

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 технологічного процесу механічної обробки деталі корпус НШ50УК-3-00-02»

Виконав здобувач вищої освіти 3ск курсу
групи ПМ(ТМ)-21-3СК
ОПП «Комп’ютерний інжиніринг технологій,
робототехніка і 3D-друк»
спеціальності 131 «Прикладна механіка»
_____ Костянтин ТКАЧЕНКО

Керівник роботи к.т.н., ст. викладач
_____ Антон АПАРАКІН

Рецензент: д.т.н., проф.
_____ Ігор ШЕПЕЛЕНКО

АНОТАЦІЯ

Костянтин ТКАЧЕНКО. Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі корпус НШ50УК-3-00-02. Кваліфікаційна робота для освітнього ступеня «бакалавр»: ЦНТУ, м. Кропивницький, 2024 р. – 59 с. Матеріали презентації 4 креслення.

Метою роботи є розробка вдосконаленого технологічного процесу механічної обробки деталі корпус НШ50УК-3-00-02, яка входить в склад шестеренного насосу. Вдосконалення ґрунтується на основі детального аналізу базового технологічного процесу та визначення його недоліків. Також, у роботі аналізуються деталь, метод отримання заготовки для неї, використовуваний матеріал. Було здійснено підбір інструментального забезпечення, верстатів, виконано розрахунок припусків та нормування операцій. У конструкторській частині розглянуто різальний інструмент та контрольне пристосування.

Актуальність. Шестеренні насоси знайшли широке застосування у різноманітній автомобільній, сільськогосподарській та підйомній техніці, отже вдосконалення технологічного процесу виготовлення його деталей є актуальною задачею.

Практичне значення. На основі проведеного аналізу технологічного процесу розроблено рекомендації щодо вдосконалення та раціоналізації технологічного процесу механічної обробки корпусу НШ50УК-3-00-02. Запропоновано конструкцію різального інструменту та контрольного пристосування.

Ключові слова: корпус, шестеренний насос, технологія, фреза, обробка.

ABSTRACT

Kostyantyn TKACHENKO. Design of the technological process of mechanical processing of the part body NSh50UK-3-00-02. Qualification work for the graduate level “Bachelor”: CUNTU, m. Kropyvnytskyi, 2024 – 59 s. Presentation materials 4 drawings.

The purpose of the work is the development of an improved technological process of mechanical processing of the NSh50UK-3-00-02 body part, which is part of the gear pump. The improvement is based on a detailed analysis of the basic technical process and identification of its shortcomings. Also, the work analyzes the detail, the method of obtaining the workpiece for it, the material used. Selection of tools, machines was carried out, calculation of allowances and normalization of operations was carried out. In the design part, the cutting tool and the control device are considered.

Topicality. Gear pumps are widely used in a variety of automotive, agricultural and lifting equipment, so improving the technological process of manufacturing its parts is an urgent task.

Practical meaning. Based on the analysis of the technological process, recommendations were developed for the improvement and rationalization of the technological process of mechanical processing of the NSh50UK-3-00-02 housing. The design of the cutting tool and control device is proposed.

Key words: housing, gear pump, technology, cutter, processing.

Центральноукраїнський національний технічний університет	
Факультет	Механіко-технологічний
Кафедра	Машинобудування, мехатроніки і робототехніки
Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітньо-професійна програма	Комп'ютерний інжиніринг технологій, робототехніка і 3D-друк

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ММР
_____ Андрій ГРЕЧКА

« _____ » _____ 2024 р.

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

Ткаченка Костянтина Володимировича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі корпусу НШ50УК-3-00-02

2. Керівник роботи: _____ к.т.н., ст. викл., Антон АПАРАКІН

3. Строк подання роботи до захисту _____ « _____ » червень 2024 р.

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи:

Метою роботи є розробка вдосконаленого технологічного процесу механічної обробки деталі корпусу НШ50УК-3-00-02, яка входить в склад шестеренного насосу.

Завдання:

- проаналізувати базовий технологічний процес виготовлення деталі корпусу НШ50УК-3-00-02, виявити сильні та слабкі риси, запропонувати заходи по підвищенню ефективності базового технологічного процесу;
- провести комплекс робіт по обґрунтованому підбору металорізального обладнання, різального інструменту, затискних верстатних пристосувань, виконати розрахунки припусків, режимів різання та провести нормування операцій;
- розробити конструкцію різального інструменту та контрольно-вимірювального пристрою із розробкою конструкторської документації.

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
РОЗДІЛ 1	Антон АПАРАКІН		
РОЗДІЛ 2	Антон АПАРАКІН		
РОЗДІЛ 3	Антон АПАРАКІН		
ДОДАТКИ	Антон АПАРАКІН		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	Травень 2024	вик.
2	РОЗДІЛ 1	Травень 2024	вик.
3	РОЗДІЛ 2	Травень 2024	вик.
4	РОЗДІЛ 3	Червень 2024	вик.
5	ВИСНОВКИ	Червень 2024	вик.
6	ДОДАТКИ	Червень 2024	вик.
7	Графічна частина та оформлення	Червень 2024	вик.

Дата видачі завдання « ____ » _____ 2024 р.

Керівник роботи _____ Антон АПАРАКІН
(підпис)

Завдання прийнято до виконання « ____ » _____ 2024 р.

Здобувач _____ Костянтин ТКАЧЕНКО
(підпис)

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

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи на тему:**

**«Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі
корпус НШ50УК-3-00-02»**

КРБ.ПМ.24.86.000.00.00.00 ПЗ

Виконав здобувач вищої освіти 3ск курсу групи ПМ(ТМ)-21-3СК
ОПП «Комп'ютерний інжиніринг технологій, робототехніка і 3D-друк»
спеціальності 131 «Прикладна механіка»

_____ Костянтин ТКАЧЕНКО

Керівник роботи к.т.н., ст. викл.

_____ Антон АПАРАКІН

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1 Вихідні та розрахункові данні	10
1.1 Обґрунтування типу виробництва	10
1.2 Опис об'єкта виробництва	12
1.3 Опис конструкції та технологічний аналіз заданої деталі	13
1.4 Вибір заготовки	15
РОЗДІЛ 2 Технологічна частина	17
2.1 Вибір методів завершальної обробки	17
2.2 Аналіз вихідного, розрахунок і обґрунтування нового технологічного процесу	18
2.3 Вибір технологічних баз	22
2.4 Технічна характеристика вибраного обладнання	23
2.5 Розрахунок припусків	28
2.6 Вибір різального інструмента	31
2.7 Розрахунок режимів різання та основного часу	32
2.8 Визначення норм часу	35
РОЗДІЛ 3 Конструкційна частина	37
3.1 Опис різального інструменту	37
3.2 Опис контрольного пристрою	39
ВИСНОВКИ	41
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	42
ДОДАТКИ	43

					КРБ.ПМ.24.86.000.00.00.00 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Ткаченко К.В.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Апаракін А.Р.				8	59
Реценз.					ЦНТУ, гр. ПМ(ТМ)-21-ЗСК		
Н. Контр.							
Затверд.							
					Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі корпус НШ50УК-3-00-02 Пояснювальна записка		

ВСТУП

В наслідок розвитку науки і техніки людина одержала велику різноманітність сучасного обладнання, промисловість та інші галузі господарства отримали машини та апарати, що замінюють працю багатьох мільйонів людей.

Це стало можливим завдяки розвитку машинобудування – комплексу галузей промисловості, що займаються виготовленням знарядь для виробництва, транспортних засобів та предметів споживання, а також іншу, різноманітну, промислову продукцію.

Машинобудування відображає науковий та технічний прогрес як окремої країни так і світу в цілому та має велике значення для розвитку продуктивних сил, підвищення економічної спроможності держав та добробуту населення.

Кожен механізм і машина мають своє призначення. З огляду на умови роботи, її виготовляють з такого матеріалу і так, щоб вона добре і довго працювала, була надійною та безпечною в роботі. Тому кваліфікація робітника, який бере участь як у проектуванні, так і у процесі виготовлення деталі, повинна відповідати поставленим до виробу вимогам.

Метою даної роботи є розробка та вдосконалення технологічного процесу виготовлення деталі корпус НШ50УК-3-00-02.

У роботі необхідно виконати детальний аналіз базового технологічного процесу обробки деталі корпус та розробити раціоналізований технологічний процес, зі скороченням кількості операцій, задіяних робітників, часу на виробництво. Метою такої раціоналізації є вирішення головної мети – підвищення ефективності виробництва, тобто зниження собівартості продукції, яка виробляється, при забезпеченні вимог точності та якості.

