

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

«Допущено до захисту»  
Завідувач кафедри ММіР  
к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ Андрій ГРЕЧКА  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти  
на тему:

**«Розробка технології механічної обробки  
деталі корпус УЯИШ.731347.006»**

КРБ.ПМ.24.75.000.00.00.КР

Виконав здобувач вищої освіти ІІ-го курсу  
групи ПМ(ТМ)-21-3СК  
ОПП «Прикладна механіка»  
спеціальності 131 «Прикладна механіка»  
\_\_\_\_\_ Ігор ГОВЕРА

Керівник роботи к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ Кирил ЩЕРБИНА

Рецензент:  
\_\_\_\_\_

Кропивницький – 2024

Центральноукраїнський національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Механіко-технологічний факультет

Кафедра «Машинобудування, мехатроніка і робототехніка»

Освітнього ступеня бакалавр

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА КВАЛІФІКАЦІНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Говера Ігор Іванович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка технології механічної обробки деталі корпус УЯИШ.731347.006.

керівник роботи: Щербина Кирил Костянтинович, доцент канд. техн наук,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу № \_\_\_\_\_ від “\_\_” \_\_\_\_ 20\_\_ року

2. Строк подання студентом проекту \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

3.1. Креслення деталі корпус УЯИШ 7312347.006

3.2. Технічні вимоги на виготовлення деталі

3.3. Річна програма випуску деталі корпус УЯИШ 7312347.006 – 4800шт.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

4.1. Загальна частина

4.2. Технологічна частина

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Графічний матеріал - 3 л. ф.А1

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальна частина	14.05.2024	
2	Технологічна частина	31.05.2024	
	Розробка презентації	14.06.2024	

Студент

\_\_\_\_\_ ( підпис )

Говера І.І.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту

\_\_\_\_\_ ( підпис )

Щербина К.К.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## **Анотація**

Кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки на 50 сторінках та графічної частини на 3 листах формату А1.

**1. Актуальність роботи.** Полягає у розробці гнучкого технологічного процесу механічної обробки для деталі корпус УЯИШ.731347.006 з застосуванням сучасного технологічного обладнання.

**2. Практична цінність роботи.** Розроблений технологічний процес механічної обробки деталі корпус УЯИШ.731347.006 з використанням сучасного гнучкого технологічного обладнання, що дає можливість підвищити продуктивність випуску продукції.

### **3. Оцінка найбільш важливої суті роботи виконаної роботи.**

Проведено аналіз точності та технологічності деталей, розроблено структуру технологічних операцій механічної обробки деталей. Всі прийняті в проекті технічні та технологічні рішення підтверджуються необхідними розрахунками, проведено розрахунки припусків, режимів різання, технічно-обґрунтованих норм часу.

**Ключові слова:** механічна обробка, припуски, режими різання, нормування часу, технологічний процес.

## **Annotation**

The qualification work consists of an explanatory note on 50 pages and a graphic part on 3 sheets of A1 format.

**1. Relevance of the work.** It consists in the development of a flexible technological process of machining of the part housing UYAISH.731347.006 with the use of modern technological equipment.

**2. Practical value of the work.** A technological process for machining the UYAISH.731347.006 part housing has been developed using modern flexible technological equipment, which allows to increase productivity.

**3. Evaluation of the most important essence of the work performed.**

We analyzed the accuracy and manufacturability of the parts and developed the structure of technological operations for machining the parts. All technical and technological decisions made in the project are supported by necessary calculations, including calculations of allowances, cutting modes and technically sound time standards.

**Key words:** machining, allowances, cutting modes, time standardization, technological process.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. Загальна частина .....	8
1.1. Характеристика вузла та деталей, обраних для проектування технологічних процесів.....	8
1.2. Вибір режиму роботи цеху та організація виробництва .....	11
1.3. Характеристика виробничої програми .....	12
1.4. Визначення типу виробництва.....	13
2. Технологічна частина.....	16
2.1. Аналіз точності та технологічності деталей.....	16
2.2. Аналіз діючих технологічних процесів.....	18
2.3. Вибір заготовок та способу їх виготовлення.....	19
2.4. Вибір методів обробки поверхонь деталей.....	20
2.5. Розробка маршрутів виготовлення деталей.....	22
2.6. Вибір технологічних баз.....	24
2.7. Розробка структури технологічних операцій і вибір обладнання для їх здійснення.....	25
2.8. Вибір затискних пристроїв.....	34
2.9. Вибір різальних інструментів.....	35
2.10. Вибір вимірювальних пристроїв та інструментів.....	37
2.11. Визначення припусків та операційних розмірів деталей.....	38
2.12. Визначення режимів різання.....	42
2.13. Технічне нормування операцій.....	44
Висновки.....	47
Література.....	48

## ВСТУП

Метою розвитку машинобудівної галузі країни є задоволення внутрішнього попиту на машинобудівну продукцію та розширення присутності на світових ринках. Це має бути досягнуто шляхом перетворення машинобудування на конкурентоспроможний, ефективний, високотехнологічний та інноваційний комплекс, інтегрований у систему міжнародного розподілу праці.

Для досягнення поставленої мети необхідно вжити заходів, таких як модернізація діючих підприємств на інноваційній основі, впровадження нових технологій, розвиток внутрішнього ринку машинобудівної продукції та створення умов для залучення кваліфікованих фахівців до галузі.

Реалізація цих заходів дозволить збільшити обсяги та номенклатуру випуску машинобудівної продукції, розширити експортні поставки, підвищити конкурентоспроможність продукції та ефективність роботи галузі.

У дипломному проекті передбачається розробка технологічних процесів механічної обробки деталей корпусу та валу кутової головки ГУ-90, що виготовляється на підприємстві ПАТ НВП "Радій" у Кропивницькому. Планується використання верстатів з ЧПУ з метою підвищення продуктивності виробництва та зниження собівартості.

Також передбачається розробка конструкцій затискних і контрольних пристроїв, а також різального інструменту з урахуванням запропонованих змін у базових технологічних процесах виготовлення деталей.

Буде проведено дослідження впливу стандартних алмазних хонінгувальних брусків у порівнянні з еластичними алмазними брусками на стійкість та продуктивність обробки. Це дослідження планується перевірити експериментальним шляхом.

## 1. Загальна частина

### 1.1. Характеристика вузла та деталей, обраних для проектування технологічних процесів

Кутова головка ГУ-90-3 (рис.1.1) представляє собою конічну одноступеневу передачу, у якій осі валів перетинаються під кутом  $90^\circ$ , і призначені для застосування в системах рульового управління транспортних засобів, які оснащені підсилювачем керма в якості пристрою, що забезпечує передачу крутного моменту від рульового валу транспортного засобу до вхідного валу рульового механізму при перетині їх вісей. Кутова головка забезпечує якісну роботу при експлуатації її в середовищі від мінус  $45$  до плюс  $40^\circ\text{C}$ . Конструкція головки відноситься до відновлюваних виробів групи ІКН відповідно ГОСТ 27.003-90.

Основні технічні характеристики кутових головок наведені в таблиці 1.



Рис. 1.1. Кутова головка ГУ-90-3

## Основні технічні характеристики кутової головки

Конструктивні та експлуатаційні параметри кутових головок	ГУ -90-3
Кут між осями вхідного і вихідного валів,	90
Максимально крутний момент, М, Н•м	125
Передаточне відношення, і	1
Люфт механічний, допустимий , а <sub>м</sub> , хв	1
Осьовий допустимий люфт, мм,	0,0
Маса, кг	6,5
Габаритні розміри, мм довжина ширина висота	161x125x125

В якості робочої рідини, що застосовується для заповнення порожнини робочих елементів кутової головки використовується трансмісійна олива марки ТАД 17і ГОСТ 23652-79.

