

Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра «Машинобудування, мехатроніки і робототехніки»

«Допущено до захисту»
Завідувач кафедри ММР
к.т.н., доцент

_____ Андрій ГРЕЧКА
« _____ » _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:
**«Розробка технології механічної обробки корпусу
гідравлічного насосу
Development of technology for machining the hydraulic pump
housing»**

Виконав здобувач вищої освіти 4 курсу
групи ГМ-22мбз-3
ОПП «Галузеве машинобудування»
спеціальності 133 «Галузеве
машинобудування»

_____ Роман ЛУШПАЙ

Керівник роботи к.т.н., доцент

_____ Олександр СКІБІНСЬКИЙ

Рецензент: к.т.н., доцент

_____ Руслан ОСІН

Центральноукраїнський національний технічний університет	
Факультет	<u>Механіко-технологічний</u>
Кафедра	<u>Машинобудування, мехатроніки і робототехніки</u>
Рівень вищої освіти	<u>перший (бакалаврський)</u>
Галузь знань	<u>13 Механічна інженерія</u>
Спеціальність	<u>133 Галузеве машинобудування</u>
Освітньо-професійна програма	<u>Галузеве машинобудування</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ММР
_____ Андрій ГРЕЧКА

« ____ » _____ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Романа ЛУШПАЯ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка технології механічної обробки корпусу
гідравлічного насосу
2. Керівник роботи: к.т.н., доц., Олександр Скібінський
3. Строк подання роботи до захисту « ____ » _____ 2025 р.

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи:

Метою роботи є: розробка технологічного процесу механічної обробки деталі корпус на основі базового технологічного процесу шляхом його раціоналізації.

Завдання:

- виконати аналіз точності та технологічності деталі;
- виконати аналіз матеріалу деталі та способу виготовлення заготовки;
- проаналізувати базовий технологічний процес виготовлення деталі, виявити його переваги та недоліки, розробити раціоналізований технологічний процес, вибрати металорізальні верстати, затискні, допоміжні та контрольні пристрої, розрахувати припуски, режими різання та норми часу;
- спроектувати заготовку та схеми механічної обробки, пристрій затискний.

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Загальна частина	Олександр СКІБІНСЬКИЙ		
Технологічна частина	Олександр СКІБІНСЬКИЙ		
Конструкторська частина	Олександр СКІБІНСЬКИЙ		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальна частина	Квітень 2025	вик.
2	Технологічна частина	Квітень 2025	вик.
3	Конструкторська частина	Червень 2025	вик.
4	Графічна частина та оформлення	Червень 2025	вик.

Дата видачі завдання « ____ » _____ 2025 р.

Керівник роботи _____ Олександр СКІБІНСЬКИЙ
(підпис)

Завдання прийнято до виконання « ____ » _____ 2025 р.

Здобувач вищої освіти _____ Роман ЛУШПАЙ
(підпис)

Анотація

Роман ЛУШПАЙ. Розробка технології механічної обробки корпусу гідравлічного насосу. Кваліфікаційна робота для освітнього ступеня «бакалавр»: спец. 133 Галузеве машинобудування / наук. кер. О. І. Скібінський; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький: ЦНТУ, 2025. 68 с.

Метою роботи є: розробка технологічного процесу механічної обробки деталі корпус на основі базового технологічного процесу шляхом його раціоналізації.

В роботі виконано: опис вузла та деталі та їх службового призначення, аналіз точності та технологічності; аналіз матеріалу деталі та способу виготовлення заготовки; аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі, визначено його переваги та недоліки, розроблено раціоналізований технологічний процес, вибрано металорізальні верстати, затискні, допоміжні та контрольні пристрої, розраховано припуски, режими різання та норми часу; спроектовано заготовку та схеми механічної обробки. Розроблено та розраховано пристрій затискний.

Актуальність роботи: підвищення продуктивності та зменшення собівартості виготовлення деталі за рахунок удосконалення технологічного процесу автоматизація виробництва шляхом застосування сучасних верстатів з числовим програмним управлінням (ЧПУ).

Практичне значення: розроблено удосконалений технологічний процес виготовлення деталі корпус, розроблено та розраховано конструкцію спеціального затискного пристрою.

Ключові слова: технологічний процес, корпус гідравлічного насосу, верстат з ЧПУ, удосконалення.

Annotation

Roman LUSHPAI. Development of technology for machining the hydraulic pump housing. Qualification work for the educational level "Bachelor", specialty 133 Industrial mechanical engineering / Scientific supervisor O. I. Skibinskyi: Central Ukrainian national technical university. – Kropyvnytskyi: CUNTU, 2025. 68 p.

The aim of the work is to develop a technological process for the mechanical processing of the cylinder block based on the basic technological process through its rationalization.

The work includes: a description of the assembly and the part and their functional purpose, analysis of accuracy and manufacturability; analysis of the material of the part and the method of obtaining the blank; analysis of the basic technological process of manufacturing the part, identifying its advantages and disadvantages, development of a rationalized technological process, selection of metal-cutting machines, clamping, auxiliary and control devices, calculation of allowances, cutting modes and time standards; design of the blank and mechanical processing schemes.

Relevance of the work: increasing productivity and reducing the cost of manufacturing the part by improving the technological process and automating production through the use of modern CNC machines.

Practical significance: development of an improved technological process for manufacturing the cylinder block part.

Keywords: technological process, cylinder block, CNC machine, improvement.

Зміст

Вступ.....	8
1 Загальна частина.....	9
1.1 Характеристика вузла та деталі.....	9
1.2 Характеристика виробничої програми.....	13
1.3 Визначення типу виробництва.....	13
2 Технологічна частина.....	15
2.1 Аналіз точності та технологічності деталі.....	15
2.2 Аналіз діючого технологічного процесу.....	19
2.3 Вибір методу отримання заготовок.....	21
2.4 Вибір методів обробки поверхонь.....	24
2.5 Розробка маршрутів виготовлення деталі.....	28
2.6 Вибір технологічних баз.....	31
2.7 Розробка структури та змісту технологічних операцій, вибір металорізальних верстатів для їх здійснення.....	32
2.8 Вибір затискних пристроїв.....	40
2.9 Вибір ріжучих інструментів.....	41
2.10 Вибір вимірювальних пристроїв та інструментів.....	43
2.11 Визначення припусків та операційних розмірів.....	44
2.12 Визначення режимів різання.....	50
2.13 Технічне нормування операцій.....	54
3 Конструкторська частина.....	58
3.1 Розрахунок та розробка конструкції затискного пристрою.....	58
Висновки.....	66
Список використаної літератури.....	67

					<i>КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	Лушпай				<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	Скібінський						7	69
<i>Н.контр.</i>						ЦНТУ		
<i>Затвер.</i>	Гречка				гр. ГМ-22мбз-3			

Вступ

Ефективність виробництва, технічний прогрес, якість продукції, яка випускається залежать від розвитку виробництва нового обладнання, нових методів обробки поверхонь деталей, прогресивних конструкцій різальних інструментів, від застосування методів техніко-економічного аналізу, забезпечуючого рішення технічних питань і економічну ефективність технологічних та конструкторських розробок.

Сучасні технологічні процеси виготовлення деталей повинні забезпечувати вимоги пред'явлені до деталі, бути економічно-доцільними та забезпечувати продуктивність і головне гнучкість виробництва. Застосування верстатів з ЧПУ дозволяє зменшити кількість технологічного обладнання і кількість робітників. Вірна організація праці дозволяє підвищити продуктивність та зменшити витрати на виробництво.

При виконанні кваліфікаційної роботи необхідно виконати детальний аналіз базового технологічного процесу обробки деталі, розробити гнучкий технологічний процес обробки деталі, скоротити кількість верстатів, виробничих робітників та ін. з метою вирішення головної мети – зниження собівартості випускаємої продукції при забезпеченні необхідної точності та якості продукції.

					<i>КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1 Загальна частина

1.1 Характеристика вузла та деталі

Гідромотор шестеренний ГМШ32-3 призначений для гідравлічних приводів активних робочих органів в гідросистемах сільськогосподарських, дорожніх та інших машин.

Обертання гідромотору здійснюється потоком рідини, яка поступає у впадини ведучої 2 і веденої 3 шестерень (рис. 1.1), обмежених платиками 7 і підтискною обоймою 14.

Підшипникова обойма 5, з встановленими в ній антифрикційними вкладишами 16 і 17, служить єдиною опорою для усіх цапф шестерень.

Підтискна обойма під дією тиску робочої рідини в порожнині радіальної манжети 13 ущільнює по периферії зубці шестерень зі сторони зони високого тиску.

Опорна пластина 12 служить для перекриття зазору між корпусом 1 і підтискною обоймою 14.

Торцеві поверхні шестерень ущільнюються двома платиками під дією тиску робочої рідини в порожнинах з торцевими манжетами 19, 20. Робочі кромки торцевих манжет захищені від видавлювання в торцеві зазори пластинами 21, кільцями 24 і запобіжними прокладками 23, 25.

Ведучий вал гідромотора ущільнюється манжетою 8, яка фіксується опорним 9 і пружинним 10 кільцями.

Центрування ведучого вала відносно установчого бурта корпусу забезпечується втулкою 6.

Кришка 4 приєднується до корпусу болтами, герметичність по площині роз'єму корпус-кришка досягається встановленням резинового ущільнювального кільця 11.

При транспортуванні вхідний та вихідний отвори закриваються пробками 15 і 18.

					<i>КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

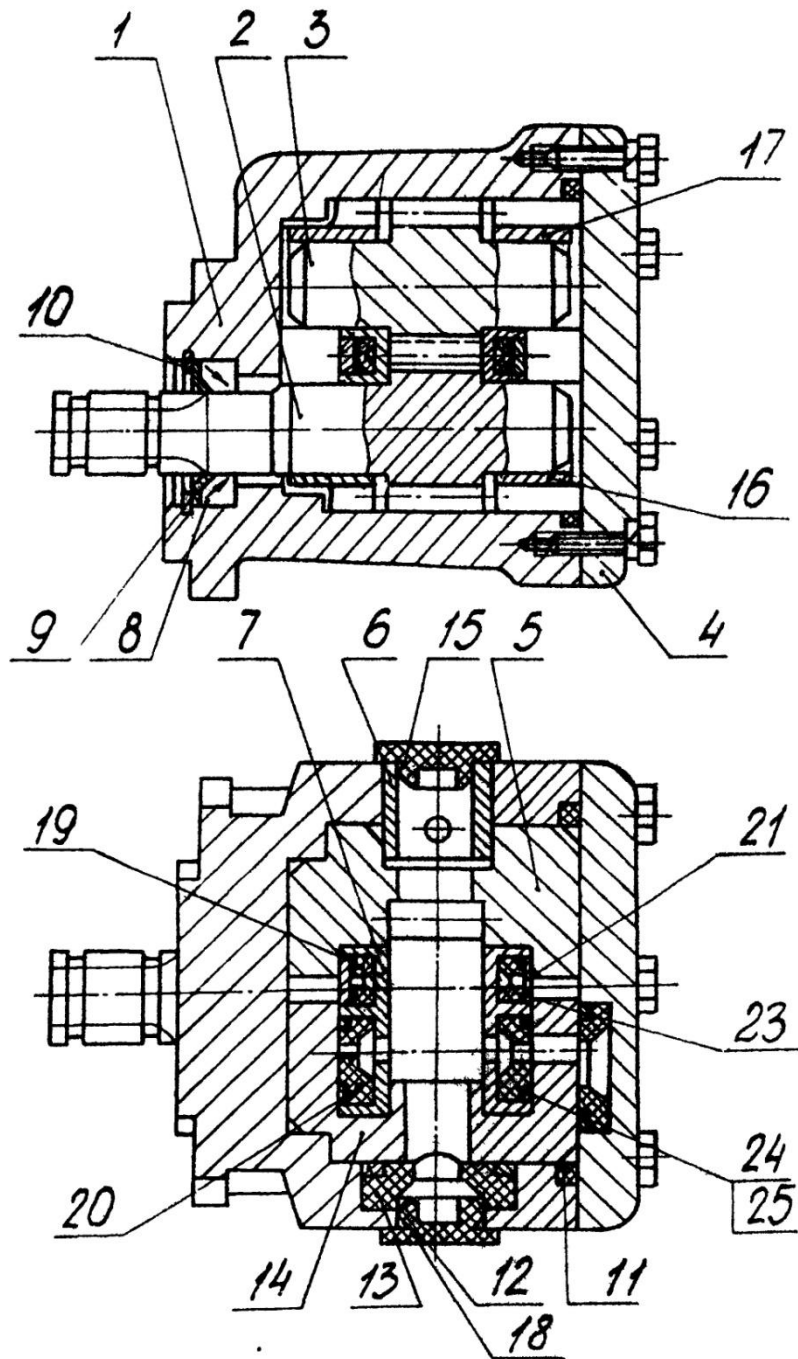


Рис. 1.1 Устрій гідромотора шестеренного ГМШ32-3:

1– корпус; 2– шестерня ведуча; 3– шестерня ведена; 4- кришка; 5- підшипникова обойма; 6– втулка; 7- пластик; 8– манжета; 9- опорне кільце; 10– пружинне кільце; 11– ущільнювальне кільце; 12- опорна пластина; 13- радіальна манжета; 14- підтиска обійма; 15- пробка; 16, 17- антифрикційні вкладиші; 18- пробка; 19, 20- торцеві манжети; 21- пластина; 22- манжета; 23– запобіжна прокладка; 24- кільце; 25- запобіжна прокладка.

