

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 НШ32-3-01»

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

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

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

АНОТАЦІЯ

Богдан Чайковський. Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі корпус НШ32-3-01. Кваліфікаційна робота для освітнього ступеня «бакалавр»: ЦНТУ, м. Кропивницький, 2024 р. – 57 с. Матеріали презентації 4 креслення.

Метою роботи є вдосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі корпус НШ32-3-01, зниження трудомісткості виготовлення деталі, підвищення продуктивності праці та зменшення собівартості продукції.

Вдосконалення досягається шляхом всебічного аналізу базового технологічного процесу і визначення його слабких місць і недоліків. Аналізу у роботі також піддається конструкція деталі, матеріал, спосіб отримання заготовки. У технологічній частині здійснюється підбір металорізальних верстатів, інструментального забезпечення, виконується розрахунок припусків та нормування операцій. У конструкторській частині розроблена конструкція двох перового зенкера та контрольного пристосування.

Актуальність. Розробка вдосконаленого технологічного процесу виготовлення деталей шестеренних насосів є актуальною практичною задачею, з огляду на широке застосування цих гідроагрегатів у різноманітній техніці - сільськогосподарській, будівельній та автомобільній.

Практичне значення. У роботі було виконано аналіз базового заводського технологічного процесу та розроблено раціоналізаторську пропозицію щодо вдосконалення технологічного процесу виготовлення деталі корпус НШ32-3-01, яка входить до складу шестеренного насосу. Також представлено розроблену конструкцію різального інструменту (зенкера) та контрольного пристрою.

Ключові слова: технологічний процес, корпус, шестеренний насос, зенкер, механічна обробка.

ABSTRACT

Bohdan Tchaikovsky. Design of the technological process of mechanical processing of the part body NSh32-3-01 part. Qualification work for the educational degree "Bachelor": CUNTU, Kropyvnytskyi, 2024 - 57 p. Presentation materials 4 drawings.

The purpose of the work is to improve the technological process of mechanical processing of the NSh32-3-01 part, reduce the labor intensity of the part's manufacture, increase labor productivity and reduce the cost of production.

Improvement is achieved through a comprehensive analysis of the basic technological process and identification of its weaknesses and shortcomings. The design of the part, the material, and the method of obtaining the workpiece are also analyzed in the work. In the technological part, the selection of metal-cutting machines and tooling is carried out, the calculation of allowances and normalization of operations is carried out. In the design part, the design of two feather countersinks and a control device has been developed.

Topicality. The development of an improved technological process for the manufacture of gear pump parts is an urgent practical task, given the wide application of these hydraulic units in a variety of machinery - agricultural, construction and automotive.

Practical meaning. In the work, an analysis of the basic factory technological process was performed and a rationalization proposal was developed to improve the technological process of manufacturing the part of the body NSh32-3-01, which is part of the gear pump. The developed design of the cutting tool (countersink) and control device is also presented.

Key words: technological process, housing, gear pump, countersink, mechanical 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

Чайковського Богдана Валерійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі корпус НШ32-3-01

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 вдосконалення заводського технологічного процесу механічної обробки деталі корпус НШ32-3-01, зниження трудомісткості виготовлення деталі, підвищення продуктивності праці, зменшення собівартості продукції.

Завдання:

- здійснити аналіз заданого технологічного процесу виготовлення деталі корпус НШ32-3-01, запропонувати заходи по раціоналізації та підвищенню ефективності технологічного процесу;
- провести комплекс робіт по підборі металорізального обладнання, різального інструменту, верстатних затискних пристосувань, розрахувати припуски, режими різання та виконати нормування операцій технологічного процесу;
- розробити конструкцію та вимоги до різального інструменту та контрольно-вимірального пристосування, 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 _____ Богдан ЧАЙКОВСЬКИЙ
(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 НШЗ2-3-01»**

КРБ.ПМ.24.87.000.00.00.00 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»

_____ Богдан ЧАЙКОВСЬКИЙ

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	18
2.1 Вибір методів завершальної обробки	18
2.2 Аналіз вихідного, розрахунок і обґрунтування нового технологічного процесу	19
2.3 Вибір технологічних баз	23
2.4 Технічна характеристика вибраного обладнання	24
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	37
РОЗДІЛ 3 Конструкторська частина	39
3.1 Опис різального інструменту	39
3.2 Опис контрольного пристрою	41
ВИСНОВКИ	42
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	43
ДОДАТКИ	44

					КРБ.ПМ.24.87.000.00.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Чайковський Б.В.			Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі корпус НШ32-3-01 Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Апаракін А.Р.					8	57
Реценз.						ЦНТУ, гр. ПМ(ТМ)-21-ЗСК		
Н. Контр.								
Затверд.								

ВСТУП

Машинобудування поставляє техніку всім галузям національного господарства, визначає технічний прогрес країни та суттєво впливає на стан матеріально-технічної бази суспільства. Ринкова економіка, що утворилась в Україні вимагає підвищеного рівня технології, змін конструкції виробів та вдосконалення методів їх виготовлення. Сукупність задач, направлених на вдосконалення технології, носить неформальний, творчий характер, що обумовлює різноманітність інженерних рішень, успіх визначається чітким уявленням всього спектру можливих рішень і умінням відібрати з цієї маси найкращі.

При розробці технологічних процесів враховуються різні чинники:

- виробничі (об'єм випуску, форма і структура виробництва);
- планово-економічні (продуктивність праці, собівартість продукції);
- технологічні (методи виготовлення, технологічне обладнання, якість);
- ринкові (стан ринку, технологічний потенціал підприємства);

Здійснення технологічної діяльності в конкретних виробничо-економічних і організаційних умовах не можливе без прискореного впровадження новітніх технологій, підвищення ефективності виробництва.

Метою даної роботи є вдосконалення заводського технологічного процесу механічної обробки деталі корпус НШ32-3-01, зниження трудомісткості виготовлення деталі, підвищення продуктивності праці, зменшення собівартості продукції.

У роботі необхідно проаналізувати базовий технологічний процес 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.ПМ.24.87.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ВИХІДНІ ТА РОЗРАХУНКОВІ ДАНІ

1.1 Обґрунтування типу виробництва

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операції за робочим місцем [1, 2, 3].

Визначаємо коефіцієнтом закріплення операції $K_{з.о.}$:

$$K_{з.о.} = \frac{t_{\theta}}{T_{шт.ср}},$$

де: t_{θ} – такт випуску, хв.

$T_{шт.ср}$ – середній штучний час операцій по заводському технологічному процесу, хв.

$$t_{\theta} = \frac{F_{дрф} \cdot 60}{N_{зап}};$$

де: $F_{дрф.}$ - дійсний фонд часу роботи обладнання – 3758 год.

$$N_{зап.} = N_{в.} + N_{з.} + N_{д.},$$

де: $N_{в.}$ = 50 000 шт – річна програма випуску деталей.

$N_{з.}$ – кількість деталей які йдуть на запасні за частини,

$$N_{з.} = \frac{10 \cdot N_{\theta}}{100} = \frac{10 \cdot 50000}{100} = 5000 \text{ шт.}$$

$N_{д.}$ – кількість додаткових деталей необхідні для перекриття браку, що виникає при налагодженні обладнання,

$$N_{д.} = \frac{0,8 \cdot N}{100} = \frac{0,8 \cdot 50000}{100} = 400 \text{ шт.}$$

$$N_{зап.} = 50000 + 5000 + 400 = 55400 \text{ шт.}$$

$$t_{\theta} = \frac{3758 \cdot 60}{55400} = 4,07;$$

Визначаємо середній штучний час:

$$T_{шт.ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{шт}(i)}{n},$$

									Арк.
									10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

де: $\sum_{i=1}^n T_{шт} (i)$ – сума штучних часів за технологічними операціями заводського технологічного процесу, хв.

n – кількість операцій.

Штучний час операцій наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Штучний час на операції механічної обробки

Номер операції	Назва операції	T шт., хв.
005	Спеціальна токарна	0,9702
010	Агрегатна	0,5584
015	Спеціальна токарна	0,9325
020	Агрегатна	0,825
035	Токарно-гвинторізна	0,567
040	Алмазно-розточна	1,891
045	Алмазно-розточна	0,73139
050	Вертикально-свердлильна	0,446
065	Різьбонарізна	1,11262
Разом		8,03062

Визначаємо середній штучний час:

$$T_{шт\,ср} = \frac{8,03062}{9} = 0,89229\text{хв}$$

Визначаємо $K_{з.о.}$:

$$K_{з.о.} = \frac{4,07}{0,89229} = 4,56$$

Так як $K_{з.о.}=4,56$ і знаходиться в межах від 2 до 10, то за ДСТУ 2960-94 приймаємо крупносерійний тип виробництва.