Конструкція кутової головки ГУ-90-3 представлена на рисунку 1.2

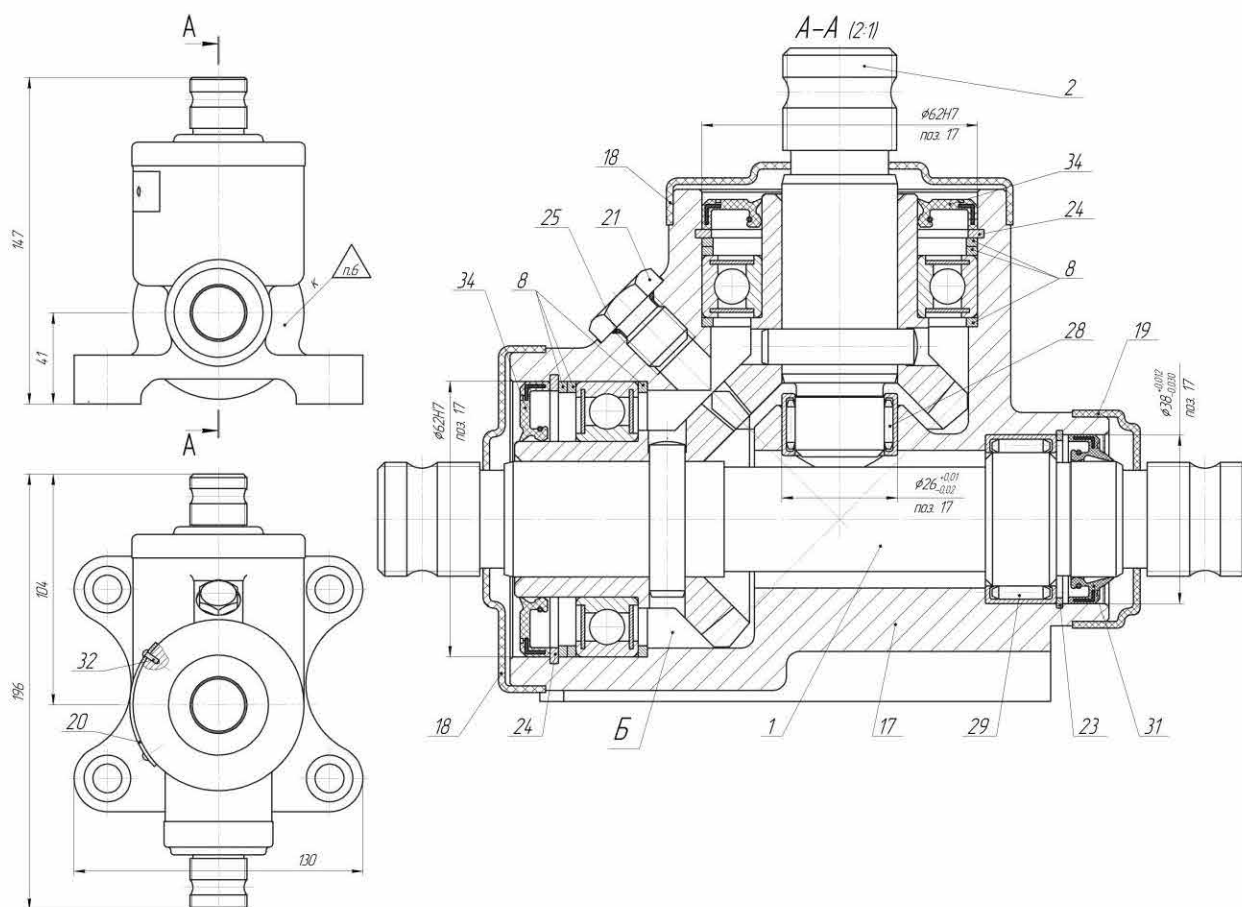


Рис. 1.2. Конструкція кутової головки ГУ-90-3

Кутова головка складається з пари конічних шестерень 1 і 3, встановлених на вхідному і вихідному валах. Вхідний вал обертається в підшипниках, які встановлені в корпусу 17 На вхідному валу 1, за допомогою штифтів кріпиться ведуча конічна шестерня. На протилежному кінці вала розташовуються циліндричні трикутні шліци для з'єднання з валом рульової колонки. Вихідний вал 3 обертається в підшипниках 5, встановленому в корпусі

На вихідному валу, за допомогою штифтів кріпиться ведена конічна шестерня. На протилежних кінцях валу розташовуються циліндричні трикутні шліци для з'єднання з кульково-гвинтовим гідропідсилювачем. Від осьових переміщень вали фіксуються за рахунок стопорного кільця 7. Корпус 17 призначений для установки в ньому складальних одиниць і деталей згідно з рисунком 1.2.

Деталь корпус УЯИШ.731347.006 призначений для монтажу всіх компонентів поворотної головки, а також захищає їх від зовнішнього впливу та створює відповідні умови для процесів, які відбуваються в ньому - змащування двох шестерень (ведучої та веденої). Деталь за своєю формою відноситься до другої групи класу корпусних деталей. Вона має торцеві та внутрішні циліндричні поверхні. Головними конструкторськими базами є поверхні під підшипники, які служать для надійного закріплення валів і шестерень поворотної головки, допоміжними конструкторськими базами є два колодці, в яких розміщуються шестерні з втулками. Задана точність на виготовлення деталі та шорсткість її поверхонь відповідає умовам які необхідні для надійної експлуатації поворотної головки.

Ескізи деталей корпус та вал, представлені на рис. 1.4

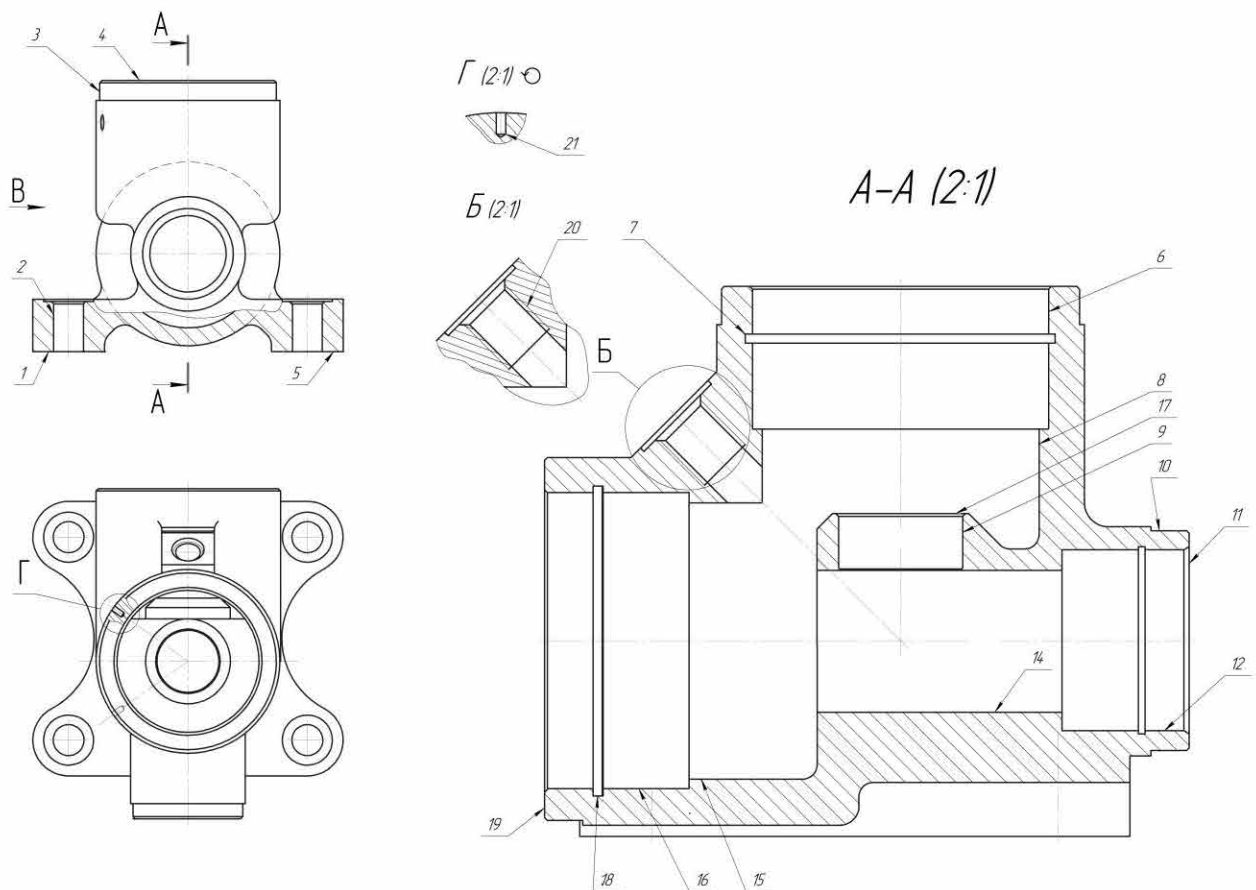


Рис. 1.4. Ескіз деталі корпус УЯИШ.731347.006

## 1.2. Вибір режиму роботи цеху та організація виробництва

У виборі режиму роботи цеху передбачається встановлення змінності роботи основних підрозділів, розрахунок фактичних річних фондів часу для обладнання, робочих місць без обладнання та робітників.

Найбільш раціональним для машинобудівних підприємств є двозмінний режим роботи основного виробництва.

Фактичний річний фонд часу обладнання розраховується виходячи з кількості робочих днів на рік, кількості змін з урахуванням вимушених простоїв на ремонт і налагодження обладнання. При цьому приймається 5-денний робочий тиждень з тривалістю зміни 8 годин. Коефіцієнт простою для звичайного обладнання приймається рівним 3%, для верстатів з ЧПУ – 6%. Під час підрахунку фактичного річного фонду часу для робітників враховується робота в одну зміну.

Фактичний річний фонд часу робочих місць без обладнання буде дорівнювати

прийнятому річному фонду часу для обладнання, оскільки відсутні втрати часу, пов'язані з ремонтами та налагодженням обладнання.

Відомості про режим роботи цеху представлені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

### Режим роботи цеху

Елемент виробництва	Змінність праці, S	Номінальний річний фонд часу $F_n$ , год.	Коефіцієнт простою обладнання в ремонті $\eta$ , %	Тривалість відпустки, днів	Дійсний річний фонд часу $F_d$ , год.
Обладнання 1 - 30 категорії ремонтної складності	2	4004	3	-	3884
Верстати з ЧПУ	2	4004	6		3764
Робочі місця без обладнання	2	4004	-	-	4004
Робітники	1	2002	-	24	1810

Встановлюємо форму організації виробництва для проектуемого цеху. Його доцільно зробити механічним, в якому буде виконуватись вся механічна обробка кульково-гвинтового гідропідсилувача.

Складання вузлів і всього виробу в цілому буде виконуватись в окремому складальному цеху. Таким чином форма організації виробництва - предметна.

### 1.3. Характеристика виробничої програми

Характеристики технологічного процесу, такі як його структура та зміст, залежать від обраних організаційних форм роботи проектуваного цеху. Ці організаційні форми визначаються обсягом виробничої програми та специфікою робіт, що виконуються на робочих місцях. Іншими словами, технологічний процес розробляється з урахуванням способу організації праці в цеху та виду виробництва, які зумовлені запланованим обсягом випуску продукції та характером операцій, необхідних для її виготовлення.

Дані про виробничу програму наведені в таблиці 1.2.

