

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Факультет механічної інженерії та транспорту
Кафедра технологія машинобудування

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка
освітньо-професійної програми «Прикладна механіка»

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення
деталі «Корпус» та обґрунтування параметрів надійності процесу за
допомогою САПР технологій

Проектував ст.гр. ПМ-22ск

Барабан Р.І.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Цивінда Н.І.

Кривий Ріг
2025 р

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Факультет механічної інженерії та транспорту
Кафедра технологія машинобудування

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка
освітньо-професійної програми «Прикладна механіка»

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення
деталі «Корпус» та обґрунтування параметрів надійності процесу за
допомогою САПР технологій

Проектував ст.гр. ПМ-22ск

Барабан Р.І.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Цивінда Н.І.

(підпис)

Нормоконтроль

/ к.т.н., доц. Нечаєв В.П. /

(підпис)

Завідувач кафедри

/ к.т.н., доц. Рязанцев А.О. /

(підпис)

Кривий Ріг
2025 р

Криворізький національний університет
Факультет механічної інженерії та транспорту
Кафедра: технології машинобудування
Освітній рівень: бакалавр
Спеціальність: 131 Прикладна механіка
Освітньо-професійна програма «Прикладна механіка»

Затверджую

Зав. кафедри ТМ к.т.н. доц., Рязанцев А.О.

(підпис)

(дата)

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну бакалаврську роботу

Студент гр. ПМ-22ск Барабану Руслану Ігоровичу

Тема: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Корпус» та обґрунтування параметрів надійності процесу за допомогою САПР технологій

1. Керівник проекту к.т.н., доц. Цивінда Н.І.

Тема затверджена наказом по КНУ № 45с від “ 16.01 ” 2025 р.

2. Термін подання студентом закінченого проекту 12 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до проекту: 1. Креслення складального вузла.

2. Креслення деталі. 3. Типовий технологічний процес. 4. Річна програма випуску деталі.

4. Зміст пояснювальної записки:

1 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СКЛАДАННЯ ВУЗЛА

2 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСУ

3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ ВАРІАНТІВ МАРШРУТУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

4 РОЗРОБКА ВЕРСТАТНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ ДЛЯ ОПЕРАЦІЇ НА ВЕРСТАТІ З ЧПК У ПРОГРАМНОМУ ПРОДУКТІ FUTURE SAM

5 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ТА КОНТРОЛЬНОГО ПРИСТОСУВАННЯ

5. Перелік графічного матеріалу: 1. Креслення складального вузла. 2. Креслення заготовки
3. Креслення деталі. 4. Ескізи операцій 5. Креслення верстатно - інструментального
налагодження. Креслення верстатного оснащення

6. Календарний план:

Етап роботи	Термін виконання
1 Дослідження надійності вузла розрахунком розмірних ланцюгів 1.1 Службове призначення складального вузла та визначення точності спряжених розмірів	До 28.01 2025р.
2 Службове призначення деталі 2.1 Службове призначення деталі Аналіз якості поверхонь деталей Технічний контроль робочого креслення Аналіз технологічності деталі Вибір типу виробництва. Задачі проектування. Пропозиції щодо удосконалення 3.1 Вибір, техніко-економічне обґрунтування та проектування заготовок 3.2 Вибір і обґрунтування баз 3.3 Вибір і обґрунтування послідовності обробки поверхонь 3.4 Розробка маршруту обробки деталі 3.5 Розробка технологічних операцій 3.6 Розрахунок міжопераційних розмірів і припусків на обробку щодо удосконалення	02.02 2025р.- 20.02.2025р.
4 Техніко-економічне обґрунтування варіантів маршруту технологічного процесу	з 31.03.2025р
5 розробка верстатно-інструментального налагодження	.
6 проектування технологічного оснащення	до 03.04 2025р.
Попередній захист	10 .06 2025р.

Дата видачі завдання: “18” 01 2025р.

Студент _____ / Барабан Р.І./

Керівник роботи _____ /Цивінда Н.І./

РЕФЕРАТ

Об'єкт проектування – технологічний процес механічної обробки деталі «корпус» насоса масляного газоперекачуючого агрегату.

Мета розробки – комплексне проектування технологічного процесу виготовлення деталі корпус, що включає всі стадії підготовки виробництва від заготовки до готового виробу.

Розроблені раціональні технологічні процеси виготовлення виробу. Технологічний процес виготовлення деталі складається з оптимального варіанту отримання заготівлі, розрахунку та визначенню припусків на обробку, проведення розмірного аналізу. Встановлено оптимальні маршрути обробки та складання, обладнання, ріжучий и вимірювальний інструмент, устаткування, режими різання, норми часу. Розроблені комплекти технологічної документації, технологічні наладки, спеціальний швидкодіючий зажимний пристрій.

АГРЕГАТ, НАСОС МАСЛЯНИЙ, КОРПУС, ЗАГОТОВКА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, УСТАТКУВАННЯ, ПРИСТРІЙ, СОБІВАРТІСТЬ

ABSTRACT

The object of the design is the technological process of mechanical processing of the part "housing" of the oil gas pumping unit pump.

The purpose of the development is the comprehensive design of the technological process of manufacturing the part housing, which includes all stages of production preparation from the workpiece to the finished product.

Rational technological processes for manufacturing the product have been developed. The technological process of manufacturing the part consists of the optimal option for obtaining the workpiece, calculating and determining the allowances for processing, and conducting dimensional analysis. Optimal processing and assembly routes, equipment, cutting and measuring tools, equipment, cutting modes, and time standards have been established. Sets of technological documentation, technological adjustments, and a special high-speed clamping device have been developed.

UNIT, OIL PUMP, HOUSING, WORKPIECE, TECHNOLOGICAL PROCESS, EQUIPMENT, DEVICE, COST

					КНУ.КБР.131.25.2-01.Р						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.	Барабан				РЕФЕРАТ			Літ.	Арк.	Аркушіє	
Перевір.	Пивінла									1.1	
Реценз.								каф.ТМ гр. ПМ -22ск			
Н. Контр.	Нечаєв										
Затверд.	Рязанцев										

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №					Документация		
					Збірне креслення		
					Пояснювальна записка		
					Детали		
	A1		1		Насос масляний	1	
	A1		2		Корпус	1	
	A1		3		Корпус поковка штампована	1	
	A1		4		Технологічні налагодження	2	
	A1		5		Верстатне пристосування	1	
	A1		6		Контрольне пристосування	1	
			7				
			8				
			9				
	Підп. и дата			10			
			11				
			12				
			13				
			14				
			15				
			16				
Взам. инв. №							
Підп. и дата							
Инв. № подл.	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КНУ.КБР.131.25.2-01.ВОКБР		
	Разраб.	Барабан			Відомість обсягу КБР		
	Проб.	Цибінда					
					Лит.	Лист	Листов
					Д		1
	Н.контр.	Нечасов			Кафедра ТМ гр. ПМ-22ск		
	Утв.	Рязанцев					

Копировал

Формат А4

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1. Дослідження надійності вузла розрахунком розмірних ланцюгів	8
1.1.Службове призначення складального вузла та визначення точності спряжених розмірів	10
2. Службове призначення деталі	15
2.1. Службове призначення деталі. Вибір матеріалу і варіантів замін	16
2.2.Аналіз якості поверхонь та технологічності деталі корпус	16
2.3 Вибір типу виробництва. Задачі проектування.	19
2.3.1.Визначення виробничої програми цеху	21
2.3.2. Визначення типу виробництва	21
2.4. Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі	22
3.Проектування технологічного процесу	27
3.1 Вибір методу одержання заготовки	27
3.1.2. Визначення розмірів кування корпусу	28
3.1.3. Вибір вихідної заготівлі корпусу	29
3.1.4. Визначення послідовності обробки поверхонь	30
3.2. Вибір та обґрунтування баз	33
3.2.1. Проектування операційного технологічного процесу	36
3.3. Вибір ріжучих та допоміжних інструментів	36
3.4. Визначення режимів обробки	37
3.4.1. Нормування операцій	38
4. Техніко–економічне обґрунтування варіантів маршруту технологічного процесу	40
5. Розробка верстатно–інструментального налагодження і розрахунково- технологічної карти для операції на верстаті з ЧПК...	47
6. Проектування технологічного оснащення...	53
6.1. Проектування спеціального верстатного пристосування...	53
6.2 Проектування контрольного пристосування....	58
Висновки.....	59
Список використаних джерел.....	606

					КНУ.КБР.131.25.2-01.3			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Барабан				ЗМІСТ	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.	Цивінда						1	2
Консульт.						Каф ТМ ПМ-22ск		
Н. Контр.	Нечасєв							
Затв.	Рязанцев							

ВСТУП

Високі технології у машинобудуванні та їхні робочі процеси необхідно розглядати на загальному фоні розвитку машинобудування і тих тенденцій, що можливо стануть вирішальними для досягнень ХХІ сторіччя.

Сучасне передове виробництво варто характеризувати як гнучке ринково орієнтоване. Ринок визначає вимоги не тільки до кінцевого продукту, але й до його виробництва практично на всіх етапах розробки, освоєння тощо.

Промислові підприємства стали більше орієнтуватися на вимоги ринку. Кількість виробів і розмір партії зменшилися до індивідуального виготовлення замовлення споживача. Своєчасне постачання при скороченій тривалості виробничого циклу і зменшених фондах або запасах напівфабрикатів чи готових виробів стало критерієм ефективності виробництва.

Комплексність продукції і виробництва зросла за минулі роки надзвичайно сильно. Обсяг продукції, що знаходиться в експлуатації, зростає одночасно зі збільшенням частки нововведень на виробництві і з загальним технічним прогресом. Мала кількість деталей в партії, велике різноманіття типів та варіантів, а також специфічні для кожного споживача вихідні дані підвищують вимоги до продукції, управління виробництвом, широти і глибини проектування.

Економіка з замкнутим циклом, що здійснює повний контроль матеріалів за видами і кількістю та екологічно дбайливе ставлення до них протягом усього терміну служби виробу, одночасно зберігає наскільки можливо власні ресурси, застосовує індустріальне виробництво і його техніку, робить його гармонічним із навколишнім середовищем, стала головною задачею інженерів, фізиків, хіміків та технологів на виробництві, зустрічає все більше розуміння в суспільстві і знаходить висвітлення в прийнятих законах

Формується інше розуміння виробництва майбутнього: цілісний розгляд та оптимізація потоку матеріалів; запобігання нераціональних витрат ресурсів будь-якого виду; безупинна оптимізація виробництва; застосування передових технологій та орієнтація на людину; мінімізація витрат при експлуатації готової продукції.

Природоохоронні заходи ставлять перед виробником нові задачі. Повернення старої, зношеної продукції, її демонтаж та переробка або, точніше, виробництво, що потребують застосування нової техніки і методів роботи.

					КНУ.КБР.131.25.2-01.В			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Барабан				ВСТУП	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Пивінла							
Реценз.						каф.ТМ гр.ПМ-22ск		
Н. Контр.	Нечаєв							
Затверд.	Рязанцев							

У деяких галузях промисловості вже створені фабрики, які свою діяльність спрямовують на індустріальну повторну переробку виробів, що відслужили.

В наслідок широкого застосування автоматизації - насамперед, CNC-техніки - та логістики співвідношення основних робітників до ІТП та управлінського апарату дуже зменшилося. Відбувається переміщення виробничого персоналу з області безпосереднього виготовлення в область планування та управління або в сферу обслуговування засобів виробництва.

Виробництво розглядається як система, ефективність якої залежить не тільки від кооперації і продуктивності окремих виробничих процесів, але її від відсутності збоїв у всій системі та ефективності виробничих ланцюжків у всій мережі економіки з замкнутим циклом.