					КРБ.ПІМ.24.86.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ВИХІДНІ ТА РОЗРАХУНКОВІ ДАНІ

1.1 Обґрунтування типу виробництва

Тип виробництва – кваліфікаційна категорія, що залежить від широти номенклатури, регулярності, стабільності та обслуговування виробів.

Більш точно визначити тип виробництва можна розрахувавши коефіцієнт серійності [1, 2, 3]:

$$Kc = \frac{T_v}{T_{шт.сер.}}$$

де T_v – такт випуску, хв;

$T_{шт.сер.}$ – середній штучний час, хв;

Визначаємо такт випуску:

$$T_v = \frac{60 \cdot \Phi_{дрo}}{H_в}$$

де $\Phi_{дрo}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання;

При двозмінному режимі роботи $\Phi_{дрo} = 3758$ год.

$$T_v = \frac{60 \cdot \Phi_{дрo}}{H_в} = \frac{60 \cdot 3758}{40000} = 5,586 \text{ хв}$$

Визначаємо середній штучний час виготовлення деталі за операціями заводського технологічного процесу:

$$T_{шт.сер.} = \frac{\sum T_{шт}}{n}, \text{ де}$$

$\sum T_{шт}$ – сума штучних часів усіх операцій заводського технологічного процесу;

n – кількість операцій заводського технологічного процесу.

Штучний час виготовлення деталі за операціями базового технологічного процесу наведено в табл. 1.1.

					КРБ.ПІМ.24.86.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 – Штучний час на операції механічної обробки

№ операції	Назва операції	Тшт., хв
205	Агрегатна	0,86505
210	Агрегатна	0,79935
215	Карусельно-фрезерна	0,27625
240	Горизонтально-розточна	0,77035
241	Горизонтально-фрезерна	0,85
245	Спеціально-фрезерна	2,52
251	Свердлильна	1,0495
255	Алмазно-розточна	1,13111
260	Алмазно-розточна	1,13111
265	Алмазно-розточна	0,99549
280	Різьбонарізна	1,04275
Разом		10,475

$$T_{шт.сер.} = \frac{\sum T_{шт}}{n} = \frac{10,475}{11} = 0,95227 \text{ хв};$$

Визначаємо коефіцієнт серійності:

$$K_3 = \frac{T_в}{T_{шт.сер.}} = \frac{5,589}{0,95227} = 5,8691066$$

Так як K_3 лежить в межах від 2 до 10 вибираємо крупносерійний тип виробництва. Крупносерійне виробництво характеризується великим обсягом випуску продукції, що виготовляється на одних і тих же робочих місцях в продовж великого проміжку часу. В крупносерійному виробництві використовують спеціальне устаткування та спорядження, автоматичні пристрої та лінії, спеціальні інструменти, механізоване та автоматичне транспортування деталей у процесі їх виготовлення. Має невисоку вимогу до кваліфікації робітників та мінімальне їх використання. Технологічний процес розробляється детально, що дозволяє забезпечувати високу точність та взаємозамінність деталей, незначні витрати часу та малу собівартість продукції. Використовується високопродуктивне устаткування, яке розташовується в послідовності виконання операцій.

					КРБ.ПІМ.24.86.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1.2 Опис об'єкта виробництва

Гідравлічний шестерний насос НШ50УК-3 призначений для нагнітання робочої рідини в гідравлічні системи тракторів, дорожніх та інших машин [4, 5].

Коротка технічна характеристика насосу НШ50УК-3 наведена в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 - Коротка технічна характеристика насосу НШ 50УК-3

Назва параметру	Значення
Номінальний робочий об'єм, см ³	50
Тиск на виході, МПа:	
- номінальний	16
- максимальний	50
Тиск на вході, МПа:	
- номінальний	0,08
- максимальний	0,15
Частота обертання, с ⁻¹	
- номінальна	40
- мінімальна	8,3
- максимальна	50
Номінальна подача, л/хв, не менше	107,2
Коефіцієнт подачі, не менше	0,94
Коефіцієнт корисної дії, не менше	0,83
Номінальна потужність, кВт, не більше	41,5
Маса, кг, не більше	4,9
Габаритні розміри, мм	180,5×134×155
Температура навколишнього середовища, С°:	
- мінімальна	-60
- максимальна	+50
Характеристика робочої рідини:	
- кінематична в'язкість, мм ² /с:	
а) номінальна	55... 70
б) мінімальна	15
в) короткочасна, при запуску, не більше	1000
- температура, С°	
а) мінімальна	0
б) максимальна	+80

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ПІМ.24.86.000.00.00.00 ПЗ

Арк.

12

1.3 Опис конструкції та технологічний аналіз заданої деталі

Деталь – корпус НШ50УК-3-00-02 – являє собою виливку коробчатої форми з сплаву АК5М2Ц4. Виливка нескладної форми, але необхідна стержнева формовка для формування внутрішніх порожнин.

Корпус НШ50УК-3-00-02 являється основною деталлю вузла НШ50УК-3. В ньому монтуються комплектуючі деталі. Корпус повинен забезпечувати герметичність вузла.

Корпус має два колодці Ø55 мм, два отвори для підводу та відводу робочої рідини Ø26мм. В колодці вставляються металофторопластові підшипники, в які цапфами встановлюються шестерні.

По площині роз'єму виконана виточка, для встановлення ущільнювача, потім вузол накривається кришкою і закріплюється вісьмома болтами М10. Це забезпечує герметичність насоса при роботі. Чотири різьбові отвори М10 на платиках зі сторони входу та виходу служать для приєднання патрубків.

Хімічний склад матеріалу наведено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Хімічний склад матеріалу

Марка матеріалу	Склад елементів, %							
	Si	Cu	Al	Mn	Mg	Cr	Ni	Домішки
АК5М2Ц4	4,0 – 6,0	1,5 – 3,5	86,6 – 94,1	0,2 – 0,8	0,2 – 0,85	до 0,5	0,5	2,3

Механічні властивості матеріалу наведено в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Механічні властивості матеріалу

Спосіб виготовлення	Вид термообробки	σ_s , МПа (кг/см ²)	σ_s , кг/см ²	Твердість, НВ
		не менше		
Литво в кокіль	–	210 (21,0)	1	80...115

Аналіз точності деталі: опис поверхонь, їх розміри, якості, шорсткість та допуски розташування і форми вказані в табл. 1.5.

Таблиця 1.5 – Аналіз точності деталі

Назва поверхні	Розмір, поле допуску, квалітет, відхилення	Допуск на розмір, мм	Допуск на розташування та допуск форми, мм	Шорсткість поверхні, мм
Площина роз'єма	$7 \pm 0,2$	0,4		2,5
Пластики	$56 \pm 0,2$	0,4	В межах допуску на розмір	2,5
Площина під етикетку	$11 \ 1,5_{-0,5}$	0,5	В межах допуску на розмір	6,3
Колодязі	$\varnothing 55^{0,03}$	0,03		1,25
Дно колодязя	$95^{+0,1}$	0,1	В межах допуску на розмір	1,25
Виточка	$109^{+0,5} \times 64^{0,5}$	0,5 x 0,5	В межах допуску на розмір	2,5
Нахилена виточка	$\varnothing 23^{+0,1}_{-0,5}$	0,6	В межах допуску на розмір	12,5
Отвір	$\varnothing 6,6^{+0,3}_{-0,1}$	0,4	В межах допуску на розмір	12,5
Отвір	$\varnothing 13H7^{+0,018}$	0,018		1,25
Отвір	$M10-5H6H$	6H		12,5
Отвір	$M10-6H$	6H		12,5

Точність та якість поверхонь знаходиться у взаємному зв'язку і відповідає призначенню деталі.

Аналіз технологічності деталі. [1, 2]

Колодязі $\varnothing 55^{0,03}$ глухі, замінити їх на наскрізні неможливо. Обробка вісьмох

отворів М10 на площині роз'єма та вісьмох отворів М10 на платиках можлива на багатощиндельних верстатах. Доступу інструменту до оброблюваних поверхонь нічого не заважає.

Деталь має отвори, розташовані не під кутом 90^0 до площини обробки. Ця умова вимагає використання спеціального верстатного пристосування.

Жорсткість деталі достатня, вона не впливає на режими обробки. Деталь має достатні за розмірами базові поверхні, такі як площина роз'єму, платики, внутрішні циліндричні поверхні, два отвори на площині роз'єму.

Висновок: На базі конструктивних і технологічних даних можна зробити висновок, що дана деталь має взаємозв'язок точності і шорсткості, а також досить жорстка для використання підвищених режимів різання.

1.4 Вибір заготовки

Матеріал деталі: сплав АК5М2Ц4 ДСТУ 2832-94;

Габаритні розміри: 149x112x111,5 мм.