## Подетальна річна програма цеху

Назва виробів	Марка деталей	Число виробів на ГУ-90, шт.	Програма випуску, шт.	Маса деталей, кг	
				на одну деталь	на програму
Корпус	УЯИШ.731347.006	1	2750	0,872	2398

**1.4. Визначення типу виробництва**

Згідно з ГОСТ 3.1108-74 тип виробництва визначаємо згідно із значенням коефіцієнта закріплення операції  $K_{з.о}$ , який визначається за формулою:

$$K_{з.о} = \frac{Q}{P},$$

де:  $Q$  - кількість різних операцій по базовому технологічному процесу на дільниці протягом прийнятого календарного терміну;

$P$  - кількість робочих місць, які забезпечують виконання операцій базового технологічного процесу при заданій програмі випуску.

Коефіцієнт закріплення операцій  $K_{з.о}$  показує відношення усіх різних технологічних операцій, які виконуються в підрозділах за місяць до кількості робочих місць.

Розрахунок типу виробництва виконуємо за допомогою ЕОМ. Результати розрахунків приведені нижче.

Розрахунок типу виробництва деталі корпус:

Розрахунок типу виробництва  
Корпус УЯИШ.731347.006

Вихідні дані		
Програма випуску 2750		
Номер операції	Дійсний річний фонд часу роботи обладнання	Штучний час
5	4029	5.1400
10	4029	2.1000
15	4029	6.3130
20	4029	7.1200
25	4029	5.1610

Результати розрахунку			
Номер операції	Розрахункова кількість верстатів	Прийнята кількість верстатів	Кількість операцій на даному верстаті
5	0.0731	1	10.95
10	0.0299	1	26.79
15	0.0898	1	8.91
20	0.1012	1	7.90
25	0.0734	1	10.90
Коефіцієнт закріплення операцій		13.08997	

Тип виробництва - середньосерійний

За розрахунками, виготовлення деталей корпусу належить до середньосерійного типу виробництва.

Середньосерійне виробництво посідає проміжне місце між дрібносерійним та багатосерійним типами. У середньосерійному виробництві вироби виготовляються партіями або серіями, що складаються з однакових за конструкцією та розмірами одиниць продукції, які запускаються у виробництво одночасно. Технологічний процес переважно диференційований, тобто поділений на окремі операції, закріплені за певними верстатами. За робочим місцем закріплено вужчу номенклатуру операцій. Застосовується різне обладнання: універсальне, спеціалізоване, спеціальне, автоматизоване, агрегатне. Верстатний парк повинен бути спеціалізованим настільки, щоб забезпечувати можливість переходу від виробництва однієї серії машин до іншої, яка дещо відрізняється конструкцією.

При використанні універсальних верстатів широко застосовуються

спеціалізовані (пристосовані для певної операції) та спеціальні пристрої, спеціалізований і спеціальний різальний та вимірювальний інструмент у вигляді граничних (стандартних і спеціальних) калібрів і шаблонів. Це устаткування та оснащення можна широко використовувати в середньосерійному виробництві завдяки повторюваності процесів виготовлення однакових деталей, що дає техніко-економічний ефект, який окупує витрати на них. Рух предметів праці – паралельно-послідовний.

Серійне виробництво є значно економічнішим, ніж одиничне, оскільки краще використання обладнання, спеціалізація робітників та підвищення продуктивності праці забезпечують зменшення собівартості продукції.

## 2. Технологічна частина

### 2.1. Аналіз точності та технологічності деталей

Для проведення поелементного аналізу точності поверхонь деталей корпусу та валу виконуємо їх ескізи, наведені на рис. 1.4, з позначенням поверхонь, що підлягають обробці. Дані аналізу точності заносимо до таблиці 2.1.

Аналіз точності деталей корпусу та валу показав, що всі розміри поверхонь зазначені в достатній кількості для їх обробки. Використано комбінований метод постановки розмірів. Величини розмірів відповідають нормальному ряду чисел, однак не всі допуски відповідають чинним квалітетам..

Найбільш точними поверхнями деталі корпус є: отвори 6, 16  $\varnothing 62^{+0,03}$  Ra1.25, отвір 9  $\varnothing 26^{+0,01}_{-0,02}$  Ra1.25, отвір 12  $\varnothing 38^{+0,012}_{+0,030}$  Ra1.25, різьба 20 M12x1,5-6H Ra3,2

Найбільш точними поверхнями деталі вал є: зовнішня циліндрична поверхня 2  $\varnothing 25h7^{(-0,021)}$ , Ra1,6, зовнішня циліндрична поверхня 3  $\varnothing 30m6^{(+0,021}_{+0,008)}$ , Ra1.25, 4 зовнішня циліндрична поверхня –  $\varnothing 23h10^{(-0,084)}$ , Ra2,5 та шліцьова поверхня 6  $\varnothing 21,955_{-0,045}$ , Ra1,6,

Доступ різального та вимірювального інструментів до оброблюваних та контрольованих поверхонь вільний. Деталі можна обробити за допомогою відомих методів обробки із застосуванням стандартних різальних та вимірювальних інструментів.

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
1	2	3	4	5	6	7	8
Корпус УЯИШ.731347.006							
1,5	Площина	115	H14			6,3	3
2	Отвір	12,5	H14	√ $\varnothing 0,25\varnothing$		6,3	3

Продовження табл. 2.1							
1	2	3	4	5	6	7	8
3	Зовнішня циліндрична поверхня	$\varnothing 77$	H14			6,3	5
4	торець	115,2x $\varnothing 77$	H14			6,3	6
6,16	Внутрішня циліндрична поверхня	$\varnothing 62^{+0,03}$	H7	$\times$ T0,06 Д		1,25	1
7,18	Канавка	$\varnothing 65^{+0,04}$	H14			2,5	3
8,15	Внутрішня циліндрична поверхня	$\varnothing 58$	H14			3,2	5
9	Внутрішня циліндрична поверхня	$\varnothing 26^{+0,01}_{-0,02}$	H14		$\square$ $\varnothing 0,02$	1,25	2
10	Зовнішня циліндрична поверхня	$\varnothing 48$	H14			3,2	5
11	Торець	73	H14			3,2	8
12	Внутрішня циліндрична поверхня	$\varnothing 38^{+0,012}_{-0,030}$	H14		$\square$ $\varnothing 0,1$ 2 Д	1,25	4
14	Внутрішня циліндрична поверхня	$\varnothing 32^{+0,42}_{-0,17}$	B12			3,2	6
17	Торець	17,7 <sup>+0,15</sup>				6,3	6
19	Торець	134,6				6,3	8
20	Різьбовий отвір	M12x1,5	6H			3,2	4
21	Отвір	$\varnothing 2,1$	H14			3,2	5

Аналіз креслень деталей показав, що всі необхідні розміри зазначені в достатній кількості, а вимоги до точності та шорсткості відповідають службовому призначенню та умовам експлуатації. Однак якості точності деяких поверхонь деталей не відповідають нормалізованим рядам.

Деталь "корпус" є достатньо технологічною, що дозволяє використовувати високопродуктивні методи обробки. З точки зору механічної обробки виникають певні ускладнення при обробці похилого різьбового отвору та отворів, для яких потрібен спеціальний інструмент.

Корпус має достатню жорсткість, що забезпечує досягнення високого класу точності при обробці. Таким чином, в цілому конструкцію деталі можна вважати

технологічною. До майже всіх поверхонь забезпечений вільний доступ різального інструменту. Відсутні поверхні з необґрунтовано високою точністю обробки. Всі невідповідальні поверхні оброблюються за 14-м квалітетом.

Проаналізувавши всі вище перелічені фактори, будемо вважати деталь корпус УЯИШ.731347.006 технологічною.

## **2.2. Аналіз діючих технологічних процесів**

Аналіз діючого на базовому підприємстві технологічного процесу механічної обробки деталі корпус УЯИШ.731347.006 показав, що він забезпечує виготовлення деталі із заданими вимогами щодо точності та якості.

Технологічний процес деталі корпус УЯИШ.731347.006 складається з 4 операцій механічної обробки. Дана послідовність технологічних операцій дозволяє отримати деталь, яка відповідає вимогам щодо точності та якості.

При виготовленні деталі дотримується принцип єдності технологічних та конструкторських баз, деталь на всіх операціях чорнових, чистових та проміжних оброблюється в пристосуваннях.

Технологічний процес обробки корпуса виконується на спеціальних високопродуктивних верстатах. При цьому, на них використовується спеціальне технологічне оснащення, яке призначене тільки для обробки даної деталі. Для переобладнання верстатів на іншу деталь необхідно провести значні витрати. З метою вдосконалення технологічного процесу більш ефективним є застосування на деяких операціях механічної обробки верстатів з ЧПУ.

### 2.3. Вибір заготовок та способу їх виготовлення

Метод отримання заготовок для деталей машин визначається призначенням та конструкцією деталі, матеріалом, технічними вимогами, а також економічністю. Для раціонального вибору заготовки необхідно одночасно враховувати всі вище наведені данні, так як між ними існує тісний взаємозв'язок.

Деталь корпус виготовляється з алюмінієвого сплаву за ДСТУ 2839-9. Хімічний склад та механічні властивості матеріалу деталі корпус наведено в таблицях 2.2 та 2.3 відповідно, а деталі вал – в таблицях 2.4 та 2.5.

Таблиця 2.2

Хімічний склад матеріалу деталі корпус

Марка матеріалу	Cu	Si	Mn	Ni	Mg	Al	Fe	Zn
AK7 ДСТУ 2839-94	1.5	6 – 8	0,2 – 0,6	до 0.3	0.2-0.5	87.6-93.6	до 1.3	до 0, 5

Таблиця 2.3

Механічні властивості матеріалу деталі корпус

Марка матеріалу	Тимчасовий опір розриву, Н/мм <sup>2</sup>	Відносне подовження, %	Твердість НВ не більше
AK7 ДСТУ 2839-94	160 (16)	1	127-196

Алюмінієвий сплав АК7 використовують для деталей складної форми і середньої міцності, виготовлення яких потребує високої пластичності в гарячому стані. Матеріал має задовільну корозійну стійкість та добре оброблюється різанням.