Підприємства, яким цілком вдасться опанувати й оптимізувати таку систему у всьому комплексі і зберегти навколишнє середовище, одержують дуже високі шанси перемогти в умовах міжнародної конкуренції.

					КНУ.КБР.131.25.2-01.В	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ВУЗЛА РОЗРАХУНКОМ РОЗМІРНИХ ЛАНЦЮГІВ

1.1 Службове призначення складального вузла та визначення точності спряжених розмірів

Насос масляний – це складальний вузол, в який входить деталь корпус служить для подачі мастила на підшипники та вузли газоперекачуючого агрегату та підтримки визначення тиску під час роботи. Його задачею являється створення відповідної сили шляхом перетворення енергії руху ведучого валу-шестерні в енергію потоку мастила за рахунок вимірювань об'єму робочих камер, герметично відокремлених один від одного.

Насос працює при достатньо високому робочому тиску до 200 МПа, надійний в роботі та нечутливий до зміни частоти обертання. корпус входить до складу складальної одиниці – маслonaсосу, що, у свою чергу, є частиною масло станції газоперекачуючого агрегату.

ГПА-10 експлуатується в температурному діапазоні від -30° до +45°С, при малому рівні вібрації. Для захисту від абразивного пилу передбачені фільтруючі сітки. Масляний насос служить для подачі мастила в підшипники й вузли і підтримки певного тиску під час роботи. Його завданням є створення потоку відповідної сили шляхом перетворення енергії руху провідного вала-шестерні в енергію потоку масла, за рахунок зміни обсягу робочих камер, герметично відділених друг від друга.

Насос працює при досить високому робочому тиску (до 20МПа), надійний у роботі й нечутливий до зміни в'язкості масла й підвищенню частоти обертання, але в нього підвищений рівень шуму (особливо при високих тисках).

До технічних вимог, які представленні до насосу є наступні:

- витримати радіальний та бічний зазор;
- витримати необхідну пляму контакту.

					КНУ.КБР.131.25.2-01.01ДНВ			
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата				
Розроб.	Барабан				ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ВУЗЛА РОЗРАХУНКОМ		Літ.	Арк.
Перевір.	Пивінла							Аркушів
Реценз.								
Н. Контр.	Нечаєв						каф.ТМ гр. ПМ -22ск	
Затверд.	Рязанцев							

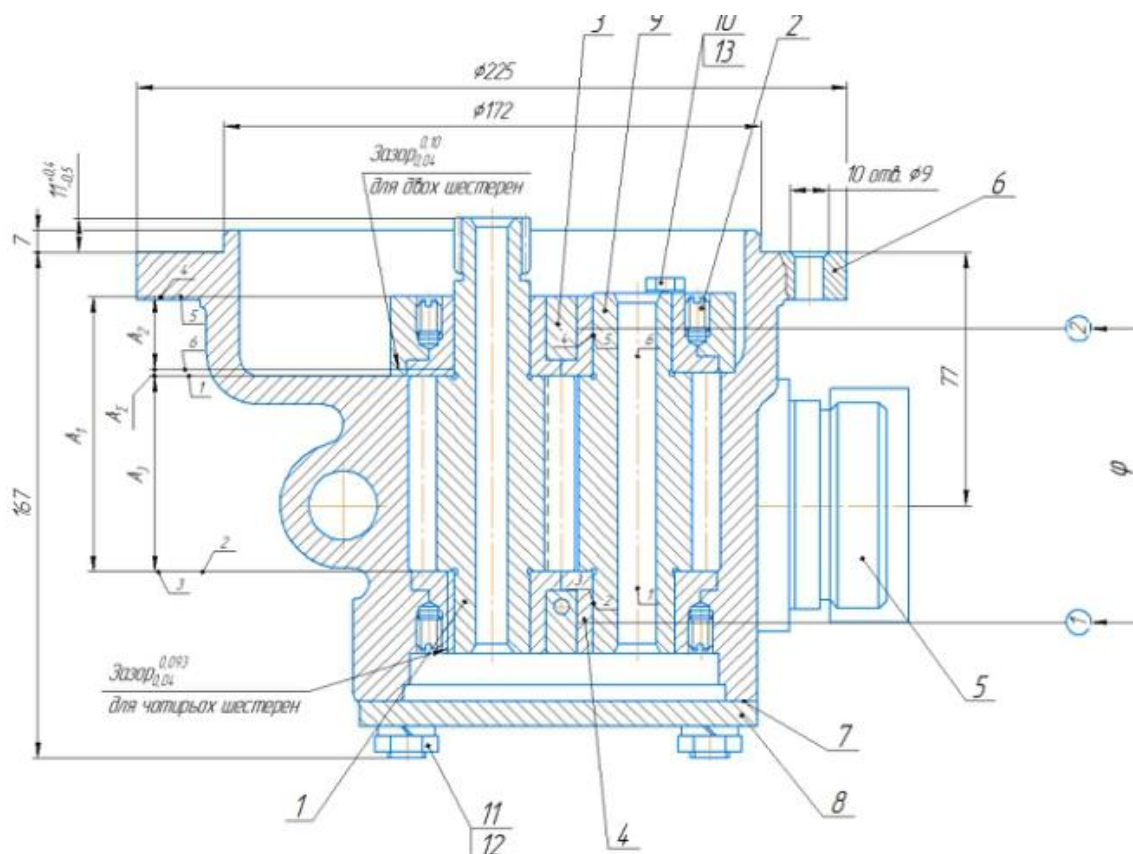


Рисунок 1.1- Складальний вузол насоса масляного: 1 -шестірня; 2-штифт; 3- кільце; 4-стакан; 5- корпус; 6-корпус; 7- прокладка; 8-кришка; 9-шестірня; 10- болт; 11-болт;12-гайка; 13-шайба;

Надійність вузла залежить від точності складання [1]. Метод складання визначається розрахунком конструкторських розмірних ланцюгів. Для масляних насосів метод розрахунку метод повної взаємозамінності.

Розраховуємо одиницю поля допуску:

$$a_i = \frac{T_{\Sigma} - \sum \beta_i}{\sum_{i=1}^n i_i}, \quad (1.1)$$

де T_{Σ} – технологічно допустимий допуск на замикаючу ланку; $\sum \beta_i$ – торцеве биття поверхонь приймаємо $\sum \beta_i = 0,2\beta$;

i – одиниця допуску, яка залежить від величини розміру.

$$a_i = \frac{T_{\Sigma} - 0,2T_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^n i_i} = \frac{48}{2,17 + 1,31 + 1,86} = 8,9.$$

					КНУ.КБР.131.25.2-01.01ДНВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значення одиниці поля допуску вказує на те, що одержується п'ятий квалітет ІТ5. Це дуже жорсткі вимоги. Щоб зменшити точність ланки, в якості компенсатора використовуємо ланку A_2 – ширина втулки. Її величину простіше всього змінювати за рахунок різної товщини прокладок.

Призначаємо на всі розміри наближені допуски: A_3 – 7 квалітет; A_1 та A_2 – 12 квалітет.

Визначаємо технологічно досяжний допуск на замикаючу ланку

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n (T_i + \beta_i), \quad (1.2)$$

$$T_{\Sigma} = 30 + 350 + 210 + 8 + 80 = 678 \text{ мкм.}$$

$$\Delta \bar{C}_X = \sum_{i=1}^n (\Delta \bar{C}_i + \frac{\beta_i}{2}) - \sum_{j=1}^n (\Delta \bar{C}_j + \frac{\beta_j}{2}) = 0 \cdot ((-0,025 + 0,004) + (-0,105 + 0,004)) = 0,086$$

Граничні відхилення залежної ланки визначаємо з виразу:

$$\left. \begin{aligned} es_{(\Sigma)} &= \Delta C_X - \frac{T_{\Sigma}}{2} \\ ei_{(\Sigma)} &= \Delta C_X + \frac{T_{\Sigma}}{2} \end{aligned} \right\}, \quad (1.3)$$

$$es_{\Sigma} = 0,086 + \frac{0,678}{2} = 0,425;$$

$$ei_{\Sigma} = 0,086 + \frac{0,678}{2} = -0,253.$$

$$T_k = T_{\Sigma} - [T_{\Sigma}] = 0,678 - 0,06 = 0,618.$$

$$N_k = \frac{T_k}{[T_{\Sigma}] - T_{\text{компл}}} + 1 = \frac{0,618}{0,06 - (-0,21)} + 1 = 3,2 \text{ приймаємо рівним 4.}$$

$$T_{CT.} = \frac{T_K}{N} = \frac{0,618}{4} = 0,1545.$$

Середній розмір компенсатора для зменшуваної ланки, який при пригонці зменшується:

$$\bar{A}_{CB} = \bar{A}_K + \Delta C_K + \Delta C_{\Sigma} - [\Delta C_{\Sigma}] \pm \frac{1}{2} \cdot T_K =, \quad (1.4)$$

$$= 27 + (-0,21) + 0,086 - 0 + \frac{1}{2} \cdot 0,618 = 27,185$$

Розміри змінних деталей, тобто компенсатора:

					КНУ.КБР.131.25.2-01.01ДНВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

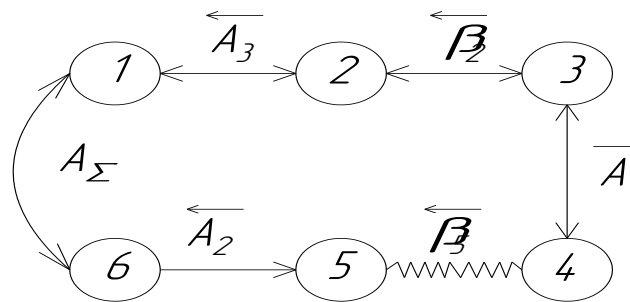
$$\bar{A}_{K1} = \bar{A}_{CB} \pm \frac{1}{2} \cdot T_{КОМП} = 27,185 \pm \frac{1}{2} \cdot 0,21 = 27,185 \pm 0,105$$

$$\bar{A}_{K2} = (\bar{A}_{CB} - T_{СТМЛ.}) \pm \frac{1}{2} \cdot T_K = 27,185 - 0,1545 \pm \frac{1}{2} \cdot 0,21 = 27,031 \pm 0,105$$

$$\bar{A}_{K3} = (\bar{A}_{CB} - 2T_{СТМЛ.}) \pm \frac{1}{2} \cdot T_K = 27,185 - 2 \cdot 0,1545 \pm \frac{1}{2} \cdot 0,21 = 26,876 \pm 0,105$$

$$\bar{A}_{K4} = (\bar{A}_{CB} - 3T_{СТМЛ.}) \pm \frac{1}{2} \cdot T_K = 27,185 - 3 \cdot 0,1545 \pm \frac{1}{2} \cdot 0,21 = 26,722 \pm 0,105$$

					КНУ.КБР.131.25.2-01.01ДНВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Призначення розмірного ланцюга	Ланцюг А: забезпечення зазору між кришкою та підшипником	Значення вихідної ланки			$A_{\Sigma} = 0^{+1,5}_{+0,5}; \quad T_{\Sigma} = 1; \quad \Delta C_{\Sigma} = 1.$			
Схема розмірного ланцюга		Вихідні дані			Розрахункові величини			
		Позначення ланки	Номинал розмір	i	Квалітет	Допуск	Розмір з відхиленням	ΔC_i
		A ₁	97	2,17	12	62	$97^{+0,01}_{-0,04}$	0,025
		A ₂	27	1,31	12	120	$27 \pm 0,175$	0
		A ₃	70	1,86	7	175	$70_{-0,210}$	0,105
		β ₂				0,08		0,04
		β ₅				0,008		0,004
A ₁ – відстань між торцями шестерні та втулки A ₂ – ширина втулки A ₃ – ширина шестерні A _Σ – зазор між шестернею та втулкою β ₂ – торцеве биття торця шестерні β ₅ – торцеве биття торця втулки								

Таблиця 1.1- Розрахунок лінійного розмірного ланцюга методом повної взаємозамінності

Розрахунком кутових розмірних ланцюгів необхідно забезпечити відхилення від співвісності та перекошування осі валу з шестернею в ступені точності в межах $e_{\Sigma} = \pm 0,2$ мм. Положення осі буде забезпечуватися правильним встановленням вала у втулці. Необхідно визначити перекошування вал-шестерні та втулки.