Крупносерійний тип виробництва характеризується великим обсягом випуску продукції, що безперервно виготовляється на одних і тих же робочих місцях впродовж великого проміжку часу, широким застосуванням високопродуктивного спеціалізованого устаткування та спорядження, автоматизованих пристроїв і автоматичних ліній, спеціальних інструментів, механізованого та автоматизованого транспортування деталей у процесі їх виготовлення. В крупносерійному виробництві невисокі вимоги до кваліфікації працівників. Кількість працівників мінімальна. Технологічні

					КРБ.ПМ.24.87.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

процеси розробляються детально і добре споряджаються, що дозволяє забезпечити високу точність та взаємозамінність деталей, незначні витрати часу та невелику собівартість продукції. Устаткування розташовується в послідовності виконання операцій, використовується високопродуктивне обладнання.

1.2 Опис об'єкта виробництва

Дана деталь є частиною шестеренного насосу НШЗ2-3, який призначений для нагнітання робочої рідини у гідравлічні системи тракторів, сільськогосподарських машин [4, 5].

Технічна характеристика насосу НШЗ2-3 наведена в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 - Коротка технічна характеристика насосу НШЗ2-3

Найменування показника	Значення показника
1. Робочий об'єм, см ³	32±0,96
2. Частота обертання: с ⁻¹	
• Номінальна	40
• Максимальна	50
• Мінімальна	8,3
3. Номінальна об'ємна подача, л/хв.	68,6
4. Тиск на виході, мПа	
• Номінальний	16
• Максимальний	21
5. Тиск на вході, мПа	
• Мінімальний	0,08
• Максимальний	0,15
6. Коефіцієнт подачі, не менше	0,94
7. Загальний ККД	0,83
8. Маса, кг	7
9. Номінальна потужність, кВт	8,6
11. Температура оточуючого середовища, °С	
• Мінімальна	-60
• Максимальна	+60
12. Характеристика робочої рідини:	
12.1. Кінематична в'язкість, мм ² /с	30-40
12.2. Температура, °С	
• Мінімальна	0
• Максимальна	+80

1.3 Опис конструкції та технологічний аналіз заданої деталі

Корпус НШ32-3-01 представляє собою деталь складної форми і призначений для комплектування її іншими деталями. Корпус також це ємкість, в якій створюється необхідний тиск мастила, яке поступає в гідросистему машини.

Деталь має центральний отвір діаметром $110^{+0,04}_{-0,015}$ мм який спряжується із піджимною та підшипниковою обоймами. По площині роз'єму є виточка $\varnothing 116,5$ мм, в яку встановлюється гумове ущільнююче кільце, що забезпечує герметичність корпусу та кришки. По площині роз'єму розташовано шість різьбових отворів М10 для забезпечення кріплення кришки до корпусу болтами. З протилежного боку є фланець з чотирма отворами $\varnothing 11^{+0,043}$ мм, для кріплення насосу на машину. На бокових поверхнях корпусу є дві симетрично розташованих площини платиків з чотирма різьбовими отворами М8 на кожній, для кріплення приєднувальної апаратури. В одному з платиків знаходиться всмоктуючий отвір $\varnothing 28^{+0,033}$ мм, в центрі другого отвір $\varnothing 28^{+0,33}$ мм для вихідного отвору.

Кількість деталей на машину – 1 шт.

Деталь виготовлена зі сплаву марки АК5М3,5 ДСТУ3925-99. Хімічний склад сплаву наведений в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Хімічний склад матеріалу

Марка матеріалу	Склад елементів, %							Сума домішок
	Mg	Cr	Si	Al	Mn	Cu	Ni	
АК5М3,5	0,2-0,85	до 0.5	4,0-6,0	86.6-94.1	0,2-0,8	1,5-3,5	0,5	всього 2.3

Механічні властивості матеріалу наведено в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Механічні властивості матеріалу

Марка	Спосіб лиття	σ_s , МПа (кг/мм ²)	δ , %	НВ
		не менше		
АК5М3,5	Лиття в кокіль	210 (21,0)	1,0	80...115

Аналіз деталі за точністю наведено в табл. 1.5.

Таблиця 1.5 – Аналіз точності деталі

Назва поверхні	Розмір, мм поле допуску, квалітет	Допуск на розмір, мм	Допуск форми та розташування	Шорсткість поверхні, мкм
Колодязь	$\varnothing 110^{+0,04}_{-0,015}$	0,055		1,25
Виточка	$\varnothing 116,5^{+0,23}$	0,230	В межах допуску на розмір	2,5
Дно колодязя	$76^{+0,120}$	0,120	В межах допуску на розмір	20
Вихідний отвір	$\varnothing 28H13(^{+0,33})$	0,330	В межах допуску на розмір	20
Отвір	$\varnothing 43,5H9(^{+0,062})$	0,062	В межах допуску на розмір	2,5
Всмоктуючий отвір	$\varnothing 28H8(^{+0,033})$	0,033		1,25
Отвір	$\varnothing 28^{+0,52}$	0,520	В межах допуску на розмір	20
Отвір	$\varnothing 42H9(^{+0,062})$	0,062		2,5
Різьбовий отвір	M10-6H	6H	В межах допуску на розмір	10
Різьбовий отвір	M8-6H	6H		10
Лівий торець	$120h13(^{-0,63})$	0,630	В межах допуску на розмір	20
Торець бурта	$114h13(^{-0,63})$	0,630	В межах допуску на розмір	20
Площина роз'єма	$114h13(^{-0,63})$	0,630	В межах допуску на розмір	2,5
Отвір для шлицевого вала	$\varnothing 28H8(^{+0,033})$	0,033	В межах допуску на розмір	1,25
Платик	$146js12(\pm 0,2)$	0,400	В межах допуску на розмір	2,5
Отвір	$\varnothing 11,2^{+0,2}$	0,200		10

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ПІМ.24.87.000.00.00.00 ПЗ

Арк.

14

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

Проведемо аналіз технологічності деталі [1, 2]. Колодязь $\varnothing 110^{+0,04}_{-0,015}$ мм глухий, замінити його на наскрізний отвір не можливо. Обробка шести отворів М10 на площині роз'єма та восьми М8 на платиках можлива на багатошпіндельних верстатах. Доступу інструменту нічого не заважає, обробка поверхонь доступна. Всі отвори розташовані під кутом 90° до площини обробки. Жорсткість деталі достатня, вона не зменшує режимів різання. Деталь має достатні за розмірами базові поверхні, такі як площина роз'єма, лівий торець, платики, зовнішня циліндрична поверхня, внутрішня циліндрична поверхня, шість отворів що розташовані на площині роз'єма, деталь повністю підлягає обробці.

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

1.4 Вибір заготовки

Деталь – корпус НШ32-3-01;

Матеріал деталі – АК5М3,5 ДСТУ 3925-99;

Тип виробництва – крупносерійний;

Маса деталі – 2,494 кг.

Виходячи із форми деталі та ливарних властивостей матеріалу, приймаємо заготовку – вилівку, метод отримання заготовки – лиття в кокіль, для крупносерійного типу виробництва найбільш дешевий серед всіх способів вилівки [1, 2, 6]. Його головна особливість полягає в багаторазовому використанні металевої форми кокіля. Кокілі дозволяють отримувати відливки з стабільними та точними розмірами (до 12 квалітета). Параметр шорсткості при цьому способі вилівки сягає $Ra=20$ мкм. В зв'язку з великою

					КРБ.ПІМ.24.87.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

теплопровідністю матеріал форми та швидкість кристалізації дуже велика. Це підвищує механічні властивості відливки (за рахунок отримання дрібнозернистості структури) на 10-15%, але в той же час ускладнює отримання виливки з тонкими стінками, що в нашому випадку для нас не є суттєво важливе.

Визначаємо припуски на обробку та розміри заготовки. Результати наведено в табл. 1.6.

Таблиця 1.6 – Припуски на обробку та розміри заготовки

Назва то розмір поверхні	Загальний припуск, мм	Допуск на розмір заготовки, мм	Розмір заготовки, мм
Колодязь $\varnothing 110^{+0,04}_{-0,015}$	6	4,4	$\varnothing 104 \pm 2,2$
Виточка $\varnothing 116,5^{+0,23}$	12,5	4,4	$\varnothing 104 \pm 2,2$
Дно колодця 76 ^{+0,120}	3	3,8	79 $\pm 1,9$
Отвір для шлицевого вала $\varnothing 28H8^{(+0,033)}$	6	2,6	$\varnothing 22 \pm 1,3$
Всмоктуючий отвір $\varnothing 28H8^{(+0,033)}$	4	2,6	$\varnothing 24 \pm 1,3$
Лівий торець 120h13 _(-0,63)	6	5	126 $\pm 2,5$
Платик 146js12($\pm 0,2$)	6	5	152 $\pm 2,5$
Торець бурта 114 h13 _(-0,63)	6	5	120 $\pm 2,5$
Вихідни отвір $\varnothing 28H13^{(+0,33)}$	4	2,6	$\varnothing 24 \pm 1,3$

Розраховуємо коефіцієнт використання заготовки:

$$K_{вз} = \frac{m_d}{m_z};$$

де: $m_d = 2,494$ кг – маса деталі;

$m_z = 3,53$ кг – маса заготовки.

$$K_{вз} = \frac{2,494}{3,53} = 0,70$$

Розраховуємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{вм} = \frac{m_{\delta}}{H_{в.м.}}$$

де: $H_{в.м.}$ – норма витрат матеріалу.