Згідно вихідних даних заготовку отримуємо литвом.

В даному випадку раціонально буде прийняти метод отримання заготовки передбачений базовим технологічним процесом. Цей метод – литво під тиском. Литвом під тиском можна отримати складні, близькі по конфігурації до готових деталей заготовки. Використовується метод переважно для отримання заготовок із кольорових сплавів. Продуктивність – до 1000 деталей за годину. Точність 11 – 12 квалітету, параметр шорсткості Ra 25....12,5

Приведемо економічне обґрунтування вибору методу отримання заготовки. Вартість заготовок, які отримані литвом під тиском можна визначити за такою формулою:

$$S_{заз} = \left( \frac{C}{1000} \cdot Q \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_e \cdot k_m \cdot k_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{від}}{1000}$$

де: C – базова вартість 1 т заготовок, грн.;

к<sub>т</sub>, к<sub>с</sub>, к<sub>в</sub>, к<sub>м</sub>, к<sub>п</sub> – 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<sub>від</sub> – вартість 1 т відходів, грн.

Розраховуємо вартість заготовки, отриманої методом литва під тиском:

$$S_{заз} = \left( \frac{30600}{1000} * 1.207 * 1 * 0.94 * 0.81 * 1 * 1.098 \right) - (1.207 - 0.872) * \frac{6760}{1000} = 29.34 \text{ грн}$$

#### 2.4. Вибір методів обробки поверхонь деталей

Сучасна теорія технології машинобудування розглядає побудову оптимального технологічного процесу виготовлення деталі як цілеспрямований пошук з урахуванням багатьох конструктивних, функціональних, економічних особливостей та обмежень, а також особливостей управління та організації виробництва. На більшість цих чинників значний вплив має підмножина маршрутів обробки окремих поверхонь деталі. Таку підмножину маршрутів можна визначити, виходячи з необхідної точності й шорсткості оброблюваних поверхонь деталей та точності заготовки.

В деталі корпус, неодноразовій механічній обробці підлягають поверхні 6, 9, 12, 14, 16 для яких і проводимо розрахунки.

Загальне уточнення розраховується за формулою:

$$\epsilon_3 = \delta_3 / \delta_d$$

де:  $\delta_3$  - допуск на розмір поверхні заготовки, яка підлягає неодноразовій механічній обробці;

$\delta_d$  - допуск на розмір тієї ж поверхні, після її обробки.

Допуск на деталь становить  $\delta_d = 0,03$  мм, а допуск на заготовку  $\delta_3 = 1,5$  мм.

Вибираємо два маршрути обробки поверхні.

Перший маршрут відповідає базовому технологічному процесу. Він складається з:

- розточування чорнового  $\delta_1 = 0,46$  мм
- розточування чистового  $\delta_2 = 0,12$  мм
- розточування тонкого  $\delta_3 = 0,03$  мм

Другий маршрут складається з:

- розточування чорнове  $\delta_1 = 0,46$  мм
- розвертання нормальне  $\delta_2 = 0,19$  мм
- розвертання тонке  $\delta_3 = 0,03$  мм

Загальне уточнення  $\epsilon_{\text{заг}} = 50$

Розрахунки маршрутів обробки інших поверхонь деталі корпус наведені в таблиці

2.6.

**Таблиця 2.6**

Таблиця технологічних маршрутів обробки поверхонь деталі корпус

УЯИШ.731347.006

Позначення поверхні	Допуск на поверхню по кресленню, $\delta_d$ мм	Шорсткість поверхні, мкм	Допуск на заготовку по поверхні, $\delta_3$ мм	Загальне уточнення $\epsilon_3$	Можливі технологічні маршрути обробки поверхні		Екон.-ні доп.-ки на проміжні методи обр.-ки	Частинні коефіцієнти уточнення	$P_{\epsilon_1} = \epsilon_1 \cdot \epsilon_2 \cdot \epsilon_3 \cdot \dots \cdot \epsilon_i$
					№	Зміст маршруту			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6, 16	0,03	1,25	1,5	50	1	Розточування чорнове	0,46	3,26	49,94
						Розточування чистове	0,12	3,83	
						Розточування тонке	0,03	4	
					2	Розточування чорнове	0,46	3,26	49,75
						Розвертання нормальне	0,19	2,41	
						Розвертання точне	0,03	6,33	
9	0,03	1,25	1,5	50	1	Зенкерування чорнове	0,39	3,84	49,71
						Розвертання нормальне	0,16	2,43	
						Розвертання точне	0,025	6,4	
					2	Розточування чорнове	0,39	3,84	49,904
						Розточування чистове	0,10	3,9	
						Розточування тонке	0,025	4	
12	0,042	1,25	1,5	35,71	1	Зенкерування чорнове	0,39	3,84	33,27
						Розвертання нормальне	0,16	2,43	

					Розвертання точне	0,039	4,102	
				2	Розточування чорнове	0,25	6	33,461
					Розточування чистове	0,039	6,41	

Як видно з розрахунків, для поверхонь 6, 9, 12, 16 оптимальним є маршрут №2, при якому  $\varepsilon_{\text{зар}} < \Pi\varepsilon_i$ .

## 2.5. Розробка маршрутів виготовлення деталей

Маршрути обробки деталей "корпус" розробляються з урахуванням обраних маршрутів обробки окремих поверхонь, типу виробництва, технологічних можливостей вибраних металорізальних верстатів, технічних вимог та розмірних зв'язків на кресленнях деталей. Зміст маршрутів наводиться як послідовність назв технологічних операцій, використовуваних верстатів та стислий опис технологічних переходів.

Розроблені маршрути обробки наведено в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8

Таблиця технологічних маршрутів обробки деталей

Маршрутний технологічний процес	
базовий	проектуючий
1	2
Корпус УЯИШ.731347.006	
001 Транспортна Електрокар Транспортувати заготовки на дільницю механічної обробки	001 Транспортна Електрокар Транспортувати заготовки на дільницю механічної обробки
005 Фрезерна з ЧПУ ГФ2171С5 Спеціальний фрезерний Фрезерувати поверхню, свердлити послідовно 4 отвори, розгорнути 4 отвори послідовно.	005 Фрезерна з ЧПУ ГФ2171С5 Спеціальний фрезерний Фрезерувати поверхню, свердлити послідовно 4 отвори, розгорнути 4 отвори послідовно.
010 Фрезерна з ЧПУ ГФ2171С5 Спеціальний фрезерний Цекувати 4 банки послідовно, зенкувати 4 фаски послідовно.	010 Фрезерна з ЧПУ ГФ2171С5 Спеціальний фрезерний Цекувати 4 банки послідовно, зенкувати 4 фаски послідовно.

<p>015 Фрезерна з ЧПУ ГФ2171С5          Спеціальний фрезерний          Фрезерувати поверхню, фрезерувати циліндричну поверхню, фрезерувати дно колодця по контуру, розточити отвір, фрезерувати кільцеву канавку, зенкувати зовнішню та внутрішню фаску.</p>	<p>015 Комплексна з ЧПУ          HYUNDAI WIA HS4000 Обробний центр з ЧПУ          Позиція 1          Фрезерувати поверхню, фрезерувати циліндричну поверхню, фрезерувати дно колодця по контуру, розточити отвір начорно і начисто, фрезерувати кільцеву канавку, зенкувати зовнішню та внутрішню фаску          Позиція 2          Фрезерувати поверхню, фрезерувати дно колодця по контуру, розточити отвір начорно і начисто, свердлити отвір на прохід, фрезерувати кільцеву канву, зенкувати фаску</p>
<p>020 Фрезерна з ЧПУ          ГФ2171С5 Спеціальний фрезерний          Фрезерувати поверхню, фрезерувати дно колодця по контуру, розточити отвір начорно і начисто, свердлити отвір на прохід, фрезерувати кільцеву канву, зенкувати фаску</p>	<p>020 Фрезерна з ЧПУ          ГФ2171С5 Спеціальний фрезерний          Центрувати отвір, цекувати банку, свердлити отвір на прохід, зенкувати фаску, нарізати різьбу.</p>
<p>025 Фрезерна з ЧПУ          ГФ2171С5 Спеціальний фрезерний          Центрувати отвір, цекувати банку, свердлити отвір на прохід, зенкувати фаску, нарізати різьбу.</p>	<p>025 Фрезерна з ЧПУ          ГФ2171С5 Спеціальний фрезерний          Фрезерувати поверхню, фрезерувати циліндричну поверхню, розточити отвір попередньо та начисто, фрезерувати кільцеву канавку, зенкувати зовнішню та внутрішню фаску.</p>
<p>030 Фрезерна з ЧПУ          ГФ2171С5 Спеціальний фрезерний          Фрезерувати поверхню, фрезерувати циліндричну поверхню, розточити отвір попередньо та начисто, фрезерувати кільцеву канавку, зенкувати зовнішню та внутрішню фаску.</p>	
<p>035 Транспортна          Електрокар          Транспортувати деталі на ділянку зборки</p>	

## 2.6. Вибір технологічних баз

Забезпечення технічних вимог, що висуваються до деталі, здійснюється вибором раціональної схеми базування деталі під час її механічної обробки.

Схема базування заготовки на верстатах повинна забезпечувати достатню жорсткість встановлення заготовки, задану точність її орієнтації в пристрої та надійне закріплення.

Вибір технологічних баз починається з визначення чорнової бази - бази на першій операції технологічного процесу, призначення якої - забезпечити отримання чистових технологічних баз для наступних операцій. При виборі чорнової технологічної бази необхідно виходити з забезпечення більш рівномірного зняття припуску з найбільш точних і важливих для деталі поверхонь.

При виборі технологічних баз потрібно керуватися принципами суміщення та постійності баз. У разі вимушеної зміни баз доцільно переходити від менш точної базової поверхні до більш точної.