Так як посадки втулки на вал обумовлені стандартом, тоді приймаємо стандартні та розраховуємо допуск замикаючої ланки:

$$e_{\Sigma} = \sqrt{0,36 \cdot \sum_{i=1}^n T_{SI}^2 + 0,56 \cdot \sum_{j=1}^m T_{ej}^2} \quad (1.5)$$

$$e_{\Sigma} = \sqrt{0,36 \cdot (4 \cdot 0,104^2 + 4 \cdot 0,067^2) + 0,56 \cdot (0,02^2 \cdot 4 + 0,015^2 \cdot 4 + 0,36^2)} =$$

$$= 0,391 \approx 0,4$$

Зміщення буде однаковим у всіх перетинах. Похибка складає:

$$\frac{0,4 - 0,391}{0,4} \cdot 100\% = 2\%$$

Перекошування:

$$P = e_{\Sigma} \cdot C,$$

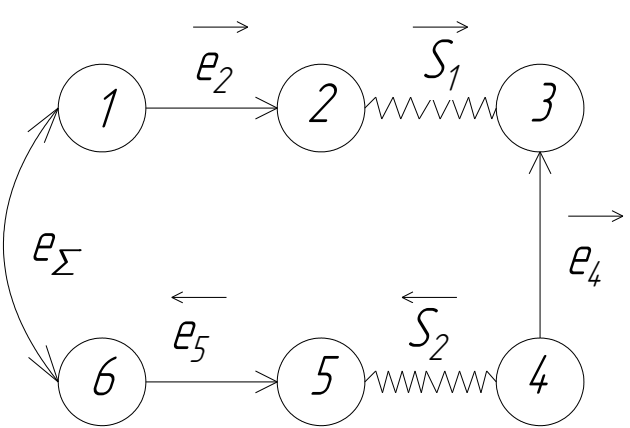
$$\text{де } C = \frac{190}{380} = 0,5$$

$$P_1 = 0,391 \cdot 0,5 = 0,195 \text{ мм}$$

$$P_2 = 0,391 \cdot \frac{380 + 190 + 190}{380} = 0,782$$

					КНУ.КБР.131.25.2-01.01ДНВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 1.2-Розрахунок кутових розмірних ланцюгів

Призначення розмірного ланцюга	Ланцюг А: забезпечення зазору між кришкою та підшипником	Значення вихідної ланки					
Схема розмірного ланцюга		Визначення похибки			Рівняння для розрахунку		Значення
		e_{Σ} P_e P_1 P_2			$e_{\Sigma} = \sqrt{0,36 \cdot \sum_{i=1}^n T_{SI}^2 + 0,56 \cdot \sum_{j=1}^m T_{ej}^2}$ $P = e_{\Sigma} \cdot C,$		0,391 0,195 0,782
Величини що входять до розмірного ланцюга							
Найменування ланок розмірного ланцюга		Розмір	Зазор	Значення	T_i	K_i	α_i
S1=S2 – посадка між валом-шестернею та втулкою e1=e2 – радіальне биття посадкової поверхні вала відносно своєї осі e3 – співвісність посадкового отвору однієї втулки відносно іншої		$\varnothing 26 \frac{H7}{e8}$			0,006 0,01		

2 СЛУЖБОВЕ ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕТАЛІ

Деталь корпус (рис. 2.1) є собою складальну одиницю маслонасосу й експлуатується в складних умовах.

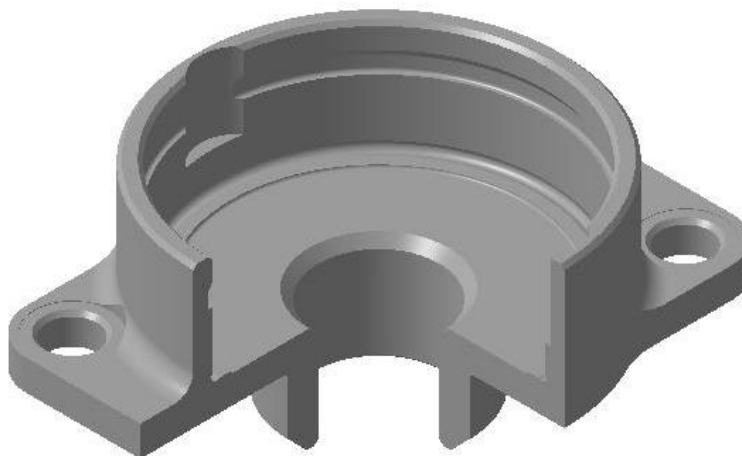


Рисунок 2.1 – Корпус

Деталь виготовляється з високолегованої жаростійкої сталі 10X11H23T3MP ДСТУ ГОСТ 5632-2014 або X10CrNiMoTiB18-12-2 EN 1,4571 (європейський стандарт). [1, с.282]

Застосовується для виготовлення деталей турбін, пружин, кріплення працюючий обмежений час при температурі 700°C, а також криогенної апаратури, що працює при температурі до -253°C.

Таблиця 2.1- Хімічний склад в % матеріалу 10X11H23T3MP

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	Ti	Al	B
до 0.1	до 0.6	до 0.6	21 - 25	до 0.01	до 0.025	10 - 12.5	1 - 1.6	2.6 - 3.2	до 0.8	до 0.02

Таблиця 2.2 -Механічні властивості при T=20⁰

σ_B	σ_T	δ_5	ψ	КСУ	Термообр.
МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
880-980	590-685	8-10	10-12	290	Закалка и старение

Виходячи із креслення видно, що корпус насаджується на вал внутрішнім отвором. У внутрішню, точно оброблювану порожнину, входять

					КНУ.КБР.131.25.2-01.02.СПД		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Барабан				СЛУЖБОВЕ ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕТАЛІ	Літ.	Арк.
Перевір.	Пивінла						
Реценз.						каф.ТМ гр. ПМ -22ск	
Н. Контр.	Нечаєв						
Затверд.	Рязанцев						

деталі, призначені для роботи насоса. Корпус є деталлю, що охоплює, і виступає в ролі кришки, в той же час він буде випробовувати навантаження на розтягання-стиск, піддаватися тертю й вібрації, а також впливу абразиву. Це приводить до утворення втомлюваних тріщин і зношування.

Для того, щоб уникнути перерахованого вище необхідно, щоб матеріал був зносостійким, витримував знакозмінні навантаження на стиснення-розтягання. Необхідно, щоб зовнішні поверхні були твердими й зносостійкими. Це досягається загартуванням корпусу.

2.2 Аналіз якості поверхонь та технологічності деталі корпус [2,3,4]

Конструктивно деталь представлена як деталь типу "корпус" складної форми з наявними на ній пазами, канавками, отворами, зовнішніми й внутрішніми гладкими циліндричними, а також різьбовими поверхнями. Поверхні деталі представлені на рисунку 2.2.

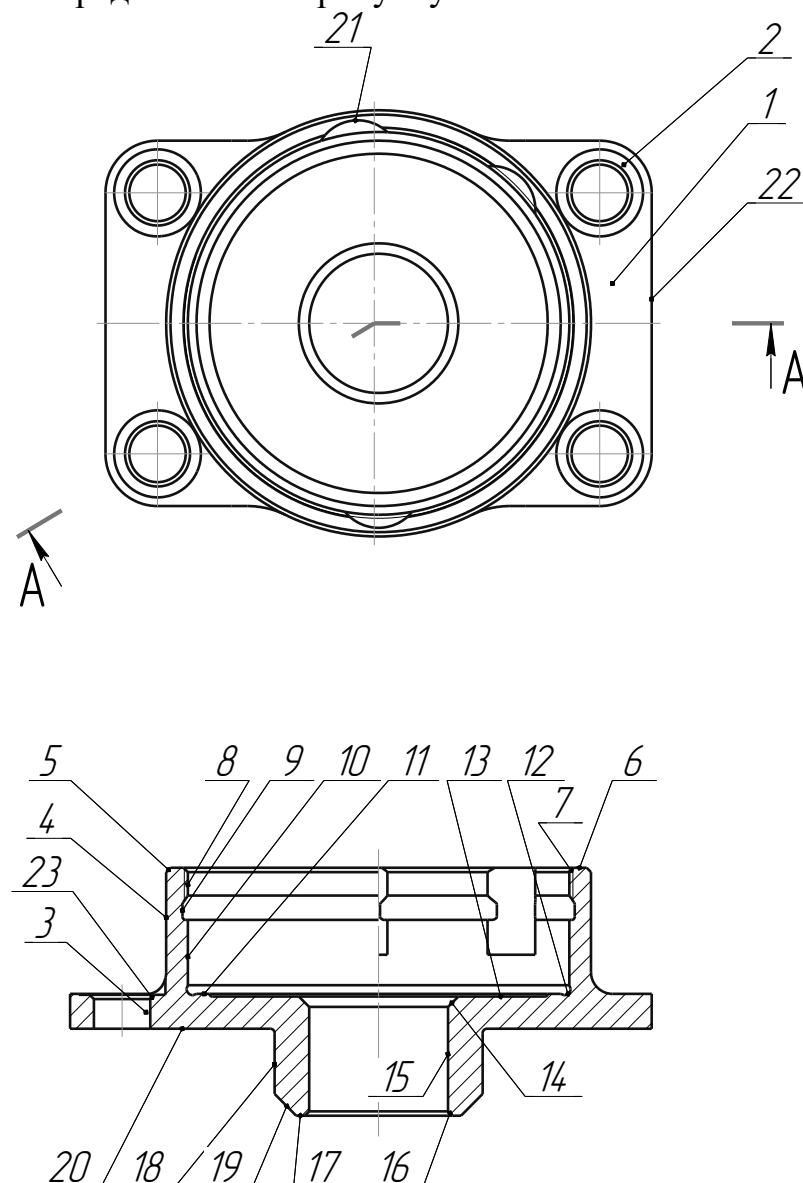


Рисунок 2.2 - Ескіз деталі корпус із позначенням поверхонь

					КНУ.КБР.131.25.2-01.02.СПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

У деталі корпус основними поверхнями є ті, котрими вона базується у вузлі: торець 20 і поверхня 18. До допоміжних поверхонь ставляться: отвір 10 і торець 11, призначені для установки крильчатки; різбова поверхня 8, по якій закручується кришка насоса; пази 21, призначені для підведення й відводу масла, а також стопоріння кришки; отвору 3 - для установки болтів, що кріплять корпус до перехідного короба; отвір 15, що виконує функцію підшипника ковзання для вала крильчатки.

До допоміжних поверхонь ставляться також різні канавки: канавка 9 - для виходу різбового різця при нарізуванні різблення на поверхні 8; канавка 12 - для виходу шліфувального кола при шліфуванні прилягаючих поверхонь. Деякі фаски також ставляться до допоміжних поверхонь. Фаска 23 призначена для полегшення введення болтів в отвір 3 при монтажі. Конус 14 - для полегшення посадки вала із крильчаткою на підшипник ковзання 15. Конус 19 - для полегшення посадки корпусу на перехідний короб. Поверхня 2 - посадкове місце під шестигранну головку болтів.

Інші поверхні ставляться до вільних, тому що не виконують функцій, пов'язаних із призначенням деталі.