Визначаємо норму витрат матеріалу:

$$H_{в.м.} = m_{\delta} + m_{відх.}$$

де: $m_{відх.}$ - маса відходів, кг

Масу відходів приймаємо для точних виливок – 15% від маси заготовки.

$$H_{в.м.} = 3,53 + \left(\frac{3,53 * 15}{100} \right) = 4,0595 \text{ кг};$$

$$K_{вм} = \frac{2,494}{4,0595} = 0,614$$

Висновок: Коефіцієнт використання заготовки та коефіцієнт використання матеріалу відповідають крупносерійному типу виробництва, що підтверджує правильність вибору виду та способу виготовлення заготовки.

					КРБ.ПІМ.24.87.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір методів завершальної обробки

В залежності від точності та шорсткості поверхонь деталі, за таблицями економічної точності [1, 2] вибираємо методи завершальної обробки поверхонь. Методи завершальної обробки наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Завершальні методи обробки

Назва поверхні	Розмір поля допуску, квалітет, граничні відхилення	Допуск, мкм	Шорсткість Ra, мкм	Методи завершальної обробки			Економічна точність, мкм
				За точністю	За шорсткістю	Прийнятний	
Колодязь	$\varnothing 110_{-0,015}^{+0,04}$	0,055	1,25	Розточування алмазне	Розточування алмазне	Розточування алмазне	0,035
Виточка	$\varnothing 116,5_{+0,23}$	0,23	2,5	Розточування чистове	Розточування чистове	Розточування чистове	0,14
Дно колодця	$76_{+0,120}$	0,12	20	Розточування чернове	Розточування чернове	Розточування чернове	0,12
Вихідний отвір	$\varnothing 28H13_{+0,33}$	0,33	20	Розточування чернове	Розточування чернове	Розточування чернове	0,21
Отвір	$\varnothing 43,5H9_{+0,062}$	0,062	2,5	Розточування чистове	Розточування чистове	Розточування чистове	0,062
Всмоктувальний отвір	$\varnothing 28H8_{+0,033}$	0,033	1,25	Розточування алмазне	Розточування алмазне	Розточування алмазне	0,021
Отвір	$\varnothing 28_{+0,52}$	0,52	20	Розточування чернове	Розточування чернове	Розточування чернове	0,21
Отвір	$\varnothing 42H9_{+0,062}$	0,062	2,5	Розточування чистове	Розточування чистове	Розточування чистове	0,062
Різьбовий отвір	M10-6H	6H	10	Нарізання різьби	Нарізання різьби	Нарізання різьби	6H
Різьбовий отвір	M8-6H	6H	10	Нарізання різьби	Нарізання різьби	Нарізання різьби	6H
Лівий торець	$120h13_{-0,63}$	0,630	20	Точіння чернове	Точіння чернове	Точіння чернове	0,400
Торець бурта	$114h13_{-0,63}$	0,630	20	Точіння чернове	Точіння чернове	Точіння чернове	0,4

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КРБ.ПІМ.24.87.000.00.00.00 ПЗ

Арк.

18

Продовження табл. 2.1 – Завершальні методи обробки

Назва поверхні	Розмір поля допуску, квалітет, граничні відхилення	Допуск, мм	Шорсткість Ra, мкм	Методи завершальної обробки			Економічна точність
				За точністю	За шорсткістю	Прийнятий	
Площина роз'єма	114h13(-0,63)	0,630	2,5	Точіння тонке	Точіння тонке	Точіння тонке	0,16
Отвір для шліцевого вала	Ø28H8(+0,033)	0,033	1,25	Розточування алмазне	Розточування алмазне	Розточування алмазне	0,021
Торці платиків	146js12(±0,2)	0,4	2,5	Фрезерування чистове	Фрезерування чистове	Фрезерування чистове	0,4
Отвір	Ø11,2 ^{+0,2}	0,200	10	Свердління	Свердління	Свердління	0,18

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

2.2 Аналіз вихідного, розробка і обґрунтування нового технологічного процесу

Заводський технологічний процес є вихідним матеріалом при розробці проектуємого варіанту технологічного процесу.

У відповідності з визначеним типом виробництва в заводському технологічному процесі використовується високопродуктивне обладнання, спеціальні верстати (автомати та напівавтомати), прогресивний ріжучий інструмент та автоматизовані прилади точного контролю, правильно вибрані технологічні бази та, у відповідності з технологічними вимогами, правильно вибрані методи обробки.

В базовому технологічному процесі використано метод концентрації операцій (005, 010, 015, 020, 040), що в значній мірі впливає на підвищення продуктивності механічної обробки.

Проаналізувавши заводський технологічний процес обробки деталі корпус, в якості раціоналізації пропонується: замінити двохшпіндельний алмазно-розточний верстат ОС8688, який використовується на алмазно-розточній операції (розточка отвору Ø28 мм), на чотирох шпіндельний

								Арк.
								19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.ПІМ.24.87.000.00.00.00 ПЗ			

розточний верстат 2706BC8694. В заводському технологічному процесі верстат OC8688 має два шпинделя, одночасно на ньому обробляється дві заготовки при цьому стіл рухається в одному напрямку. В пропонуваному верстаті чотири шпинделя, дооснастивши верстат ще одним затискним пристроєм з'явиться можливість здійснювати обробку одразу чотирьох заготовок. При обробці на даному верстаті стіл рухається в обидві сторони по черзі. Під час роботи правих головок є можливість змінювати заготовки, які будуть оброблятися лівими головками. Допоміжний час перекривається машинним, це дасть змогу зменшити штучний час, підвищити продуктивність, зменшити собівартість готової деталі.

У розробленому технологічному процесі операції не відрізняються від заводських, крім раціоналізованої операції. Розроблений новий технологічний процес наведено у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Розроблений технологічний процес

Номер, назва та зміст операції	Тип та модель верстату	Верстатний пристрій
001 Транспортування Транспортувати заготовку в МСЦ2	Електронавантажувач ЕВ - 607	—
005 Спеціальна токарна I Позиція 1. Встановити та закріпити деталь II Позиція 2. Зенкерувати отвір 1 3. Центрувати отвір 2 III Позиція 4. Зенкерувати торець донишка 1 5. Підрізати торець 3 IV Позиція 6. Розточити отвір 4 7. Розточити виточку 5 8. Підрізати торець 3 V Позиція 9. Підрізати дно колодця 1 VI Позиція 10. Розточити отв. 4 11. Точити фаску 12. Проточити технологічну канавку 13. Підрізати торець 3	1A290П-6 Токарний горизонтальний шестишпиндельний напівавтомат 7122-4123(6) Патрон 7122-4123-01 Планка опорна 7122-4123-03 Планка опорна	

Продовження табл. 2.2 – Розроблений технологічний процес

Номер, назва та зміст операції	Тип та модель верстату	Верстатний пристрій
<p>010 Агрегатна I Позиція 1. Встановити та закріпити деталь</p> <p>II Позиція 2. Центрувати 6 отв. 6,7 одночасно</p> <p>III Позиція 3. Свердлити 2 отв. 6 одночасно 4. Свердлити 4 отв. 7 одночасно</p> <p>IV Позиція 5. Зенкерувати 2 базових отвори 6</p> <p>V Позиція 6. Розвернути 2 базових отвори 6</p>	<p>2ХА214П Агрегатно-свердильний</p>	<p>7382-4001(6) Пристрій пневматичний</p>
<p>015 Спеціальна токарна I Позиція 1. Встановити та закріпити деталь</p> <p>II Позиція 2. Свердлити отв. 8</p> <p>III Позиція 3. Підрізати торець бурта 9 4. Підрізати торець 10</p> <p>IV Позиція 5. Підрізати торець 9 6. Підрізати торець 10</p> <p>V Позиція 7. Свердлити отв. 11 напрохід</p> <p>VI Позиція 8. Зенкерувати отвір 8</p> <p>VII Позиція 9. Розточити отвір 11 напрохід 10. Обточити бурт 12 11. Вирізати канавку 13 12. Точити фаску 14</p> <p>VIII Позиція 13. Розточити фасонну канавку 15 14. Точити фаску</p>	<p>1К282 Токарний восьми шпindelний вертикальний напівавтомат</p>	<p>7125-4022(8) Патрон</p>

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ПІМ.24.87.000.00.00.00 ПЗ

Арк.