При обробці деталі корпус на 005 операції отвір 6 – установча база, отвір 16 – направляюча база, отвір 12 – опорна база (рис. 1.4). На 010 та 015 операціях в якості установчої бази використовується площина 5, отвори 2 – направляючої та опорної бази. На 020 операції в якості баз використовуються торець великої та меншої бонок, та 2 отвори. На 025 операції в якості базових поверхонь використовуються отвір та вісь. На 030 операції в якості базових поверхонь використовуються торці бонок 4,19 та отвори 2.

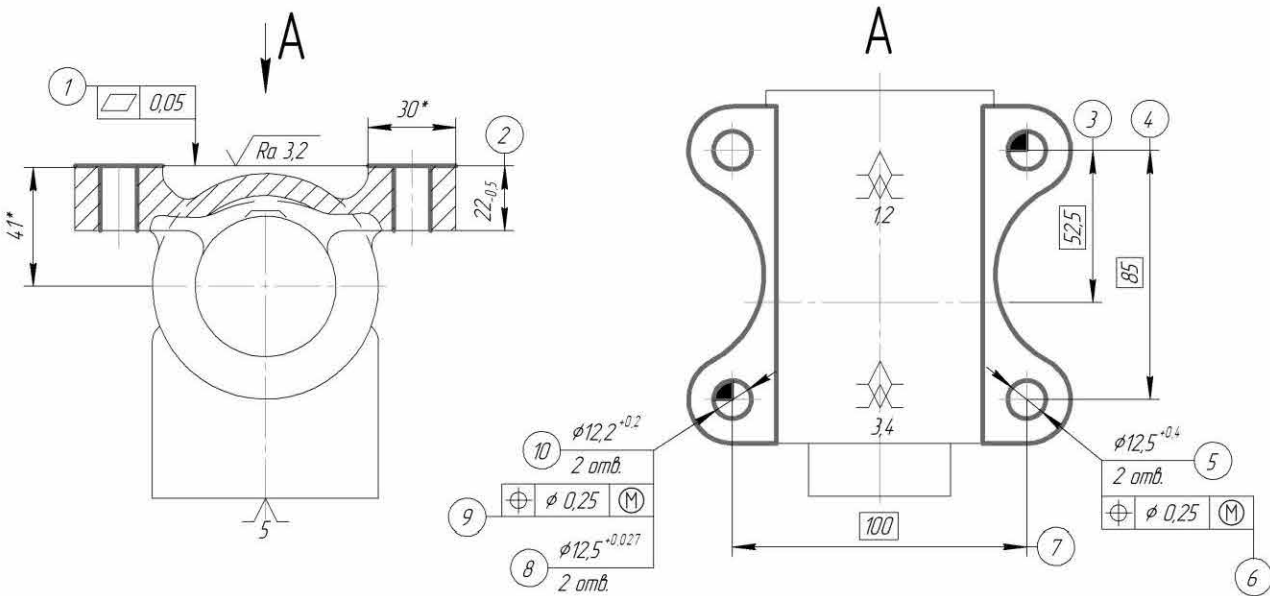
## **2.7. Розробка структури технологічних операцій і вибір обладнання для їх здійснення**

На основі технологічних маршрутів обробки деталей, маршрутів обробки окремих поверхонь та аналізу простановки розмірів з урахуванням технічних вимог до окремих поверхонь розробляється структура та зміст кожної операції з зазначенням її номера та назви.

Тобто, беручи до уваги попередньо визначені маршрути обробки деталей та їх поверхонь, аналіз розмірів та технічних вимог до поверхонь, деталізується зміст операцій технологічного процесу шляхом вказування порядкового номера та найменування кожної операції.

Структура та зміст технологічних операцій наведені в таблиці 2.9

## Структура та зміст технологічних операцій обробки Корпус УЯИШ.731347.006

№ та назва операції	Модель верстату, назва	Операційний ескіз	Зміст операції
1	2	3	4
005 Фрезерна з ЧПУ	ГФ2171С5 Спеціальний фрезерний	 <p style="text-align: right;">* Размеры для справок</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити та закріпити заготовку.</li> <li>2. Фрезерувати площину витримуючи розмір 1 та 2</li> <li>3. Центрувати послідовно 4 отв. Витримуючи розміри 3,4,7.</li> <li>4. Свердлити 4 отв. послідовно витримуючи розміри 3,4,7,10.</li> <li>5. Розгорнути 4 отв. послідовно витримуючи розміри 3,4,7,8,9.</li> <li>6. Відкріпити та зняти деталь.</li> </ol>

1	2	3	4
010 Фрезерна з ЧПУ	ГФ2171С5 Спеціальний фрезерний	<p>Technical drawing of a special milling tool. The drawing includes a cross-sectional view and a top view. Key dimensions and features are labeled:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Central hole diameter: <math>\phi 21^{+0.4}</math> (4 отв.)</li> <li>Surface finish: <math>Ra\ 3.2</math></li> <li>Chamfers: 4 фаски, <math>145^\circ</math></li> <li>Top view dimensions: 100, 52.5, 85, 5, 6, 7</li> <li>Surface finish: <math>\sqrt{Ra\ 12.5}</math></li> <li>Table of tolerances: <math>\phi\ 0.25\ (M)</math></li> </ul>	<p>1. Встановити та закріпити деталь.</p> <p>2. Цекувати 4 поглиблення послідовно витримуючи розміри 1,3,4,5,6,7.</p> <p>3. Зекнути 4 фаски послідовно, витримуючи розміри 2,5,6,7.</p> <p>4. Відкріпити та зняти деталь.</p>

1	2	3	4
015 Комплексна з ЧПУ	HYUNDAI WIA HS4000 Обробний центр з ЧПУ	<p style="text-align: center;">Позиція I</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити та закріпити деталь. Позиція 1</li> <li>2. Фрезерувати поверхню витримуючи розмір 13.</li> <li>3. Фрезерувати циліндричну поверхню витримуючи розміри 4,8.</li> <li>4. Фрезерувати дно колодца, витримуючи розмір 10.</li> <li>5. Фрезерувати отвір, витримуючи розмір 22,23.</li> <li>6. Розточити отвір, витримуючи розміри 7,10.</li> <li>7. Розточити отвір витримучи розмір 6,9.</li> <li>8. Фрезерувати дно колодца по контуру, витримуючи розміри 7,10,11,14,19,21</li> <li>9. Розточити отвір, витримуючи розмір 1,12,20.</li> </ol>

1	2	3	4
			<p>10. Фрезерувати кільцеву канавку витримуючи розміри 2,5,15,16.</p> <p>11. Зенкувати фаску витримуючи розмір 18.</p> <p>12. Зенкувати внутрішню фаску витримуючи розмір 3. Позиція 2</p> <p>14. Фрезерувати поверхню, витримуючи розмір 27.</p> <p>15. Фрезерувати дно колодця, витримуючи розмір 29.</p> <p>16. Свердлити отвір на прохід витримуючи розміри 24,25.</p> <p>17. Розточити отвір витримуючи розмір 24,29,34.</p> <p>18. Розточити отвір, витримуючі розміри 24,26,33,36,37</p> <p>19. Фрезерувати дно колодця по контуру витримуючи розміри 24,28,29,31,34,38.</p>

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4
			<p>21. Фрезерувати кільцеву канавку, витримуючи розмір 24,32,35,39,40.</p> <p>22. Зенкувати внутрішню фаску витримуючи розмір 24,</p> <p>23. Відкріпити та зняти деталь.</p>

1	2	3	4
020 Фрезерна з ЧПУ	ГФ2171С5 Спеціальний фрезерний		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити та закріпити деталь.</li> <li>2. Центрувати отвір витримуючи розміри 1,8.</li> <li>3. Цекувати поглиблення витримуючи розміри 1,3,5,8.</li> <li>4. Свердлити отвори на прохід витримуючи розміри 1,7,8.</li> <li>5. Зенкувати фаску витримуючи розмір 1,7,8.</li> <li>6. Нарізати різьбу, витримуючи розмір 1,4,6,8.</li> <li>7. Відкріпити та зняти деталь.</li> </ol>

1	2	3	4
025 Фрезерна з ЧПУ	ГФ2171С5 Спеціальний фрезерний		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити та закріпити деталь.</li> <li>2. Фрезерувати поверхню витримуючи розмір 10.</li> <li>3. Фрезерувати циліндричну поверхню витримуючи розмір 2,5.</li> <li>3. Розточити отвір начорно, витримуючи розмір 1,9.</li> <li>4. Розточити отвір начисто витримуючи розмір 6,9.</li> <li>5. Фрезерувати кільцеву канавку, витримуючи розмір 8,11,12,13.</li> <li>6. Фрезерувати кільцеву канавку, витримуючи розміри 14-18.</li> <li>7. Фрезерувати внутрішню фаску витримуючи розміри 14,18.</li> <li>8. Відкріпити та зняти деталь.</li> </ol>

Тип та модель використовуваних металорізальних верстатів визначаємо відповідно обраному методу обробки поверхонь, їх точності та типу виробництва, враховуючи розміри заготовки. Моделі верстатів та їх технічні характеристики вибираємо з каталогів та довідників.

Вибрані верстати наведені у таблиці 2.11.

Таблиця 2.11

Металорізальні верстати для обробки деталей корпус

№ операції	Модель та найменування верстату	Стисла технічна характеристика				
		Габаритні розміри робочого столу чи макс. діаметр обробки (мм)	Ряд частот обертання (хв <sup>-1</sup> )	Ряд подач (мм/об)	Потужність (кВт)	Габаритні розміри верстату (мм)
1	2	3	4	5	6	7
Корпус УЯИШ.731347.006						
005	Обробний центр HS4000	125x320	63-3150	28-790	10,0	5260x 2000x 1320
005, 010, 020, 025	Спеціальний фрезерний ГФ2171С5	400x 1600	50-1600	8,3-416,6	5,5	2560x 2260x 2120

## 2.8. Вибір затискних пристроїв

При визначенні типу та конструктивних особливостей затискних пристроїв для виконання кожної технологічної операції враховуються обрана теоретична схема базування деталей та тип виробництва.