Тип виробництва: крупносерійний;

Маса: 2,03 кг

На основі конструкційних та технологічних властивостей деталі, а також за умов крупносерійного виробництва застосовують метод отримання заготовки – лиття в кокіль [1, 2, 6]. Даний метод дає змогу отримувати виливки з точними розмірами поверхонь (4-5 класу) і шорсткістю до 4 мкм за параметром Ra. Також даний метод отримання заготовок дозволяє отримати заготовки по формі і розмірам близьким до готової деталі, що значно підвищує продуктивність праці.

Точність відливки 9-0-0-8 за ГОСТ 26645 - 85.

Призначаємо припуски на оброблювальні поверхні деталі та розміри заготовки. Результати вказано в таблиці 1.6.

					КРБ.ПМ.24.86.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Таблиця 1.6 – Припуски на обробку та розміри заготовки

Назва то розмір поверхні	Загальний припуск, мм	Допуск на розмір заготовки, мм	Розмір заготовки, мм
Площина роз'єму $7 \pm 0,2$	2	1,2	$9 \pm 0,6$
Платик $56 \pm 0,2$	1,8	1,2	$57,8 \pm 0,6$
Площина під етикетку $112,5_{-0,5}$	3	2,4	$115,5 \pm 1,2$
Колодязь $\emptyset 55^{+0,3}$	4	1,1	$\emptyset 51 \pm 0,55$

Визначаємо коефіцієнт використання заготовки:

$$K_{вз} = \frac{m_d}{m_3},$$

де m_d – маса деталі, $m_d = 2,03$ кг;

m_3 – маса заготовки, $m_3 = 2,513$ кг.

$$K_{вз} = \frac{m_d}{m_3} = \frac{2,03}{2,513} = 0,808.$$

Визначаємо норму витрат матеріалу з врахуванням технологічних витрат за кожним видом заготовки:

$$N_{вм} = m_3 + m_{відх},$$

де $m_{відх}$ – маса відходів.

Масу відходів приймаємо для точних виливок 20% від маси заготовки.

$$m_{відх} = m_3 \cdot 0,20 = 2,513 \cdot 0,20 = 0,5026 \text{ кг};$$

$$N_{вм} = m_3 + m_{відх} = 2,03 + 0,502 = 3,0156 \text{ кг}.$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{ем} = \frac{m_d}{N_{вм}} = \frac{2,513}{3,0156} = 0,672.$$

Коефіцієнт використання заготовки та коефіцієнт використання матеріалу відповідають крупносерійному типу виробництва, що підтверджує правильність вибору заготовки.

					КРБ.ПІМ.24.86.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір методів завершальної обробки

Вибір методів завершальної обробки здійснюється виходячи з вимог до точності та шорсткості поверхонь за таблицями економічної точності [1, 2].

Прийняті методи завершальної обробки вказано в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Завершальні методи обробки

Назва поверхні	Розмір, поля допуску, квалітет, граничні відхилення	Допуск мм	Шорсткість, мм	Методи завершальної обробки			Економічна точність
				За точністю	За шорсткістю	Прийнято	
Площина роз'єма	$7 \pm 0,2$	0,4	2,5	Фрезерування чорнове	Фрезерування чистове	Фрезерування чистове	0,25
Платик	$56 \pm 0,2$	0,4	2,5	Фрезерування чорнове	Фрезерування чистове	Фрезерування чистове	0,25
Площина під етикетку	$111,5_{-0,5}$	6,3	6,3	Фрезерування чорнове	Фрезерування чистове	Фрезерування чистове	0,25
Колодязь	$\varnothing 55^{+0,03}$	1,25	1,25	Розточування алмазне	Розточування чистове	Розточування алмазне	0,03
Дно колодязя	$95,5^{+0,1}$	1,25	1,25	Розточування чорнове	Розточування алмазне	Розточування алмазне	0,03
Виточка	$109^{+0,5} \times 64^{+0,5}$	$0,5 \times 0,5$	2,5	Фрезерування чорнове	Фрезерування чистове	Фрезерування чистове	0,25
Похилена виточка	$\varnothing 23_{-0,5}^{+0,1}$	0,6	12,5	Фрезерування чорнове	Фрезерування чорнове	Фрезерування чорнове	0,4
Отвір	$\varnothing 6,6_{+0,1}^{+0,3}$	0,4	12,5	Свердління	Свердління	Свердління	0,15
Отвір	$\varnothing 13^{+0,018}$	0,018	1,25	Розточування алмазне	Розточування алмазне	Розточування алмазне	0,018

Вибрані методи завершальної обробки відповідають вимогам до точності та якості деталі [7].

2.2 Аналіз вихідного, розробка і обґрунтування нового технологічного процесу

Заводський технологічний процес є вихідним матеріалом при розробці проектного варіанту. Проаналізувавши вихідний технологічний процес встановили, що:

- вибір технологічних баз при виконанні усіх операцій виконаний правильно;
- вірно вибрана установка послідовності операцій процесу для заданої точності;
- параметри заданого устаткування відповідають вимогам заданої операції;
- правильно вибрано режими різання;
- правильно використані режими різання продуктивними методами;
- вибраний ріжучий інструмент нових марок ріжучої частини;
- правильна ступінь обладнання операцій виробничого оснащення ;
- вірна ступінь концентрації обладнання;

Згідно діючого технологічного процесу операція 251 (свердління отвору $\varnothing 6,6$), виконується на настольно-свердлильному верстаті 2М112. При виконанні даної операції оброблюється одна деталь.

В якості раціоналізації технологічного процесу пропоную дану операцію пропоную виконувати на горизонтально-свердлильному верстаті 020-117, що дозволить одночасно обробляти дві деталі.

Розроблений технологічний процес наведено у табл. 2.2.

					КРБ.ПІМ.24.86.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Таблиця 2.2 – Розроблений технологічний процес

Номер, назва та зміст операції	Тип та модель верстату	Верстатне пристосування
001 Транспортування Транспортувати заготовку на механічну дільницю.	Електронавантажувач ЕВ - 678	–
005 Агрегатна Позиція I 1.Встановити та закріпити деталь. Позиція II 2.Фрезерувати площину роз'єма 1. Позиція III 3.Центрувати 2 отвори 2; Свердлити 2 отвори 3. Позиція IV 4.Центрувати 4 отвори 2. Позиція V 5.Свердлити 4 отвори 2,3. Позиція VI 6.Свердлити 4 отвори 2. Позиція VII 7.Розвернути 2 отвори 2.	Агрегатно-сверлильний АМ11434	7242-6002 Пристосування
010 Агрегатна Установ А Позиція I 1.Встановити та закріпити деталь. Позиція II 2.Фрезерувати платик 4. Позиція III 3.Свердлити 4 отвори 5. Позиція IV 4.Зенкерувати 4 отвори 5; Зняти фаски 6. Позиція V 5.Свердлити отвори отвір 7. Позиція VI 6.Зенкерувати отвір 7. Установ Б Перевстановити деталь, повторити переходи 2, 3, 4, 5, 6.	Агрегатний АММ15727	7375-6003 Пристрій затискний; 6490-6027 Наладка
015 Карусельно-фрезерна 1.Встановити та закріпити деталь 2. Фрезерувати площину під етикетку 8 3. Фрезерувати площину під етикетку 8 кінцево	Карусельно-фрезерний 621МС	7271-6004 Пристосування 7171-6004-09-01 Планка

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Продовження таблиці 2.2 – Розроблений технологічний процес

Номер, назва та зміст операції	Тип та модель верстату	Верстатне пристосування
020 Видавлювання 1. Видаввити маркування.	Установка ГМ 2657	1422-4006 Пристрій установчий; 1454-4006 Штамп
025 Маркування 1.Маркувати порядковий номер насоса	Прес гідравлічний ГМ 1546	1454-4027 Пристосування
030 Горизонтально-розточна 1.Розточити у двох деталях отвори 9 одночасно. 2. Розточити у двох деталях отвори 9 одночасно, і підрізати дно колодязя	Горизонтально-розточний 7А058	7424-4012 Пристосування
035 Горизонтально-фрезерна 1.Фрезерувати виточку 10	Спеціально фрезерний ДФ 719	7221-4042 Пристосування гідравлічне
040 Спеціальна-фрезерна 1.Фрезерувати отвори 7	Широкоуніверсально-фрезерний ГФ600	020-082-01-00 Пристосування 020-082-01-5-0 Плитка
045 Промивка 1.Промити деталі	Мийна машина ГМ 1344	—
050 Горизонтально-сверлильна 1.Сверлити отвір 11	Горизонтально-сверлильний 020-117	020-11701 Пристрій
055 Алмазно-розточна 1.Розточити в двох деталях два отвори 9 одночасно Передвинути пристрій 2. Розточити в двох деталях два інші отвори 9 одночасно	Алмазно розточний ОС 1049Б	7463-4011 Пристрій
060 Алмазно-розточна 1.Розточити в двох деталях два отвори 9 одночасно; підрізати площину М та зняти фаску Передвинути пристрій 2. Розточити в двох деталях два інші отвори 9 одночасно; підрізати площину М та зняти фаску	Алмазно розточний ОС 1049	7463-4009 Пристрій гідравлічний 8550-6028 Пристрій для встановлення різця на розмір 95,5 ^{+0,1}
065 Алмазно-розточна 1.Розточити отвір 12 Передвинути пристрій 2.Розточити інший отвір 12	Алмазно розточний ВК 1396	7271-4107 Пристосування гідравлічне 7430-4123 Плитка базова