21

Продовження табл. 2.2 – Розроблений технологічний процес

Номер, назва та зміст операції	Тип та модель верстату	Верстатний пристрій
<p>020 Агрегатна Установ А I Позиція 1. Встановити та закріпити деталь II Позиція 2. Фрезерувати два платика 16 одночасно III Позиція 3. Центрувати 4 отв. 17 в платиках двох деталей IV Позиція 4. Свердлити 4 отв. 17 в платиках двох деталей V Позиція 5. Зенкерувати отвір 18 6. Свердлити отвір 19 Установ Б I Позиція 6. Встановити та закріпити деталь Повторити переходи 1,2,3,4,5</p>	<p>AM8712 Агрегатний</p>	<p>6222-0039 ГОСТ 13785-68 Оправка</p>
<p>025 Такарно-гвинторізна 1. Розточити отвір 18</p>	<p>16K20 Токарно-гвинторізний</p>	<p>7130-4024 Пристрій пневматичний</p>
<p>030 Алмазно-розточна 1. Розточити колодязь 4 2. Розточити канавку 5 3. Точити фаску 20 Премістити пристрій 4. Розточити отвір 11 напрохід 5. Розточити отвір 8</p>	<p>2706 BC8694 Алмазно розточний</p>	<p>8534-4101 Пристрій установочний</p>
<p>035 Алмазно-розточна I Позиція 1. Встановити та закріпити деталь II Позиція 2. Розточити 2 отв. 19 одночасно Премістити пристрій 3. Розточити 2 отв. 19 одночасно</p>	<p>2706 BC8694 Алмазно розточний</p>	<p>8534-4101 Пристрій установочний</p>
<p>040 Агрегатна I Позиція 1. Встановити та закріпити деталь II Позиція 2. Центрувати 4 отв. 21 на фланці III Позиція 3. Свердлити 4 отв. 21 на фланці напрохід</p>	<p>2XA214П Агрегатно-свердлильний</p>	<p>7382-4041(4) кондукторна плита; 7382-4041-02(6) базовий грибок; 7382-4041-09(6) палець; 7382-4041-14-02(2) Ø14 кондукторна плита</p>
<p>045 Слюсарна 1. Притупити гострі кромки</p>	<p>ГМ1765 Верстак слюсарний</p>	<p>–</p>
<p>050 Різьбонарізна 1. Нарізати різьбу в 2 отв. 6, 4 отв. 7 2. Нарізати різьбу в 8 отв. 17</p>	<p>020-105 Різьбонарізний</p>	<p>020-105-01-00-00 Пристрій затискний</p>
<p>055 Промивка 1. Промити деталі</p>	<p>ГМ1344 Машина мюєчна</p>	<p>–</p>

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ПІМ.24.87.000.00.00.00 ПЗ

Арк.

22

2.3 Вибір технологічних баз

При виборі технологічних баз керуємось наступними положеннями:

- для деталей у яких обробляються не всі поверхні першими чорновими базами повинні бути поверхні, що залишаються необробленими;
- якщо у деталі обробляються не всі поверхні, базою обрати поверхню з найменшими припусками, щоб виключити появу не оброблених поверхонь;
- базові поверхні повинні бути рівними, чистими, точними;
- після виконання першої операції чорнові бази повинні бути замінені чистовими (обробленими) базами.
- при обробці технологічні бази вибирати такі щоб вони одночасно були і конструктивними базами;
- при виконанні технічних розмірів рекомендується вимірювальну базу використовувати, як технологічну;
- базові поверхні необхідно вибирати так, щоб у процесі обробки зусилля різання та затиску не викликали неприпустимої деформації деталі;
- для досягнення точності дотримуватися принципу єдності баз, тобто обробку максимальної кількості поверхонь виконується від одних баз [1, 2, 7].

Вибрані технологічні бази наведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Технологічні бази

Номер та назва операції	Модель верстату	Технологічні бази	Число ступіней свободи
005 Спеціальна токарна	1A290П-6 Токарний напівавтомат	Зовнішня циліндрична поверхня, торець платика	6
010 Агрегатна	2ХА214П Агрегатно-свердильний	Внутрішня циліндрична поверхня, площина роз'єму	6
015 Спеціальна токарна	1К282 Токарний напівавтомат	Площина роз'єму, два отвори	6
020 Агрегатна	АМ8712 Агрегатний	Площина роз'єму, два отвори	6
025 Такарно гвинторізна	1К62 Токарно-гвинторізний	Площина роз'єму, два отвори	6

Продовження табл. 2.3 – Технологічні бази

Номер та назва операції	Модель верстату	Технологічні бази	Число ступіней свободи
030 алмазно-розточна	2706 ВС8694 Алмазно розточний	Площина роз'єму, два отвори	6
035 алмазно-розточна	2706 ВС8694 Алмазно розточний	Площина роз'єму, два отвори	6
040 агрегатна	2ХА214П Агрегатно-свердильний	Площина роз'єму, два отвори	6
045 Різьбонарізна	020-105 Різьбонарізний	Площина роз'єму, два отвори	6

2.4 Технічна характеристика вибраного обладнання

1Б290П-6К

Токарний напівавтомат

1. Число шпінделів6
2. Найбільший діаметр заготовки 65 мм
3. Найбільша довжина обробки190 мм
4. Частота обертання шпінделя
в звичайному виконанні73-1065
в швидкісному виконанні 73-1590
5. Число супортів:
повздовжніх 1
поперечних6
6. Найбільший хід супорта при нормальних кулачках, мм
повздовжнього200
поперечних:
верхніх і нижніх80
середніх 70

1K282

Токарний напівавтомат

1. Найбільший діаметр заготовки..... 250 мм
2. Число частот обертання шпінделя:
в низькому ряді..... 28
в високому ряді..... 25
3. Частота обертання шпінделя
в силовому виконанні..... 42-628
в швидкісному виконанні..... 66-980
4. Число подач..... 38
5. Діапазони подач:
в силовому виконанні..... 0,064-4,05
в швидкісному виконанні..... 0,041-3,44
6. Габарити верстата..... 3070x2945x3872

16K62

Токарно гвинторізний

1. Найбільший діаметр обробки над станиною..... 400 мм
2. Відстань між центрами..... 1000 мм
3. Найбільший діаметр обробки над супортом..... 220 мм
4. Найбільший діаметр заготовки..... 36 мм
5. Частота обертання шпінделя..... 36
6. Число ступенів подачі:
повздовжніх..... 42
поперечних..... 42
7. Потужність двигуна..... 10 кВт
8. Габарити верстата..... 2785x1165

					КРБ.ПІМ.24.87.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

AM1435

Агрегатно фрезерний

1. Частота обертання шпінделя..... 45-520
2. Діапазони подач..... 0,45-470
3. Потужність двигуна..... 40 кВт
4. Габарити верстата..... 2975x2720x4100
5. Число УРО..... 17
6. Максимальний розмір заготовки..... 250 мм

2706BC8694

Алмазно розточний

1. Вартість верстата..... 950 тис/грн
2. Найбільший хід столу..... 45 мм
3. Регулювання частоти подачі столу..... безступінчаста
4. Кількість одночасно налагоджувальних подач..... 2
5. Швидкість прискореного руху стола..... 4 м/хв
6. Довжина мосту..... 630 мм
7. Потужність двигуна..... 2,2 кВт
8. Габарити верстата..... 2000x1220x1455

020-105

Різьбонарізний

1. Швидкість різання..... 100-1250
2. Подача..... дорівнює кроку різьби
3. Потужність двигуна..... 9 кВт
4. Маса верстата..... 8000 кг
5. Габарити верстата..... 1860x1120x1920
6. Число шпінделів..... 14
7. Число двигунів..... 3
8. Вид затиску..... пневматичний

					КРБ.ПІМ.24.87.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

ЗХА4595П

Агрегатно свердильний

1. Клас точності верстата.....П
2. Кількість шпинделів.....14
3. Кількість силових головок.....5
4. Вид затиску..... пневматичний
5. Діаметр планшайби ділильного повороту столу.....800 мм
6. Число поділок ділильного столу.....5
7. Кількість електродвигунів.....8
8. Сумарна потужність електродвигунів.....15,555 кВт
9. Габарити верстата.....1950x1110x1585

ОС3907

Алмазно розточний

1. Вартість верстата.....850 тис/грн
2. Кількість головок.....2
3. Частота обертання шпинделя.....2670 об/хв
4. Швидкість різання.....250 м/хв
5. Кількість одночасно налагоджувальних подач.....2
6. Границі робочих подач.....10-500 мм/хв
7. Подача столу на оберт шпинделя.....0,08-0,04 мм/об
8. Потужність двигуна.....2,2 кВт
9. Габарити верстата.....1950x1110x1585