Іншими словами, вибір конструкції та типу затискних пристроїв здійснюється на основі встановлених схем базування деталей на операціях та з урахуванням типу виробництва (одиничне, серійне, масове), для якого розробляється технологічний процес. Вибрані затискні пристрої та їх стисла характеристика наведені в таблиці 2.12.

Таблиця 2.12

Затискні верстатні пристрої для деталей

Номер операції	Найменування пристрою	Стандарт (код)	Вид приводу
1	2	3	4
Корпус УЯИШ.731347.006			
005	Пристрій затискний	Спец.	Пневматичний
010	Пристрій затискний	Спец.	Пневматичний
015	Пристрій затискний	Спец.	Пневматичний
020	Пристрій затискний	Спец.	Пневматичний
025	Пристрій затискний	Спец.	Пневматичний

## 2.9. Вибір різальних інструментів

При виборі ріжучого інструменту для кожного переходу враховуються такі фактори: метод та стадія обробки, тип виробництва, фізико-хімічні характеристики матеріалів вихідної заготовки та інструменту, міцність та стійкість інструменту, а також характер обробки.

У базовому технологічному процесі застосовується як стандартний різальний інструмент (який відповідає вимогам ГОСТ), так і різальний інструмент виробництва корейських компаній TaeguTec та Korloy.

Таким чином, вибір ріжучого інструменту здійснюється на підставі комплексу факторів, пов'язаних із специфікою оброблюваного матеріалу, умовами обробки, типом виробництва та характеристиками самого інструменту.

Характеристики вибраного інструменту для обробки поверхонь деталей картер та ротор наведені в таблиці 2.13.

Таблиця 2.13

Ріжучий інструмент для механічної обробки деталі

Номер		Найменування інструменту	Стандарт на конструкцію інструменту (код)	Різальна частина	
Операції	Переходу			Матеріал	Стандарт (ГОСТ)
1	2	3	4	5	6
Корпус УЯИШ.731347.006					
005	2	Фреза торцева 2214-0275	ГОСТ 26595-85	ВК8	ГОСТ19064-80
	3	Центровочне свердло	ГОСТ14952-75	P6M5	ГОСТ 19265-78
	4	Свердло2301-0194	ДСТУ ГОСТ 10903:2008	P6M5	ГОСТ 19265-78
	5	Розвертка	УЯИШ 282511.002	ВК8	ГОСТ19064-80
010	2	Цековка	УЯИШ 282512.002	ВК8	ГОСТ19064-80
	3	Зенківка 2353-0133	ГОСТ 14953-80	ВК8	ГОСТ19064-80
015	2,14	Фреза торцева 2214-0275	ГОСТ 26595-85	ВК8	ГОСТ19064-80
	3	Фреза кінцева	AMS 3032HS	APXT 1604PDS R-MM PC3535	
	4,15	Фреза торцева 2223-	ГОСТ 17026-71	P6M5	ГОСТ 19265-78

		0085			
	5,8,12, 19	Фреза кінцева	LSBE 2120-Q	M35	
015	6,7,17, 18	Різець розточний	S32U-MWLNR-08	WNMG 080404- B25 NC6010	
	9	Різець розточний	S16N-STFPR-11	TPGT11 0304- C05	
	10	Фреза Т-подібна 2254-1158	ГОСТ2679-93	P6M5	ГОСТ 19265-78
	11,22	Зенківка 2353-0141	ГОСТ 14953-80	BK8	ГОСТ19064-80
	16	Фреза кінцева	УЯИШ 282617.002	P6M5	ГОСТ 19265-78
	20	Свердло 2301-0109	ДСТУ ГОСТ 10903:2008	P6M5	ГОСТ 19265-78
020	2	Свердло 2317-0104	ГОСТ 14952-75	P6M5	ГОСТ 19265-78
	3	Фреза кінцева 2235- 0057	ГОСТ 9140-78	P6M5	ГОСТ 19265-78
	4	Свердло 2301-0030	ДСТУ ГОСТ 10903:2008	P6M5	ГОСТ 19265-78
	5	Зенківка 2353-0133	ГОСТ 14953-80	BK8	ГОСТ19064-80
	6	Метчик 2620-1515.2	ГОСТ 3266-81	P6M5	ГОСТ 19265-78
025	2	Фреза торцева 2214- 0275	ГОСТ 26595-85	BK8	ГОСТ19064-80
	3	Різець розточний	S32U-MWLNR-08	WNMG 080404- B25 NC6010	
	4	Фреза Т-подібна 2254-0734	ГОСТ 2679-93	P6M5	ГОСТ 19265-78
	5	Фреза Т-подібна	УЯИШ 272517.002	P6M5	ГОСТ 19265-78
	6	Зенківка 2353-0126	ГОСТ 14953-80	BK8	ГОСТ19064-80

## 2.10. Вибір вимірювальних пристроїв та інструментів

При виборі засобів технічного контролю для технологічних операцій враховуються такі фактори: необхідна точність вимірювання, розмір та якість вимірюваної поверхні, а також тип виробництва.

Тобто, вибір контрольно-вимірювальних інструментів та пристроїв для контролю операцій здійснюється з урахуванням вимог до точності вимірювань, характеристик контрольованих поверхонь деталей (їх розмірів та шорсткості) і типу виробництва, для якого розробляється технологічний процес.

Вибрані засоби технічного контролю обох деталей наведені в таблиці 2.15.

Таблиця 2.15

Вимірювальний інструмент і контрольні пристрої для деталей

Номер		Параметр деталі, який контролюється	Найменування вимірювального інструменту	Стандарт на конструкцію
Операції	Переходу			
1	2	3	4	5
Корпус УЯИШ.731347.006				
005	2	$\nabla$ 0,08 160±0,1	Індикатор Штангенциркуль ШЦЦ II-250-0,05	ГОСТ 9696-82 ГОСТ 166-89
	3	$\surd$ Ø0,250 Ø12,2 <sup>+0,2</sup>	Калібр на розташування УЯИШ 421418.002 Штангенциркуль ШЦЦ 1-125-0,1	Спец. ГОСТ 166-89
	4	$\surd$ Ø0,250 Ø12,5 <sup>+0,027</sup>	Калібр на розташування УЯИШ 421418.003 Калібр-пробка	Спец. СТП 23.113.01.073-78
010	2	$\surd$ Ø0,250 Ø21 <sup>+0,4</sup>	Калібр на розташування УЯИШ 421418.004 Штангенциркуль ШЦЦ 1-125-0,1	Спец. ГОСТ 166-89
015	2	115,2±0,05	Штангенциркуль ШЦЦ 1-160-0,05	ГОСТ 166-89
	3	Ø75 <sup>-0,7</sup> 8 <sup>+0,5</sup>	Штангенциркуль ШЦЦ 1-160-0,05	ГОСТ 166-89
	4	47,6 <sup>+0,1</sup>	Штангенциркуль ШЦЦ 1-160-0,05	ГОСТ 166-89
	5	Ø23 <sup>+0,5</sup> 18±0,05	Штангенциркуль ШЦЦ 1-160-0,05	ГОСТ 166-89
	6	47,6 <sup>+0,1</sup> Ø58 <sup>+0,7</sup>	Штангенциркуль ШЦЦ 1-160-0,05	ГОСТ 166-89
	7	29,9±0,05 Ø62 <sup>+0,03</sup>	Штангенциркуль ШЦЦ 1-125-0,1 Нутромір	ГОСТ 166-89 ГОСТ 9244-75
	8	47,6 <sup>+0,1</sup> Ø58 <sup>+0,7</sup> 47,6 <sup>+0,1</sup> R3	Контрольне пристосування Штангенциркуль ШЦЦ II-250-0,05	Спец. ГОСТ 166-89



$$2Z_{\min} = 2(31,5 + 30 + 40) = 2 \cdot 101,5 \text{ мкм};$$

Мінімальний припуск на чистову обробку:

$$2Z_{\min} = 2(8 + 20 + 30) = 2 \cdot 58 \text{ мкм};$$

Мінімальний припуск на шліфування:

$$2Z_{\min} = 2(0,8 + 15 + 25) = 2 \cdot 40,8 \text{ мкм}$$

Максимальний припуск на точіння чорнове:

$$2Z_{\max 1} = 2Z_{\min 1} + \delta_0 + \delta_1$$

$$2Z_{\max 1} = 2 \cdot 101,5 + 100 + 80 = 2 \cdot 281,5 \text{ мкм};$$

Максимальний припуск на чистову обробку:

$$2Z_{\max 1} = 2 \cdot 58 + 50 + 70 = 2 \cdot 178 \text{ мкм};$$

Максимальний припуск на шліфування:

$$2Z_{\max 1} = 2 \cdot 40,8 + 5 + 10 = 2 \cdot 55,8 \text{ мкм}$$

### Карта розрахунку припусків на обробку поверхні

Таблиця 2.16

Технологічні переходи	Елементи припуску, мкм			Розрахунковий припуск $2Z_{\min}$ , мкм	Розрахунковий мінімальний розмір, мм	Допуск на виготовлення $\delta$ , мкм	Граничні розміри, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	Rz	T	$\rho$				$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Заготовка	150	250	1820	-	30	4000	30	34	-	-
Точіння чорнове	31,5	30	40	2·101,5	25,8	100	25,7	25,8	101,5	281,5
Чистова обробка	8	20	30	2·58	25,45	50	25,45	25,5	58	178
Шліфування	0,8	15	25	2·40,8	24,995	5	24,995	25	40,8	55,8

Схему графічного розташування припусків і допусків для поверхні 10 деталі вал

$\varnothing 25_{-0,005}$  представлена на рис. 2.1.