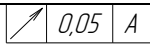
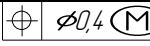
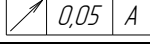
До основних поверхонь пред'являються середні вимоги до точності й шорсткості (IT8, 9; Ra1,6), тому що від їхньої точності залежить правильне базування деталі на коробі й вала крильчатки в даному корпусі.

До допоміжних поверхонь пред'являються середні вимоги до точності й шорсткості (IT8 - 14; Ra0,8...12,5).

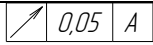
До поверхонь 20 і 11 пред'являються вимоги щодо торцевого биття, до поверхні 8 - щодо радіального биття, а до поверхні 3 - щодо точності присохлого.

На підставі перерахованого вище, складаємо таблицю 2.3

Таблиця 2.3 - Таблиця якості поверхонь

Розмір	Позначення поверхні	Квалітет / Відхилення	Допуск Т, напівтемних	Шорсткість Ra	Відхилення розташування поверхні
1	2	3	4	5	6
Ø98	4	не обробляється			
Ø90,5	9	h12	350	12,5	-
M90x1,5	8	6H	300	12,5	
Ø88	10	H10	120	3,2	-
Ø78	13	H12	300	12,5	-
Ø48	18	h7	25	12,5	-
Ø32	15	H7	25	1,6	-
Ø22	2	H12	210	12,5	-
Ø13	3	H12	180	25	
57	6 – 17	±IT14/2	740	12,5	-
29	11	±IT14/2	520	3,2	

					КНУ.КБР.131.25.2-01.02.СПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

20	17 – 20	$\pm IT14/2$	520	3,2	
1x45°	5, 7, 16, 23	$\pm IT14/2$	250	12,5	-
3x45°	14	$\pm IT14/2$	250	12,5	-
5x45°	19	$\pm IT14/2$	300	12,5	-
R10	21	+0,14	140	12,5	-
канавка	12	-	-	3,2	-

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6
контур	22	не обробляється			
зовнішня поверхня	1	не обробляється			

На кресленні корпус представлений двома видами, розрізом і двома виносними елементами. Цієї інформації досить для об'ємного подання про деталь.

На поле креслення є запис технічних вимог, які доповнюють інформацію, проставлену графічно на кресленні. Це вимога до нанесення покриття, до незазначених допусків і шорсткостей на вільні розміри та інше.

У цілому інформація, представлена на кресленні дозволяє однозначно визначити форму й розміри деталі.

Всі поверхні, за винятком вільних, механічно обробляються. Вільні поверхні одержують на заготівельній операції.

Тому що необхідна точність не перевищує IT7 для валів і IT6 для внутрішньої різьбової поверхні, те цю точність можна одержати на верстатах нормальної точності при механічній обробці. Вимога до фізико-механічних характеристик даної деталі - це забезпечити задану твердість HB302...388. Дана твердість досягається загартуванням. Поверхню 15 необхідно хромувати. Хромування застосовується для збільшення твердості її поверхневого шару, тому що ця поверхня служить підшипником ковзання й піддана постійним навантаженням. Тому дана поверхня повинна бути зносостійкою.

Конструкція деталі забезпечує вільний доступ ріжучих і міряльних інструментів до всіх поверхонь. У даній деталі присутні уніфіковані елементи: фаски, жолобника, скруглення, канавки.

Розміри на кресленні представлені правильно, повно й зручно для контролю. Параметри шорсткості й точності відповідає діючим державним стандартам, але значення шорсткості не відповідають кращим значенням. З огляду на умови роботи, річну програму випуску й конфігурацію деталі, вважаємо, що її матеріал обраний правильно.

З метою поліпшення технологічності в конструкцію заданої деталі внесені наступні зміни:

- шорсткість поверхонь наведена до кращих значень за ДСТУ 2413-94 і позначена на кресленні відповідно до ДСТУ 2498-94;

					КНУ.КБР.131.25.2-01.02.СПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- позиційний допуск на поверхні 3 позначений як залежний;
- додана канавка для виходу шліфувального круга при шліфуванні поверхонь 18 та 20.

У цілому можна сказати, що деталь технологічна.

2.3 Вибір типу виробництва. Задачі проектування.

2.3.1 Визначення виробничої програми цеху

Даний механічний цех буде проектувати по наведеній програмі. У цьому випадку вибирається деталь-представник, а всі інші деталі, що входять у програму, умовно приводяться по трудомісткості, складності й масі до виробу представникові.

Наведена виробнича програма визначається в такий спосіб. Вся розмаїтість деталей приводимо до декількох характерних представників, тому що частина деталей не забезпечена повністю кресленнями й іншими вихідними даними. У цьому випадку всю номенклатуру ділять на кілька груп, у кожену з яких входять однотипні по конструкції й технології виробу. У кожній групі виділяється виріб-представник, до якого приводять всі інші деталі даної групи.

Розрахунок наведеної річної програми механічного цеху здійснюється відповідно до формул .

Загальний коефіцієнт приведення:

$$K = K_m \cdot K_{сер.} \cdot K_{сл} \quad (2.1)$$

де K_m – коефіцієнт приведення по масі;

$K_{сер.}$ – коефіцієнт приведення по серійності;

$K_{сл}$ – коефіцієнт приведення по складності.

$K_{сл}=1$

$$K_m = \sqrt[3]{\left(\frac{m_x}{m}\right)^2} \quad (2.2)$$

де m_x ; m – маси виробу, що приводиться, і виробу - представника.

$$K_{сер.} = \left(\frac{N}{N_x}\right)^{0.15 \div 0.2} \quad (2.3)$$

де N ; N_x – річні програми виробу – представника й виробу, що приводиться.

Нижче наведена подетальна річна виробнича програма механічного цеху.

Всі розрахункові й зібрані дані зводимо в таблицю 2.4.

					КНУ.КБР.131.25.2-01.02.СПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 2.4 - Відомість виробів, що виготовляються

Задана програма				Наведена програма					
Найменування виробу	Позначення виробу	Число виробів	Маса деталі	K_m	$K_{сер}$	$K_{сл}$	K	Найменування виробу-представника	Наведене число виробів
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Масляний насос	A90040000	600	6,31	1	1	1	1,00	XX	1600
Масляний насос	A90830000	500	8,15	1,19	1,01	1	1,20		1796
Масляний насос	B32181000	800	5,90	0,96	1,11	1	1,06		849
Масляний насос високого тиску	B45830000	350	13,50	1,66	1,26	1	2,09		730
Дросель	A85349200	500	1,15	0,32	0,94	1	0,30		752
Дросель	A35846000	100	1,30	0,35	0,97	1	0,34		675
Клапан пропускний	A60021800	100	2,65	0,56	1,07	1	0,60		602
Клапан запобіжний	B60553600	200	2,15	0,49	0,97	1	0,47		944
Клапан редукційний	B90041800	500	3,50	0,68	1,01	1	0,68		1022
Регулятор тиску	A46579000	300	1,32	0,35	1,03	1	0,36		473
Разом:		14550							9443

Визначаємо наведену трудомісткість цеху :

$$T_{ц.} = \sum N_x^n \cdot T_{шт}^{пред.} \quad (2.4)$$

де $\sum N_x^n$ – наведена програма випуску виробів рівна 9443 шт;

$T_{шт}^{пред.}$ – штучний час виробу представника.

$$T_{ц.} = 9443 \cdot 43,15 = 407465 \text{ н.год.}$$

В основу розрахунку станкоємкості приймаємо фактичну (досягнуту) трудомісткість T_{ϕ} , що визначаємо по формулі [3]:

$$T_{\phi} = \frac{T_{ц.} \cdot 1000}{B}, \quad (2.5)$$

					КНУ.КБР.131.25.2-01.02.СПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

де $T_{ц}$ - наведена трудомісткість, н.год.;
 $У$ - середній рівень виконання норм у відсотках.

$$T_{\phi} = \frac{407465 \cdot 100}{98} = 415781 \text{ н. год.}$$

Фактична станкоємність $T_{ст}$ у станко-годинах складе:

$$T_{ст} = T_{\phi} \cdot K_{м. об.}, \quad (2.6)$$

де $K_{м. об}$ – середній коефіцієнт багатостанкового обслуговування, тобто середнє число верстатів, що обслуговуються одним робітником,
 $K_{м. об} = 1$

$$T_{ст} = 415781 \cdot 1 = 415781 \text{ ст. год.}$$

2.3.2 Визначення типу виробництва

Тип виробництва залежить від річної програми, характеристики виробів, трудомісткості виготовлення деталей. Річна програма випуску становить 600 шт. Тип виробництва визначаємо на ділянку "Корпусів".

Таблиця 2.5-Вихідні дані для розрахунків

Вихідні дані	
Річна програма N_p , шт	600
Штучно-калькуляційний час, хв	
$T_{шт-к1}$	15,12
$T_{шт-к2}$	14,22
$T_{шт-к3}$	18,48
$T_{шт-к4}$	13,03
$T_{шт-к5}$	12,45
Йомвірний тип виробництва (ДС=1, СС=2, ВС=3)	2
Кількість змін	1

					КНУ.КБР.131.25.2-01.02.СПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 2.6- Розрахунок типу виробництва

Коефіцієнт закріплення операцій

$$K_{з.о.} = \frac{\sum \Pi_{oi}}{\sum P_i}$$

де $\sum \Pi_{oi}$ – сумарне число різних операцій за місяць з розрахунку на одного змінного
 $\sum P_i$ – явочне число робітників ділянки, що виконують різні операції при роботі в одну

$$\Pi_{oi} = \frac{13182 \cdot \eta_H}{T_{шт.к.} \cdot N_M}$$

де η_H – плановий нормативний коефіцієнт завантаження верстата, прийнятий для велико-, середньо- та дрібносерійного виробництва відповідно рівним 0,75; 0,8; 0,9;
 N_M – місячна програма випуску заданої деталі, $шт N_M = \frac{N_p}{s \cdot 12}$

$$\Pi_{o1} = \frac{13182 \cdot 0,8}{15,12 \cdot 50} = 13,949$$
$$\Pi_{o2} = \frac{13182 \cdot 0,8}{14,22 \cdot 50} = 14,832$$
$$\Pi_{o3} = \frac{13182 \cdot 0,8}{18,48 \cdot 50} = 11,413$$
$$\Pi_{o4} = \frac{13182 \cdot 0,8}{13,03 \cdot 50} = 16,187$$
$$\Pi_{o5} = \frac{13182 \cdot 0,8}{12,45 \cdot 50} = 16,941$$

$$\sum P_i = P_1 + P_2 + \dots + P_n$$

$$P_i = 0,96 \cdot \eta_H = 0,96 \cdot 0,8 = 0,768$$
$$\sum P_i = 5 \cdot 0,768 = 3,84 = 4$$

$$K_{з.о.} = \frac{73,32}{4} = 18,3$$

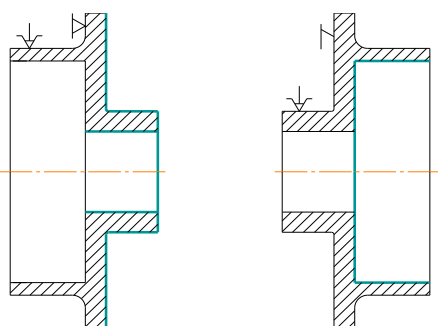
Виробництво

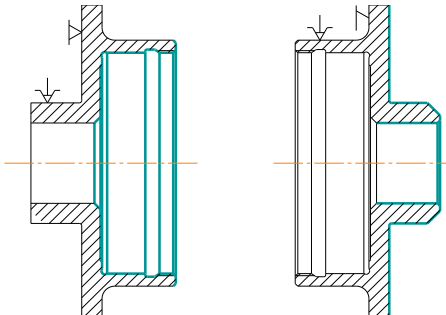
СЕРЕДНЬОСЕРІЙНЕ

2.4 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі "Корпус"

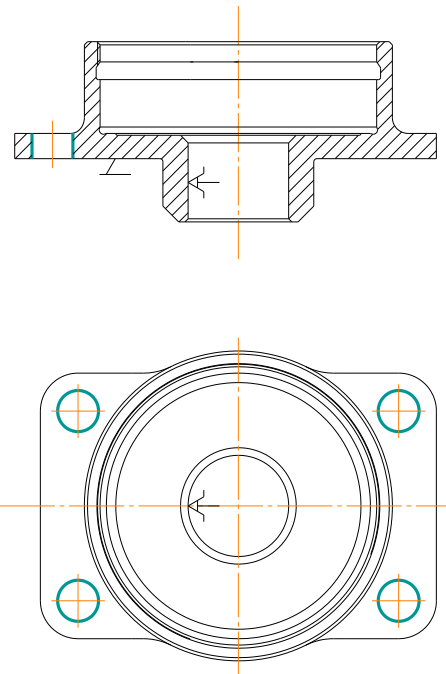
Маршрутний технологічний процес виготовлення корпусу приведений в таблиці 2.3.