Продовження таблиці 2.2 – Розроблений технологічний процес

Номер, назва та зміст операції	Тип та модель верстату	Верстатне пристосування
070 Слюсарна 1.Зачистити задирки, притупити гострі кромки, розвернути два отвори $\varnothing 55\text{мм}$	Стіл слюсарний ГМ 1765	–
075 Обдувка 1.Продути отвори	Камера обдувочна ГМ 1940	–
080 Різьбонарізна 1.Нарізати різьбу в вісьмох отворах 2,3 2.Нарізати різьбу в вісьмох отворах 5 в платиках	Різьбонарізний 020-091-01-00-00-01	020-091-01-00-00 Пристрій
085 Обдувка 1.Продути 16 різьбових отворів одночасно	Камера обдувочна 082-016	–
090 Промивка 1.Промити деталі	Мийна машина ГМ 1344	–
095 Слюсарна 1.Притерти площину роз'єму, зачистити колодязі $\varnothing 55\text{мм}$ від задирок	Стіл слюсарний ГМ 1344	–
100 Контроль 1.Перевірити розміри, зовнішній вигляд деталі	Стіл слюсарний ГМ 1765	–
105 Транспортування 1.Транспортування деталі на складальну дільницю	Електровантажник ЕВ - 678	–

					КРБ.ІІМ.24.86.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

2.3 Вибір технологічних баз

Для кожної операції технологічного процесу обираємо технологічні бази і опи-суюємо їх.

Від вірного вибору баз у значній мірі залежить одержання заданої точності де-талі. Обґрунтований вибір технологічних баз невід'ємна частина розробки техноло-гічного процесу [1, 2, 7].

Вибрані технологічні бази наведені в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Технологічні бази

Номер та назва операції	Модель верстату	Технологічні бази	Число ступенів свободи
005 Агрегатна	АМ 11434	Площина платика, зовні-шня поверхня корпуса	6
010 Агрегатна	АММ 15727	Площина роз'єма, два отвори	6
015 Карусельно фрезерна	621 МС	Площина роз'єма, пло-щина платика	6
030 Горизонта-льно розточна	7А058	Площина роз'єма, два отвори	6
035 Горизонтально фрезерна	ДФ 719	Площина роз'єма, два отвори	6
040 Спеціальна фрезерна	ГФ600	Площина роз'єма, два отвори	6
050 Горизонта-льно сверлильна	020-117	Площина роз'єма, два отвори	6
055 Алмазно роз-точна	ОС 1049Б	Площина роз'єма, два отвори	6
060 Алмазно ро-зточна	ОС 1049	Площина роз'єма, два отвори	6
065 Алмазно ро-зточна	ВК 1396	Площина роз'єма, два отвори	6
080 Різьбонарі-зна	020-091-01-00-00-00-01	Внутрішня циліндрична поверхня, площина роз'єма	6

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2.4 Технічна характеристика вибраного обладнання

621 МС карусельно фрезерний

Розмір робочої поверхні столу, мм	1000
Відстань між віссю столу до напрямляючої стойки	
Найбільша	800
Найменша	500
Відстань від вісі шпінделя до направляючих стойки,мм	325
Відстань від торця шпінделя до поверхні столу, мм	
Найбільша	500
Найменша	125
Переміщення шпиндельної бабки, мм.	300
Переміщення гільзи шпінделя, мм	75
Відстань між вісями шпінделей, мм	396
Розмір кінця шпінделя за ГОСТ836-47	N3
Кількість шпінделей	2
Відстань від поверхні столу до низу станини,мм	880

Електродвигун головного руху і подачі:

Асинхронний з короткозамкненим ротором

	АО 52-4	АО41-4
Потужність, кВт	7	1.7

020-091-01-00-00-00-01 Різьбонарізний

Кількість одночасно оброблюваних деталей,шт.	1
Час циклу,с	40
Цикл верстата:	
Робочий	напівавтоматичний

Вид зажиму оброблюємої деталі	пневматичний
Охолодження:	
Охолоджувальна рідина	маса індустріальна І12А ГОСТ 20729-75
Привід охолодження	ел. Насос П-90
Виробництво, л/хв.	90
Об'єм бака, л	75
Загрузка	ручна
Встановлена потужність, кВт	5,19
Загальні габарити, мм	2580x2265x1255

7А058 Горизонтально розточний

Електродвигун механічного ключа потужністю, кВт	0,12
Електродвигун поворотного барабана з потужністю, кВт	0,6
Електродвигун гідростанції потужністю, кВт	3
Електродвигун силової головки потужністю, кВт	13
Електромагніт змінного струму, однофазний штовхаючий, з тяговою силою 1,6кг. з котушкою на 127В, 50Гц, с ПВ – 100%	
Електромагніт змінного струму, однофазний, з тяговою силою 1,5кг, з котушкою на 380В	
Кількість шпінделей, шт.	8
Загальні розміри, мм	3470x1325x2337

АМ 11434 Агрегатно-сверлильний

Час циклу верстата, хв	0,81
Продуктивність верстата:	
Номінальна, дет/год	72
Проектна, дет/год	60
Проектний коефіцієнт використання К _о	0,8

					КРБ.ПІМ.24.86.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тип пристрою	двомісний на поворотному столі
Затиск деталі	від електро механічного ключа
Охочоджувальна рідина	емульсія
Тип насосу охолодження	П180
Кількість електро двигунів на верстаті, шт.	11
Встановлена потужність, кВт	36,05
Габаритні розміри, мм	5000x4400x4190
Маса верстата, кг	22234

АММ 15727 Агрегатний

Тип пристрою	двомісний на поворотному столі
Затиск деталі	від електро механічного ключа
Охочоджувальна рідина	емульсія
Тип насосу охолодження	П180
Габаритні розміри, мм	4410 × 5020 × 4200
Маса верстату, кг	23700
Кількість електродвигунів, шт	11
Потужність, кВт	32.2

ДФ-719 Фрезерний

Габаритні розміри, мм	2060 × 1940 × 1600
Маса верстату, кг	2000
Електродвигун шпинделя:	
Частота обертання, об/хв.	1450
Потужність, кВт	4
Електродвигун подач:	
Частота обертання, об/хв.	1420
Потужність, кВт	1.5

					КРБ.ПМ.24.86.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

ГФ 600 Широкоуніверсальний фрезерний

Габаритні розміри, мм	2060 × 1940 × 1600
Маса верстату, кг	2000
Електродвигун шпинделя:	
Частота обертання, об/хв.	1450
Потужність, кВт	4
Електродвигун подачі:	
Частота обертання, об/хв.	1420
Потужність, кВт	1.5

020-117 Горизонтально сверлильний

Діаметр свердління в сталі 45 ГОСТ 1050-88, мм	12
Випіт шпинделя (відстань від вісі шпинделя до твірної колони), мм	190
Розмір конуса шпинделя зовнішній по ГОСТ 9953-82	B18
Найбільше переміщення шпинделя, мм	100
Відстань від торця шпинделя до робочої поверхні стола, мм	50... 400
Число обертів, об/мин	450... 4500
Потужність електродвигуна, кВт	4
Частота обертання, об/мин.	1500
Напруга живлення, В	380
Габаритні розміри, мм	770x370x950
Маса верстата, кг	не більше 2000

ОС 1049Б Алмазно – розточний

Габаритні розміри, мм	1800 × 710 × 1400
Маса, кг	3248
Число обертів шпинделя, об/хв.	990
Швидкість різання, м/хв.	170
Межі робочих подач стола, мм/хв.	10 – 500

					КРБ.ПМ.24.86.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Хвилинна подача, мм/хв.	50
Подача стола на оберт, мм/хв.	0.05
Чистота обертання електродвигуна, об/хв.	1430
Потужність, кВт	3

ОС 1049 Алмазно – розточний

Габаритні розміри, мм	1800 × 710 × 1400
Маса, кг	3248
Число обертів шпинделя, об/хв.	990
Швидкість різання, м/хв.	170
Межі робочих подач стола, мм/хв.	10 – 500
Настройка хвилинної подачі, мм/хв.	50
Подача стола на оберт, мм/хв.	0.05
Чистота обертання електродвигуна, об/хв.	1430
Потужність, кВт	3

ВК 1396 Алмазно – розточний

Габаритні розміри, мм	1800 × 710 × 1400
Маса, кг	3248
Число обертів шпинделя, об/хв.	990
Швидкість різання, м/хв.	170
Межі робочих подач стола, мм/хв.	10 – 500
Настройка хвилинної подачі, мм/хв.	50
Подача стола на оберт, мм/хв.	0.05
Чистота обертання електродвигуна, об/хв.	1430
Потужність, кВт	3

					КРБ.ПМ.24.86.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

2.5 Розрахунок припусків та проміжних розмірів

Розрахунок припусків виконуємо для обробки отвору $\varnothing 55^{+0,03}$ мм, шорсткістю $Ra=1,25$ мкм [1, 2].