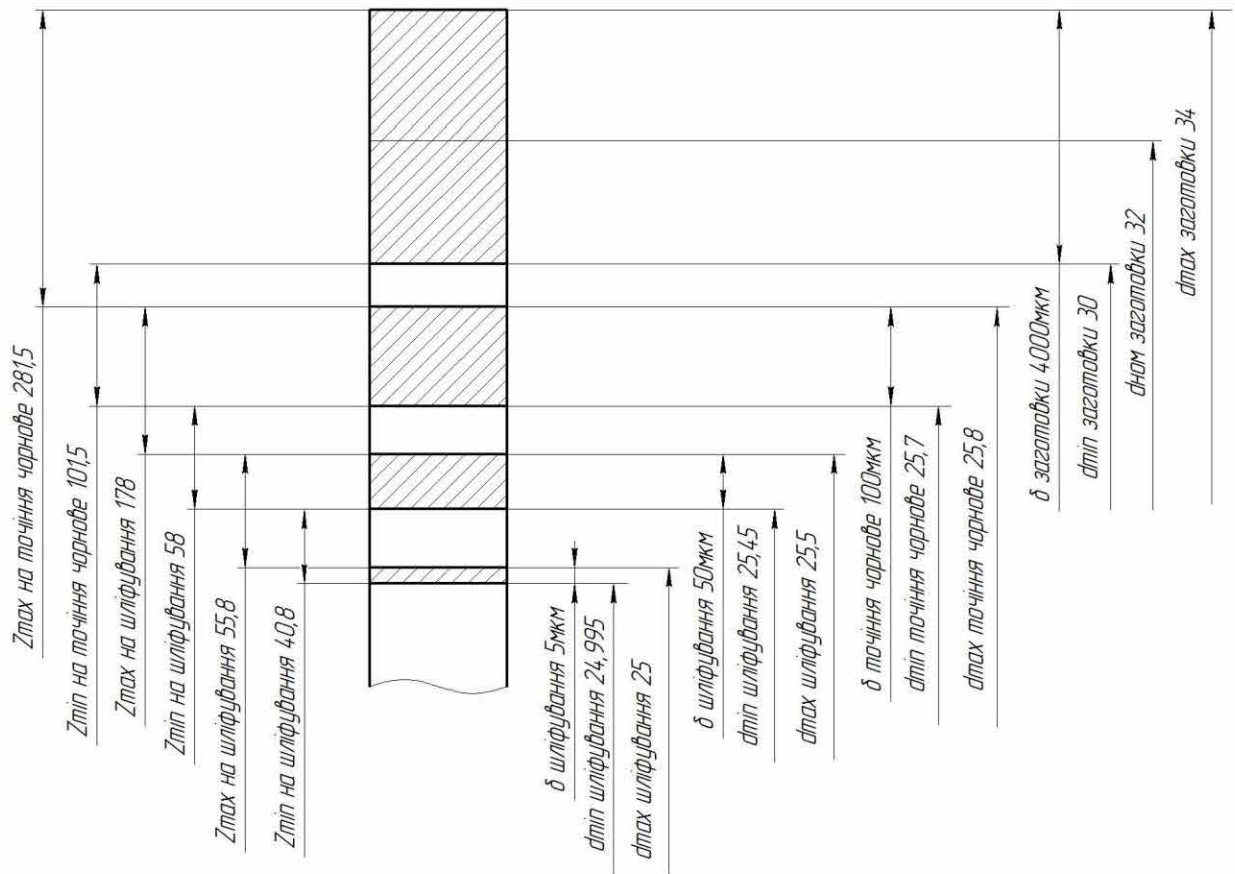


Рис. 2.1. Схема припусків на обробку поверхні  $\varnothing 25_{-0,005}$

На решту поверхонь деталей корпус припуски визначаємо за довідковими таблицями. Вибрані величини припусків подаємо у вигляді таблиці 2.17.

Таблиця 2.17

Зведена таблиця припусків на обробку деталей Корпус УЯИШ.731347.006 та Вал УЯИШ 716614.019

№ пов-ні	Найменування поверхні	Припуск $Z_{\min}$ , мм	Технологічний допуск, мм
1	2	4	5
Корпус УЯИШ.731347.006			
1,5	Площина	2,5	0,87
2	Отвір	12,5	0,43
3	Зовнішня циліндрична поверхня	1,5	0,74
4	Торець	2,5	0,74
6,16	Внутрішня циліндрична поверхня	4	0,03
7,18	Канавка	3	0,4
8,15	Внутрішня циліндрична поверхня	2	0,74

9	Внутрішня циліндрична поверхня	0,75	0,03
10	Зовнішня циліндрична поверхня	0,8	0,62
11	Торець	2,5	0,7
12	Внутрішня циліндрична поверхня	38	0,042
14	Внутрішня циліндрична поверхня	12	0,59
17	Торець	2,5	0,15
19	Торець	2,5	0,87
20	Різьбовий отвір	M12x1,5-6H	
21	Отвір	2,1	0,25

## 2.12. Визначення режимів різання

Розрахунок режимів різання для операції 020 фрезерної обробки деталі "Корпус" здійснюється розрахунково-аналітичним методом відповідно до [26]. Для решти операцій механічної обробки деталей "корпус" елементи режимів різання визначаються за нормативними документами (довідниками та виробничими нормативами).

Іншими словами, для фрезерної операції 020 обробки корпусу режими різання розраховуються аналітичним шляхом на основі методики, наведеної в [26]. Для інших операцій механічної обробки валу та корпусу елементи режимів різання (глибина різання, подача, швидкість різання тощо) встановлюються згідно з рекомендаціями нормативних джерел - довідників та діючих на виробництві нормативів.

Визначені величини елементів режимів різання деталей заносимо в таблицю 2.18.

Приймаємо необхідні величини режимів різання:

- подача – 0,08 мм/зуб (табл. 33 [26])
- подача  $S_0$  – 24 мм/об (табл. 37 [26])
- глибина різання – 3,725 мм
- довжина обробки – 8 мм
- Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v,$$

де:  $C_v = 46,7$ ,  $q = 0,45$ ,  $x = 0,5$ ,  $y = 0,5$ ,  $u = 0,1$ ,  $p = 0,1$ ,  $m = 0,33$  (табл. 39 [26]);

$T$  - період стійкості інструменту.  $T = 80$  хв. (табл. 40 [26])

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv},$$

де:  $K_{mv}$  - коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу (табл. 2 [26]).

$$K_{mv} = 0,4;$$

$K_{nv}$  - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки (табл. 5 [26]).  $K_{nv} = 0,9$ ;

$K_{uv}$  - коефіцієнт, який враховує матеріал інструменту (табл. 6 [26]).  $K_{uv} = 1$

$$K_v = 0,4 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,36$$

$$V = \frac{46,7 \cdot 8^{0,5}}{80^{0,33} \cdot 3,725^{0,5} \cdot 0,08^{0,5} \cdot 3^{0,1} \cdot 3,1^{0,1}} \cdot 0,36 = 31,5 \text{ м/хв.}$$

- Частота обертання:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 31,5}{\pi \cdot 8} = 1040 \text{ об/хв.}$$

- Колова сила різання:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot (S_z)^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot k_{mp},$$

де:  $C_p = 68,2$ ,  $x = 0,68$ ,  $y = 0,72$ ,  $u = 0,1$ ,  $q = 0,86$ ,  $w = 0$  (табл. 41 [26])

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 3,75^{0,86} \cdot 0,08^{0,72} \cdot 2,7^{0,1} \cdot 3}{8^{0,86} \cdot 1040^0} \cdot 1 = 366,6 \text{ Н}$$

- Крутний момент:

$$M_k = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{366,6 \cdot 8}{2 \cdot 100} = 14,6 \text{ Н·м}$$

- Потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{366,6 \cdot 31,5}{1020 \cdot 60} = 1,83 \text{ кВт}$$

Таблиця 2.18

Режими різання на операціях механічної обробки деталей

Номер		t, мм	S <sub>мм</sub> /об S <sub>мм</sub> /хв	V м/хв	n, хв. <sup>-1</sup>	t <sub>о</sub> , хв
опе- рації	пере- ходу					
1	2	3	4	5	6	7
Корпус УЯИШ.731347.006						
005	2	2	0,7	132	315	5,14
	3	6,0	0,5	22	710	
	4	0,25	0,8	60	710	
010	2	0,5	0,8	60	710	2,10
	3	0,25	0,8	60	710	
015	2	2	0,7	132	315	12,676
	4	0,5	0,1	295	800	
	5	1	0,2	250	630	
	6	0,25	0,8	60	710	
	7	0,0025	0,2	125	315	
	8	1,15	0,25	148	1000	
	9	0,25	0,8	60	710	
	10	0,0025	0,2	125	315	
11	0,0025	0,2	125	315		

	12	0,25	0,8	60	710	
	14	2	0,7	132	315	
	15	0,5	0,1	295	800	
	16	1	0,2	250	630	
	17	1	0,2	250	630	
	18	0,25	0,8	60	710	
	19	0,0025	0,2	125	315	
	20	1,15	0,25	148	1000	
	21	0,25	0,8	60	710	
	22	0,0025	0,2	125	315	
020	2	2,5	0,7	132	315	7,15
	3	0,5	0,8	60	710	
	4	6,0	0,5	22	710	
	5	1,5	0,09	14,5	290	
025	2	2	0,7	132	315	5,160
	3	0,5	0,1	295	800	
	4	1	0,2	250	630	
	5	0,25	0,8	60	710	
	6	0,0025	0,2	125	315	
	7	1,15	0,25	148	1000	
	8	0,25	0,8	60	710	

### 2.13. Технічне нормування операцій

Норми часу на виконання операцій в масовому та серійному виробництві визначають розрахунково-аналітичним методом.