Технічна характеристика гідромотора шестеренного ГМШ32-3 приведена в таблиці 1.1.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ

Арк.

Технічна характеристика гідромотора шестеренного ГМШ32-3

Найменування параметру	Норма для типорозміру
Номінальний робочий об'єм, см ³	32
Тиск на виході, МПа - максимальний при запуску - мінімальний	1 0
Тиск на вході, МПа - номінальний - максимальний	16 21
Частота обертання, с ⁻¹ - номінальна - мінімальна - максимальна	25 8,33 50
Гідродинамічний ККД, не менше	0,87
Загальний ККД, не менше	0,80
Крутний момент, Н·м, не менше - номінальний - зрушування	70,89 42,53
Питома маса, кг/Н·м	0,09
Маса, кг	6,4
Габаритні розміри, мм	185×146×159

Деталь корпус НШ32-3-01 (рис. 1.2) призначена для монтажу всіх компонентів гідромотору, а також захищає їх від зовнішнього впливу та створює відповідні умови для процесів, які відбуваються в ньому – обертання гідромотору потоком рідини, яка подається у впадини ведучої та веденої шестерень. Деталь за своєю формою відноситься до класу корпусних деталей. Вона має торцеві, внутрішні та зовнішні циліндричні поверхні, фаски та різьбові отвори.

Конструкторськими базами є геометрична вісь деталі, торцеві поверхні 3, 8.

Основними поверхнями є торцева поверхня 1 та зовнішня циліндрична поверхня 25, які визначають положення корпусу у машині.

					<i>КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Допоміжними поверхнями є внутрішня циліндрична поверхня 10, торцеві поверхні 8, 12, 10, внутрішні циліндричні поверхні 5, 23, платики 16, так як визначають положення інших деталей у виробі.

Різьбові отвори 14 служать для закріплення деталі кришка.

Кріплення гідромотору до корпусу приводу здійснюється за допомогою болтів або шпильок за допомогою чотирьох отворів 20.

Всі інші поверхні є вільними і служать для конструктивного оформлення виробу та для зручності складання виробу.

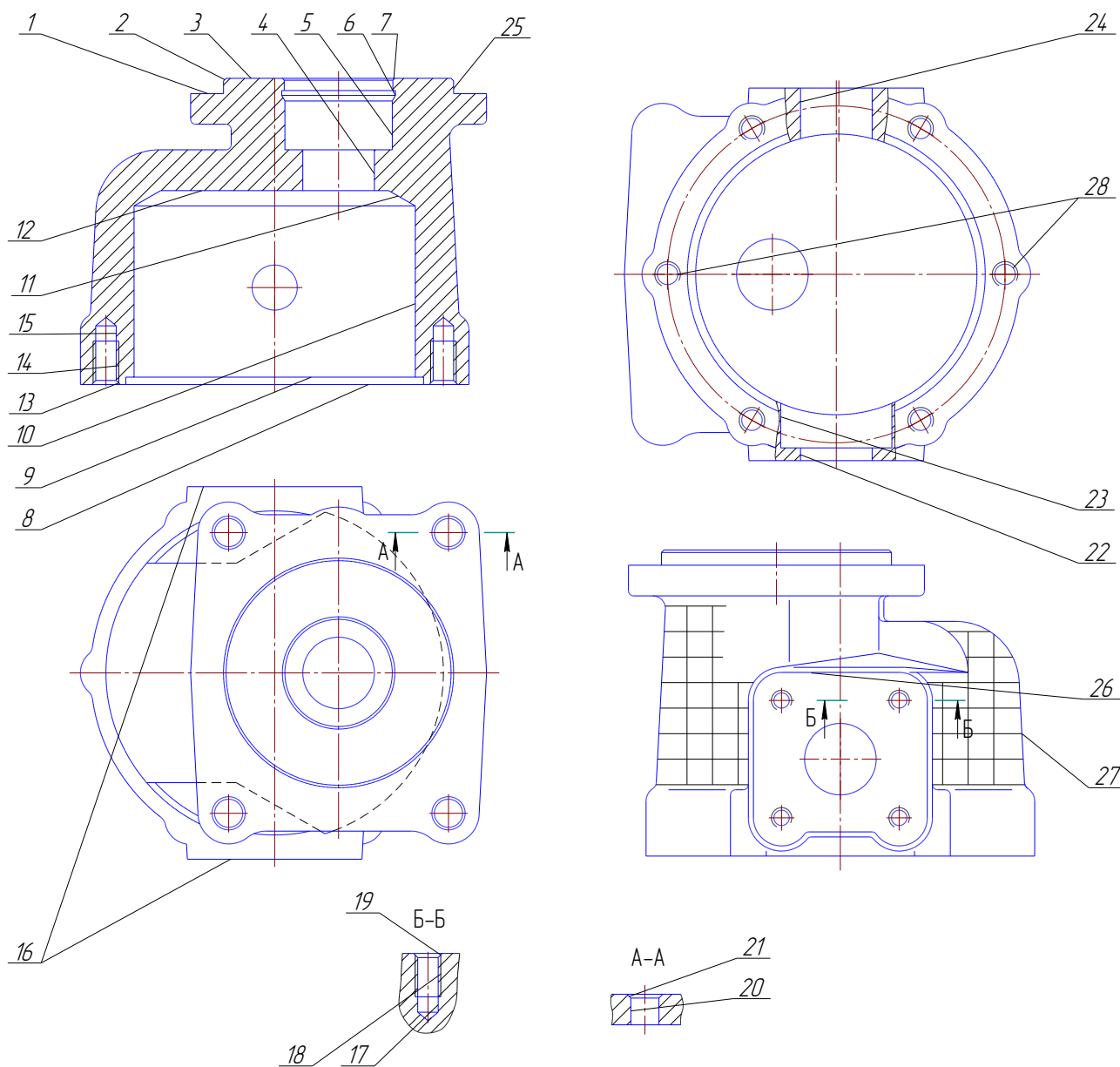


Рис. 1.2 Спрощений ескіз деталі корпус НШ32-3-01

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ

Арк.

1.2 Характеристика виробничої програми

Характер, структура та зміст технологічного процесу залежать від прийнятих організаційних форм роботи проектного цеху, які зумовлюються величиною виробничої програми та змістом робіт, що виконуються на робочих місцях.

Дані про виробничу програму наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Подетальна річна програма цеху

Назва виробу	Маса одного виробу, кг	Річна програма випуску	
		штук	тон
Корпус	2,494	20000	49,88

1.3 Визначення типу виробництва

Тип виробництва визначається на основі коефіцієнта закріплення операцій Кз.о., який обчислюється за формулою:

$$K_{з.о} = \frac{Q}{P} \quad (1.1)$$

де:

Q — кількість різних поєднань операцій і деталей, що виконуються на ділянці протягом місяця;

P — загальна кількість робочих місць (металорізальних верстатів), які забезпечують виконання цих операцій.

Коефіцієнт Кз.о. характеризує співвідношення між кількістю унікальних технологічних операцій і кількістю верстатів, що дозволяє встановити характер виробничої діяльності.

На основі даних таблиці базових технологічних процесів обробки деталей та за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення було визначено тип виробництва.

					КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Це дозволило суттєво скоротити обсяг і тривалість обчислень. Отримані результати щодо типу виробництва для окремих деталей наведені нижче.

Розрахунок типу виробництва
Корпус НШ32-3-01

Вихідні дані
Програма випуску 20000

Номер операції	Дійсний річний фонд часу роботи обладнання	Штучний час
----------------	--	-------------

5	3904	0.9700
10	3904	0.5660
15	3904	0.9330
20	3904	0.8250
25	4029	0.5670
30	4029	1.8910
35	4029	0.7310
40	4029	0.4460
45	4029	1.1130

Результати розрахунку

Номер операції	Розрахункова кількість верстатів	Прийнята кількість верстатів	Кількість операцій на даному верстаті
----------------	----------------------------------	------------------------------	---------------------------------------

5	0.1035	1	7.73
10	0.0604	1	13.24
15	0.0996	1	8.03
20	0.0881	1	9.09
25	0.0586	1	13.64
30	0.1956	1	4.09
35	0.0756	1	10.58
40	0.0461	1	17.34
45	0.1151	1	6.95

Коефіцієнт закріплення операцій 10.07795

Тип виробництва – середньосерійний

Як показують розрахунки, тип виробництва виготовлення деталі - середньосерійний.

Середньосерійний тип виробництва передбачає виготовлення обмеженого асортименту продукції невеликими повторюваними серіями. Ці партії виробів виготовляються з певною періодичністю. Для такого типу виробництва характерне часткове спеціалізування обладнання, а також застосування верстатів, що забезпечують швидке переналагодження.

Різальний інструмент застосовується як універсального, так і спеціального призначення. Затискні пристрої також можуть бути як універсальними, так і спеціальними. Засоби вимірювання здебільшого є універсальними, проте можуть поєднуватися з калібрами й спеціалізованими вимірювальними приладами. До виконання робіт залучаються працівники з різним рівнем кваліфікації.

					<i>КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2 Технологічна частина

2.1 Аналіз точності та технологічності деталі

2.1.1 Аналіз технологічності деталі і технічних вимог на її виготовлення

Аналіз технічних вимог деталі корпус (рис. 1.2) показав, що твердість корпусу 95...125НВ; допускається виготовлення із сплаву АК8М3, АК9М2, АК7, АЛ9 ДСТУ 2839-94 України; на поверхнях відливки тріщини, наскрізні раковини, рихлення та пригари не допускаються; загальна пористість не повинна бути вище еталона №1 шкали пористості по ДСТУ 3015-95, а зональна не більше бала 3 шкали пористості по ДСТУ 2839-94; несказанні ливарні радіуси 2 мм, нахили – 3^0 ; відливка 2 по ДСТУ 3015-95, точність відливки 9-0-0-7т ГОСТ 26645-85; не вказані граничні відхилення розмірів – Н14, h14, $\pm t/2$; допуск конусоподібності поверхні 10 не більше 0,02 мм; відхилення центрального кута між осями двох довільних із шести отворів 14 не більше $\pm 14'$ (допуск залежний); допускається на поверхні 10 і площині роз'єму 8 слід від виходу різця глибиною не більше 0,03 мм.

Технічні вимоги назначені правильно і визначені службовим призначенням та умовами експлуатації.

В кваліфікаційній роботі не ставиться задача зміни конструкції деталі або окремих її конструктивних елементів. Навіть у тих випадках, коли очевидно, що технологічність конструкції низька та потребує доробки. Технологічний процес розроблюється для заданої на кресленні деталі без внесення будь-яких змін, які підвищують її технологічність. Обумовлюється це тим, що будь-які зміни конструкції можливі до моменту прийняття виробу до серійного виробництва. Через це аналіз технологічності конструкції в роботі проводиться в суто оцінювальному плані.

					КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У самому загальному випадку конструкція деталі вважається технологічною, якщо вона забезпечує просте та економічне виготовлення.

Заготовка деталі корпус виготовляється відливанням в кокіль, точність відливки 9-0-0-7т ГОСТ 26645-85.

Матеріалом деталі є алюмінієвий сплав АК8МЗ, який входить в групу матеріалів І. Група І характеризується високою оброблюваністю, коефіцієнт оброблюваності різанням становить 1,5...2,5,але досягти необхідної шорсткості дуже важко.

Поверхні, які використовуються як установочні технологічні бази є простими. В якості чорнової бази використовуються бічні поверхні платиків 26 та зовнішня поверхня 27 для підготовки чистових баз – площини роз'єму 8 і двох отворів 28.

На більшості етапів механічної обробки можна реалізувати принципи постійності та єдності базування.

Деталь має достатню жорсткість, що дозволяє використовувати підвищені режими різання.

Застосування багатопозиційної та багатоінструментальної обробки є цілком можливим. Обробка деталі здійснюється із використанням стандартного різального та допоміжного інструменту, причому доступ інструмента до поверхонь, що підлягають обробці, не має обмежень.

У загальному підсумку, деталь типу "корпус" характеризується хорошою технологічністю — складнощів у досягненні необхідних показників точності, якості обробки та дотриманні технічних вимог не спостерігається.

Розміри на кресленнях задано переважно комбінованим методом, а їх значення та допуски в основному відповідають чинним стандартам.

					<i>КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2.1.2 Аналіз точності деталі

Рівень точності виготовлення поверхонь деталі визначається відповідно до її функціональних та експлуатаційних вимог. Для проведення елементного аналізу точності поверхонь деталі створено умовний ескіз корпусу (див. рис. 1.2), на якому позначено зони, що підлягають механічній обробці. Результати аналізу параметрів точності наведено у таблиці 2.1.

Оцінка точності свідчить про те, що на кресленні надано всі необхідні розміри для виконання обробки. Розміри нанесено комбінованим методом. Більшість розмірів відповідають стандартному ряду чисел, а допуски встановлені згідно з діючими квалітетами і нормами відхилень.