Таблиця 2.4 – Типовий технологічний процес виготовлення деталі "Корпус"

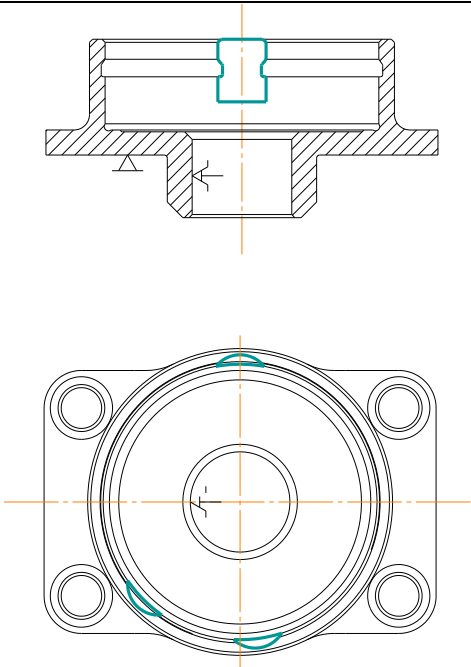
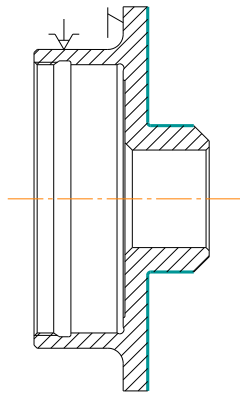
№ операції	Найменування операції	Схема установки заготовлі на верстаті	Найменування і модель устаткування
1	2	3	4
005	Заготівельна		
010	Токарна чорнова		Токарно-гвинторізний 1K62

020	Токарна чистова		Токарно-гвинторізний 1К62

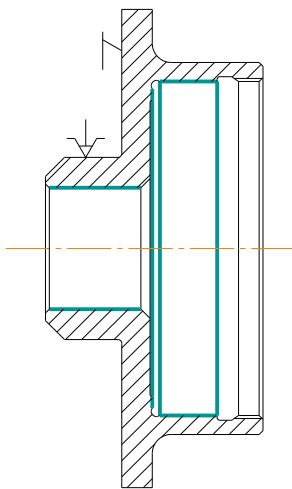
Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
025	Свердлильна		Вертикально-свердлильний 2А135

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
035	Свердлильна		Вертикально-свердильний 2А135
040	Загартування		ТВЧ
045	Круглошліфувальна		Круглошліфувальний 3М151

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
050	Внутрішньошліфувальна		Внутрішньошліфувальний 3К228А
055	Контрольна		Стіл ВТК

Базовий технологічний процес виготовлення корпусу по своїй структурі відповідає серійному виробництву. З операційного технологічного процесу видно, що заготівля - штамповка. Це найбільш прийнятний спосіб отримання заготівлі. Коефіцієнт використання матеріалу становить - 0,67, що є достатньо високим показником. Програма випуску деталей становить - 1600 шт/рік і тому послідовність виконання операцій цілком закономірна й відповідає програмі випуску деталей.

При досягненні точності деталей, що виготовляються, використовується принцип сталості і єдності баз.

Задана точність і шорсткість досягається за рахунок точного настроювання верстата, а також за рахунок періодичного контролю виконавцем з наступним корегуванням настроювань верстата.

Недоліками базового технологічного процесу є:

- устаткування, застосовуване при виробництві деталей універсальне й малопродуктивне;
- застосовувані пристосування є універсальними й менш швидкісними (механічними), застосовуваний інструмент звичайний, контроль виробляється наприкінці технологічного процесу;

Всі виявлені недоліки необхідно враховувати при проектуванні нового технологічного процесу.

У технологічний процес необхідно внести наступні зміни:

- у проектуваному технологічному процесі приймаємо більш продуктивне устаткування з ЧПК в порівнянні із заводським варіантом технологічного

					КНУ.КБР.131.25.2-01.02.СПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

процесу, тим самим зменшуємо час на виготовлення деталі, а також зменшуємо кількість операцій у техпроцесі й трудомісткість виготовлення деталі;

- приймаємо спеціальні пристосування зменшуючи при цьому витрати на виготовлення оснащення й інструмент (різці, фрези й ін.);

- для зменшення виготовлення бракованих деталей необхідно ввести в технологічний процес своєчасний контроль заточення різального інструменту й посилити контроль якості заготівель, тому що якість заготівлі впливає на відсоток браку;

					КНУ.КБР.131.25.2-01.02.СПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

3 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

3.1 Вибір методу одержання заготовки

Обґрунтовуємо варіанти одержання заготівлі, користуючись матрицею впливу факторів. Відповідно до конструкції деталі й пропонованих технічних вимог установлюємо основні фактори, що визначають вибір виду заготовки й технології її виготовлення.

Для аналізу складаємо таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 - Матриця методу одержання заготовки

Варіанти одержання заготівель	Фактори							Σ
	Форма й розміри заготівлі	Необхідні точність і якість поверхні	Технологічні властивості матеріалу	Річна програма	Функціональне призначення деталі	Маса деталі	Можливості підприємства	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сортовий прокат	—	+	—	+	—	+	+	4
Кування:								
- на молотах	—	—	+	—	—	—	+	2
- у підкладних кільцях	—	+	+	—	+	+	+	5
Штампування:								
- на штампувальних молотах	+	+	+	+	+	+	+	7
- на КГШП	+	+	+	+	+	+	+	7
Лиття:								
- у кокіль	+	+	—	+	—	+	+	5
- у песчано-глинисті форми	—	—	—	+	—	—	+	2

Відповідно до конструкції деталі й технічних умов, установлюємо основні фактори, що визначають вибір виду заготівлі й технології її виготовлення.

					КНУ.КБР.131.25.2-01.03.ПТП				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Барабан				ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ		Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.	Пивінла							1.1	
Реценз.							каф.ТМ гр. ПМ -22ск		
Н. Контр.	Нечаєв								
Затверд.	Рязанцев								

Аналізуючи ступінь впливу розглянутих вище факторів, робимо висновок, що заготівлю даної деталі можливо одержати штампуванням на молотах і на КГШП, тому що обидва варіанти дозволяють наблизити форму заготівлі до форми готової деталі. Приймаємо штампування на КГШП, що відповідає базовому варіанту.

Позитивними факторами для прийняття способу одержання заготівлі - штампуванням на кривошипному гарячостамповочному пресі є: припуски призначаються значно меншими, ніж при куванні на молоті, що сприяє раціональнішому використанню матеріалу; шорсткість отриманої заготівлі дозволяє приймати неопрацьовані поверхні за настановні бази.

Після визначення методу одержання заготівлі визначаємо припуски на заготівлю й вичерчуємо креслення заготівлі, із вказівкою технічних вимог пропонованих до заготівлі. Для визначення припусків установлюємо параметри заготівлі: точність, масу, габаритні найбільші розміри, група сталі й ступінь складності кування.

Вихідні дані по заготовці:

Штампувальне устаткування - КГШП. Нагрівання заготівель - індукційне. Штампування здійснюється в закритому однострумковому штампі.

Вихідні дані по деталі:

Матеріал - сталь 10X11H23T3MP (за ДСТУ ГОСТ 5632-72): 0,1% C; 0,6% Si; 0,6% Mn; 10 - 12,5% Cr; 21 - 25% Ni; 2,6 - 3,2 Ti; 1 - 1,6% Mo; 0,8% Al; 0,02% B.

3.1.2 Визначення розмірів кування корпуса

Розрахункова маса кування визначається по формулі 3.1:

$$K_p = 1,6 \text{ [5].}$$

$$M_{н.р.} = 1,3 \cdot 1,6 = 2,08 \text{ кг}$$

Клас точності - Т5. [5]

Група сталі - М3. [5]

Для визначення ступеня складності обчислюємо масу фігури, що описує кування, (паралелепіпеда й циліндра), збільшуючи в 1,05 рази габаритні розміри деталі, що визначають положення її оброблених поверхонь, по формулі:

$$M_{\phi} = \frac{\pi \cdot (1,05 \cdot D)^2}{4} \cdot 1,05 \cdot L \cdot \gamma, \text{ кг} \quad (3.1)$$

де D – діаметр деталі, мм;

L - довжина деталі, мм;

γ – щільність матеріалу, кг/мм³.

$$M_{\phi} = \frac{\pi \cdot (1,05 \cdot 54,4)^2}{4} \cdot 1,05 \cdot 146 \cdot 7,95 \cdot 10^{-6} = 3,12 \text{ кг}$$

Відношення розрахункової маси кування до маси фігури, що описує, становить:

КНУ.КБР.131.25.2-01.03.В.ТТП										Арх.
Зм.	Н.	Арх.	№	Арх.	підпис	Дат				

$$\frac{M_{н.р.}}{M_{\phi}} = \frac{2,4}{3,12} = 0,36$$

Виходячи з отриманого значення ступінь складності - С3. [7]

- поверхня рознімання штампа - П (пласка)

- вихідний індекс -12 [5]

Припуски на механічну обробку й ковальські напуски.

Розрахунок виконавчих розмірів заготівлі виконуємо у вигляді таблиці

3.2.

Таблиця 3.2 - Визначення розмірів кування

Вихідний р-р, мм	Шорсткість Ra, мм	Основний припуск, мм	Додатковий припуск	Допуск. відхилення	Виконавчий розмір заготівлі, мм
1	2	3	4	5	6
Ø98	—	—	—	+1,4 -0,8	Ø98 +1,4 -0,8
Ø88Н10	1,6	2×1,7	2×0,3	+0,8 -1,4	Ø84 +0,8 -1,4
Ø48h7	1,6	2×1,7	2×0,3	+1,4 -0,8	Ø52 +1,4 -0,8
Ø32Н7	0,8	2×1,8	2×0,2	+0,7 -1,3	Ø28 +0,7 -1,3
57	12,5	2×1,5	2×0,2	+1,4 -0,8	60 +1,4 -0,8
29	12,5/1,6	1,4+1,7	2×0,3	+1,3 -0,7	29 +1,3 -0,7
20	12,5/1,6	+1,5-1,6	2×0,3	+1,3 -0,7	20 +1,3 -0,7

Вибираємо основні припуски на механічну обробку, додаткові припуски на зсув по поверхні рознімання штампів , а також зігнутість і відхилення від площини й прямолінійності .

Приймаємо допускаємі відхилення розмірів кування .

Обрані величини заносимо в таблицю і робимо розрахунок виконавчого розміру кування.

Штампувальні ухили на зовнішній поверхні – 5°, внутрішніх поверхонь – 7° [5].

Радіуси зовнішніх закруглень - 3 мм, внутрішніх - 9 мм [5].