					КРБ.ПІМ.24.87.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

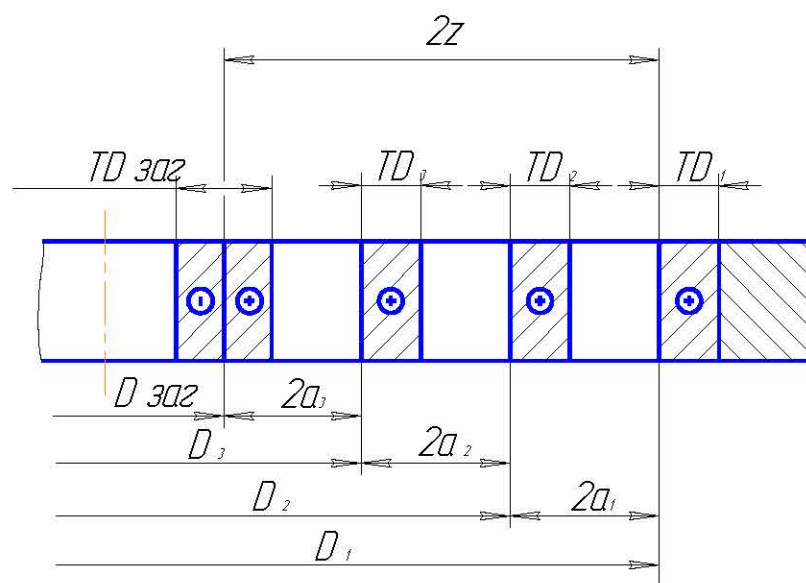
2.5 Розрахунок припусків та проміжних розмірів

Розрахунок припусків [1, 2] виконуємо для розточки колодязя, розточування отвору $\varnothing 110^{+0,04}_{-0,015}$ мм, Ra = 1,25 мкм.

Технологічний маршрут обробки даного отвору:

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

Схема розташування припусків, міжопераційних розмірів та допусків показано на рис. 2.1.



Розміри:

D_1 – діаметр готової деталі
 D_2 – діаметр чистового розточування
 D_3 – діаметр після чорнового розточування
 $D_{\text{заг}}$ – діаметр заготовки

Припуски:

$2a_1$ – припуск на алмазне розточування
 $2a_2$ – припуск на чистове розточування
 $2a_3$ – припуск на чорнове розточування
 $2z$ – загальний припуск

Допуски:

Td_1 – допуск на алмазне розточування
 Td_2 – допуск на чистове розточування
 Td_3 – допуск на чорнове розточування
 $Td_{\text{заг}}$ – допуск заготовки

Рисунок 2.1 - Схема розташування припусків, міжопераційних розмірів та допусків.

Визначаємо загальний припуск на обробку отвору:

$$2z = 2 * 3 = 6 \text{ мм};$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Визначаємо припуски на обробку:

- припуск на розточування алмазне: $2a_1=1\text{ мм}$;
- припуск на розточування чистове: $2a_2=1,5\text{ мм}$;
- припуск на розточування чорнове:

$$2a_3 = 2a - (2a_1 + 2a_2) = 6 - (1 + 1,5) = 3,5 \text{ мм};$$

Виконуємо перевірку:

$$2Z = 2a_1 + 2a_2 + 2a_3 = 6 = 1 + 1,5 + 3,5 \text{ мм.}$$

Визначаємо розміри:

- розмір після розточування алмазного:

$$D_1 = 110 \text{ мм (з креслення деталі);}$$

- розмір після розточування чистового:

$$D_2 = D_1 - 2a_1 = 110 - 1 = 109 \text{ мм};$$

- розмір після розточування чорнового:

$$D_3 = D_2 - 2a_2 = 109 - 1,5 = 107,5 \text{ мм};$$

- розмір заготовки:

$$D_4 = D_3 - 2a_3 = 107,5 - 3,5 = 104 \text{ мм.}$$

Призначаємо допуски:

- допуск на розточування алмазне: $Td_1 = 0,055 \text{ мм}$ (з креслення деталі);
- допуск на розточування чистове: $Td_2 = 0,46 \text{ мм}$;
- допуск на розточування чорнове: $Td_3 = 0,46 \text{ мм}$;
- допуск на заготовку: $Td_{\text{заг}} = 4,4 \text{ мм}$.

Записуємо проміжні та остаточні розміри:

- після розточування алмазного: $D_1 = 110^{+0,04}_{-0,015} \text{ мм}$;
- після розточування чистового: $D_2 = 109^{+0,46} \text{ мм}$;
- після розточування чорнового: $D_3 = 107,5^{+0,46} \text{ мм}$;
- розмір заготовки: $D_{\text{заг.}} = 104 \pm 2,2 \text{ мм}$.

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

Результати розрахунків заносимо до табл. 2.4.

					КРБ.ПІМ.24.87.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Таблиця 2.4 – Припуски на обробку та розміри заготовки

Назва та розмір поверхні, мм	Маршрут обробки	Розмір до обробки, мм	Припуск на обробку, мм	Розмір після обробки, мм	Допуск на обробку, мм	Проміжний або кінцевий розмір, мм
Виточка $\varnothing 116,5^{+0,23}$	Точіння чорнове	$\varnothing 104 \pm 2,2$	11,5	115,5	0,46	$\varnothing 115,5^{+0,46}$
	Точіння алмазне	$\varnothing 115,5^{+0,46}$	1/12,5	116,5	0,23	$\varnothing 116,5^{+0,23}$
Дно Колодязя $76^{+0,120}$	Точіння чорнове	$79 \pm 1,9$	1	78	0,7	$78^{+0,7}$
	Точіння чистове	$78^{+0,7}$	1	77	0,5	$77^{+0,5}$
	Точіння алмазне	$77^{+0,5}$	1/3	76	0,12	$76^{+0,12}$
Отвір для шліцевого вала $\varnothing 28H8^{(+0,033)}$	Точіння чорнове	$\varnothing 22 \pm 1,3$	3	$\varnothing 25$	1,0	$\varnothing 25^{+1,0}$
	Точіння чистове	$\varnothing 25^{+1,0}$	1	$\varnothing 26$	0,52	$\varnothing 26^{+0,52}$
	Точіння алмазне	$\varnothing 26^{+0,52}$	2/6	$\varnothing 28$	0,033	$\varnothing 28^{+0,033}$
Всмокту-ючий отвір $\varnothing 28H8^{(+0,033)}$	Свердління	$\varnothing 24 \pm 1,3$	2	$\varnothing 26$	0,52	$\varnothing 26^{+0,52}$
	Точіння алмазне	$\varnothing 26^{+0,52}$	2/4	$\varnothing 28$	0,033	$\varnothing 28^{+0,033}$
Лівий торець $120h13(-0,63)$	Точіння чорнове	$126 \pm 2,5$	5	121	0,5	$121_{-0,5}$
	Точіння чистове	$121_{-0,5}$	1/6	120	0,63	$120_{-0,63}$
Торець платиків $146js12(\pm 0,2)$	Фрезерування чистове	$152 \pm 2,5$	6/6	146	0,4	$146 \pm 0,2$
Торець бурта $114h13(-0,63)$	Точіння чорнове	$120 \pm 2,5$	5	115	0,63	$115_{-0,63}$
	Точіння чистове	115	1/6	114	0,63	$114_{-0,63}$
Вихідний отвір $\varnothing 28H13^{(+0,33)}$	Зенкерування	$\varnothing 24 \pm 1,3$	4/4	28	0,33	$\varnothing 28^{+0,33}$
Отвір M10 - 6H	Свердління	-	7,8	$\varnothing 7,8$	0,1	$\varnothing 7,8^{+0,1}$
	Зенкерування	$\varnothing 7,8^{+0,1}$	0,5	$\varnothing 8,3$	0,1	$\varnothing 8,3^{+0,1}$
	Розвертання	$\varnothing 8,3^{+0,1}$	0,2	$\varnothing 8,5$	0,036	$\varnothing 8,5^{+0,036}$
	Нарізання різьби мітчиком	$\varnothing 8,5^{+0,036}$	1,5/10	M10	6H	M10 - 6H
Отвір M8 - 6H	Свердління	-	6,8	$\varnothing 6,8$	0,1	$\varnothing 6,8^{+0,1}$
	Нарізання різьби мітчиком	$\varnothing 6,8^{+0,1}$	1,2/8	M8	6H	M8 - 6H

2.6 Вибір різального інструменту

Вибір різучого інструменту здійснюємо для кожного переходу технологічного процесу виходячи із: типу виробництва; типу та моделі верстату; форми та розмірів оброблюваної поверхні; матеріалу деталі; методу обробки; можливості використання стандартного різучого інструменту [1, 2].