Технологічний маршрут обробки даного отвору:

1. Розточування чорнове;
2. Розточування чистове;
3. Розточування алмазне.

Схема розташування припусків, між операційних розмірів та допусків на обробку поверхні наведено на рис. 2.1.

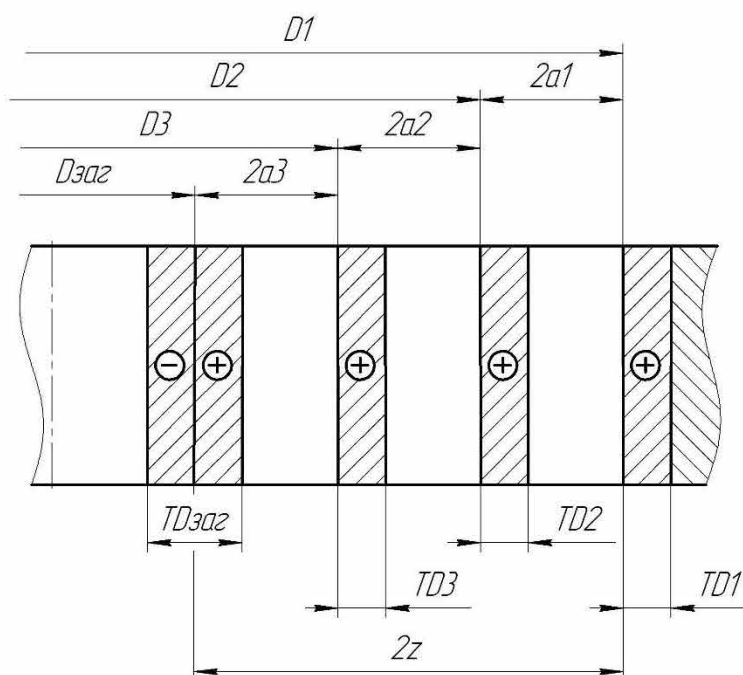


Рис. 2.1 - Схема розташування припусків, між операційних розмірів та допусків.

Розміри:

D_1 – діаметр готової деталі.

D_2 – діаметр після розточування чистового.

D_3 – діаметр після розточування алмазного.

$D_{заг}$ – діаметр заготовки

Допуски:

TD_1 – допуск на алмазне розточування. TD_2 – допуск на чистове розвертування.

TD_3 – допуск на чорнове розточування. $TD_{заг}$ – допуск на заготовку

Припуски:

$2z$ – припуск загальний.

$2a_1$ – припуск на розвертання.

$2a_2$ – припуск на зенкерування.

$2a_3$ – припуск на свердління.

Вибираємо загальний припуск на обробку:

$$2z = 2 \cdot 2 = 4 \text{ мм.}$$

Визначаємо величину допуску на виливку отвору:

$$TD_{\text{зар}} = \pm 0,5 \text{ мм.}$$

Визначаємо величину припуску на розточування алмазне:

$$2a_1 = 1 \text{ мм; величина допуску } TD_1 = 0,03 \text{ мм}$$

Визначаємо величину припуску на розточування чистове:

$$2a_2 = 2,6 \text{ мм; величина допуску } TD_2 = 0,06 \text{ мм}$$

Визначаємо величину припуску на розточування чорнове:

$$2a_3 = 2z - (2a_1 + 2a_2) = 4 - (1 + 2,6) = 0,4 \text{ мм};$$

$$\text{величина допуску } TD_3 = 0,3 \text{ мм}$$

Визначаємо проміжні розміри, та розмір заготовки, мм:

- після розточування алмазного $D_1 = \varnothing 55^{+0,03}$

- після розточування чистового $D_2 = D_1 - 2a_1 = 55 - 1 = \varnothing 54^{+0,06}$

- після розточування чорнового $D_3 = D_2 - 2a_2 = 54 - 2,6 = \varnothing 51,4^{+0,3}$

- розмір заготовки $D_{\text{зар}} = D_3 - 2a_3 = 51,4 - 0,4 = \varnothing 51 \pm 0,5$

Розрахунок припусків, допусків, проміжних розмірів, розмірів деталі для інших поверхонь проводимо аналогічно [3].

Результати заносимо до табл. 2.4.

					КРБ.ПІМ.24.86.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 – Припуски на обробку та розміри заготовки

Назва та розмір поверхні	Маршрут обробки	Розмір до обробки, мм	Припуск на обробку, мм	Розмір після обробки, мм	Допуск на обробку, мм	Проміжний або кінцевий розмір, мм
Площина роз'єму	Фрезерування однократне	$9 \pm 0,6$	2	7	0,4	$7 \pm 0,2$
Платик	Фрезерування однократне	$57,8 \pm 0,6$	1,8	56	0,4	$56 \pm 0,2$
Площина під етикетку	1.Фрезерування чорнове	$115,5 \pm 1,2$	3	112,5	0,5	$112,5_{-0,5}$
	2. Фрезерування чистове	$112,5_{-0,5}$	1	111,5	0,5	$111,5_{-0,5}$
Отвір $\varnothing 6,6$	Свердління	-	3,3	$\varnothing 6,6$	0,4	$\varnothing 6,6_{-0,1}^{+0,3}$
Отвір $\varnothing 13H7$	1.Сверління	-	6	$\varnothing 12$	0,2	$\varnothing 12^{+0,2}$
	2. Розточування	$\varnothing 12^{+0,2}$	0,5	$\varnothing 13$	0,018	$\varnothing 13H7^{(+0,05)}$
Похилена виточка	1.Сверління	-	11,75	$\varnothing 23,5$	-	$\varnothing 23,5$
	2.Розточування	$\varnothing 23,5$	1,25	$\varnothing 26$	0,5	$\varnothing 26^{+0,5}$
Виточка	Фрезерування чистове	$96 \pm 1,1 \times 51$	13x13	109 x 64	0,5 x 0,5	$109^{+0,5} \times 64^{+0,5}$
Отвір M10-5H6H	1.Свердління	-	4,15	$\varnothing 8,3$	0,1	$\varnothing 8,3^{+0,1}$
	2.Сверління 2 отв.	-	4,25	$\varnothing 8,5$	0,1	$\varnothing 8,5^{+0,1}$
	3.Розвертування 2 отв.	$\varnothing 8,3^{+0,1}$	0,1	$\varnothing 8,5$	0,036	$\varnothing 8,5^{+0,036}$
	4.Нарізвання різьби мітчиком	$\varnothing 8,5^{+0,1}$	1,5	M10	5H6H	M10-5H6H
Отвір M10-6H	1. Свердління	-	4	8	0,2	$\varnothing 8^{+0,2}$
	2.Зенкерування	$\varnothing 8^{+0,2}$	0,25	8,5	0,2	$\varnothing 8,5^{+0,2}$
	3.Нарізання різьби	$\varnothing 8,5^{+0,2}$	1,5	M10	6H	M10-6H

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ПІМ.24.86.000.00.00.00 ПЗ

Арк.

30

2.6 Вибір різального інструменту

Вибір різального інструменту здійснюється для кожного переходу технологічного процесу виходячи з типу виробництва, типу та моделі верстату, форми та розміру оброблюваної поверхні, матеріалу деталі, методу обробки, можливості використання стандартного інструмента [1, 2].