3.1.3 Вибір вихідної заготівлі корпуса

Обсяг вихідної заготівлі визначаємо по формулі: [6]

$$V_z = V_n + V_y + V_z + V_{пер}, \quad (3.2)$$

					КНУ.КБР.131.25.2-01.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

де V_n – обсяг кування;
 V_y – обсяг металу, що втрачається у вигляді вигару;
 V_3 – обсяг задира;
 $V_{пер}$ – обсяг перемички.

Обсяг кування визначається як сума обсягів елементарних фігур, що становлять кування:

$$V_n = V_1 + V_2 + V_3 \quad (3.3)$$

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \cdot h_1 = \frac{\pi \cdot 2,9^2}{4} \cdot 4,9 = 32,4 \text{ см}^3$$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot D_2^2}{4} \cdot h_2 = \frac{\pi \cdot 5,8^2}{4} \cdot 7,4 = 195,5 \text{ см}^3$$

$$V_3 = \frac{\pi \cdot D_3^2}{4} \cdot h_3 = \frac{\pi \cdot 2,9^2}{4} \cdot 2,7 = 17,8 \text{ см}^3$$

$$V_n = 32,4 + 195,5 + 17,8 = 245,7 \text{ см}^3$$

$$V_o + V_m = 0,04 \cdot V_n = 0,04 \cdot 245,7 = 10,2 \text{ см}^3$$

$$V_y = 0,01 \cdot V_n = 0,01 \cdot 245,7 = 2,5 \text{ см}^3$$

$$V_3 = 245,7 + 10,2 + 2,5 = 258,4 \text{ см}^3$$

За ДСТУ 7806:2015[6] приймаємо прокат $D=67$ мм, $F=35,26 \text{ см}^2$.

$$L = \frac{V_3}{F} = \frac{258,4}{35,26} = 7,09 \text{ см.}$$

Перевіряємо умову загину:

$$\frac{L}{D} = \frac{70}{67} = 1,04 < 3$$

Умова виконується.

Висновок: вихідна заготовка – сортовий прокат звичайної точності (групи В), діаметр прокату $67^{+0,3}_{-1,1}$, довжина прокату 70 мм. Маса вихідної заготовки визначається по формулі:

$$M_{у.з.} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L \cdot \gamma = \frac{\pi \cdot 67^2}{4} \cdot 70 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 1,94 \text{ кг}$$

3.1.4 Визначення послідовності обробки поверхонь

Сукупність виконання технологічних операцій становить маршрут обробки. На зовнішні, внутрішні та торцеві поверхні визначаємо кількість послідовних переходів з послідовним приближенням до необхідної точності та шорсткості. Для складання маршруту обробки встановлюємо план обробки основних поверхонь деталі, та представляємо його у вигляді таблиць.

Таблиця 3.3 – План обробки поверхонь

					КНУ.КБР.131.25.2-01.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

№ поверхні, розмір	Технологічні переходи (операції)	Шорсткість Ra	Точність IT	Допуск T
1	2	3	4	5
8 M90x1,5	Заготівля	25	14	1,400
	Точіння чорнове	12,5	12	0,350
	Точіння напівчистове	6,3	10	0,140
	Різьбонарізання	3,2	6H	0,054
10 Ø88H10	Заготівля	25	14	1,400
	Точіння чорнове	12,5	12	0,350
	Точіння напівчистове	6,3	11	0,220
	Точіння чистове	3,2	10	0,140

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5
18 Ø48h7	Заготівля	25	14	1,000
	Точіння чорнове	12,5	12	0,250
	Точіння напівчистове	6,3	10	0,160
	Точіння чистове	3,2	8	0,100
	Шліфування	1,6	7	0,025
15 Ø32H7	Заготівля	25	14	1,000
	Точіння чорнове	12,5	12	0,250
	Точіння напівчистове	6,3	10	0,160
	Точіння чистове	3,2	8	0,100
	Шліфування	1,6	7	0,025
3 Ø13	Заготівля	-	-	-
	Свердлення	12,5	12	0,180
2 Торцовка	Заготівля	25	14	Забезпечується інструментом
	Зенкерування	12,5	12	
23 Фаска	Заготівля	-	-	Забезпечується інструментом
	Зенкування	12,5	12	
9 канавка	Заготівля	-	-	Забезпечується інструментом
	Точіння однократне	12,5	12	
12 канавка	Заготівля	-	-	Забезпечується інструментом
	Точіння однократне	3,2	12	
19 фаска	Заготівля	-	-	Забезпечується інструментом
	Точіння однократне	12,5	12	
21 паз	Заготівля	-	-	-
	Фрезерування однократне	12,5	10	
6, 17 57	Заготівля	25	14	1,200
	Точіння однократне	12,5	12	0,740
20 (торець) 20	Заготівля	25	14	0,840
	Точіння чорнове	12,5	12	0,210
	Точіння напівчистове	6,3	11	0,130
	Точіння чистове	3,2	10	0,084
	Шліфування	1,6	9	0,052
14 конус 3x45°	Заготівля	-	-	-
	Точіння однократне	12,5	12	
11 (торець) 29	Заготівля	25	14	0,840
	Точіння чорнове	12,5	12	0,210
	Точіння напівчистове	6,3	11	0,130
	Точіння чистове	3,2	10	0,084

					КНУ.КБР.131.25.2-01.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5
7, 5, 16 фаска	Заготівля Точіння однократне	- 12,5	- 12	Забезпечується інструментом
13 виточка	Заготівля Точіння однократне	- 12,5	- 12	- 0,740

Відповідно до прийнятого плану обробки складаємо маршрутний технологічний процес і оформляємо маршрутні карти, відповідно до діючого стандарту (див. додатки А, Б).

Вирішальним фактором при виборі встаткування є забезпечення заданої точності і якості оброблюваних поверхонь при максимальній продуктивності праці. Верстати загального призначення вибираються по каталогах і довідкових таблицях із вказівкою в маршрутному технологічному процесі типу й моделі.

Згідно типу виробництва доцільне застосування верстатів з ЧПК. На першому етапі вибираємо встаткування по маршруті обробки, по габаритах оброблюваної деталі, по програмі випуску деталі й по можливості автоматизації обробки.

При розробці операційного технологічного процесу можливо необхідно буде зробити коригування прийнятого встаткування по потужності та по оптимальних режимах різання.

Прийняте встаткування заносимо у відповідні графи маршрутної карти.

3.2 Вибір та обґрунтування баз

Деталь "Корпус" відноситься до типу корпусів. У цієї деталі направляючою базою є вісь, а установочною – торець фланця. Таким чином, вісь є конструкторською, виміральною і подвійною опорною базою.

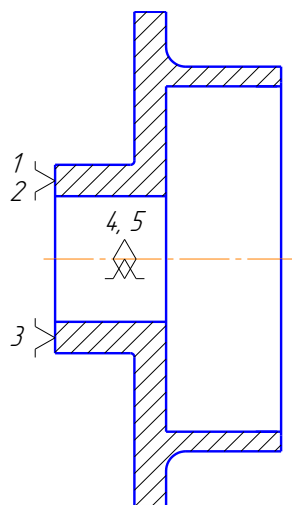


Рисунок 3.1 – Теоретична схема базування деталі "Корпус"
1, 2, 3 – установча база; 4, 5 подвійна опорна база

					КНУ.КБР.131.25.2-01.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Для установки деталі на токарній операції використовуються циліндричні поверхні та один з торців. Вони найкраще підходять для установки деталі в 3-х кулачковий патрон.

Умовна схема базування на токарні операції показана на рисунку 3.2. Заготівля встановлюється в трикулачковий патрон з упором в торець.

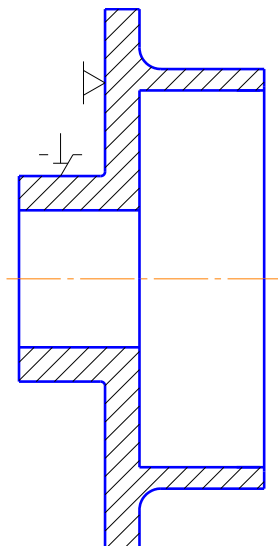


Рисунок 3.2 – Умовна схема базування деталі на токарній операції

Умовна схема базування на свердлильну та фрезерну операції показана на рисунку 3.3. Заготівля базується на циліндричний палець з упором на дві нерухомі опори із застосуванням прихватів.

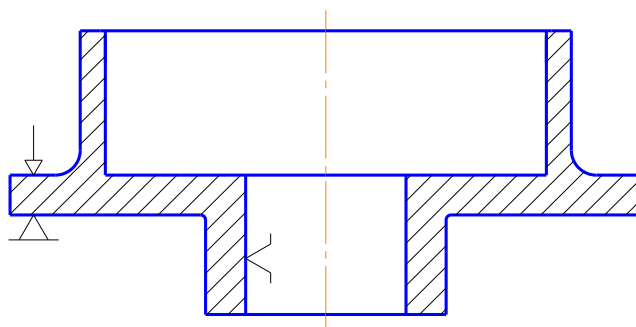


Рисунок 3.3 – Умовна схема базування деталі на свердлильній операції

На круглошліфувальній операції, умовна схема якої наведена на рисунку 3.4, базування відбувається на циліндричну оправку з упором в торець.

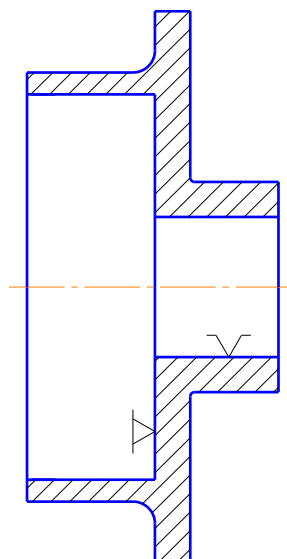


Рисунок 3.4 – Умовна схема базування деталі на круглошліфувальній операції

На внутрішньо шліфувальній операції деталь встановлюється в трикулачковий патрон з упором в торець. Умовна схема базування деталі представлена на рисунку 3.5

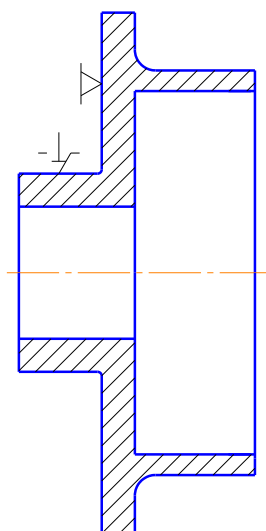


Рисунок 3.5 – Умовна схема базування деталі на внутрішньо шліфувальній операції

Для досягнення необхідної точності розмірів та, як наслідок забезпечення прийнятної якості виготовлення деталі, необхідно використовувати принцип єдності та сполучення баз. У нашій випадку принцип єдності й сполучення баз витримані й тому буде досягнута висока точність заданих розмірів при механічній обробці.

					КНУ.КБР.131.25.2-01.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

3.2.1 Проектування операційного технологічного процесу

На підставі прийнятих маршрутних технологічних процесів обробки корпусу, розробляємо операційні технологічні процеси [7], на кожен операцію по переходах (див. додатки А, Б).

Операційні карти заповнюються по всіх графах бланків, установлених системою технічної документації.

Операційні ескізи виконані в довільному масштабі. Кількість проекцій обумовлює необхідністю показу всіх оброблюваних поверхонь і операційних розмірів, тобто щоб мати повне подання про оброблювану деталь.

Деталь на операційному ескізі накреслена в робочому положенні, що вона займає на верстаті, і в тім виді, який вона має після обробки на конкретній операції. Базування й закріплення деталі в пристосуванні показується умовними позначками.

Оброблювані поверхні зазначені потовщеними лініями. На операційному ескізі вказуються одержувані розміри з допусками й шорсткістю поверхні.