Вибраний різальний інструмент для механічної обробки заносимо до табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Різальний інструмент для механічної обробки

Номер операції	Номер переходу	Назва та типорозмір інструменту	Стандарт або нормаль	Різуча частина	
				Матеріал	Стандарт
005	2	Зенкер Ø90	2330-4045	ВК6	ГОСТ 3882 - 81
	3	Свердло Ø20	ГОСТ 4010-77	P6M6	ГОСТ 19265-73
	4	Зенкер Ø50	2320-4027	ВК6	ГОСТ 3882 - 81
	5	Різець підрізний	2110-4010	ВК6	ГОСТ 3882 - 81
	6,7	Різець розточний	2120-4008	ВК6	ГОСТ 3882 - 81
	8	Різець підрізний	2110-4010	ВК6	ГОСТ 3882 - 81
	9	Різець підрізний	2142-4072	ВК6	ГОСТ 3882 - 81
	10,11	Різець розточний	2110-4074	ВК6	ГОСТ 3882 - 81
	12,13	Різець підрізний	2110-4030	ВК6	ГОСТ 3882 - 81
010	2	Свердло Ø14	ГОСТ 10903-77	P6M6	ГОСТ 19265-73
	3	Свердло Ø8 (4 шт.)	ГОСТ 2092-77	P6M6	ГОСТ 19265-73
	4	Свердло Ø7,8 (8 шт.)			
	5	Зенкер Ø8,3 (2 шт.)	2320-4089	P6M6	ГОСТ 19265-73
	6	Розгортка Ø8,523 (2 шт.)	2363-4153	P6M6	ГОСТ 19265-73
015	2	Свердло Ø35	ГОСТ 10903-71	P6M6	ГОСТ 19265-73
	3	Різець	2100-4038	ВК6	ГОСТ 3882 - 81
	4	Різець (2 шт.)	2100-4037	ВК6	ГОСТ 3882 - 81
	5	Різець	2110-4067	ВК6	ГОСТ 3882 - 81
	6	Різець	2110-4067	ВК6	ГОСТ 3882 - 81
	7	Свердло Ø25	ГОСТ 10903-77	P6M6	ГОСТ 19265-73
	8	Зенкер Ø40,7	2357-4018	ВК6	ГОСТ 3882 - 81
	9	Різець	2142-4018	ВК6	ГОСТ 3882 - 81
	10	Різець	2142-4001	ВК6	ГОСТ 3882 - 81
	11,12	Різець	2142-4254	ВК6	ГОСТ 3882 - 81
	13,14	Різець	2151-4021	ВК6	ГОСТ 3882 - 81

Продовження табл. 2.5 – Різальний інструмент для механічної обробки

020	2	Фреза (2 шт.)	ГОСТ 6223-81	ВК6	ГОСТ 3882 - 81
	3	Свердло Ø14 (8 шт.)	ГОСТ 10903-77	P6M6	ГОСТ 19265-73
	4	Свердло Ø6,8 (8 шт.)	ГОСТ 10902-77	P6M6	ГОСТ 19265-73
	5	Зенкер Ø28	2323-4242	ВК6	ГОСТ 3882 - 81
	6	Свердло Ø26	ГОСТ 10903-77	P6M6	ГОСТ 19265-73
025	1	Різець розточний	2145-4012	ВК6	ГОСТ 3882 - 81
030	1	Різець	2141-4001	ВК6	ГОСТ 3882 - 81
	2	Різець	2101-4035	ВК6	ГОСТ 3882 - 81
	3	Різець (2 шт.)	2136-4164	ВК6	ГОСТ 3882 - 81
	4	Різець розточний (2 шт.)	2142-4081	ВК6	ГОСТ 3882 - 81
	5	Різець розточний (2 шт.)	2142-4036	ВК6	ГОСТ 3882 - 81
035	2	Різець розточний	2142-4036	ВК6	ГОСТ 3882 - 81
	3	Різець розточний	2142-4081	ВК6	ГОСТ 3882 - 81
040	2	Свердло Ø14 (4 шт.)	ГОСТ 10903-77	P6M6	ГОСТ 19265-73
	3	Свердло Ø11,3 (4 шт.)	ГОСТ 2092-77	P6M6	ГОСТ 19265-73
050	1	Мітчик М10 (6 шт.)	ГОСТ 17758-72	P6M6	ГОСТ 19265-73
	2	Мітчик М8 (8 шт.)	ГОСТ 17758-72	P6M6	ГОСТ 19265-73

2.7 Розрахунок режимів різання та основного часу

Вихідні дані:

Деталь – Корпус НШ32-3-01

Матеріал деталі – алюмінієвий сплав АК5М3,5

Верстат – Алмазно-розточний 2706BC8694

Номер, назва та зміст операції:

035 Алмазно-розточна

I Позиція

1. Встановити та закріпити деталь

II Позиція

2. Розточити 2 отв. 19 одночасно

Перемістити пристрій

3. Розточити 2 отв. 19 одночасно

Виконуємо розрахунок режимів різання на алмазно-розточну операцію.

Визначаємо глибину різання [1, 2]:

$$t_1 = t_2 = 4$$

									Арк.
									32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.ПІМ.24.87.000.00.00.00 ПЗ				

Визначаємо подачу (мм/об):

$$S_1 = S_2 = 0,05.$$

Корегуємо подачу по паспорту верстата, мм/об:

$$S_1 = S_2 = 0,05.$$

Визначаємо довжину робочого ходу, мм:

$$l_{p.x} = l_p + l_1 + l_2 + l_{б.л.};$$

$$l_{p.x1} = l_{p.x2} = 12 + 2 + 2 + 3 = 19$$

Визначаємо стійкість інструменту:

$$T_p = T_m \lambda;$$

$$T_{M_{1,2}} = 140;$$

$$\lambda = \frac{l_{piz}}{l_{px}};$$

$$\lambda_1 = \frac{5}{19} = 0,26$$

Якщо $0,7 < \lambda$, приймаємо $\lambda = 1$.

$$T_{p1} = T_{p2} = 140 \cdot 1 = 140 \text{ хв};$$

$$T_{p3} = 160 \cdot 1 = 160 \text{ хв}.$$

Визначаємо рекомендовану швидкість різання, м/хв:

$$V_{табл1} = V_{табл2} = 150$$

Визначаємо дійсну швидкість різання м/хв

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

де K_1 - коефіцієнт залежучий від оброблюваної марки матеріалу;

K_2 - коефіцієнт залежучий від і марки твердого сплаву;

K_3 - від виду обробки.

$$V_{o.1} = V_{o.2} = 150 \cdot 0,9 \cdot 0,95 \cdot 1 = 128,3$$

Розраховуємо частоту обертання шпінделя, об/хв:

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

$$n_1 = n_2 = \frac{1000 \cdot 128,3}{3,14 \cdot 43,5} = 938,9.$$

					КРБ.ПІМ.24.87.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

За паспортом верстата приймаємо:

$$n_1 = n_4 = 1000 \text{ об/хв.}$$

Визначаємо фактичну швидкість різання, м/хв:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000};$$

$$V_{\phi 1} = V_{\phi 2} = \frac{3,14 \cdot 43,5 \cdot 1000}{1000} = 136,6.$$

Визначаємо основний час на операцію, хв:

$$T_o = \frac{l_{p.s.}}{S_o \cdot n};$$

$$T_{o1} = T_{o2} = \frac{19}{0,05 \cdot 1000} = 0,38.$$

Розрахунок режимів різання на інші операції проводимо аналогічно.
Режими різання зводимо в табл. 2.6.

					КРБ.ПІМ.24.87.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Таблиця 2.6 – Розраховані режими різання