Найбільш точними поверхнями деталі корпус є: внутрішня циліндрична поверхня 4 $\varnothing 28H8^{(+0,033)}$; внутрішня циліндрична поверхня 5 $\varnothing 42H9^{(+0,062)}$, $\boxed{\oplus} \boxed{R\ 0,03} \boxed{\nabla}$, Ra2,5; внутрішня циліндрична поверхня 10 $\varnothing 110_{-0,015}^{+0,040}$, $\boxed{\odot} \boxed{R\ 0,08} \boxed{H}$, Ra1,25; внутрішня циліндрична поверхня 23 $\varnothing 43,5H9^{(+0,062)}$, Ra2,5 та зовнішня циліндрична поверхня 25 $\varnothing 90f8_{-0,090}^{(-0,036)}$, $\boxed{\odot} \boxed{R\ 0,03} \boxed{Ж}$, Ra 2,5. Такі вимоги пояснюються службовим призначенням зазначених поверхонь.

					КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1

Параметри точності деталей

Позначення поверхні	Назва поверхні	Розмір з відхиленнями, заданими від даної поверхні	Квалітет точності	Точність відносних поворотів, відстаней, розміщення поверхонь	Точність форми	Шорсткість поверхні	Вагомість поверхні, як конструкторської бази
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Торцева	114 _{-0,540}	h13	-	-	Rz20	
2	Фаска	0,6x45 ⁰	-	-	-	Rz80	
3	Торцева	120 _{-0,540}	h13	-	-	Rz80	
4	Внутрішня циліндрична	∅28 ^{+0,033}	H8	-	-	Rz80	
5	Внутрішня циліндрична	∅42 ^{+0,062} 28 ^{+0,52}	H9 H14		-	Ra2,5	
6	Канавка фасонна	∅44,5 ^{+0,34} 1,9 ^{+0,25} 3,8min	- H14 -	-	-	Rz20 Rz20 Rz20	
7	Фаска	0,6x45 ⁰	-	-	-	Rz80	
8	Торцева	120 _{-0,540}	H13			Ra2,5	
9	Виточка	∅116,5 ^{+0,22} 2,3 ^{+0,015} -0,100	H14 -	-	-	Ra2,5 Ra2,5	
10	Внутрішня циліндрична	∅110 ^{+0,040} -0,015 70 ^{+0,74}	- H14		-	Ra1,25	
11	Фаска	70 ^{+0,74} 76 ^{+0,12} 30 ⁰	H14 H14 -	-	-	Rz80	
12	Торцева	76 ^{+0,12}	H10	-	-	Rz80	
13	Фаска	1,6x45 ⁰	-	-	-	Rz80	
14	Внутрішня різьбова	M10 17min	5H6H	-	-	Rz20	
15	Внутрішня циліндрична	∅8,5 ^{+0,1} 23,5 ^{+0,5}	- -		-	Rz40	
16	Торцева	146±0,2 73±0,1	js12 -	-	-	Ra2,5	

КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ

Арк.

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8
17	Внутрішня циліндрична	$\varnothing 6,8^{+0,1}$ 18,5max	- -	$\oplus R 0,3 \sqrt{\text{R}}$	-	Rz20	
18	Внутрішня різьбова	M8 14min	5H6H -	-	-	Rz20	
19	Фаска	1,6x45 ⁰	-	-	-	Rz80	
20	Внутрішня циліндрична	$\varnothing 11^{+0,43}$	H14	-	-	Rz40	
21	Фаска	1±0,5x45 ⁰	-	-	-	Rz80	
22	Внутрішня циліндрична	$\varnothing 28^{+0,33}$	H13	$\oplus R 0,05 \sqrt{\text{R}}$	-	Rz20	
23	Внутрішня циліндрична	$\varnothing 43,5^{+0,062}$	H9	-	-	Ra2,5	
24	Внутрішня циліндрична	$\varnothing 26^{+0,52}$	-	$\oplus R 0,05 \sqrt{\text{R}}$	-	Ra2,5	
25	Зовнішня циліндрична	$\varnothing 90^{+0,036}_{-0,090}$ 5,7-0,3	f8 -	$\odot R 0,03 \sqrt{\text{R}}$ $\swarrow 0,5 A$	-	Ra2,5 Rz20	

Інші поверхні деталі мають невисокі вимоги по точності та шорсткості: 13-14 квалітети, Rz 20...80.

2.2 Аналіз діючого технологічного процесу

Аналіз існуючого на базовому підприємстві технологічного процесу механічної обробки деталі свідчить про його здатність забезпечити виготовлення виробу з дотриманням встановлених вимог щодо точності. Однак, у більшості випадків для обробки застосовується застаріле технологічне обладнання, що знижує ефективність виробництва.

Одним із суттєвих недоліків діючого процесу є обмежена виробнича гнучкість, яка є критично важливою в умовах динамічного ринку. Крім того, на багатьох операціях обробка деталі виконується з багаторазовим переустановленням, маємо низький рівень автоматизації.

У рамках розроблюваного технологічного процесу передбачено ширше застосування верстатів з числовим програмним управлінням (ЧПУ). Це

					КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

дозволить об'єднати декілька операцій в одну, зменшити загальну їх кількість, скоротити потребу у верстатах, персоналі, виробничих площах, а також знизити енергоспоживання та інші витрати.

Технологічний процес обробки деталі корпус складається із 9 основних операцій. Позитивною ознакою базового технологічного процесу є те, що обрана послідовність операцій дозволяє забезпечити необхідну точність та якість обробки. Поруч із універсальним обладнанням широко застосовуються спеціальні верстати в тому числі і агрегатні.

З метою підвищення гнучкості технологічного процесу та зменшення собівартості обробки деталі в розробляемому технологічному процесі планується замінити: операцію 005 спеціальну токарну, що здійснюється на верстаті мод. 1А290П-6 де виконується зенкерування отвору, підрізання торців та розточування отворів; операцію 010 агрегатно-свердлильну, що здійснюється на верстаті мод. 2ХА214П де виконується свердління отвору, підрізання торців та розточування отворів; перехід 2 операції 030 алмазно-розточувальної, що здійснюється на верстаті мод. 2706 де виконується розточування колодца, канавки, фаски на 005 операцію, що виконується на оброблювальному центрі з ЧПУ мод. 600VT токарно-фрезерно-розточувальної групи.

Операцію 015 спеціальну токарну, що здійснюється на верстаті мод. 1К282 де виконується свердління отвору, підрізання торців та розточування отворів, канавки, фаски; перехід 3 операції 030 алмазно-розточувальної, що здійснюється на верстаті мод. 2706 де виконується розточування отворів, та обточування бурта; операцію 040 вертикально-свердлильну, що здійснюється на верстаті мод. СС2876 де виконується зенкерування та свердління чотирьох отворів на 010 операцію, що виконується на оброблювальному центрі з ЧПУ мод. 600VT токарно-фрезерно-розточувальної групи.

Операцію 020 агрегатну, що здійснюється на верстаті мод. АМ8712 де виконується фрезерування платиків, свердління отворів, зенкерування отворів з переустановкою деталі; операцію 025 токарно-гвинторізну, що здійснюється на

					КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

верстаті мод. 1К62 де виконується розточування отвору; операцію 035 алмазно-розточувальну, що здійснюється на верстаті мод. ОС8688 де виконується розточування отвору на 015 операцію, що виконується на оброблювальному центрі з ЧПУ мод. 400VT свердлильно-фрезерно-розточувальної групи.

Запропоновані зміни дадуть можливість підвищити гнучкість виробництва, знизити час обробки та собівартість деталі, що важливо в умовах сучасного ринку.

2.3 Вибір методу отримання заготовок

Враховуючи конструктивну форму деталі та її службове призначення обираємо метод отримання заготовок - відливання в кокіль, точність відливки 9-0-0-7т ГОСТ 26645-85.

Виходячи з цього, та враховуючи службове призначення деталі в якості матеріалу раціонально використовувати алюмінієвий сплав АК8М3.

Хімічний склад та механічні властивості матеріалу деталі наведено в таблицях 2.2 та 2.3 відповідно.

Таблиця 2.2

Хімічний склад матеріалу деталі

Марка матеріалу	Вміст елементів, %				
	Mg	Si	Mn	Ti	Cu
АК8М3	0,2-0,5	6-8	-	-	-

Таблиця 2.3

Механічні властивості матеріалу деталі

Марка матеріалу	σ_B	σ_T	δ	ψ	Твердість, НВ
	МПа		%		
АК8М3	128	-	0,5	-	95...125

На підставі аналізу деталі по кресленню, довідковій літературі обираємо два методи отримання заготовки корпусу: литво в кокіль і литво під низьким тиском.

Щоб остаточно переконатись в правильності вибраного методу отримання заготовки, проведемо економічне обґрунтування вибору методу отримання заготовки згідно [3] стор. 29. Вартість заготовок, які отримані литвом в кокіль та під тиском можна визначити за формулою:

$$C_{заг} = \left(\frac{C_{баз}}{1000} \cdot Q \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_s \cdot k_m \cdot k_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{від}}{1000}$$

де: $C_{баз}$ – базова вартість 1 т заготовок, грн.;

k_t, k_c, k_b, k_m, k_n – коефіцієнти, які залежать від класу точності, групи складності, ваги, марки матеріалу та об'єму виробництва заготовок;

Q – вага заготовки, кг;

q – вага деталі, кг;

$S_{від}$ – вартість 1 т відходів, грн.

Розраховуємо вартість заготовки, отриманої методом литва в кокіль:

$$C_{заг.к} = \left(\frac{15100}{1000} \cdot 3,500 \cdot 1,1 \cdot 0,89 \cdot 0,96 \cdot 0,59 \cdot 1,0 \right) - (3,500 - 2,494) \cdot \frac{3600}{1000} \approx 25,7 \text{ грн.}$$

Розраховуємо вартість заготовки, отриманої методом литва під тиском:

$$C_{заг.т} = \left(\frac{18200}{1000} \cdot 3,000 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,94 \cdot 0,69 \cdot 1,0 \right) - (3,000 - 2,494) \cdot \frac{3600}{1000} \approx 33,6 \text{ грн.}$$

Як видно із розрахунків вартість отримання заготовки методом литва під тиском більша ніж литвом в кокіль в 1,3 рази.

					КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Коефіцієнт використання матеріалу визначаємо за формулою:

$$\eta = \frac{q}{Q}$$

де: q – маса деталі; Q – маса заготовки.

Тоді:

$$\text{при відливанні в кокіль} - \eta_k = \frac{q}{Q} = \frac{2,494}{3,500} = 0,71$$

$$\text{при відливанні під тиском} - \eta_m = \frac{q}{Q} = \frac{2,494}{3,000} = 0,83$$

Незважаючи на те, що коефіцієнт використання матеріалу при виготовленні заготовки методом литва під тиском вищий, вирішальним фактором приймаємо вартість заготовки і остаточно приймаємо для виготовлення заготовок метод литва в кокіль.

Приблизний економічний ефект для порівняння способів отримання заготовок розраховується за формулою:

$$E_3 = (C_{заг.к} - C_{заг.т})N$$

де: $C_{заг.к}$, $C_{заг.т}$ – вартість порівнюємих заготовок, грн.;

N - річна програма випуску, шт.

Річний економічний ефект буде становити:

$$E_3 = (33,6 - 25,7) 20000 = 158 \text{ тис. грн.}$$

Виходячи з цього остаточно приймаємо литво в кокіль.

Відливання в кокіль – найбільш дешевий серед спеціальних способів відливання. Головна особливість способу заключається в багатократному використанні металічної форми – кокілю. Стійкість чавунних кокілів при виготовленні відливок із кольорових сплавів складає тисячі та десятки тисяч відливок.

					КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кокілі дозволяють отримувати відливки зі стабільними та точними розмірами (до 12 квалітету). Параметр шорсткості може досягати Rz 20.

2.4 Вибір методів обробки поверхонь

У сучасній технології машинобудування побудова оптимального технологічного процесу виготовлення деталі розглядається як цілеспрямований пошук, що враховує сукупність конструктивних, функціональних, економічних параметрів та обмежень, а також особливості управління й організації виробничого процесу.

Значний вплив на цей пошук має множина можливих маршрутів обробки окремих поверхонь деталі. Цю множину можна сформувати, базуючись на вимогах до точності та шорсткості оброблюваних поверхонь, а також з урахуванням початкової точності заготовки. Формування здійснюється відповідно до принципу спадковості похибок та з опорою на типові схеми обробки й довідкові дані щодо економічно доцільної точності для різних методів обробки.

Загальне уточнення розраховуються за формулою:

$$\varepsilon_z = \delta_z / \delta_d$$

Результати розрахунку заносимо в таблицю 2.4.

Розрахунок проводимо для поверхні 10 деталі корпус.

Допуск на деталь становить $\delta_d = 0,055$ мм, шорсткість Ra 1,25 мкм, а допуск на заготовку $\delta_z = 1,4$ мм.

Вибираємо два маршрути обробки поверхні.

Перший маршрут складається з чорнового, напівчистового і чистового розточування.

