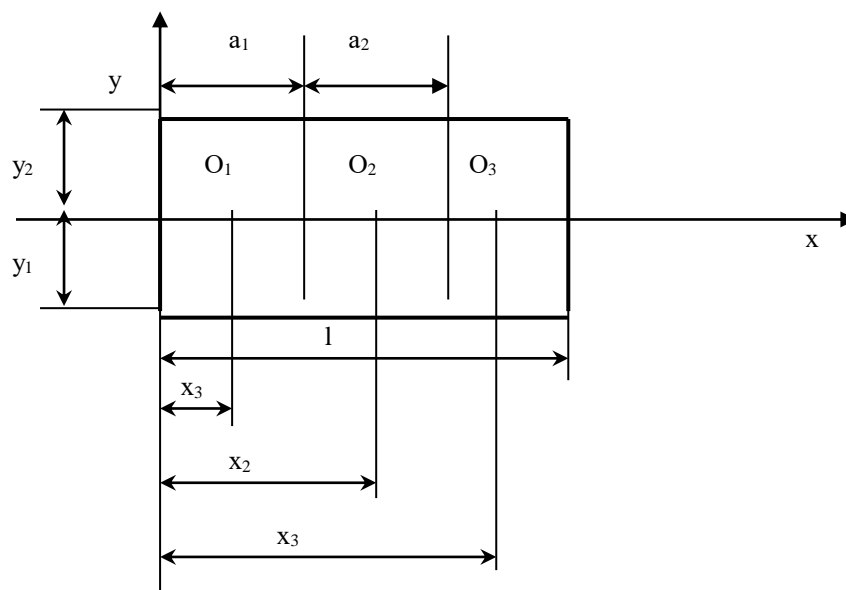


Рисунок 5.2 – Розрахункова схема верстата:

						055Б – 25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата			





## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У результаті виконання випускної роботи проведені наступні результати:

- проаналізований діючий варіант виготовлення деталі та запропонований новий ТП;
- спроектовано нову заготовку деталі;
- проведено структурний аналіз ТП виготовлення деталі;
- розраховані припуски операційних розмірів на обробку деталі;
- проведено розмірний аналіз нового варіанту ТП;
- визначені режими різання та норми часу;
- спроектовано нове технологічне оснащення;
- спроектована нова механічна дільниця виготовлення корпусу КПФЕК-03-М.

					<i>055Б – 25.00.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		