Номер			Зміст переходу	Модель верстата	t, мм	S мм/об, S мм/хв	n хв - 1	V м/хв.	L, мм	L p.х мм	Основний час, хв			
Операції	Позиції	Переходу									На перехід	На позицію	На операцію	
005	II	2	Зенкерувати отвір 1	1A29M1-9	1	0.218	502	135	78	82	0.1	0.1	0.8	
		3	Центрувати отвір 2		2	0.218	502	135	5	11	0.1			
	III	4	Зенкерувати торець донишка 1		2	0.218	502	135	76,5	82	0.1	0.8		
		5	Підрізати торець 3		1.5	0.07	502	238	72	82	0.8			
	IV	6	Розточити отвір 4		3.5	0.218	502	168	72	75	0.68	0.8		
		7	Розточити виточку 5		4,5	0.218	502	168	3	5	0.68			
	V	8	Підрізати торець 3		1	0.07	502	238	74	78	0.8	0.8		
		9	Підрізати дно колодца 1		0.5	0.11	502	136	77	80	0.8			
	VI	10	Розточити отв. 4		0.75	0.218	502	172	72	75	0.69	0.8		
		11	Точити фаску		1	0.218	502	172	3	5	0.69			
		12	Проточити технологічну канавку		1	0.218	502	172	3	5	0.69			
		13	Підрізати торець 3		2	0,218	502	172	72	75	0.8			
	010	II	2		Центрувати 6 отв. 6,7 одночасно	2XA214П	7	0.03	995	37.5	5	9		0.31
III		3	Свердлити 4 отв. 7 одночасно	4,25	0,125		1620	43	23,5	28	0,138	0,138		
IV		4	Зенкерувати 2 базових отвори 6	4,1	0,25		736	19,1	23,5	28	0,152	0,152		
V		5	Розвернути 2 базових отвори 6	0,1	0,226		736	19,6	20,5	28	0,168	0,168		
015	II	2	Свердлити отв. 8	1K282	17.5	0,438	486	40	31	40	0,187	0,187		
	III	3	Підрізати торець бурта 9		3	0,48	550	280	68	92	0,26		0,26	
	IV	4	Підрізати торець бурта 10		1	0,309	486	250	68	92	0,45		0,45	
	V	5	Свердлити отв. 11 напрахід		12.5	0,336	359	40	30	30	0,19		0,19	
	VII	VI	6	Зенкерувати отвір 8	1K282	20.35	0,24	334	46	28	46	0,38	0,38	
		7	7	Розточити отвір 11 напрахід		1	0,24	404	530	25	28	0,26		0,26
			8	Обточити бурт 12		2	0,24	404	530	92	92	0,26		
			9	Вирізати канавку 13		2	0,24	404	530	5	9	0,26		
			10	Точити фаску 14		2.5	0,24	404	530	5	9	0,26		
		VIII	13	Розточити фасонну канавку 15		2,1	0,203	359	470	10	15	0,07		0,07
14	Точити фаску		0.6	0,203	359	470	5	9	0,07					

КРБ.ПМ.24.87.000.00.00.00 ПЗ

Продовження табл. 2.6 – Розраховані режими різання

Номер			Зміст переходу	Модель верстата	t, мм	S мм/об, S мм/хв	n хв - 1	V м/хв.	L, мм	L p.х мм	Основний час, хв		
Операції	Операції	Операції									На перехід	На позицію	На операцію
020	II	2	Фрезерувати два платика 16 одночасно	AM8712	95	1	600	750	68	160	0,16	0,16	0,32
	III	3	Свердлити 4 отв. 17 в платиках двох деталей		5	0,15	800	24	5	12	0,16	0,16	
	IV	4	Свердлити 4 отв. 17 в платиках двох деталей		3,4	0,1	1200	32	18,5	20	0,16	0,16	
	V	5	Зенкерувати отвір 18		0,5	0,34	350	31,5	16	20	0,16	0,32	
		6	Свердлити отвір 19		13	0,34	350	31,5	16	20	0,16		
025			Розточити отвір 18	16K20	0,5	0,2	1250	170	15	20	0,3		0,3
030		1	Розточити колодязь 4	2706 BC8694	2,5	0,05	758	252	70	80	1,2/2	3,14/2	
		2	Розточити канавку 5		3,25	0,05	758	252	3	9	0,35/2		
		3	Точити фаску 20		0,6	0,05	758	252	1	5	0,25/2		
		4	Розточити отвір 11 напрохід		0,5	0,05	2223	775	25	28	0,17/2		
		5	Розточити отвір 8		7	0,05	2223	775	48	52	0,3/2		
035	II	2	Розточити 2 отвори 19	2706 BC8694	4	0,05	1000	136,6	12	19	0,38/2	0,38/2	0,38/2
	III	3	Розточити 2 отвори 19		4	0,05	1000	136,6	12	19	0,38/2	0,38/2	
040	II	2	Центрувати 2 отв. 21	2XA214П	5,9	0,03	995	37,5	5	9	0,31	0,31	0,6
	III	3	Свердлити 2 отв. 21		3,5	0,125	1620	35,6	17,5	20	0,51	0,51	
	IV	4	Зенкерувати 2 отв. 21		0,25	0,25	736	17,3	15	20	0,6	0,6	
050		1	Нарізати різьбу в 2 отв. 6, 4 отв. 7	020-105	M10	1,5	262	8,2	28	32	0,10	0,35	0,35
		2	Нарізати різьбу в 8 отв. 17		M8	1,25	450	11,3	20	25	0,25		

КРБ.ПМ.24.87.000.00.00.00 ПЗ

2.8 Визначення норм часу

Розрахунок норм часу проводимо на операцію 010 Агрегатна.

Вихідні дані:

Назва деталі – корпус НШЗ2-3-01.

Маса деталі – 2,494 кг.

Верстат – агрегатний 2ХА214П.

Пристрій – пневматичний.

Основний час на обробку деталі – 0,31 хв.

Визначаємо допоміжний час [1, 2] та зводимо у табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Допоміжний час

Номер та назва прийомів	Допоміжний час, хв		Джерело
	що перекривається	що не перекривається	
1. Встановити та зняти деталь	0,14		ОНВ 43-133-1
2. Закріпити та відкріпити деталь	0,03		ОНВ
3. Підвести та відвести інструмент		0,12	Паспорт верстата
4. Повернути стіл на 1 позицію		0,05	Паспорт верстата
5. Включити та виключити верстат		2*0,015	ОНВ П8
6. Очистити пристрій від стружки	0,06		ОНВ 50-73-121
7. Контрольні виміри, 5% деталей	0,067		ОНВ 142
Всього	2,297	0,2	

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

$$T_{оп} = T_0 + T_{доп} = 0,31 + 0,2 = 0,51.$$

Визначаємо час на обслуговування робочого місця $T_{обс}$. Визначаємо відсоток α часу на обслуговування робочого місця: $\alpha = 5\%$.

$$T_{обс} = \frac{T_{оп} \cdot \alpha}{100} = \frac{0,51 \cdot 5}{100} = 0,255 \text{ хв}$$

Визначаємо час на відпочинок, $T_{відп}$. Визначаємо відсоток β часу на відпочинок, $\beta = 6\%$.

					КРБ.ПІМ.24.87.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

$$T_{відп.} = \frac{T_{оп} \cdot \beta}{100} = \frac{0,56 \cdot 6}{100} = 0,03, \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час, $T_{шт}$, хв:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{обс} + T_{відп.} = 0,51 + 0,255 + 0,03 = 0,5661$$

Визначаємо норму виробітку за зміну, шт:

$$N_v = \frac{T_{зм.}}{T_{шт.}}$$

де: $T_{зм.}$ – тривалість зміни = 480 хв.

$$N_v = \frac{480}{0,5661} = 847$$

Норми часу на інші операції визначаємо аналогічно [1, 2] та зводимо до табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Норми часу і норми виробітку

№ операції	Основний час $T_{о}$, хв	Допоміжний час $T_{доп}$, хв	Оперативний час $T_{оп}$, хв	Відсоток основного часу від оперативного	α %	Час на обслуговування, хв	β %	Час відпочинку $T_{від}$, хв	Штучний час $T_{шт}$, хв	Норма виробітку N_v , шт
005	0,8	0,09	0,89	89	3	0,0267	6	0,0534	0,9701	494
010	0,31	0,2	0,51	60	5	0,0255	6	0,0306	0,5661	847
015	0,41	0,4805	0,8556	43	3	0,0256	6	0,0513	0,9325	514
020	0,32	0,4832	0,7432	43	5	0,03716	6	0,04459	0,825	581
025	0,3	0,402	0,562	28	3	0,00843	6	0,01686	0,567	846
030	3,14/2	0,17845/2	3,4385/2	94	4	0,0687	6	0,10315	1,8911	253
035	0,56/2	0,369/2	0,929/2	52	4	0,01858	6	0,02787	0,5109	925
040	0,6	0,1918	0,4018	52	5	0,02009	6	0,0241	0,446	1076
050	0,35	0,62436	0,97	37	5	0,048	6	0,058	1,1126	432

РОЗДІЛ 3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Опис різального інструменту

Вихідні дані:

Деталь – корпус НШ32-3-01.

Матеріал деталі – АК5М3,5 ГОСТ 1585-93.

Верстат – 1А290 П-6.

Для зенкерування отвору $1 \text{ } \varnothing 50^{+0,1}$ і підрізки дна колодязя на глибину $2,5 \pm 0,5$ мм на верстаті 1Б290П-6К застосовується зенкер торцевий двухперовий $\varnothing 50^{-0,1}$ мм. Зенкер складається з робочої частини і хвостовика [8]. Хвостовик призначений для закріплення зенкера в шпинделі і має конічну форму. Лапка на хвостовику передає обертовий момент від шпинделя до інструмента. Робоча частина складається з ріжучої та прямої частини. Ріжуча частина складається з двох твердосплавних пластин які виконують основну роботу різання і працюють торцем і циліндричною частиною. Прямна частина підвищує жорсткість зенкера має дві стружковивідні канавки. Двозубі зенкери використовують при великих припусках (не більше 45 мм на сторону).