Другий маршрут складається з зенкерування, напівчистового, чистового та тонкого розточування.

Загальне уточнення дорівнює $\varepsilon_{\text{заг}} = 25,45$.

					КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Економічні допуски на проміжні методи обробки та частинні коефіцієнти уточнення становлять відповідно:

Маршрут обробки	Економічний допуск	Частинний коефіцієнт
<u>Перший варіант</u>		
1. Розточування чорнове	0,350	4,00
2. Розточування напівчистове	0,057	6,14
3. Розточування чистове	0,035	1,63
<u>Другий варіант</u>		
1. Зенкерування	0,540	2,59
1. Розточування напівчистове	0,220	2,45
2. Розточування чистове	0,087	2,53
3. Розточування тонке	0,035	2,49

Розраховуємо фактичне уточнення за формулою:

$$\varepsilon_{\phi} = \varepsilon_1 \varepsilon_2 \varepsilon_3 \varepsilon_4$$

Для першого варіанту $\varepsilon_{\phi 1} = 40,03$; для другого $\varepsilon_{\phi 2} = 39,97$. Для обох варіантів умова $\varepsilon_{\phi} \geq \varepsilon_3$ виконується. Із двох варіантів перевагу віддаємо тому, який при виконанні нерівності ближче відповідає рівності, тому приймаємо другий варіант.

На інші поверхні деталей технологічні маршрути представлено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Технологічний маршрут обробки поверхонь деталі

Позначення поверхні	Допуск на поверхню за кресленням $\delta_{\text{д}}$, мм	Шорсткість поверхні Ra, мкм	Допуск на заготовку поверхні δ_3 , мм	Загальне уточнення ε_3	Можливі технологічні маршрути обробки	Економічні допуски на проміжні методи обробки	Частинні коефіцієнти уточнення
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,54	Rz20	1	1,85	1. Підрізання чорнове 2. Підрізання чистове $\varepsilon_{\phi} = 1,85$	0,870 0,540	1,15 1,61

					<i>КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ</i>		<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			

Продовження табл. 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8
3	0,54	Rz80	1	1,85	1. Підрізання чорнове 2. Підрізання чистове $\epsilon_{\phi} = 1,85$	0,870 0,540	1,15 1,61
4	0,033	Rz80	1,2	36,36	<u>1 варіант:</u> 1. Свердління 2. Розточування напівчистове 3. Розточування чистове $\epsilon_{\phi 1} = 57,22$ <u>2 варіант:</u> 1. Свердління 2. Зенкерування 3. Розвертання $\epsilon_{\phi 2} = 48,07$	0,330 0,084 0,021 0,330 0,130 0,025	3,64 3,93 4,00 3,64 2,54 5,20
5	0,062	Ra2,5	1,2	19,35	<u>1 варіант:</u> 1. Свердління 2. Розточування напівчистове 3. Розточування чистове $\epsilon_{\phi 1} = 19,34$ <u>2 варіант:</u> 1. Свердління 2. Зенкерування 3. Розточування $\epsilon_{\phi 2} = 19,34$	0,390 0,100 0,062 0,390 0,100 0,062	3,08 3,90 1,61 3,08 2,54 5,20
6	0,25	Rz20	1,2	4,80	1. Розточування	0,250	4,80

Продовження табл. 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8
8	0,54	Ra2,5	1	1,85	<u>1 варіант:</u> 1. Підрізання чорнове 2. Підрізання напівчистове 3. Підрізання чистове $\epsilon_{\phi 1} = 11,97$ <u>2 варіант:</u> 1. Підрізання чорнове 2. Підрізання чистове $\epsilon_{\phi 2} = 4,79$	0,630 0,250 0,100	1,90 2,52 2,50
9	0,115	Ra2,5	1	8,70	1. Розточування чорнове 2. Розточування чистове $\epsilon_{\phi} = 11,5$	0,350 0,087	2,86 4,02
10	0,055	Ra1,25	1,4	25,45	<u>1 варіант:</u> 1. Розточування чорнове 2. Розточування напівчистове 3. Розточування чистове $\epsilon_{\phi 1} = 40,03$ <u>2 варіант:</u> 1. Зенкерування 2. Розточування напівчистове 3. Розточування чистове 4. Розточування тонке $\epsilon_{\phi 2} = 39,97$	0,350 0,057 0,035	4,00 6,14 1,63
12	0,12	Rz80	1,2	10	1. Підрізання чорнове 2. Підрізання чистове $\epsilon_{\phi} = 10$	0,460 0,120	2,61 3,83
14, 18	5Н6Н	Rz20	-	-	1. Свердління 2. Нарізання різьби	0,300 0,150	-
15, 17	0,1	Rz40	-	-	1. Свердління	0,090	-
16	0,2	Ra2,5	1,2	6	1. Фрезерування	0,200	6

КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ

Арк.

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

20	0,43	Rz40	-	-	1. Свердління	0,330	-
22	0,33	Rz20	1,2	3,64	1. Зенкерування	0,330	3,64
23	0,062	Ra2,5	1,2	19,35	1. Зенкерування 2. Розточування $\epsilon_{\phi} = 23,07$	0,210 0,052	5,71 4,04
24	0,52	Ra2,5	1,2	2,31	1. Зенкерування 2. Розточування $\epsilon_{\phi} = 5,71$	0,330 0,210	3,64 1,57
25	0,054	Ra2,5	1,2	22,22	1. Точіння чорнове 2. Точіння напівчистове 3. Точіння чистове $\epsilon_{\phi} = 34,3$	0,350 0,140 0,035	3,43 2,5 4
28	0,036	Ra2,5	-	-	1. Свердління 2. зенкерування 3. Розвертання	0,090 0,058 0,036	- - -
2	0,2	Rz80	1,2	6	1. Точіння	0,140	8,57
7, 11	0,2	Rz80	1,2	6	1. Розточування	0,160	7,50
13, 19, 21	0,2	Rz80	-	-	1. Зенкування	0,180	-

2.5 Розробка маршруту виготовлення деталі

Формування маршруту обробки деталі здійснюється з урахуванням обраних способів обробки окремих поверхонь, типу виробництва, технічних характеристик обраних металорізальних верстатів, а також вимог до точності й розмірних залежностей, зазначених у кресленні. Зміст маршруту подається у вигляді послідовного переліку технологічних операцій, з коротким описом виконуваних переходів і зазначенням верстатів, що використовуються на кожному етапі.

					КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Розроблений маршрут обробки наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Таблиця технологічного маршруту обробки деталі

Маршрутний технологічний процес	
базовий	проектуючий
1	2
005 Спеціальна токарна 1А290П-6 Зенкерувати отвір, торець, підрізати торці, розточити отвори, канавку, фаску	005 Комплексна з ЧПУ 600VT Зенкерувати, центрувати отвір, підрізати торці, свердлити отвори, зенкерувати отвори, розвернути отвори, зенкувати фаски
010 Агрегатно-свердлильна 2ХА214П Центрувати отвори, свердлити отвори, зенкерувати та розвернути отвори	010 Комплексна з ЧПУ 600VT Свердлити отвір, підрізати торці, розточити отвір, точити бурт, фаску, свердлити отвори, зенкувати фаски
015 Спеціальна токарна 1К282 Свердлити отвір, підрізати торець, свердлити отвір, розточити отвір, канавки, фаски	015 Комплексна з ЧПУ 400VT Фрезерувати платики, свердлити отвори, зенкувати фаски, зенкерувати отвори, розточити отвори
020 Агрегатно-свердлильна АМ8712 Фрезерувати платики, свердлити, зенкерувати отвори	020 Слюсарна ГМ1765 Притупити гострі кромки
025 Токарно гвинторізна 1К62 Розточити отвір	025 Різьбонарізна 020-105-00-00-00 Нарізати різьбу в отворах

					КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження табл. 2.5

1	2
030 Алмазно-розточувальна 2706 Розточити колодці, отвір, канавку, фаску	030 Промивочна ГМ1344 Промити деталі
035 Алмазно-розточна ОС8688 Розточити отвір	035 Продувочна ГМ1973 Камера для обдування
040 Вертикально-свердлильна СС2876 Зенкерувати лунки, свердлити отвори	040 Контрольна ГМ1765 Перевірити деталі
045 Слюсарна ГМ1765 Притупити гострі кромки	
050 Різьбонарізна 020-105-00-00-00 Нарізати різьбу в отворах	
055 Промивочна ГМ1344 Промити деталі	
060 Продувочна ГМ1973 Камера для обдування	
065 Контрольна ГМ1765 Перевірити деталі	

					КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6 Вибір технологічних баз

Виконання технічних вимог до деталі забезпечується шляхом обґрунтованого вибору раціональної схеми базування під час її механічної обробки. Обрана схема встановлення заготовки на верстаті повинна гарантувати достатню жорсткість фіксації, точність її просторової орієнтації в пристрої, а також надійність закріплення.

Процес вибору технологічних баз починається з визначення чорнової бази — тобто тієї, яка використовується на першій операції технологічного процесу. Її головне призначення — забезпечити отримання точних чистових баз для подальших етапів обробки. При цьому важливо орієнтуватися на рівномірне зняття припуску, особливо з найбільш важливих і відповідальних поверхонь деталі.

Під час вибору технологічних баз доцільно дотримуватись принципів базової сталості та суміщення. У випадках, коли необхідно змінити базу, перехід бажано здійснювати від менш точної поверхні до більш точної, що сприятиме підвищенню точності обробки в цілому.

Номери поверхонь вказані на рис. 1.2.

Прийняті схеми базування наведені в таблиці 2.6.

При обробці деталі корпус в якості чорнової бази на 005 операції використовуємо поверхні 26 та 27. На даній операції підготовлюємо чистові бази – отвори 28 і торець 8, які застосовуємо в якості технологічних баз на інших операціях механічної обробки деталей.

					КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

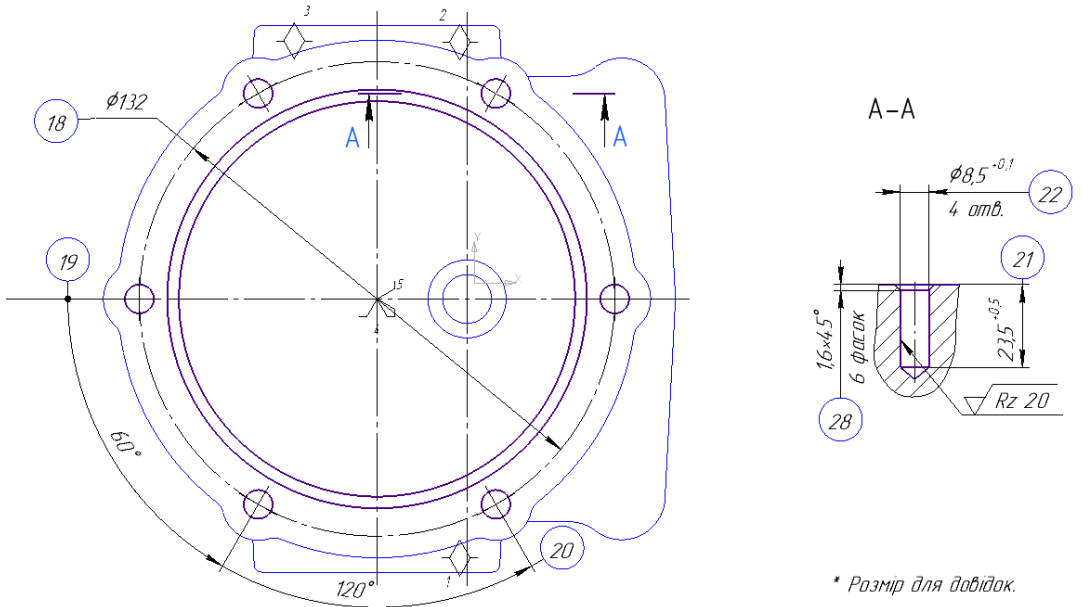
2.7 Розробка структури та змісту технологічних операцій, вибір металорізальних верстатів для їх здійснення

На основі сформованого технологічного маршруту обробки деталі, схем обробки окремих поверхонь та аналізу нанесення розмірів з урахуванням технічних вимог до конкретних елементів, розробляється послідовна структура кожної технологічної операції із зазначенням її номера та назви.

Опис структури та змісту операцій представлено в таблиці 2.6.

Тип і модель металорізального обладнання підбираються відповідно до обраного способу обробки поверхонь, необхідного рівня точності, типу виробництва, а також розмірів заготовки. Вибір конкретних моделей верстатів та їх характеристик здійснюється за спеціалізованими каталогами та довідковими джерелами. Вибрані верстати наведені у таблиці 2.7.

					<i>КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1	2
№ та назва операції, модель верстату, назва	
Операційний ескіз	 <p style="text-align: right;">* Розмір для довідок.</p>
Зміст операції	<ol style="list-style-type: none"> 11. Свердлити чотири отвори, витримуючи розміри 18,19,20,21,22. 12. Свердлити два отвори, витримуючи розміри 23,24. 13. Зенкерувати два отвори, витримуючи розміри 25,24. 14. Розвернути два отвори, витримуючи розміри 26,27. 15. Відкріпити та зняти деталь.

КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ

Арк.

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

1	2
<p>№ та назва операції, модель верстату, назва</p>	<p>010 Комплексна з ЧПУ, 600VT Токарний-фрезерно-розточувальний оброблювальний центр з ЧПУ</p>
<p>Операційний ескіз</p>	
<p>Зміст операції</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та закріпити деталь. 2. Свердлити отвір, витримуючи розміри 1,2. 3. Підрізати торці, витримуючи розміри 3,4,5. 4. Підрізати торці, витримуючи розміри 6,7. 5. Свердлити отвір, витримуючи розмір 8. 6. Розточити отвір, витримуючи розміри 9,10. 7. Розточити отвір, точити борт, фаску, витримуючи розміри 11,12,13. 8. Розточити фасонну канавку, фаску, витримуючи розміри 14,16,17,18,19,20,31 та допуск 15. 9. Розточити отвори, точити борт, витримуючи розміри 21,22,23,24,32.

КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ

Арк.

1	2
№ та назва операції, модель верстату, назва	<p style="text-align: center;">015 Комплексна з ЧПУ, 400V Свердлильно-фрезерно-розточувальний оброблювальний центр з ЧПУ</p>
Операційний ескіз	
Зміст операції	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та закріпити деталі. 2. Фрезерувати два платика, витримуючи розмір 1. 3. Свердлити вісім отворів, витримуючи розміри 2,3,4,5,6,7 та допуск 8. 4. Зенкувати вісім фасок в отворах, витримуючи розмір 9. 5. Зенкерувати отвір, витримуючи розміри 10,11 та допуск 12. 6. Зенкерувати отвір, витримуючи розміри 10,18. 7. Розточити отвір, витримуючи розміри 10,15,16 та допуск 17. 8. Розточити отвір, витримуючи розміри 13,14. 9. Відкріпити та зняти деталі.

КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ

Арк.

1	2
№ та назва операції, модель верстату, назва	<p style="text-align: center;">025 Різьбонарізна, 020-105-00-00-00 Різьбонарізний спеціальний</p>
Операційний ескіз	
Зміст операції	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та закріпити деталь. 2. Нарізати різьбу в шести отворах по площині роз'єму, витримуючи розміри 1,2 та в восьми отворах платиків, витримуючи розміри 3,4. 3. Відкріпити та зняти деталь.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ

Арк.

Металорізальні верстати для обробки деталі

№ операції	Модель та найменування верстату	Стисла технічна характеристика				
		Габаритні розміри робочого столу чи макс. діаметр обробки	Ряд частот обертання (хв ⁻¹)	Ряд подач (мм/хв)	Потужність (кВт)	Габаритні розміри верстату (мм)
1	2	3	4	5	6	7
005	600VT Токарно-фрезерно-розточувальний оброблювальний центр	630	0-12 000	1...15000	19	2000x2720
010	600VT Токарно-фрезерно-розточувальний оброблювальний центр	630	0-12 000	1...15000	19	2000x2720
015	400VT Свердлильно-фрезерно-розточувальний оброблювальний центр	400x900	0...8000	1...15000	7	2400x2200
025	020-015-00-00-00 Різьбонарізний спеціальний	M4-M16	90-500	0,5-45	3	2200x1425

2.8 Вибір затискних пристроїв

Тип та конструктивні особливості затискних пристроїв для виконання кожної технологічної операції визначають з урахуванням обраної теоретичної схеми базування деталі та типу виробництва.

Вибрані затискні пристрої та їх стисла характеристика наведені в таблиці 2.8.

Затискні пристрої для затиску деталі

Номер операції	Найменування пристрою	Стандарт (код)	Вид приводу
1	2	4	5
005	Пристосування спеціальне	7382-4001	Механічний
010	Пристосування спеціальне	7382-4002	Механічний
015	Пристосування спеціальне	7382-4003	Пневматичний
025	Пристосування спеціальне	020-105-01-00-00	Пневматичний

2.9 Вибір ріжучих інструментів

Різальний інструмент для кожного технологічного переходу підбирається з урахуванням методу та етапу обробки, типу виробництва, фізико-хімічних властивостей матеріалу заготовки та інструментального матеріалу, його міцності, зносостійкості, а також особливостей виконуваної обробки.

Необхідну інформацію про інструменти беруть із відповідних довідкових джерел.

Основні технічні характеристики обраного інструменту, призначеного для обробки поверхонь деталі, подано в таблиці 2.9.

					КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ріжучий інструмент для механічної обробки деталі

Номер			Найменування інструменту	Стандарт на конструкцію інструменту (код)	Різальна частина	
Операції	Позиції	Переходу			Матеріал/плас-тина	Стан-дарт (ГОСТ)
1	2	3	4	5	6	7
005		2	Зенкер ф90	ГОСТ21585-76	BK8	3882-74
		3	Свердло ф20 200-060-25А	DSM 3xD	IDI 20	SG
		4	Зенкер ф50 2320-2051	ГОСТ3231-71	BK8	3882-74
		5	Різець 1616Н-09	PQLNR	09Т308	CSGT
		6	Різець S25S	S-PCLNR	060201	CCGT
		7	Різець S25S	S-PCLNR	060201	3882-74
		8	Різець S25S	S-PCLNR	060201	3882-74
		9	Різець S25S	S-PCLNR	060201	3882-74
		10	Різець S25S	S-PCLNR	060201	3882-74
		11	Свердло ф8,5 080-100-049-100	SCD-ACG5	BK6	3882-74
		12	Свердло ф7,8 060-080-043-080	SCD-ACG5	BK6	3882-74
		13	Зенкер ф8,3	ГОСТ21582-76	BK8	3882-74
		14	Розвертка ф8,5 0850-Н7S-CS-CH	SHR	BK6	3882-74
	010		2	Свердло Ø35 035-105-32-09	DR-09	060204
		3	Різець S25T	S-MULNR	09Т302	CCGT
		4	Різець S25T	S-MULNR	09Т302	CCGT
		5	Свердло Ø25 250-075-25А	DSM 3xD	IDI 20	SG
		6	Різець S25T	S-MULNR	09Т302	CCGT
		7	Різець S25T	S-MULNR	09Т302	CCGT
		8	Різець фасонний 2652-5212	-	BK6	3882-74
		9	Різець S25T	S-MULNR	09Т302	CCGT
		10	Свердло Ø11 101-120-056-120	SCD-ACG5	BK6	3882-74
		11	Зенківка	ГОСТ14953-80	P6M5	19265-73
015			2	Фреза торцева D80-27-22	F90AL	220605
		3	Свердло Ø6,8 060-080-043-080	SCD-ACG5	BK6	3882-74
		4	Зенківка	ГОСТ14953-80	P6M5	19265-73
		5	Зенкер Ø28	ГОСТ21582-76	BK8	3882-74
		6	Зенкер Ø26	ГОСТ21582-76	BK8	3882-74
		7	Різець S25T	S-MULNR	09Т302	CCGT
		8	Різець SV32T	SVLBCR	160408	VCGT
	025		2	Мітчик M8 2620-6005	ГОСТ17928-72	P6M5
			Мітчик M10 2620-6006	ГОСТ17928-72	P6M5	19265-73

КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ

Арк.

2.10 Вибір вимірювальних пристроїв та інструментів

Вибір засобів технічного контролю для виконання технологічних операцій здійснюється з урахуванням необхідної точності вимірювань, розмірів та стану контрольованої поверхні, а також типу виробництва.

Перелік обраних контрольно-вимірювальних засобів наведено в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10

Вимірювальний інструмент і контрольні пристрої

Номер операції	Параметр деталі, який контролюється	Найменування вимірювального інструменту, код	Стандарт на конструкцію
1	2	3	4
005	$76^{+0,12}$ $\varnothing 110^{+0,040}_{-0,015}$ $2,3^{+0,015}_{-0,100}$ $\varnothing 116,5^{+0,22}$	8514-4012 Глибиномір ЛД 0-125 Лінійка №1-0,5 Щуп 8338-4028 Пристосування контрольне НИ 100-160-1 8514-4005-01 Пристосування контрольне 8141-4014-04 Пробка	- ГОСТ8026-75 ТУ2.034.222-87 - ГОСТ9244-75 - -
010	$\varnothing 44,5^{+0,34}$ $3,8_{-0,3}$ $\varnothing 42^{+0,062}$ $\varnothing 28^{+0,033}$ $\varnothing 90^{+0,036}_{-0,090}$ $25 \pm 0,03$ 	8144-4014 Нутромір 8150-4120 Скоба 8133-0908 Калібр-пробка 8133-0906 Калібр-пробка 8113-0107 Калібр-скоба 8364-4111 Пристосування контрольне 8364-4114 Пристосування контрольне 8364-4117 Пристосування контрольне	- - СТП23.113.01.073-78 СТП23.113.01.073-78 СТП23.113.01.073-78 - - -
015	$146 \pm 0,2$ $73 \pm 0,1$ $\varnothing 28^{+0,033}$ $\varnothing 43,5^{+0,062}$ $38 \pm 0,16$ 	8534-4074 Калібр 8534-4075 Калібр 8133-0906 Калібр-пробка 8133-0908 Калібр-пробка 8534-4075 Калібр 8364-4125 Пристосування контрольне	- - СТП23.113.01.073-78 СТП23.113.01.073-78 - -
025	17min 14min M8 M10	8151-4052-17 Калібр 8151-4090-14 Калібр 8221-3036-M8 Пробка різьбова 8221-3034-M10 Пробка різьбова	- - - -

Контроль розмірів, які не включено до таблиці 2.10, слід здійснювати за допомогою електронного штангенциркуля Mitutoyo 500-181U (діапазон 0–150 мм, точність 0,01 мм). Контроль шорсткості поверхонь проводиться за допомогою профілометра системи "М" відповідно до вимог стандарту ГОСТ 19300-86.

2.11 Визначення припусків та операційних розмірів

Після визначення плану обробки поверхонь та розроблення маршрутного технологічного процесу здійснюється розрахунок припусків на механічну обробку.

Припуски розраховуємо аналітичним методом на поверхню $10 \text{ } \varnothing 110^{+0,040}_{-0,015}$ (рис. 1.2) деталі корпус.

Маршрут обробки поверхні:

1. Зенкерування
2. Розточування напівчистове
3. Розточування чистове
4. Розточування тонке

Мінімальний припуск при обробці внутрішньої поверхні обертання визначаємо за формулою:

$$2zi_{\min} = 2 \left[(Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right]$$

де Rz_{i-1} - висота нерівностей профілю на попередньому переході; h_{i-1} - глибина дефектного шару на попередньому переході; $\Delta_{\Sigma i-1}$ - сумарне відхилення розміщення поверхні (відхилення від паралельності, перпендикулярності, точності, симетричності, перетину осей, позиційне) в деяких випадках відхилення форми на попередньому переході; ε_i - похибка встановлення заготовки на виконуваному переході.

					КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Величину h_{i-1} враховуємо тільки для першого технологічного переходу (обробляємо кольоровий сплав).

Визначаємо сумарне відхилення:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{м.в.р.}^2 + \Delta_{р.т.б.}^2 + \Delta_{вн}^2 + \Delta_n^2 + \Delta_k^2}$$

де $\Delta_{м.в.р.}$ - відхилення міжосьової відстані отворів:

$$\Delta_{м.в.р.}^2 = 0,8 \text{ мм}.$$

$\Delta_{р.т.б.}$ - відхилення розміщення отворів відносно технологічних баз:

$$\Delta_{р.т.б.} = 0,5 \text{ мм}.$$

$\Delta_{вн}$ - відхилення від паралельності, площинності:

$$\Delta_{вн} = \Delta_{вн1мм} \cdot l = 2,2 \cdot 76 = 167,2 \text{ мкм} \approx 0,167 \text{ мм}$$

Δ_n - перекис отвору:

$$\Delta_n = \Delta_{n1мм} \cdot l = 2,5 \cdot 76 = 190 \text{ мкм} = 0,190 \text{ мм}$$

Δ_k - короблення деталі (при отриманні заготовки методом лиття в кокіль Δ_k відсутнє). Тоді:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{0,8^2 + 0,5^2 + 0,167^2 + 0,190^2} = 0,977 \text{ мм}$$

Розрахункові мінімальні та максимальні значення розмірів визначаємо за формулами відповідно:

$$D_{\max i-1}^p = D_{\max i} - 2z_{\min i}$$

$$D_{\min i-1}^p = D_{\max i-1} - T_{Di-1}$$

Результати розрахунків приведені в таблиці 2.11.

На інші поверхні припуски визначаємо за довідниковими таблицями та заносимо в таблицю 2.12.

Схема графічного розташування припусків представлена на рис. 2.1.

					КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок припусків і граничних розмірів за технологічними переходами

Технологічні переходи обробки	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2z_{\min}$, мкм	Розрахунковий мінімальний розмір, мм	Допуск на виготовлення, мкм	Прийняті розміри по перехо- дам, мм		Отримані граничні припус- ки, мкм	
	Rz	h	Δ	ϵ				D_{\max}	D_{\min}	$2z_{\max}^{ep.}$	$2z_{\min}^{ep.}$
Заготовка	200	100	977	120	-	106,661	1400	106,7	105,3	-	-
Зенкерува ння	50	50	110	-	2569	109,23	540	109,23	108,69	3390	2530
Розточу- вання чорнове	40	50	39	-	420	109,65	220	109,65	109,43	740	420
Розточу- вання чистове	20	20	26	-	258	109,908	87	109,908	109,821	391	258
Розточу- вання тонке	5	-	12	-	132	110,04	55	110,04	109,985	164	132
										$\Sigma 4685$	$\Sigma 3340$

Виконуємо перевірку:

$$2z_{o \max} - 2z_{o \min} = D_3 - D_0$$

$$4685 - 3340 = 1400 - 55$$

Розрахунки припусків виконані вірно.

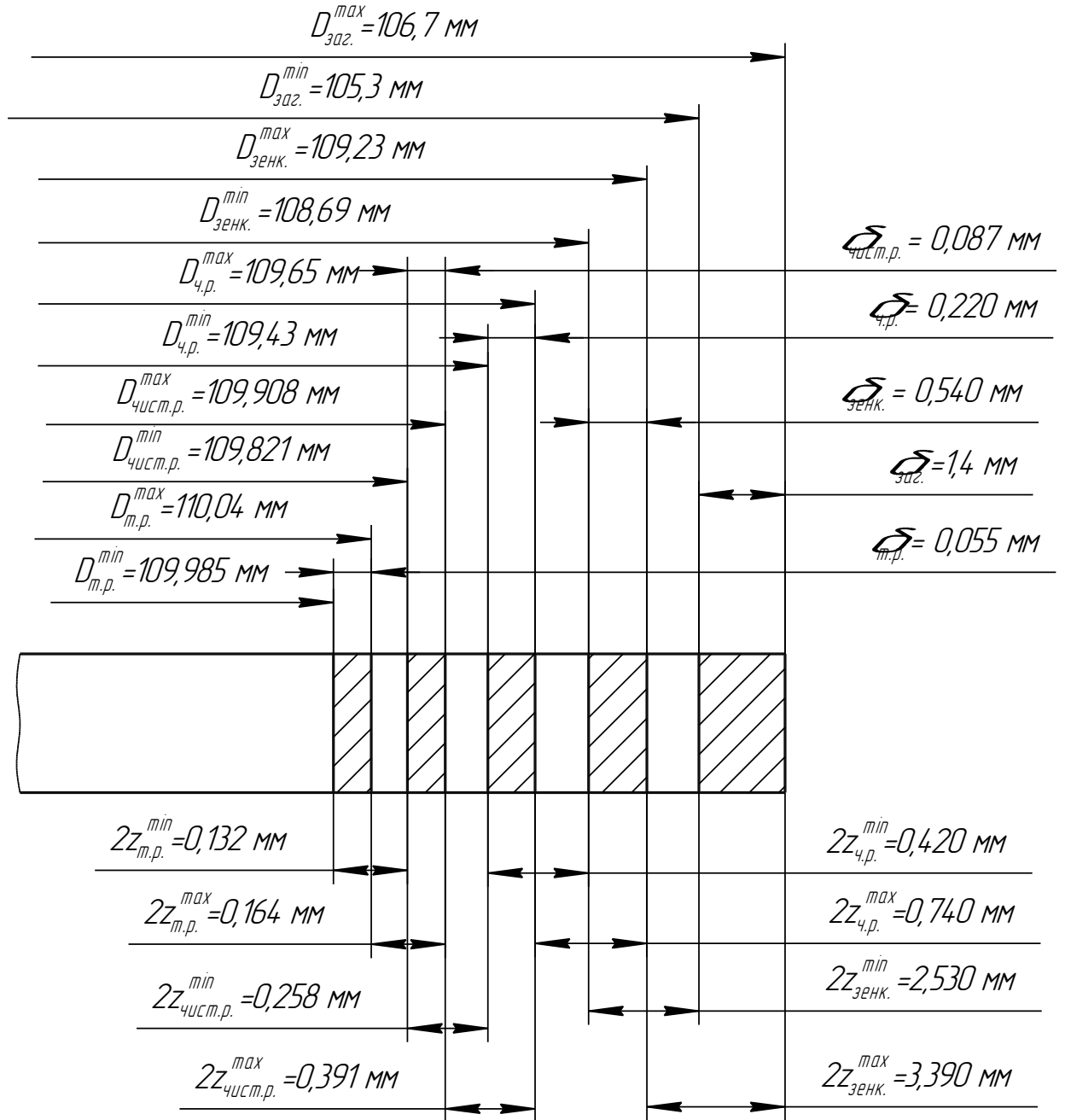


Рис. 2.1 Схема графічного розташування припусків

Таблиця 2.12

Припуск на механічну обробку деталі

Номер поверхні	Найменування поверхні	Маршрут обробки	Припуск по переходам, мм	Міжопераційний розмір
1	2	3	4	5
1	Торцева	1. Підрізання чорнове 2. Підрізання чистове	1,5 0,3	6-0,5 5,7-0,3
2	Фаска	1. Точіння	1	0,6x45 ⁰
3	Торцева	1. Підрізання чорнове 2. Підрізання чистове	5 1	121-0,5 120-0,54
4	Внутрішня циліндрична	1. Свердління 2. Розточування напівчистове 3. Розточування чистове	5 1 0,5	Ø25 ⁺¹ Ø27 ^{+0,52} Ø28 ^{+0,033}
5	Внутрішня циліндрична	1. Свердління 2. Розточування напівчистове 3. Розточування чистове	5 2,85 0,65	Ø35 ^{+0,5} Ø40,7 ^{+0,16} Ø42 ^{+0,062}
6	Канавка фасонна	1. Розточування	1,25	Ø44,5 ^{+0,34}
7	Фаска	1. Розточування	1	0,6x45 ⁰
8	Торцева	1. Підрізання чорнове 2. Підрізання напівчистове 3. Підрізання чистове	5 2 1	75-0,7 73-0,7 72-0,2
9	Виточка	1. Розточування чорнове 2. Розточування чистове	2,4 0,1	2,4 ^{0,5} 2,3 ^{+0,015} -0,100
10	Внутрішня циліндрична	1. Зенкерування 2. Розточування напівчистове 3. Розточування чистове 4. Розточування тонке	5 1,5 0,75 0,75	Ø90 ^{+0,5} Ø107 ^{+0,46} Ø108,5 ^{+0,46} Ø110 ^{+0,040} -0,015
11	Фаска	1. Розточування	2	70 ^{+0,74} 76 ^{+0,12} 30 ⁰

КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ

Арк.

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Продовження табл. 2.12

1	2	3	4	5
12	Торцева	1. Підрізання чорнове 2. Підрізання чистове	2 1	$77^{+0,5}$ $76^{+0,12}$
13	Фаска	1. Зенкування	1,6	$1,6 \times 45^0$
14	Внутрішня різьбова	1. Свердління 2. Нарізання різьби	4,25 0,5	$\varnothing 8,5^{+0,1}$ M10
15	Внутрішня циліндрична	1. Свердління	4,25	$\varnothing 8,5^{+0,1}$
16	Торцева	1. Фрезерування	3	$73 \pm 0,1$
17	Внутрішня циліндрична	1. Свердління	3,4	$\varnothing 6,8^{+0,1}$
18	Внутрішня різьбова	1. Свердління 2. Нарізання різьби	3,4 0,5	$\varnothing 6,8^{+0,1}$ M8
19	Фаска	1. Зенкування	1,6	$1,6 \times 45^0$
20	Внутрішня циліндрична	1. Свердління	5,5	$\varnothing 11^{+0,43}$
21	Фаска	1. Зенкування	1	$1 \pm 0,5 \times 45^0$
22	Внутрішня циліндрична	1. Зенкування	5	$\varnothing 28^{+0,33}$
23	Внутрішня циліндрична	1. Зенкування 2. Розточування	5 7,75	$\varnothing 28^{+0,33}$ $\varnothing 43,5^{+0,062}$
24	Внутрішня циліндрична	1. Зенкування 2. Розточування	4 1	$\varnothing 26^{+0,52}$ $\varnothing 28^{+0,033}$
25	Зовнішня циліндрична	1. Точіння чорнове 2. Точіння напівчистове 3. Точіння чистове	2 0,7 0,3	$\varnothing 92_{-0,5}$ $\varnothing 90,6_{-0,23}$ $\varnothing 90_{-0,036}^{-0,090}$
28	Внутрішня циліндрична	1. Свердління 2. Зенкування 3. Розвертання	3,9 0,25 0,1	$\varnothing 7,8^{+0,1}$ $\varnothing 8,3^{+0,1}$ $\varnothing 8,5^{+0,036}$

КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ

Арк.

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

2.12 Визначення режимів різання

Розрахунок режимів різання виконуємо на операцію 025 обробки деталі корпус, яка виконується на верстаті мод. 020-105-00-00-00.

На вказаній операції виконується нарізання різьби М10-5Н6Н в шести отворах по площині роз'єму та нарізання різьби М8-5Н6Н в восьми отворах платиків.

Зміст операції:

025 Різьбонарізна

020-105-00-00-00 Різьбонарізний спеціальний

1. Встановити та закріпити деталь.
2. Нарізати різьбу в шести отворах по площині роз'єму та в восьми отворах платиків.
3. Відкріпити та зняти деталь

- Глибина різання при нарізанні різьби дорівнює висоті різьбового профілю:

різьба М8 - $t_1 = 0,6$ мм

різьба М10 - $t_2 = 0,75$ мм

Подача при нарізанні різьби відповідає кроку різьби. При нарізанні різьби мітчиком маємо само подачу.

різьба М8 - $s_1 = 1,25$ мм/об

різьба М10 - $s_2 = 1,5$ мм/об

Матеріал інструментів – швидкорізальна сталь Р6М5.

Швидкість різання при нарізанні різьби мітчиком визначаємо за формулою:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v$$

Значення коефіцієнту C_v , величину стійкості T^m та показники степені вибираємо з табл. 49 [4].

					КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_v = 20; q = 1,2; y = 0,5; m = 0,9; T = 90 \text{ хв.}$$

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, розраховується за формулою:

$$K_v = K_{mr} \cdot K_{ur} \cdot K_{tr}$$

де: K_{mr} – коефіцієнт, який враховує оброблюваний матеріал – 1,0;

K_{ur} – коефіцієнт, який враховує матеріал інструменту – 1,0;

K_{tr} – коефіцієнт, який враховує точність різьби – 1,0.

$$K_v = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0.$$

Тоді:

$$v_1 = \frac{20 \cdot 8^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 1,25^{0,5}} \cdot 1,0 = 5,67 \text{ м/хв.};$$

$$v_2 = \frac{20 \cdot 10^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 1,5^{0,5}} \cdot 1,0 = 4,51 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо частоту обертання інструментів за формулою:

$$n = \frac{1000v}{\pi D}$$

Тоді:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 5,67}{3,14 \cdot 8} = 225,7 \text{ об/хв};$$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 4,51}{3,14 \cdot 10} = 143,6 \text{ об/хв};$$

Приймаємо по паспорту верстата $n_{насн.} = 141 \text{ об/хв}$

Тоді дійсні швидкості різання:

					КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$v_{\partial 1} = \frac{\pi D n_{насн.}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 141}{1000} = 3,54 \text{ м/хв};$$

$$v_{\partial 2} = \frac{\pi D n_{насн.}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 141}{1000} = 4,43 \text{ м/хв};$$

Крутний момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_p$$

Значення коефіцієнту C_m , та показники степені вибираємо з табл. 51 [4].

$$C_m = 0,0022; q = 1,4; y = 1,5.$$

Поправочний коефіцієнт:

$$K_p = K_{mp} = 1,0$$

Тоді:

$$M_{кр1} = 10 \cdot 0,0022 \cdot 8^{1,4} \cdot 1,25^{1,5} \cdot 1,0 = 0,57 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{кр2} = 10 \cdot 0,0022 \cdot 10^{1,4} \cdot 1,5^{1,5} \cdot 1,0 = 1,02 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Потужність різання:

$$N_p = \frac{M \cdot n}{975}$$

Так як, різьба нарізується в усіх отворах одночасно, тоді:

$$N_{рза} = \frac{(8M_{кр1} + 6M_{кр2}) \cdot n}{975} = \frac{(8 \cdot 0,57 + 6 \cdot 1,02) \cdot 141}{975} = 1,54 \text{ кВт};$$

Перевірка по потужності:

$$N_p \leq 1,2 \cdot N_{ог} \cdot \eta$$

$$1,54 \leq 1,2 \cdot 3 \cdot 0,8$$

$$1,54 \leq 2,88$$

Умова виконується.

					КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо коефіцієнт використання верстата по потужності:

$$\eta_N = \frac{N_p}{N_{об} \cdot \eta}$$

$$\eta_{N2} = \frac{1,54}{3 \cdot 0,8} = 0,64.$$

Основний час визначаємо за формулою:

$$t_o = \frac{\pi \cdot D \cdot l \cdot a}{1000 \cdot v \cdot s}$$

$$t_{o1} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 35 \cdot 0,6}{1000 \cdot 3,54 \cdot 1,25} = 0,12 \text{ хв};$$

$$t_{o2} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 40 \cdot 0,75}{1000 \cdot 4,43 \cdot 1,5} = 0,14 \text{ хв}$$

Так як різьба М8 та М10 в усіх отворах нарізується одночасно, то основний час становитиме 0,14 хв.