Виконуємо розрахунок норм часу на 010 токарну з ЧПУ операцію обробки деталі корпус

Штучний час:

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_{ДОП} \cdot K_{тв}) \cdot \left(1 + \frac{t_{ГО} + t_{опг} + t_{від}}{100}\right),$$

де:  $T_{ца}$  – час циклу автоматичної роботи верстату за програмою, хв:

$$T_{ца} = t_0 + T_{мд}$$

де:  $t_0$  – основний час на обробку однієї деталі, хв;

$T_{мд}$  – машинно-допоміжний час за програмою:

- час на зміну інструмента – 0,0025 хв;

- час на підведення та відведення інструмента – 0,034 хв;

$$T_{мд} = 0,0025 \cdot 15 + 0,067 \cdot 24 + 0,3 + 0,017 \cdot 6 = 1,05 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{за}} = 1,7 + 1,05 = 2,07 \text{ хв.}$$

$T_{\text{ДОП}}$  – допоміжний час, хв:

$$T_{\text{ДОП}} = T_{\text{Д.В.}} + T_{\text{Д.}} + T_{\text{Д.ВИМ.}}$$

де:  $T_{\text{Д.В.}}$  – час на встановлення та зняття деталі (стор. 55 [18]),  $T_{\text{Д.В.}} = 0,26$  хв;

$T_{\text{Д.}}$  – допоміжний час, пов'язаний із операцією (стор. 79 [18]), хв;

$$T_{\text{Д.}} = 0,32 + 0,15 + 0,03 = 0,5$$

$T_{\text{Д.ВИМ.}}$  – допоміжний неперекриваємий час на вимірювання (стор. 80, карта 15 [19]), хв;

$$T_{\text{Д.ВИМ.}} = 0,16 \cdot 5 + 0,1 + 0,13 \cdot 2 = 1,16$$

$$T_{\text{ДОП}} = 0,26 + 0,5 + 1,16 = 1,92$$

$K_{\text{В}}$  – поправочний коефіцієнт на час виконання ручної допоміжної праці в залежності від партії оброблюваних деталей (стор. 50 [19])  $K_{\text{В}} = 0,71$ ;

$t_{\text{ТО}}$  – час на технічне обслуговування робочого місця (стор. 90 [19]);

$t_{\text{орг}}$  – час на організаційне обслуговування робочого місця;

$t_{\text{від}}$  – час на відпочинок.

$$t_{\text{ТО}} + t_{\text{орг}} + t_{\text{від}} = (T_{\text{за}} + T_{\text{ДОП}}) \cdot 0,14 = (2,07 + 1,92) \cdot 0,14 = 2,78 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{шт}} = (2,07 + 1,92 \cdot 0,71) \cdot \left(1 + \frac{2,78}{100}\right) = 5,43$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шт.к}} = t_{\text{о}} + T_{\text{ДОП}} + t_{\text{ТО}} + t_{\text{орг}} + \frac{T_{\text{нз}}}{n}$$

де:  $T_{\text{нз}}$  – підготовчо-заклучний час, (стор. 98 [19]) хв.

$$T_{\text{нз}} = 2 + 2 + 2 + 0,3 + 4 + 0,3 \cdot 16 + 1 + 0,3 = 12 \text{ хв.}$$

$n$  – розмір партії,  $n = 625$  шт.

$$T_{\text{шт.к}} = 1,56 + 1,92 + 2,78 + \frac{23,4}{625} = 2,27$$

Результати розрахунків норм часу по всім операціям механічної обробки деталей корпус водимо в таблицю 2.18.

Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.19.

## Норми часу на обробку деталей

№ операції	$t_o$ , хв.	$t_{доп}$ , хв.	$t_{ГО}$ , хв.	$t_{орг.об.}$ , хв.	$t_{від}$ , хв.	$T_{шт}$ , хв.	$T_{пз}$ , хв.	$T_{шт.к}$ , хв.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Корпус УЯИШ.731347.006								
005	5,14	3,15	0,04	0,02	0,04	8,39	12	8,51
010	2,10	1,75	0,04	0,02	0,02	3,93	12	4,05
015	12,676	7,47	0,04	0,03	0,09	20,306	12	20,426
020	7,15	5,46	0,04	0,03	0,07	12,75	12	12,87
025	5,16	3,2	0,04	0,02	0,04	8,46	12	8,58

## **ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ**

В кваліфікаційній роботі на тему: «Розробка технології механічної обробки деталі корпус УЯИШ.731347.006» виконаний аналіз діючих на базовому підприємстві технологічних процесів, на основі чого запропоновані зміни.

У розробленому технологічному процесі механічної обробки деталі "корпус УЯИШ.731347.006" з метою підвищення гнучкості та зменшення собівартості обробки запропоновано замінити фрезерні верстати ГФ2171С5 на обробні центри з ЧПУ WIA HS4000 виробництва компанії HYUNDAI.

Відповідно до розроблених технологічних процесів визначено структуру та зміст операцій, вибрано необхідне устаткування, встановлено режими різання та розраховано норми часу.

З урахуванням запропонованих змін у кваліфікаційній роботі розраховано та конструктивно опрацьовано затискний та контрольний пристрої, а також різальний інструмент.

Таким чином, модернізація технологічного процесу шляхом заміни застарілого обладнання на сучасні обробні центри з ЧПУ дозволить підвищити гнучкість та знизити собівартість механічної обробки деталі "корпус". При цьому розроблено комплект спеціального технологічного оснащення відповідно до оновленого процесу..

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

### Література

1. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. Изд-е 4-е, исправл. и доп. Л., «Машиностроение» Ленингр. отд-ние, 1975. – 656 с.
2. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. Т 1 - М.: Машиностроение, 1978.
3. Болотин Х. Л., Костромин Ф. П. Станочные приспособления. - М.: Машиностроение, 1983.
4. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - М.: Высш. Шк., 1975.
5. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с., ил.
6. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения: Справочник /Г. П. Демиденко, Е. П. Кузьменко, П. П. Орлов и др.; Под ред. Г. П. Демиденко. – 2-е изд., перераб. и доп. – К. Выща шк. Головное изд-во, 1989. – 287 с.: ил.
7. Иноземцев Г. Г. Проектирование металлорежущих инструментов. – М.: Машиностроение, - 1984.
8. Инструмент для обработки отверстий. Taegu holemaking.
9. Каплунов Р. С. Точность контрольных приспособлений. - М.: Машиностроение, 1968.
10. Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений. - М.: Машиностроение, 1983.
11. Кострюков В.А. Сборник примеров для расчета по отоплению и вентиляции. Часть II. Вентиляция - М.: Госстройиздат, 1962. - 199 с.
12. Мажара В. А. Контрольно-вимірювальні пристрої. Методичні вказівки для виконання самостійної роботи студентами денної та заочної форми навчання напрямку «Інженерна механіка» з профілюванням за спеціальністю «Технологія машинобудування». – Кіровоград: КНТУ, 2010. – 48 с.

13. Мажара В. А. Технологічна оснастка. Методичні вказівки для виконання самостійної роботи студентами денної форми навчання напрямку «Інженерна механіка» з профілюванням за спеціальністю «Технологія машинобудування». – Кіровоград: КНТУ, 2009. – 44 с.

14. Мельников Г. Н., Вороненко В. П. Проектирование механосборочных цехов; Ученик для студентов машиностроит. специальностей вузов / Под ред.. А. М. Дальского – М.: Машиностроение, 1990. – 352 с., ил.

15. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту по кафедрі «Технологія машинобудування» для студентів спеціальності 8.090202 /Уклад. І.І. Павленко та ін. – Кіровоград: КДТУ, 2002. – 40с.

16. Методичні вказівки до практичних робіт по курсу «Проектування механоскладальних цехів та дільниць» для студентів спеціальностей 8.090202 та 8.090203. / Укл. І. І. Павленко, А. І. Валявський, В. П. Короп. – Кіровоград: КДТУ, 2002. – 36 с.

17. Монолитные твердосплавные концевые фрезы. Taegu solid mill.

18. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть I. Нормативы времени. - М.: Экономика, 1990.

19. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть II. Нормативы режимов резания. - М.: Экономика, 1990. - 465 с.

20. Організаційно-планові та економічні розрахунки при проектуванні дільниці (цеху) механічної обробки: Методичні вказівки до курсової роботи та дипломного проекту для студентів спеціальності 8.090202 / Укл. Л. В. Лебедева, І. В. Склярєнко - Кіровоград: КДТУ, 2000. - 38 с.

21. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: СНиП 2.04.05-85. - М.: Стройиздат, 1986.

22. Проектирование и производство заготовок в машиностроении: Учеб. пособие / П. А. Руденко, Ю. А. Харламов, В. М. Плескач; Под общ. ред. В. М. Плескача. – К.: Выща шк., 1991. – 247 с., ил.
23. Расчёты экономической эффективности новой техники. Справочник. Под общей редакцией К. М. Великанова, 2-ое изд., перераб. и доп. - Ленингр.: Машиностроение. Ленингр. отд., 1989. - 436 с.
24. Режимы резания для фрез с механическим креплением. Taegu mill.
25. Справочник технолога-машиностроителя. Т. 1. под редакцией А. Г. Косиловой, В. К. Мещерякова - М.: Машиностроение, 1982.
26. Справочник технолога-машиностроителя. Т. 2. под редакцией А. Г. Косиловой, В. К. Мещерякова - М.: Машиностроение, 1982.
27. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. / Ред. совет: Б.Н. Вардашкин (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1984. – Т. 1/ Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова, 1984. 592 с.
28. Фрезерный инструмент. Taegu mill.
29. Халафян А. А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. 3-е изд. Учебник – М.: ООО «Бином-Пресс», 2007 г. – 512 с.: ил.