З огляду на можливі деформації в результаті перерозподілу внутрішніх напружень, спочатку обробляємо поверхні, до яких не пред'являються жорсткі вимоги по точності, а потім більш точні поверхні.

Операційні карти й карти ескізів з повною інформацією про технологічний процес перебувають у додатку А, Б.

3.3 Вибір ріжучих та допоміжних інструментів

Вибір ріжучих і допоміжного інструментів здійснювався з урахуванням характеру виробництва, методу обробки, типу верстата, конфігурації, розмірів і матеріалу оброблюваної заготовки, необхідних якості поверхні й точності обробки.

Залежно від виду обробки в проектованому технологічному процесі застосовується стандартний різальний інструмент:

- для чорнової й чистової обробки циліндричних та торцевих поверхонь корпусу застосовуються різці з пластинкою із твердого SECO TP1500 DCBNR3232P19-M, для обробки внутрішнього отвору Різець розточувальний для операції 015 2 перехід, державка: S25R-CCLNR09; Пластина: CNGN 090304S-01020; Матеріал: CBN100; Розміри (мм): $d=9,25$; $l=9,7$; $s=3,18$; $r_e=0,4-1,2$;

- для нарізування різьби в отворі корпусу використовуються Мітчик 2620-3447 ДСТУ 17933-72;

- для точіння канавок використовуються спеціально розроблені канавкові різці;

- для обробки отворів в деталях застосовуються: свердло центрувальне DIN 6537B ДСТУ ISO 2540:2018 2 мм, спіральні свердла Ø5 мм, Ø13 мм SECO SD502-12-80-40R7 ;

					КНУ.КБР.131.25.2-01.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- для виконання фасок в отворах використовуються zenківки конічні за УАТО НХ-6.3-20.5 мм;

- для виконання шліфувальних операцій, застосовуємо шліфувальні кола за ДСТУ ГОСТ 2424-83, розміри яких вибираються залежно від діаметра оброблюваної поверхні.

Прийняті різальні й допоміжні інструменти для кожної операції зазначені в прикладеному технологічному процесі (додаток А, Б).

3.4 Визначення режимів обробки

Таблиця 3.4 – Зведена відомість режиму обробки деталі корпус

НОМЕР		НАЙМЕНУВАННЯ ОПЕРАЦІЇ, ПЕРЕХОДА	РЕЖИМИ ОБРОБКИ						
Операц ії	Перех ода		D, мм	L, мм	t, мм	i	S, мм/об	V, м/хв	n, хв ⁻¹
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
010		Токарна							
		Встановлення А							
	1	Підрізати торець	48	8	1	1	0,12	60,3	400
	2	Точити пов. Ø48	48	19	1	1	0,12	60,3	400
	3	Точити торцеву поверхню	63	39	1	1	0,12	79,2	400
	4	Розточити отв. Ø32	32	28	1	1	0,12	40,2	400
		Встановлення Б							
	1	Підрізати торець	98	5	1	1	0,2	123,2	400
	2	Розточити пов. Ø88	88	29	2	1	0,2	110,5	400
	3	Підрізати торець	88	20	2	1	0,2	110,5	400
015		Токарна з ЧПК							
		Встановлення А							
	1	Точити пов. Ø48	48	19	0,8	1	0,25	75,4	500
	2	Точити конус 5x45°	48	5	5	1	0,25	75,4	500
	3	Підрізати торець	63	39	0,8	1	0,25	90	500
	4	Точити канавку	48	0,3	0,3	1	0,1	75,4	500
	5	Розточити пов. Ø32	32	28	0,8	1	0,25	50,3	500
	6	Точити фаску 1x45°	32	1	0,3	1	0,1	50,3	500
		Встановлення Б							
	1	Розточити пов. Ø88	88	29	0,25	1	0,25	138,2	500
	2	Точити канавку	90,5	1,25	1,25	1	0,25	141,4	500
	3	Точити канавку	78	23	0,5	1	0,25	122,5	500
	4	Точити канавку	88	0,3	0,3	1	0,25	138,2	500
	5	Нарізати різьбу М90	90	8	1	1	1,5	45,2	160
	6	Точити конус 3x45°	32	3	3	1	0,25	50,3	500
	7	Точити фаску 1x45°	90	1	1	1	0,25	140,3	500

					КНУ.КБР.131.25.2-01.03.ПТП				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
020		Свердлильна з ЧПК							
	1	Центрувати отвір	2	6	1	4	0,07	1,6	250
	2	Свердлити отв. Ø13	13	10	6,5	4	0,1	16,3	400
	3	Торцювати місце під болт	22	0,2	11	4	0,05	27,6	400
	4	Зенкувати фаску 1x45°	13	1	1	4	0,1	16,3	400
	5	Фрезерувати паз	20	20	3	3	0,1	15,7	250
030		Круглошліфувальна							
	1	Шліфувати пов. Ø48 з підшліфовкою торця	48	20	0,06	1	20	81,7	400
035		Внутрішньошліфувальна							
	1	Шліфувати пов. Ø88	88	17	0,05	1	20	108	400
	2	Шліфувати пов. Ø32	32	28	0,05	1	20	57,3	400

3.4.1 Нормування операцій

Розрахуємо норму часу для токарної операції, виконуваної на токарному верстаті з ЧПК в універсальному пристосуванні (операція 015). Оброблювані поверхні – Ø54,4 мм; Ø26 мм; Ø25,5 мм. Загальна довжина оброблюваних поверхонь $l_1=70$ мм; $l_2=29$ мм; $l_3=15$ мм. Довжина врізання $l_{вр.}=1$ мм; довжина перебігу $l_{пер.}=2$ мм.

Основний час визначається розрахунком для кожного технологічного переходу залежно від методу обробки :

$$T_o = \frac{L_p}{S_M} \cdot i \quad (3.6)$$

де L_p – розрахункова довжина обробки (довжина робочого ходу), мм;

i – число проходів;

S_M – хвилинна подача, мм/хв.

$$T_{01} = \frac{70+1+2}{312,5} = 11,03 \text{ хв}$$

$$T_{02} = \frac{29+1}{312,5} = 0,10 \text{ хв}$$

$$T_{03} = \frac{15+1+2}{312,5} = 0,06 \text{ хв}$$

$$T_o = 11,03 + 0,10 + 0,06 = 11,19 \text{ хв}$$

Допоміжний час установлюється для кожного технологічного переходу по нормативах і розраховується по формулі :

$$T_{доп} = T_{доп.в.} + T_{доп.пров.} + T_{доп.изм.} \quad (3.7)$$

де $T_{доп.в.}$ - час установки й зняття заготівлі, хв.;

$T_{доп.пров.}$ – час, пов'язане з переходом, хв.;

					КНУ.КБР.131.25.2-01.03.ПТП				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

$T_{\text{доп.вим.}}$ - час на виміри, хв.

Допоміжний час:

- на установку деталі $T_{\text{уст}}=0,6$ хв;
- на переміщення задньої бабки $T_{\text{пер}}=1,32$ хв;
- на вимір деталі $T_{\text{изм}}=0,79$ хв.

$$T_{\text{доп}}=0,6+1,32+0,79=2,71 \text{ хв.}$$

Для операції основний технологічний час визначається підсумовуванням $T_{\text{оі}}$ й $T_{\text{допі}}$ по технологічних переходах.

Оперативний час операції :

$$T_{\text{оп}}=T_{\text{о}}+T_{\text{доп}}, \quad (3.8)$$

Оперативний час:

$$T_{\text{оп}}=11,19+2,71=3,9 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{шт}}=T_{\text{о}}+T_{\text{доп}}+T_{\text{тех.}}+T_{\text{орг.}}+T_{\text{п}}, \quad (3.5)$$

де $T_{\text{о}}$ – основний технологічний час, хв.;

$T_{\text{доп}}$ – допоміжний час, хв.;

$T_{\text{тех.}}$ - час технічного обслуговування робочого місця, хв.;

$T_{\text{орг.}}$ - час організаційного обслуговування робочого місця, хв.;

$T_{\text{п.}}$ - час перерв, хв.

Час на технічне обслуговування:

$$T_{\text{тех}}=0,03 \cdot 3,9=0,12 \text{ хв.}$$

Час на організаційне обслуговування робочого місця:

$$T_{\text{орг}}=0,04 \cdot 3,9=0,16 \text{ хв.}$$

Час перерв на відпочинок:

$$T_{\text{п}}=0,025 \cdot 3,9=0,01 \text{ хв.}$$

Штучний час:

$$T_{\text{шт}}=13,9+0,12+0,16+0,01=14,19 \text{ хв.}$$

Норми часу на виконання інших операцій представлені у зведеній відомості норм часу по операціях (таблиці 3.5).

Таблиця 3.5– Зведена відомість норм часу по операціях

№ ОПЕР	НАЙМЕНУВАННЯ ОПЕРАЦІЇ	$T_{\text{о}}$	$T_{\text{в}}$			$T_{\text{оп}}$	$T_{\text{обсл}}$		$T_{\text{отд}}$	$T_{\text{шт}}$
			$T_{\text{уст}}$	$T_{\text{пер}}$	$T_{\text{изм}}$		$T_{\text{тех}}$	$T_{\text{орг}}$		
010	Токарна	2,96	0,6	1,1	0,12	4,78	0,14	0,19	0,12	15,12
015	Токарна з ЧПК	2,03	0,6	1,1	0,12	3,85	0,12	0,15	0,1	14,22
020	Свердлильна з ЧПК	4,18	0,3	1,12	2,15	7,75	0,23	0,31	0,19	18,48
030	Круглошліфувальна	0,13	1,2	1,12	0,32	2,77	0,08	0,11	0,07	13,03
035	Внутрішньошліфувальна	0,21	0,6	1,1	0,32	2,23	0,07	0,09	0,06	12,45

					КНУ.КБР.131.25.2-01.03.ПТП					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						

4 РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ВЕРСТАТУ З ЧПК

Таблиця 4.1-Вихідні дані

Вихідні дані					
Дані	Базовий варіант				Новий варіант
	16K20	16K20	3-верстат	4-ий верстат	HAAS ST-10
Деталі					
Річний обсяг випуску деталей N, шт.	600				600
Кількість запусків партій деталей в рік, шт	12				12
Тривалість випуску деталей Z, років	3				3
Штучний час обробки деталі $t_{шт}$, хв.	16,5	17,12	0		15,12
Час наладки верстата, хв.	26,8	35,7	0		22,6
Розряд:					
контролера	5				5
верстатника	3	3	0		5
наладчика	3	3	0		5
наладчика інструменту		0			4
Кількість кадрів програми, шт.		0			100
Вартість заготовки $S_{мг}$, грн.	1524				1524
Вартість комплекту спец. пристосувань $K_{сп}$, грн					
Оптова ціна на прокат одного УСП $Ц_{усп}$, грн					
Середній час налагодження за прибором одного інструменту поза верстатом, хв.					15
Середній період стійкості інструменту, хв.	60	60			90
Середня кількість граней пластинки, шт.	1	1			3
Коефіцієнт, що враховує питому вагу основного часу в штучному K_2	0,083	0,083		0	0,2
Вартість одного кадру ПК, грн.					18,9
Вартість розробки ПК $K_{рп}$, грн.					534
Середньочасова зарплатня робітника, грн:					
верстатника $H_{ст}$	33,6	32,3			45,3
наладчика $H_{нал}$	33,6	28,2			34,3
наладчика інструмента $H_{ин}$					31,1
контролера H_k	29,8				29,8

					КНУ.КБР.131.25.2-01.04.РС		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Барабан				РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ	Лім.	Арк.
Перевір.	Пивінла						1,1
Реценз.						каф.ТМ гр. ПМ -22ск	
Н. Контр.	Нечаєв						
Затверд.	Рязанцев						