На інші операції механічної обробки деталі елементи режимів різання визначаємо по нормативам. Дані заносимо в табл. 2.13.

Таблиця 2.13

Режими різання на операціях механічної обробки деталі

операції	Номер		t, мм	S _o , мм/об, S _{хв} , мм/хв	v, м/хв	n, об/хв	t _o , хв
	позиції	переходу					
1	2	3	4	5	6	7	8
005		2	5	0,15	423,9	1500	0,09
		3	2,5	0,15	23,6	1500	0,01
		4	1,5	0,15	235,5	1500	0,01
		5	5	0,3	471	1000	0,07
		6	1,5	0,3	365,8	1000	0,25
		7	2	0,3	345,4	1000	0,18
		8	0,75	0,3	345,4	1000	0,25
		9	1	0,25	314	1000	0,22
		10	0,75	0,25	314	1000	0,30
		11	4,25	0,3	133,5	5000	0,06
		12	3,9	0,3	117,8	5000	0,03
		13	0,25	0,25	130,3	5000	0,03
		14	0,1	0,1	26,7	1000	0,41

Продовження табл. 2.13

1	2	3	4	5	6	7	8
010		2	5	0,25	494,6	4500	0,02
		3	1,5	0,3	376,8	1000	0,15
		4	0,7	0,25	376,8	1000	0,18
		5	5	0,25	395,6	4500	0,02
		6	2,85	0,3	169,6	2000	0,05
		7	1	0,3	423,9	1500	0,06
		8	0,65	0,2	279,5	2000	0,005
		9	0,5	0,2	423,9	1500	0,18
		10	5,5	0,25	172,7	5000	0,05
		11	1	0,25	188,4	5000	0,003
015		2	3	0,2	376,8	1500	0,8
		3	3,9	0,25	106,8	5000	0,12
		4	1,6	0,25	157	5000	0,01
		5	5	0,25	395,6	4500	0,03
		6	4	0,25	367,4	4500	0,03
		7	1	0,2	307,7	3500	0,04
		8	7,75	0,2	341,5	2500	0,05
025		2	0,6	1,25	3,54	141	0,12
			0,75	1,5	4,43	141	0,14
							Σ0,14

2.13 Технічне нормування операцій

Розрахунок норм часу виконуємо на операцію 025 обробки деталі корпус, яка виконується на верстаті мод. 020-105-00-00-00.

На вказаній операції виконується нарізання різьби M10-5H6H в шести отворах по площині роз'єму та нарізання різьби M8-5H6H в восьми отворах платиків.

Зміст операції:

025 Різьбонарізна

020-105-00-00-00 Різьбонарізний спеціальний

1. Встановити та закріпити деталь.

2. Нарізати різьбу в шести отворах по площині роз'єму та в восьми отворах платиків.

					КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

3. Відкріпити та зняти деталь.
4. Перевірити розміри.
5. Покласти деталь в тару.

На решту операцій механічної обробки деталей виконуємо нормування згідно відомих рекомендацій з використанням таблиць, довідників, виробничих нормативних документів.

Результати вибору та розрахунку норм часу заносимо в таблицю 2.14.

Норма штучно-калькуляційного часу визначається за формулою:

$$t_{шт.к} = t_{шт} + t_{пз} / n$$

де: $t_{пз}$ – підготовчо-заключний час;

n – кількість деталей у партії.

Норма штучного часу $t_{шт}$, розраховується за формулою:

$$t_{шт} = t_o + t_d + t_{т.о} + t_{о.о} + t_{відп}$$

де: t_o – основний час визначається в розділі розрахунок режимів різання;

t_d – допоміжний час, який включає в себе: час на встановлення та зняття деталі; час на підведення, відведення та зміну ріжучого інструменту; час на керування верстатом; час на проведення контрольних вимірів.

Елементи допоміжного часу вибираються з нормативних таблиць:

$$t_d = t_{в.з.} + t_{п.в.} + t_{кер.} + t_{вим.}$$

$t_{в.з.}$ - час на встановлення та зняття деталі – 0,063 хв., ст. 200 [3];

$t_{п.в.}$ - час на підведення та відведення інструмента – 0,01 ст. 203 [3];

$t_{кер.}$ - час на керування верстатом – 0,01 ст. 202 [3];

$t_{вим.}$ - час на проведення контрольних вимірів – 0,48 ст. 207 [3].

					<i>КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Тоді:

$$t_{\partial} = 0,063 + 0,01 + 0,01 + 0,48 = 0,563 \text{ хв.}$$

$t_{т.о}$ – час на технічне обслуговування обладнання, розраховується за формулою:

$$t_{т.о} = \alpha t_o$$

де: α - нормативний процент від основного часу – 2% ст. 212 [3];

$$t_{m.o} = 0,14 \cdot 0,02 = 0,003 \text{ хв.}$$

$t_{o.o}$ – час на організаційне обслуговування, розраховується за формулою:

$$t_{o.o} = \beta t_{оп}$$

де: β - нормативний процент від оперативного часу – 2,4% ст. 213 [3];

$t_{оп}$ – оперативний час, є сумою основного та допоміжного часу;

$$t_{он} = t_o + t_{\partial} = 0,14 + 0,563 = 0,703 \text{ хв.}$$

$$t_{o.o} = 0,024 \cdot 0,703 = 0,017 \text{ хв.}$$

$t_{відп}$ – час на перерви відпочинок та особисті потреби, розраховується за формулою:

$$t_{пер.} = \gamma t_{оп}$$

де: γ - нормативний процент від оперативного часу - 6% ст. 214 [3];

$$t_{пер.} = 0,06 \cdot 0,703 = 0,042 \text{ хв.}$$

Тоді норма штучного часу становить:

$$\begin{aligned} t_{шт.} &= t_o + t_{д} + t_{т.о} + t_{o.o} + t_{пер.} = \\ &= 0,14 + 0,563 + 0,003 + 0,017 + 0,042 = 0,765 \text{ хв.} \end{aligned}$$

					КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Норма часу на обробку деталі

Номер операції	t _о , хв	t _д , хв	t _{обсл} , хв		t _{пер} , хв	t _{шт} , хв
			t _{техн. об.}	t _{орг. об.}		
1	2	3	4	5	6	7
005	1,91	0,626	0,014	0,01	0,01	2,57
010	0,718	0,491	0,01	0,007	0,014	1,24
015	1,08	0,58	0,012	0,008	0,01	1,69
025	0,14	0,563	0,003	0,017	0,042	0,765
Σ						6,265

					КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

3 Конструкторська частина

3.1 Розрахунок та розробка конструкції затискного пристрою

3.1.1 Опис будови та роботи пристрою

Пристрій затискний призначений для закріплення деталі корпус на операції 025 різьбонарізній, яка виконується на різьбонарізному спеціальному мод. 020-105-00-00-00 .

На вказаній операції виконується нарізання різьби М10-5Н6Н в шести отворах по площині роз'єму корпусу та нарізання різьби М8-5Н6Н в восьми отворах платиків.

Пристрій однопозиційний. Будова пристрою показана на рис. 3.1.

Пристрій складається з основи 10, яка кріпиться до столу верстата за допомогою шпонок 19 та гвинтів 33. На основі 10 встановлено стійки 1 та 2, які орієнтуються та закріплюються за допомогою штифтів 36 та болтів із шайбами 34. 35. На стійці 2 встановлено базову плиту 6 на якій закріплено плиту 11 за допомогою шайб і гвинтів 27, 26 та направляючу 7. Оброблює мий корпус встановлюється на вертикальну площину плити базової 6 і зовнішню циліндричну поверхню плити 11, а також орієнтується направляючою 7 по отвору ф11.

На стійці 1 встановлено пневмоциліндр. Кришка 14 своєю торцевою та зовнішньою циліндричною поверхнями орієнтується в отворі стійки 1. На правому кінці штоку 9 розміщується гвинт спеціальний 18 за допомогою власної різьбової поверхні та гайки 31. На гвинті 18 закріплено п'яту 8 за допомогою штифтів 28. П'ята 8 притискає корпус до площини базової плити 6 забезпечуючи його закріплення.

З лівої сторони на штоці 9 встановлено поршень 15 і закріплено за допомогою шайби та гайки 40, 32 відповідно. На кришці 14 встановлено

					<i>КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3.1.2 Розробка схеми базування деталі

Схема базування деталі, тобто спосіб її просторового розташування відносно координатної системи верстата за допомогою опорних точок, розробляється з урахуванням кількості та характеру вимог до конкретної операції. При цьому враховується принцип суміщення технологічних та вимірювальних баз.

Графічне зображення схеми базування деталі наведено на рисунку 3.2.

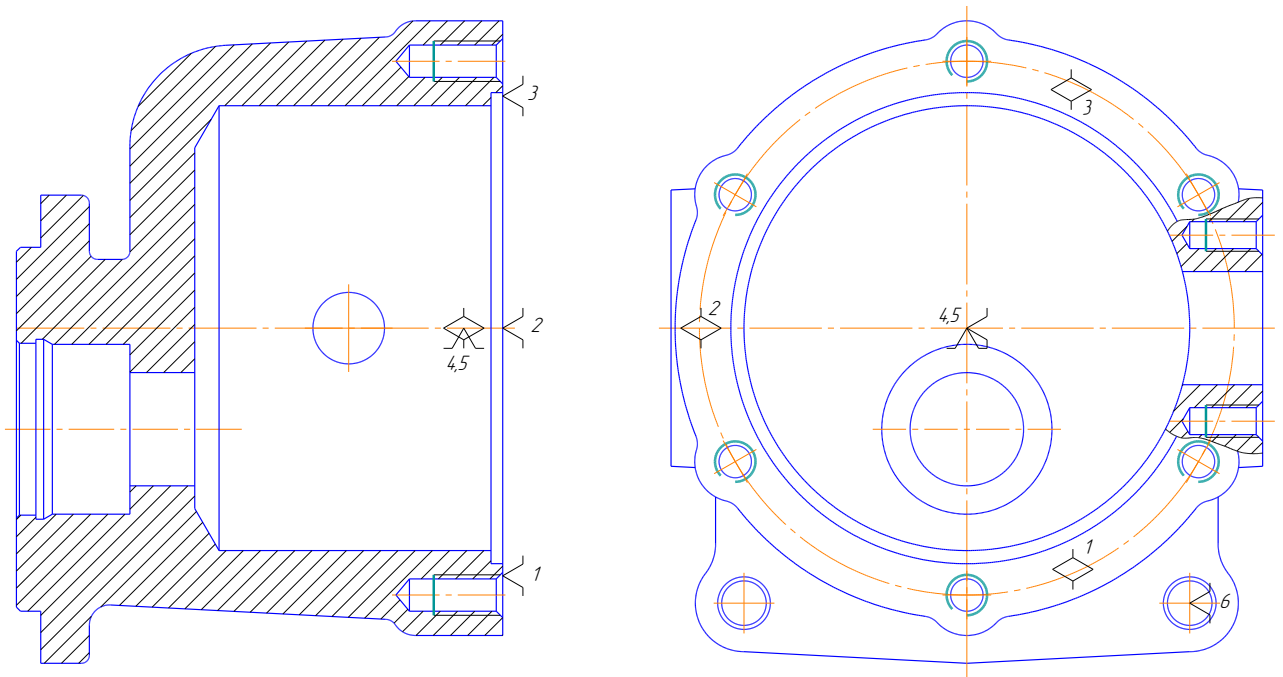


Рис. 3.2 Схема базування деталі

Матеріалізація схеми базування за допомогою установчих елементів представлена на рис. 3.3.

						КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

прикладених сил: різання, тяжіння, інерції, тертя, реакцій опор і самого затиску.

Якщо використовується вже готовий пристрій з відомою величиною затискної сили, розрахунок носить перевірочний характер: розрахована сила затиску не повинна перевищувати допустиму. У разі перевищення слід скоригувати параметри обробки — змінити режими різання, зменшити кількість проходів тощо.

Схематичне зображення затиску деталі з позначенням напрямку прикладення сили, а також моментів різання, сил тертя та реакцій в опорах наведено на рисунку 3.4.

Розраховане значення сили затиску повинно бути збільшене на коефіцієнт запасу для забезпечення надійності.

Запишемо рівняння рівноваги деталі:

$$\Sigma M_{різ} = M_{тр},$$

де $\Sigma M_{різ}$ - сумарний момент різання, що виникає при нарізанні різьби мітчиками одночасно в усіх отворах корпусу і намагається змістити деталь;

$M_{тр}$ - момент сил тертя, який виникає між установчими поверхнями пристрою та деталі.