Вибраний різальний інструмент заносимо до табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Різальний інструмент для механічної обробки

Номер операції	Номер переходу	Назва та типорозмір інструменту	Стандарт або норма	Ріжуча частина	
				Матеріал	Стандарт
005	2	Фреза \varnothing 160 мм	ГОСТ 9473-80	ВК6	ГОСТ 3882-74
	3	Свердло \varnothing 12 мм	ГОСТ 10903-77	P6M5	ГОСТ 19265-73
		Свердло \varnothing 14 мм	ГОСТ 10903-77	P6M5	ГОСТ 19265-73
	4	Свердло \varnothing 14 мм	ГОСТ 10903-77	P6M5	ГОСТ 19265-73
	5	Свердло \varnothing 8,5 мм	ГОСТ 2092-77	P6M5	ГОСТ 19265-73
		Свердло \varnothing 8,3 мм	ГОСТ 2092-77	P6M5	ГОСТ 19265-73
	6	Свердло \varnothing 8,5 мм	ГОСТ 2092-77	P6M5	ГОСТ 19265-73
7	Розвертка \varnothing 8,5 мм	2363-4153	P6M5	ГОСТ 19265-73	
010	2	Фреза \varnothing 160 мм	ГОСТ 9473-80	ВК6	ГОСТ 3882-74
	3	Свердло \varnothing 8 мм	ГОСТ 19544-874	P6M5	ГОСТ 19265-73
	4	Зенкер комбінований \varnothing 8,5 мм	2330-6001	P6M5	ГОСТ 19265-73
	5	Свердло \varnothing 23,5 мм	ГОСТ 10903-77	P6M5	ГОСТ 19265-73
	6	Зенкер \varnothing 26,5 мм	2320-6015	P6M5	ГОСТ 19265-73
015	2, 3	Фреза \varnothing 160 мм	ГОСТ 9473-80	ВК6	ГОСТ 3882-74
030	2, 3	Різець	2142-4010	ВК6	ГОСТ 3882-74
035	2	Фреза спеціальна \varnothing 66 мм	2216-4002	ВК6	ГОСТ 3882-74
040	3	Фреза \varnothing 23,5 мм	2235-6001	P6M5	ГОСТ 19265-73
050	3	Свердло шнекове \varnothing 6,6 мм	2301-6003	P6M5	ГОСТ 19265-73
055	3	Різець	2142-4009	ВК6	ГОСТ 3882-74
060	3	Різець	2142-6002	ВК6	ГОСТ 3882-74
065	2	Різець	2142-4211	ВК6	ГОСТ 3882-74
080	2, 3	Мітчик М10	2620-4217	P6M5	ГОСТ 19265-73

2.7 Розрахунок режимів різання та основного часу

Розрахунок режимів різання [1, 2] виконуємо для карусельно-фрезерної операції 015. Операція виконується на карусельно-фрезерному верстаті 621МС.

Зміст операції:

1. Фрезерувати площину 8 попередньо
2. Фрезерувати площину 8 остаточно

1. Визначаємо глибину різання, мм:

$$t_1 = 3;$$

$$t_2 = 1.$$

2. Визначаємо середню ширину фрезерування, мм:

$$B_{cp} = \frac{F}{l_{piz}},$$

де F площа фрезеруємої поверхні, мм²:

$$F = 3.14 \cdot 25^2 + 45 \cdot 50 = 4212,5;$$

$$B_{cp} = \frac{4212,5}{50} = 84,25.$$

3. Визначаємо подачу, мм/зуб:

$$S_{z1} = 0,3;$$

$$S_{z2} = 0,2.$$

4. Визначаємо стійкість інструменту, хв:

$$T = K_{\phi}(T_{M1} + T_{M2}) \cdot \lambda;$$

$$T_{M1} = T_{M2} = 300 \text{ хв};$$

$$\lambda = \frac{l_{piz}}{l_{p.x.}} = \frac{50 \cdot 10}{\pi \cdot D_{розп}} = \frac{500}{3.14 \cdot 750} = 0,21.$$

Так як $\lambda < 0,7$, то значення коефіцієнта при розрахунку враховуємо. Значення K_{ϕ} для наладки з двох фрез 0,85.

$$T_1 = T_2 = 0,85 \cdot (300 + 300) \cdot 0,2 = 102.$$

5. Визначаємо швидкість різання по таблицям, м/хв:

$$V_{табл1} = 580;$$

$$V_{табл2} = 720.$$

					КРБ.ПМ.24.86.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

6. Визначаємо дійсну швидкість різання, м/хв:

$$V = V_{мабн} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

де K_1 – коефіцієнт, що залежить від оброблюваної марки матеріалу;

K_2 – коефіцієнт, що залежить від інструменту;

K_3 – коефіцієнт, що залежить від виду обробки;

$$V_{\phi 1} = 580 \cdot 1,1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 510,4; \quad V_{\phi 2} = 720 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 = 792.$$

7. Розраховуємо частоту обертання шпінделя, об/хв:

$$n = \frac{1000V}{\pi D};$$

$$n_{p1} = \frac{1000 \cdot 510,4}{3,14 \cdot 200} = 812; \quad n_{p2} = \frac{1000 \cdot 792}{3,14 \cdot 200} = 1261,1.$$

Корегуємо частоти обертання за паспортом верстата, об/хв:

$$n_1 = 800 \quad n_2 = 1250$$

8. Визначаємо фактичну швидкість різання, м/хв:

$$V = \frac{\pi D n}{1000};$$

$$V_{\phi 1} = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 800}{1000} = 503; \quad V_{\phi 2} = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 1250}{1000} = 785.$$

9. Визначаємо обертову подачу мм/об:

$$S_{об1} = 1; \quad S_{об2} = 0,64.$$

10. Визначаємо хвилину подачу, мм/хв:

$$S_{xe1} = S_{об1} \cdot n_1 = 1 \cdot 800 = 800; \quad S_{xe2} = S_{об2} \cdot n_2 = 0,64 \cdot 1250 = 800.$$

11. Розраховуємо частоту обертання стола, об/хв:

$$n_{ст} = \frac{S_{xe}}{\pi \cdot D_{розн}} = \frac{800}{3,14 \cdot 750} = 0,34.$$

Корегуємо частоти обертання за паспортом верстата, об/хв: $n_{ст} = 0,4$.

12. Розраховуємо машинний час на виготовлення деталі, хв:

$$T_m = \frac{1}{0,4 \cdot 10} = 0,25.$$

Розрахунок режимів різання на інші операції проводимо аналогічно. Результати заносимо до табл. 2.6.

					КРБ.ПІМ.24.86.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Таблиця 2.6 – Розраховані режими різання