Розробка конструкції ріжучого інструменту

Діаметр зенкера приймаємо рівним діаметру оброблюваного отвора, з врахуванням допуску, $D_z = 50^{-0,1}$ мм.

Визначаємо геометричні і конструктивні параметри ріжучої частини зенкера, приймаємо:

- на ріжучій частині по торцю: головний задній на пластині $\alpha = 15^\circ$, на корпусі $\alpha = 35^\circ$, передній кут $\gamma = 0^\circ$;

- на ріжучій частині по циліндру: головний задній на пластині $\alpha = 15^\circ$, на корпусі $\alpha = 45^\circ$, передній кут $\gamma = 0^\circ$;

- кут нахилу гвинтової канавки $\omega = 12^\circ$;

Визначаємо крок гвинтової канавки:

					КРБ.ПІМ.24.87.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

$$H = \pi D \operatorname{ctg} 15^\circ = 3,14 * 50 * 0,2126 = 33 \text{ мм.}$$

Головний кут в плані $\varphi = 0$, так як зенкер торцевий.

Зворотно конусність на довжині твердосплавної пластини приймаємо 0,15 мм;

Твердий сплав для обробки алюмінію приймаємо ВК6 по ГОСТ 3882-81. В якості припоя назначаємо латунь Л63 по ГОСТ 15527-70. Хвостову частину зенкера приймаємо сталь 45 по ГОСТ 1050-88.

Технічні вимоги на зенкер, обладнаний пластинами із твердого сплаву, приймаємо по ГОСТ 12509-75:

- 35... 40 HRC
- Невказані граничні відхилення розмірів: Н14, h14, Js14;
- Паяти латунню марку Л63 ГОСТ 15527-70;
- Маркувати: позначення ВК6, $\varnothing 50^{+0,1}$;
- Інші технічні вимоги по ГОСТ 3231-71.

Ескіз обробки дна колодязя наведено на рис. 3.1.

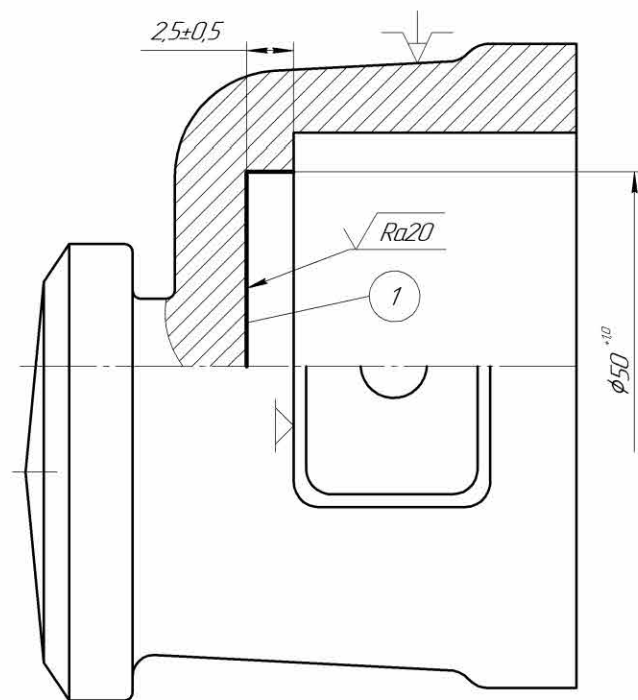


Рисунок 3.1 - Ескіз обробки дна колодязя.

					КРБ.ПІМ.24.87.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

3.2 Опис контрольного пристрою

Пристрій контрольний використовується для контролю колодцю корпусу $\text{Ø}110^{+0,04}_{-0,015}$ мм.

Пристрій складається із корпусу поз. 3, пальця циліндричного поз. 2, пальця зрізаного поз. 7, втулки поз. 6, штифта поз. 21, важеля поз. 14 та індикатора поз. 19.

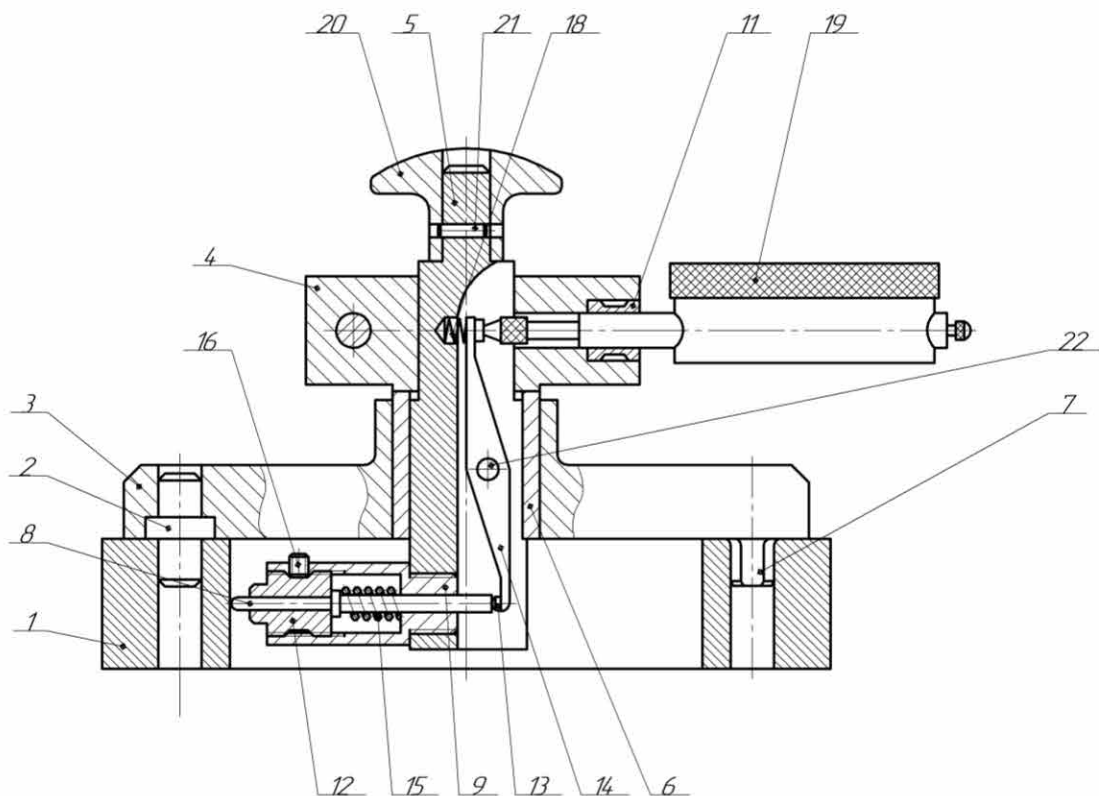


Рисунок 3.2 - Ескіз вимірювального пристрою.

Пристрій контрольний встановлюється двома пальцями (циліндричним та зрізаним) в два отвори діаметром 8,5 мм по площині деталі таким чином, щоб штифт поз. 8 торкався внутрішньої поверхні корпусу. Штифт надає зусилля на двохплечій важіль поз. 20, який другим плечем діє на вимірювальний наконечник індикатора та відхиляє на певну величину, таким чином показуючи відхилення розміру. Вимірювання виконують по всій поверхні діаметру, при цьому показник індикатора не повинен перевищувати 0,05 мм. Попередньо контрольний пристрій налагоджується на «0» по циферблату індикатора.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ПІМ.24.87.000.00.00.00 ПЗ

Арк.

41

ВИСНОВКИ

В ході написання кваліфікаційної роботи було проаналізовано конструкцію деталі корпус НШ32-3-01, вибрано вид та спосіб отримання заготовки, розраховані загальні та міжопераційні припуски на обробку, вибрані методи обробки поверхонь та технологічне оснащення на всі операції механічної обробки.

У відповідності до теми кваліфікаційної роботи запропоновано удосконалення для найбільш трудомісткої операції базового технологічного процесу – алмазно розточної 035, під час якої на двохшпіндельному верстаті ОС8688 обробляється дві заготовки. При цьому штучний час дорівнює 0,73139 хв. Пропонується цю операцію виконувати на чотирьохшпіндельному верстаті 2706BC8694, так як цей верстат дозволяє перекривати допоміжний час на встановлення та закріплення заготовки за рахунок машинного часу, це дає змогу зменшити штучний час на 0,22 хв., при цьому продуктивність збільшиться на 286 деталей за зміну та зменшиться собівартість.

					КРБ.ПІМ.24.87.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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. Підгасцький, 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.24.87.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

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-21-3ек

Богдан ЧАЙКОВСЬКИЙ

Керівник роботи

Антон АПАРАКІН

Завідувач кафедри

Андрій ГРЕЧКА

Кропивницький – 2024

					КРБ.ПМ.24.87.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