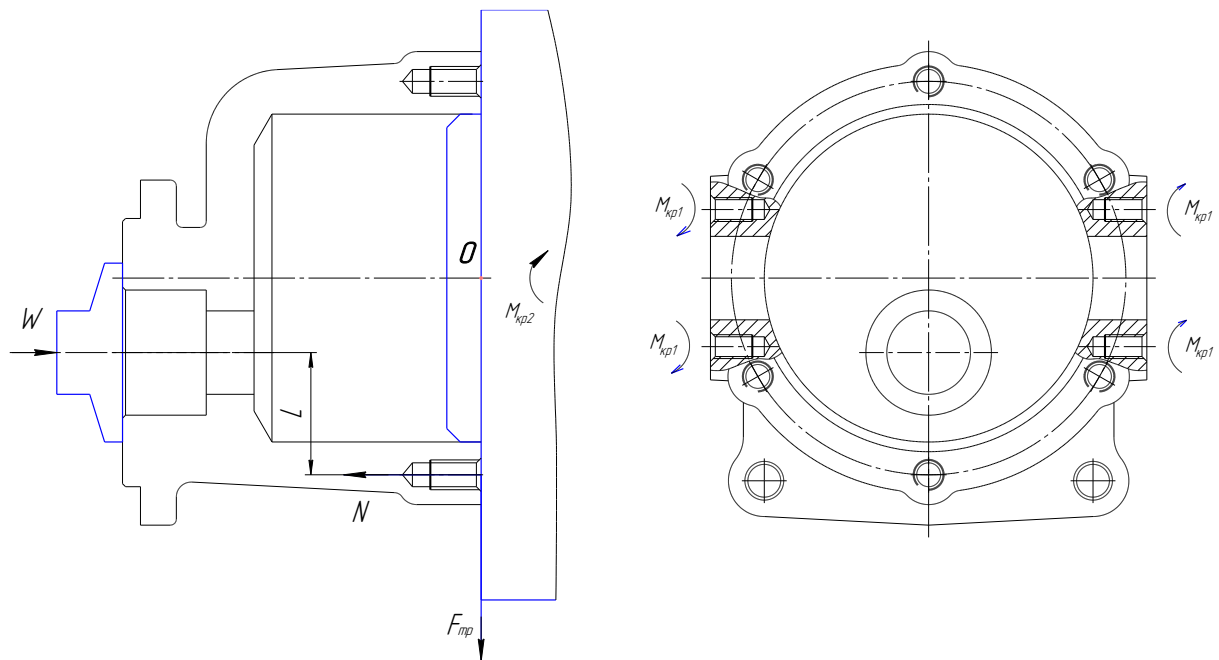


Рис. 3.4 Схема для розрахунку сили затиску

Величини моментів різання, які мають місце при нарізанні різьби М8 в отворах платиків $M_{кр1}$ та при нарізанні різьби М10 в отворах площини роз'єму корпусу $M_{кр2}$ визначено в технологічній частині.

Так як нарізання різьби в усіх отворах виконується одночасно, моменти різання, які виникають при нарізанні різьби в отворах платиків урівноважуються, тому що мають протилежні напрямки (опрокидуючого моменту не виникає).

Загальний момент різання при нарізанні різьби в шести отворах площини роз'єму буде становити $6M_{кр2}$, так як моменти мають однаковий напрямок, але завдяки тому, що обробка виконується одночасно в усіх шести отворах, мітчики нарізаючи різьбу утримують деталь від провороту сприймаючи частину моменту різання на себе. Тому при розрахунках сили затиску будемо розглядати момент різання, який створюється одним мітчиком РІ. Зазначений момент намагається змістити оброблювану деталь.

Визначаємо момент тертя:

$$M_{mp} = W \cdot f \cdot L$$

де f - коефіцієнт тертя (0,1- алюміній-сталь); W - сила затиску.

Тоді:

$$K_c \cdot M_{кр2} = W \cdot f \cdot L$$

де K_c - коефіцієнт запасу – 2,5.

Звідки:

$$W = \frac{K_c \cdot M_{кр2}}{f \cdot L}$$

Підставляючи відповідні значення, знайдемо необхідну силу затиску:

$$W = \frac{2,5 \cdot 1,02}{0,1 \cdot 0,041} = 621,95 \text{ Н}$$

Враховуючи ККД поршневого пневмоприводу, сила на штоці визначається за формулою:

$$Q = \frac{W}{\eta} = \frac{0,62}{0,8} = 775 \text{ Н}$$

Для забезпечення затиску деталі корпус при розточуванні отворів на операції 025 сила затиску повинна бути не менша ніж 775 Н.

					<i>КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1.4 Розробка або вибір затискного пристрою та його приводу

У якості силового елемента використовується пневматичний поршневий привід з двосторонньою дією. Такі приводи відзначаються вищою швидкістю порівняно з гідравлічними аналогами, а також мають простішу конструкцію.

Розрахунок діаметра циліндра пневмоприводу виконується для випадку, коли затиск заготовки здійснюється при висуванні штока. У цьому випадку діаметр циліндра визначається за відповідною розрахунковою формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot P_v \cdot \eta}};$$

де: P_v - тиск стиснутого повітря: $P_v = 3 \dots 5 \text{ кгс/см}^2$;

η - ККД приводу; $\eta = 0,8$:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,775 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,8}} = 0,06 \text{ м.}$$

Розрахункове значення діаметру циліндра не перевищує фактичне, яке становить 70 мм.

Визначаємо внутрішній діаметр трубопроводу для подачі стиснутого повітря в циліндр по формулі:

$$d_T = \frac{0,009 \cdot D \cdot \sqrt{\varepsilon \cdot S Q_1}}{t};$$

де:

$$\varepsilon = Q / (F \cdot p \cdot f)$$

$$\varepsilon = Q / (F \cdot p \cdot f) = \frac{775}{3,14 \cdot 35^2 \cdot 0,9 \cdot 4} = 0,06;$$

при ε

t – час спрацьовування приводу - $t \leq 0,5$ с;

F – площа поршня, см^2 ; f – коефіцієнт тертя між поршнем і циліндром, який дорівнює 0,9; $S Q_1$ - пневмоциліндра.

Тоді:

$$d_T = \frac{0,009 \cdot 70 \cdot \sqrt{0,06 \cdot 25}}{0,5} = 1,54 \text{ мм};$$

Приймаємо $d_T = 5$ мм.

					КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1.5 Розрахунок пристрою на міцність

Виконаємо перевірочний розрахунок на міцність різьбової ділянки гайки поз. 31 (рис. 3.1) M16×2,5, яка навантажена поздовжньою (вздовж осі різьби) силою затиску від дії пневмоприводу.

Матеріал гайки – сталь 40 ГОСТ1050-88.

Основний вид руйнування різьби – зріз витків. Необхідно перевірити умову:

$$\tau \leq [\tau]$$

Допустиме напруження зрізу:

$$[\tau] = 0,2 \cdot \sigma_T = 0,2 \cdot 490 = 98 \text{ МПа} = 9,8 \text{ кгс/см}^2$$

Напруження зрізу розраховуємо за формулою:

$$\tau = \frac{W}{\pi \cdot d \cdot H \cdot K \cdot K_m}$$

де: W – сила затиску, Н;

d – внутрішній діаметр різьби, мм;

H – довжина різьби гайки, мм;

K – коефіцієнт, який враховує тип різьби;

K_m – коефіцієнт.

Тоді:

$$\tau = \frac{775}{3,14 \cdot 16 \cdot 8 \cdot 0,87 \cdot 0,6} = 3,69 \text{ кгс/см}^2.$$

Умову міцності дотримано.

					КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

В кваліфікаційній роботі на тему: «Розробка технології механічної обробки корпусу гідравлічного насосу» виконаний аналіз діючого на базовому підприємстві технологічного процесу. З метою підвищення гнучкості технологічного процесу та зменшення собівартості обробки деталі в розробляемому технологічному процесі, операції, що виконувались на спеціальних токарних, агрегатних, алмазно-розточувальних, свердлильних, фрезерних верстатах замінено на операції, які здійснюються на оброблювальних центрах з ЧПУ або на універсальних верстатах з ЧПУ.

У відповідності до розробленого технологічного процесу були розроблені структура та зміст операцій, вибране устаткування, визначені припуски, режими різання і норми часу.

З урахуванням запропонованих змін в роботі розроблено конструкцію затискного спеціального пристрою.

					<i>КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Список використаної літератури

1. Методичні вказівки до дипломного проектування зі спеціальності 8.090202 “Технологія машинобудування” – Кіровоград: КДТУ, 2002.
2. Проектування технологічних процесів механічної обробки деталей на верстатах з ЧПК. Методичні вказівки до виконання курсового проекту по спеціальності 8090202 “Технологія машинобудування” – Кіровоград , 2000.
3. Кузнецов Ю.М. Верстати з ЧПК та верстатні комплекси. Київ – Тернопіль, 2001.
4. Буц Б.Д. Розрахунок режимів різання / Б. Д. Буц, В. Є. Приходько, Ю. В. Ткачов // Навчальний посібник. Д.: РВВ ДНУ, 2005. 76 с.
5. Кіницький Я.Т. Практикум з теорії механізмів і машин: навчальний посібник. Львів: ПТВФ «Афіша», 2002. 454 с.
6. Кваліфікаційна робота за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти : методичні рекомендації з оформлення кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти спеціальності 131 Прикладна механіка / В. А. Мажара, А. І. Гречка, В. В. Свяцький та ін.] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. машинобудування, мехатроніки і робототехніки. Кропивницький : ЦНТУ, 2024. 40 с.
7. Кваліфікаційна робота за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти : метод. рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти спец. 131 «Прикладна механіка» / [уклад. : К. Щербина, В. Шмельов, О. Скрипник, А. Гречка, О. Кузик] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. машинобудування, мехатроніки і робототехніки, каф. матеріалознавства і ливарного виробництва. Кропивницький : ЦНТУ, 2024. 16 с.
8. Костюк В., Валиулін Г., Костюк Є. Прикладна механіка та основи конструювання: навчальний посібник. К.: Кондор, 2018. 226 с.

					<i>КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

9. Григурко І. О. Технологія машинобудування. Львів: Новий світ – 2000, 2025. 301 с.
10. Бурек Я., Гурей І. В., Стоцько З. А. Верстатне обладнання: навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. 168 с.
11. Горбатюк С. О., Мазур М. П., Зенкін А. С., Каразей В. Д. Технологія машинобудування: Навчальний посібник. Львів : «Новий світ – 2000», 2009. 358 с.
12. Дідик Р. П., Зіль В. В., Пацера С. Т. Розрахункові операції режимів механічної обробки матеріалів: точіння, свердління, зенкерування, розгортання: навч. посібн. Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 196 с.
13. Дідик Р.П., Ткачов Ю.В., Олейниченко В.Г., Мелещик В.А., Савостенко А.В. Методологія визначення параметрів і умов механічної обробки матеріалів: навчальний посібник. Д.: НГУ, 2005. 164 с.
14. Біланенко В.Г., Приходько В.П., Мельник О.О. Проектування технологічних процесів. Частина 1. Оброблення деталей-тіл обертання. [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізацій «Технології машинобудування» та «Технології виготовлення літальних апаратів» /; КПІ ім. Ігоря Сікорського.– Електронні текстові дані (1 файл: pdf - 12,8 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 232 с.
15. Підгаєцький М.М., Скібінський О.І. Технологія випробувань та сертифікація продукції: навч. посіб. Кіровоград: КНТУ, 2014. 144 с.
16. Shcherbyna K. Kinematics of cutting process while honing holes with a hone with variable geometry of sticks / K. Shcherbyna, A. Hrechka, V. Mazhara, T. Diachenko // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Кіровоград: КНТУ, 2020. Вип.50. С.159-164.

					<i>КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

17. Люльченко О. Дослідження способів обробки точних отворів корпусних деталей / О. Люльченко, О. Скібінський // «Наука - виробництву, 2023 = Наука в ЦНТУ: основні досягнення та перспективи розвитку»: зб. тез доп. здобувачів вищої освіти LVII наук.-техн. конференції, за підсумками проведення «Дня науки – 2023» (20 квітн. 2023 р.). Кропивницький: ЦНТУ, 2023. С. 49-53.
18. Огнар'ов С. Дослідження впливу режимів різання при швидкісному точінні керамічною пластиною з вайпер геометрією на параметри якості оброблюваної поверхні / С. Огнар'ов, О. Скібінський, В. Селехова // Збірник праць молодих науковців ЦНТУ. – Кропивницький: ЦНТУ, 2024. Вип. 14. С. 9-12.
19. Mazhara V.A., Shcherbyna K.K, Maniakin S.P., Filonenko V.V. Efficiency of using turning machining centers // The 4th International scientific and practical conference “Global science: prospects and innovations” (December 1-3, 2023) Cognum Publishing House, Liverpool, United Kingdom. 2023. 216-221
20. Мажара В.А. Система автоматизованого проектування технологічного оснащення/ В.А. Мажара, К.К. Щербина, А.М. Артюхов, С.А. Тененика, І.С. Шестаков // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Кропивницький : ЦНТУ, 2024. Вип. 54. С. 12-20.
21. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання : метод. вказ. до викон. лаб. робіт / А. М. Артюхов, А. Р. Апаракін // М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. технології машинобудування. Кропивницький : ЦНТУ, 2020. 52 с.

					<i>КРБ.ГМ.25.21.28.100.00.00.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		