№операції	№позиції	№переходу	Зміст переходу	t, мм	D, мм	So, мм/об	Sxв, мм/хв	Sz, мм/зуб	n, об/хв	V, м/хв	Lрв, мм	L1, мм	L2, мм	Lбл, мм	Lрх, мм	Машинний час,хв		
																На перехід	На позицію	На операцію
005	II	2	Фрезерувати площину розема 1	2	160	0,79	632	0,79	800	402	149	156			305	0,48	0,48	0,79
	III	3	Центрувати 2 отвори 2	5,8	11,7	0,17	110,5	-	650	23,9	5,8	1	1	1	8,8	0,08	0,1	
		4	Свердлити 2 отвори 3	6	12	0,17	110,5	-	650	24,5	6	2	1	2	11	0,1		
	IV	5	Центрувати 4 отвори 2	5,8	11,7	0,17	110,5	-	650	23,9	5,8	1	1	1	8,8	0,08	0,08	
	V	6	Свердлити 2 отвори 2	4,15	8,5	0,09	108	-	1200	32	28	2	2	11	43	0,4	0,79	
		7	Свердлити 2 отвори 3	4,25	8,3	0,09	108	-	1200	31,3	24	2	2	14	42	0,39		
	VI	8	Свердлити 4 отвори 2	4,25	8,5	0,09	108	-	1200	32	24	2	2	14	42	0,39	0,25	
VII	9	Розвернути 2 отвори 2	0,1	8,5	0,37	108	-	300	8	20	2	2	18	42	0,39	0,25		
010	II	2	Фрезерувати платик 4	2	160	0,83	540	0,83	650	327	65	330			395	0,730	0,730	0,73
	III	3	Свердлити 4 отвори 5	4	8	0,09	121,5	-	1350	34	22	2	2	16	42	0,346	0,346	
	IV	4	Зенкерувати 4 отвори 5 зняти фаски 6	0,25	8,5	0,12	120	-	1000	27	22	1	1	1	25	0,208	0,208	
	V	5	Свердлити отвір 7	11,75	23,5	0,3	120	-	400	32,5	40	2	1	2	45	0,375	0,375	
	VI	6	Зенкерувати отвір 7	1,25	26	0,3	120	-	400	35,9	40	2	2	6	50	0,417	0,417	
015	-	2	Фрезерувати площину 8 попередньо	2	200	1	800	1	800	503	96	1	1	2	100	0,125	-	0,25
	-	3	Фрезерувати площину 8 остаточно	2	200	0,64	800	0,64	1250	785	96	1	1	2	100	0,125		
030	-	2	Розточити 2 отвори 9	1	55	0,2	149,2	-	746	117	94,1	2	2	7,1	105	0,702	-	0,710
	-	3	Розточити 2 отвори 9	0,5	55	0,13	147,7	-	1136	183	94,9	1	1	1,1	95	0,710		
035	-	2	Фрезерувати виточку 10	1,65	66	0,184	294	0,18	1600	330	1,65	2	1	44,35	49	0,170	-	0,170
040	-	2	Фрезерувати отвір 7	10	23,5	0,16	200	0,76	1250	92,3	24	206			230	1,15	-	2,303
	-	3	Фрезерувати отвір 7	10	23,5	0,16	200	0,76	1250	92,3	24	207			231	1,153		
050	-	2	Свердлити отвір 11	3,4	6,8	0,1	250	-	2500	53,4	32	2	2	114	150	0,6	-	0,6
055	-	2	Розточити 2 отвори 9	1,3	54	0,3	300	-	1000	170	90,1	2	1	2	95,1	0,3125	-	0,625
	-	3	Розточити 2 отвори 9	1,3	54	0,3	300	-	1000	170	90,1	2	1	2	95,1	0,3125		
060	-	2	Розточити 2 отвори 9	0,5	55	0,3	300	-	1000	173	92,5	1	1	1	95,5	0,3125	-	0,625
	-	3	Розточити 2 отвори 9	0,5	55	0,3	300	-	1000	173	92,5	1	1	1	95,5	0,3125		
065	-	2	Розточити отвір 12	0,5	13	0,015	22,5	-	1500	61,2	5	2	1	3	1	0,5	-	0,5
	-	3	Розточити отвір 12	0,5	13	0,015	22,5	-	1500	61,2	5	2	1	3	1	0,5		
080	-	2	Нарізати різьбу в 8 отворах 2,3	0,75	10	1,5	225	-	150	4,7	20	3	2	65	90	0,4	-	0,75
	-	3	Нарізати різьбу в 8 отворах 2,3	0,725	10	1,5	225	-	150	4,7	16	3	2	57	78	0,35		

КРБ.ПМ.24.86.000.00.00.00 ПТЗ

Змін.

Арк.

№ док.ум.

Підпис

Дата

2.8 Визначення норм часу

Вихідні дані:

Назва деталі: Корпус НШ50УК-3-00-02.

Маса заготовки: 2,5 кг.

Операція: 015 – Карусельно-фрезерна.

Верстат: Карусельно-фрезерний 621МС.

Основний час на обробку деталі: 0,25 хв.

Визначаємо допоміжний час [1, 2] згідно табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Допоміжний час, хв.

Зміст переходу	Допоміжний час		Джерело
	перекривається	не перекривається	
1. Встановити та зняти деталь	–	0,002	ОНВ 43-133-1
2. Підведення та відведення ріжучого інструменту	0,05	–	ОНВ
3. Увімкнути та вимкнути верстат	–	0,001	ОНВ П8
4. Очистити верстат від стружки	0,08	–	ОНВ 50-73-121
5. Контрольні вимірювання (10%)	0,012	–	ОНВ 142
Разом:	0,142	0,003	

Допоміжний час $T_{\text{доп}} = 0,003$ хв.

Розраховуємо оперативний час $T_{\text{оп}}$, хв:

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_{\text{доп}}$$

$$T_{\text{оп}} = 0,25 + 0,003 = 0,253.$$

Визначаємо відсоток часу на обслуговування:

$$\alpha = 3\%$$

Визначаємо час на організаційно-технічне обслуговування, хв:

$$T_{\text{орг}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot \alpha}{100} = \frac{0,253 \cdot 3}{100} = 0,00759.$$

					КРБ.ПІМ.24.86.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Визначаємо відсоток часу на відпочинок:

$$\beta = 6\%.$$

Визначаємо час на відпочинок, хв:

$$T_{\text{відп}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot \beta}{100} = \frac{0,253 \cdot 6}{100} = 0,01518.$$

Визначаємо штучний час, хв:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{оре}} + T_{\text{відп}};$$

$$T_{\text{шт}} = 0,253 + 0,00759 + 0,015118 = 0,276.$$

Визначаємо норму виробітку, шт:

$$H_B = \frac{T_3}{T_{\text{шт}}};$$

$$H_B = \frac{480}{0,276} = 1116.$$

Розрахунок норм часу на інші операції проводимо аналогічно [1, 2].

Результати заносимо до табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Норми часу і норми виробітку

Опер.	Основний час T_o , хв	Доп. час $T_{\text{доп}}$, хв	Опер. час $T_{\text{оп}}$, хв	α , %	β , %	Час на об-слугов. $T_{\text{орг}}$, хв	Час на відпоч. $T_{\text{відп}}$, хв	Штучний час, хв	Норма виробітку H_B , шт
005	0,79	0,004	0,794	3	6	0,02382	0,04764	0,865	356
010	0,73	0,003	0,733	3	6	0,02199	0,04398	0,799	386
015	0,25	0,003	0,253	3	6	0,00759	0,01518	0,276	1116
030	0,71	0,004	0,714	3	6	0,02142	0,04284	0,778	396
035	0,17	0,609	0,779	3	6	0,02337	0,04674	0,85	362
040	2,303	0,009	2,312	3	6	0,06936	0,13872	2,52	122
050	0,6	0,363	0,963	3	6	0,02808	0,05778	1,0495/2	294
055	0,625	0,413	1,038	3	6	0,03114	0,06228	1,131	272
060	0,625	0,413	1,038	3	6	0,03114	0,06228	1,131	272
065	0,5	0,414	0,914	3	6	0,02742	0,05484	0,996	309
080	0,75	0,207	0,957	3	6	0,02871	0,05742	1,043	295

РОЗДІЛ 3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Опис різального інструменту

Фреза кінцева використовується для обробки виточки $\varnothing 23_{-0,5}^{+0,1}$ мм на операції 040 Спеціальна фрезерна на верстаті ГФ600.

Вихідні дані:

- Матеріал деталі: алюмінієвий сплав АК5М2Ц4;
- Шорсткість: Ra = 12,5 мкм;
- Верстат фрезерний ГФ600;
- Матеріал різальної частини інструменту: швидкоріжуча сталь Р6М5.

Дана кінцева фреза це вісевий інструмент, призначений для подальшої обробки внутрішніх циліндричних поверхонь, отриманих у вигляді заготовки [8]. Фреза складається з робочої частини, шийки, хвостовика. Ріжуча частина, в свою чергу, складається з ріжучої циліндричної і ріжучої торцевої частини. Ріжуча частина виконує основний процес різання і виконана з швидкоріжучої сталі Р6М5. Матеріал хвостовика і шийки сталь 40Х. Хвостовик призначений для кріплення фрези в шпінделі верстату для передачі обертового моменту від верстату до інструменту. Фіксування хвостовика в шпінделі відбувається за рахунок різьбового отвору М12-7Н. Кінцева фреза має на відміну від торцевих і циліндричних фрез конічний хвостовик. Зуби на циліндричній частині розраховують так, як і зуби циліндричних фрез; зуби на торцевій частині – аналогічно зубам на торцевій частині торцевих фрез. Різання здійснюється за рахунок обертання фрези.

Основні параметри фрези:

- діаметр різальної частини $\varnothing 23_{-0,5}^{+0,1}$ мм;
- загальна довжина фрези 160 мм;

					КРБ.ПІМ.24.86.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

- довжина різальної частини 65мм;
- хвостовик: Конус Морзе 3;
- крок гвинтової канавки: $T = 105,4\text{мм}$.

Основні геометричні параметри фрези:

Для циліндричної частини:

- головний передній кут γ

Для фрез з швидкоріжучої сталі кут $\gamma = 10 \div 20^\circ$. Приймаємо $\gamma = 15^\circ$

- головний задній кут $\alpha = 15^\circ$
- величина перехідної кромки $f = 1,5\text{мм}$
- кут нахилу зубів фрези до осі фрези $\omega = 30^\circ$

Для торцевої частини:

- головний передній кут $\gamma = 6^\circ$
- головний передній кут на площині до осі фрези $\text{tg}\gamma' = \frac{\text{tg}\gamma}{\cos\omega}$ $\gamma' = 10^\circ$
- головний задній кут $\alpha = 8^\circ$
- величина перехідної кромки $f = 1,2\text{мм}$
- кут нахилу зубів фрези до вісі фрези $\omega = 20^\circ$
- головний кут в плані $\varphi = 45^\circ$

Технічні вимоги до інструменту:

1.63... 66 HRC (різально частина), 35... 40 HRC(хвостовик).

2.* Розмір для довідок.

3.H14; h14; Js14.

4.Бал карбідної неоднорідності не більше 3.

5.Крок гвинтової канавки 105,4 мм.

6.Маркувати: позначення; Р6М5.

7.Використовується для фрезерування вікна $\varnothing 23_{-0,5}^{+0,1}\text{мм}$ в деталі корпус НПП50УК-3-00-02 на верстаті ГФ600.

					КРБ.ПМ.24.86.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

3.2 Опис контрольного пристрою

Контрольний пристрій 8338-4004 служить для контролю допуску перпендикулярності вісей поверхні Ø55 ^{+0,02} до поверхні К 0,03мм в корпусі НШ50УК-3-00-02. Технічна характеристика наведена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Технічна характеристика пристрою

Параметри пристрою	Значення параметра
Границі вимірювання, мм	±0,03
Похибка на всій границі вимірювання, мм	0,01
Варіація, мм	0,0003
Варіація, мм	не більше 1,200
Габаритні розміри, мм	215x 95x55

Склад пристрою:

1. Контрольно вимірювальний пристрій в зборі.
2. Індикатор типу 1 МИГ ДСТУ 9696 – 82.

Короткий опис пристрою

Контрольний пристрій складається з кільця з базовою поверхнею А, закріпленого в корпусі. Контролюєма деталь встановлюється на палець та на поверхню А.

Замір допуску перпендикулярності вісі поверхні Ø55 ^{+0,02} мм. до поверхні К деталі НШ50УК-3-00-02 виконується важелем та передається на вимірювальний наконечник індикатора.

Вимірювальний наконечник важеля постійно притиснутий до вимірювальної поверхні деталі НШ50УК-3-00-02 за допомогою пружини.

Принцип виміру заснований на вимірюванні відхилення від перпендикулярності твірної поверхні Б від базової поверхні К деталі НШ50УК-3 (рис. 3.1)

					КРБ.ПМ.24.86.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

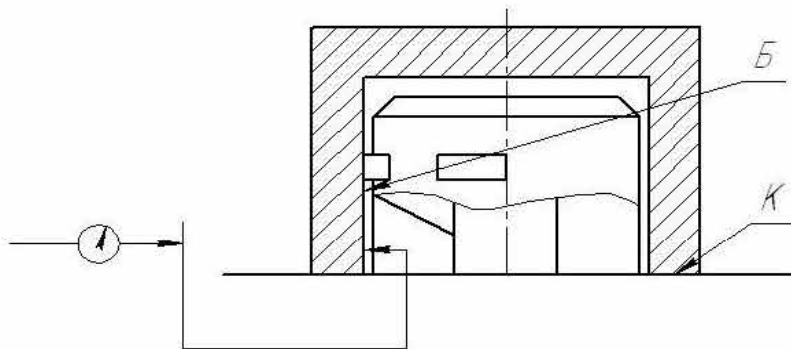
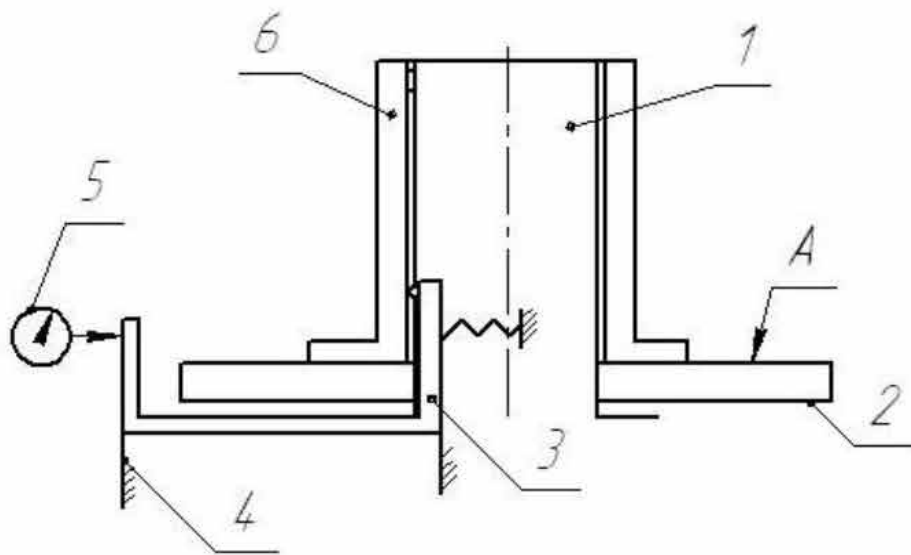


Рисунок 3.1 - Принцип виміру пристрою.

Структурна схема контрольного пристрою 8338-4004 приведена на рис. 3.2



1 – палець; 2 – кільце; 3 – важіль; 4 – пласка пружина; 5 – індикатор; 6 – еталон
Рисунок 3.2 - Структурна схема пристрою.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ПМ.24.86.000.00.00.00 ПЗ

Арк.

40

ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи була вивчена та проаналізована конструкція деталі, метод отримання заготовки, базовий технологічний процес виготовлення корпусу НШ50УК-3-00-02. Запропоновано раціоналізацію технологічного процесу. З метою скорочення трудомісткості обробки на 251 операції, на якій виконується зенкерування отвору в платику на вертикально-свердлильному верстаті моделі 2Н135, запропоновано замінити верстат на горизонтально-свердлильний моделі 020-117, який дозволить одночасно обробляти 2 деталі. При цьому штучний час на обробку скоротиться з 0,699 хв. до 0,35хв. Це дасть змогу збільшити продуктивність праці два рази. Зменшення трудомісткості дозволить зменшити собівартість продукції.

					КРБ.ПІМ.24.86.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Методичні рекомендації до кваліфікаційної роботи / Укл.: І.І. Павленко, В.А. Мажара, К.К. Щербина, О.І. Скібінський. – Кроп-цький: ЦНТУ, 2021 – 42 с.
2. Технологія машинобудування. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з технології машинобудування для студентів спеціальностей «Прикладна механіка», «Галузеве машинобудування» денної та заочної форм навчання / Укл.: І.І. Павленко, А.М. Артюхов, М.М. Підгаєцький, В.А. Мажара, М.О. Сторожук. – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 68 с.
3. Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування, – Львів: Магнолія, 2006.
4. Шестеренна гідромашина [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Шестеренна_гідромашина.
5. Гідроприводи та гідропневмоавтоматика: Підручник / В. О. Федорець, М. Н. Педченко, В. Б. Струтинський та ін. ; За ред. В. О. Федорця. – Київ: Вища школа, 1995. – 463 с.
6. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок, - Львів: Світ, 1996 – 368с.
7. Методичні рекомендації до виконання самостійних робіт з дисципліни: «Технологія обробки типових деталей та складання машин». Для здобувачів спеціальностей: 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування / Укл.: О.І. Скібінський, В.М. Селехова. – Кропивницький: ЦНТУ, 2023. – 93 с.
8. Методичні вказівки до дипломного проектування зі спеціальності 8.090202 “Технологія машинобудування” – Кіровоград: КДТУ, 2002.

					КРБ.ПІМ.24.86.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

ДОДАТОК А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра «Машинобудування, мехатроніки і робототехніки»

КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Виконав здобувач вищої освіти
гр. ПМ-21-Зек

Костянтин ТКАЧЕНКО

Керівник роботи

Антон АПАРАКІН

Завідувач кафедри

Андрій ГРЕЧКА

Кропивницький - 2024

					КРБ.ПМ.24.86.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Дубл.														
Взам.														
Підп.														
<i>НШ50УК-3</i>													2	
<i>НШ50УК-3-00-02</i>														
Р	Контролюючі параметри			Код засобів ТО			Найменування засобів ТО				Об'єм та ПК	То/Тв		
01														
02	7. 100 ^{+0,04} _{-0,01}			ГОСТ 9244-75			Нутромір				5%			
03														
04	8. 95,5 ^{+0,1}			ГОСТ 577-68			Глубиномір				5%			
05														
06	9. Ø13H7 ^{+0,018}			СТП 23113.01-073-78			Калібр-пробка Ø13H7 ^{+0,018}				5%			
07														
08	10. Ø51±0,2			8534-6032			Калібр Ø51±0,2				5%			
09														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
К.К.														