Таблиця 4.2- Вихідні дані, щодо обладнання

Верстати					
Клас точності верстата	Н	Н			А
Маса верстата, т	30	30			50
Габарити верстата (довжина х ширина), м.	5,495 х 4,55	5,495 х 4,55			9,4 х 6,4
Габарити пристрою ЧПК, м					0,5 х 0,5
Тип пристрою ЧПК					FANUC 0iMF
Строк служби верстата до капітального ремонту Т _{рн} , років	7	7			15
Встановлена потужність всіх електродвигунів головного руху, кВт	20	20			50
Категорія складності ремонту верстата ЕРС:					
механічної частини R _м	51	51			100
електротехнічної частини R _е	43	43			99
Кількість верстатів, що обслуговує один робочий d, шт	1	1			2
Оптова ціна верстата Ц, грн.	110000	110000			959900
Коефіцієнт завантаження верстата η _з	0,75	0,75			0,95
Площа верстата за габаритами А, м. кв.	25,0	25,0			60,0
Площа пристрою ЧПК А _у , м. кв.					0,25
Витрати на одну одиницю ЕРС верстата, грн.					
механічної частини Н _м	401	329			272
електротехнічної частини Н _е	86	71			60
Норматив річних витрат на поточне обслуговування та ремонт ПЧПК Q, грн.					1195
Коеф., що враховує додаткову площу верстата, γ	2,5	2,5	0	0	2
Коеф., що враховує клас точності верстата, μ	1	1	0	0	1,8
Ефективний річний фонд часу роботи верстата Ф _{еб} , год	3975	3975	0	0	4015
Виробничі та інші площі					
Вартість 1 м. кв. площі механічної Ц _{мх} , грн	500				500
Вартість 1 м. кв. площі, що займають службово-побутові приміщення Ц _{спб} , грн	1000				1000
Площа службово-побутових приміщень, що приходяться на одного робочого А _б , м. кв.	7				7
Витрати на утримання та амортизаційні витрати на 1 м. кв. цеху Н _{цх} , грн.	180	180	0	0	200

					КНУ.КБР.131.25.2-01.04.РС	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 4.3-Розрахунок допоміжних показників

Розрахунок допоміжних показників					
Дані	Базовий варіант				Новий варіант
	16K20	16K20	3-верстат	4-ий верстат	HAAS ST-10
Трудомісткість обробки $T_{шт}$, год	165	171,2	0	0	151,2
Час наладки верстата впродовж року $T_{н}$, год	5,36	5,36	0	0	4,52
Час наладки інструмента поза верстатом впродовж року $T_{ин}$, год	0	0,00	0	0	8,74
Час контролю деталей впродовж року $T_{к}$, год	13,695	14,2096	0	0	30,24
Кількість верстатників $P_{ст}$, чол. (розрах.)	0,09	0,09	0,00	0,00	0,04
(дійсна)	1	1	0	0	1
Кількість наладчиків верстатів $P_{н}$, чол. (розрахункова)	0,0029	0,0029	0,0000	0,0000	0,0024
(дійсна)	1	1	0	0	1
Кількість наладчиків інструмента поза верстатом $P_{ин}$, чол. (розрахункова)	0	0,0000	0	0	0,00470
(дійсна)	0	1	0	0	1
Кількість контролерів $P_{к}$, чол. (розрах.)	0,01	0,01	0,000	0,00	0,02
Додаткова кількість робочих по обслуговуванню верстатів з ЧПК $P_{дод}$, чол (розрахункова)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
(дійсна)	0	0	0	0	1
Загальна кількість працівників на річну програму випуску деталей, чол.	6				5
Частка завантаження верстата обробкою деталі в обсязі річного випуску P	0,06	0,06	0,0000	0,000	0,04

Таблиця 4.4-Розрахунок зарплати верстатника

1. Зарплата верстатника (основна та додаткова) I_1		Базовий варіант				Новий варіант			
$I_1 = N_{ст.зг} \cdot T_{шт} / d$		16K20	$I_1 = N_{ст.зг} \cdot T_{шт} / d$			HAAS ST-10	$I_1 = N_{ст.зг} \cdot T_{шт} / d$		
де $N_{ст.зг}$ – середньочасова заробітна платня верстатників зі усіма нарахуваннями, грн.;			9215	55,85	165	1	5692	75,29	151
$T_{шт}$ – час обробки деталей в обсязі їх річного випуску, год;		16K20	$I_1 = N_{ст.зг} \cdot T_{шт} / d$			Всього I_{12}	5692		
d – кількість верстатів, які обслуговує один робочий			9030	52,74	171,2	1			
$N_{ст.зг} = N_{ст} + Z_d + C_{соц} + C_{прем}$		3-верстат	$I_1 = N_{ст.зг} \cdot T_{шт} / d$						
де $N_{ст}$ – тарифна ставка верстатника, грн;			0	0,00	0	0			
Z_d – додаткова заробітна платня, 8%		4-ий верстат	$I_1 = N_{ст.зг} \cdot T_{шт} / d$						
$C_{соц}$ – відрахування на соціальне страхування, 12%			0	0	0	0			
$C_{прем}$ – преміальні доплати, 35%		Всього I_{11}	18245						
$T_{шт} = t_{шт} \cdot N / 60$									

Таблиця 4.5- Розрахунок зарплати наладчика

2. Зарплатня за наладку верстата $I_{н1}$

$$I_{н1} = N_{налад} \cdot T_{н1}$$

де $N_{налад}$ – середньочасова зарплатня наладчиків з усіма нарахуваннями, грн;
 $T_{н1}$ – час наладки верстата впродовж року, год

$$N_{налад} = N_{нал} + Z_{д} + C_{соц} + C_{прем}$$

де $N_{нал}$ – тарифна ставка наладчика, грн;
 $Z_{д}$ – додаткова заробітна платня, 8%
 $C_{соц}$ – відрахування на соціальне страхування, 12%
 $C_{прем}$ – преміальні доплати, 30%

$$T_{н1} = t_{н1} \cdot j_p / 60$$

де $t_{н1}$ – час наладки верстата для обробки партії деталей, хв;

j_p – кількість запусків партій деталей за рік

Базовий варіант				Новий варіант					
16K20	$I_{н1} = N_{нал} \cdot T_{н1}$	283,20	52,84	5,36	HAAS ST-10	$I_{н1} = N_{нал} \cdot T_{н1}$	243,79	53,94	4,52
16K20	$I_{н1} = N_{нал} \cdot T_{н1}$	237,68	44,34	5,36	Всього $I_{н1}$	243,79			
3-верстат	$I_{н1} = N_{нал} \cdot T_{н1}$	0,00	0,00	0					
4-ий верстат	$I_{н1} = N_{нал} \cdot T_{н1}$	0,00	0,00	0					
Всього $I_{н1}$	520,88								

Таблиця 4.6-Розрахунок зарплати налагоджувальника інструменту

3. Зарплатня налагоджувальника інструмента поза верстатом, $I_{н2}$

$$I_{н2} = N_{н2} \cdot T_{н2}$$

де $N_{н2}$ – середньочасова зарплатня наладчика, грн;

$T_{н2}$ – час, який затрачується на налагодження інструмента поза верстатом, хв

$$T_{н2} = 1,3 \cdot t_{н2} \cdot T_{шт} \cdot k_{Г} / (T \cdot n_{Г})$$

де 1,3 – коеф., що враховує випадкову втрату інструменту та його вихід з ладу;
 $t_{н2}$ – середній час налагодження за прибором одного інструмента, хв.;
 $T_{шт}$ – час обробки деталей в обсязі їх річного випуску поза верстатом з ЧПК, год;
 $k_{Г}$ – коеф., який враховує питому вагу основного часу в штучному і дорівнює

T – середній період стійкості інструменту, хв.;

$n_{Г}$ – кількість граней пластинки, що не перегочується

Базовий варіант				Новий варіант				
16K20	$I_{н2} = N_{н2} \cdot T_{н2}$	0	0	HAAS ST-10	$I_{н2} = N_{н2} \cdot T_{н2}$	271,69	31,1	8,74
16K20	$I_{н2} = N_{н2} \cdot T_{н2}$	0,00	31,1	0,00	Всього $I_{н2}$	271,69		
3-верстат	$I_{н2} = N_{н2} \cdot T_{н2}$	0,00	0	0				
4-ий верстат	$I_{н2} = N_{н2} \cdot T_{н2}$	0,00	0	0				
Всього $I_{н2}$	0,00							

Таблиця 4.7- Розрахунок витрат на підготовку КП

4. Витрати на підготовку та поновлення керуючої програми $I_{пк}$

$$I_{пк} = K_{пк} / Z$$

3-верстат

$$I_{пк} = K_{пк} / Z$$

$$0 \quad 0 \quad 600$$

4-ий верстат

$$I_{пк} = K_{пк} / Z$$

$$0 \quad 0 \quad 600$$

Базовий варіант				Новий варіант			
16K20	$I_{пк} =$	$K_{пк}$	$/ Z$	HAAS ST-10	$I_{пк} =$	$K_{пк}$	$/ Z$
	0	0	3		178	534	3
16K20	$I_{пк} =$	$K_{пк}$	$/ Z$	Всього $I_{пк2}$	178		
	0,00	0	3				
Всього $I_{пк1}$	0,00						

Таблиця 4.8- Амортизаційні відрахування

7. Амортизаційні відрахування на повне відновлення обладнання		Базовий варіант		Новий варіант	
$I_n = K_0 \cdot A$ де A – норма амортизаційних відрахувань на повне відновлення верстата, що приймається: • для верстатів масою до 10 т, які оброблюють деталі металевими та абразивними інструментами, відповідно – <u>0.053 та 0.056</u> ; • для верстатів масою вище 10 т – <u>0.04 та 0.042</u> відповідно			$I_n = K_0 \cdot A$		$I_n = K_0 \cdot A$
16K20		276,58	6914	0,04	НААС ST-10
16K20		286,64	7166	0,04	Всього I_{n1}
3-верстат		0,00	0	0	
4-ий верстат		0,00	0	0	
Всього I_{n1}		563,22			

Таблиця 4.9- Розрахунок затрат на утримання приміщення

8. Витрати на утримання приміщення, яке займає верстат $I_{пн}$ $I_{пн} = H_{пн} \cdot (A + A_0) \cdot \gamma \cdot \beta$ де $H_{пн}$ – вартість амортизації та утримання 1 м. кв. площі механічного цеху • для верстатів класів точності Н та П – <u>180 грн</u> • для верстатів класів точності В та ОВ – <u>200 грн</u>	Базовий варіант						Новий варіант							
	16K20	$I_{пн} = H_{пн} \cdot (A + A_0) \cdot \gamma \cdot \beta$ 642,93	$H_{пн} = 180$	$A = 25,002$	$A_0 = 0$	$\gamma = 2,5$	$\beta = 0,06$	НААС ST-10	$I_{пн} = H_{пн} \cdot (A + A_0) \cdot \gamma \cdot \beta$ 983,9	$H_{пн} = 200$	$A = 60$	$A_0 = 0,25$	$\gamma = 2$	$\beta = 0,04$
	16K20	$I_{пн} = H_{пн} \cdot (A + A_0) \cdot \gamma \cdot \beta$ 666,26	$H_{пн} = 180$	$A = 25$	$A_0 = 0$	$\gamma = 2,5$	$\beta = 0,06$		Всього $I_{пн2}$	983,90				
	6610	$I_{пн} = H_{пн} \cdot (A + A_0) \cdot \gamma \cdot \beta$ 0,00	$H_{пн} = 0$	$A = 0$	$A_0 = 0$	$\gamma = 0$	$\beta = 0,00$							
	4-ий верстат	$I_{пн} = H_{пн} \cdot (A + A_0) \cdot \gamma \cdot \beta$ 0,00	$H_{пн} = 0$	$A = 0$	$A_0 = 0$	$\gamma = 0$	$\beta = 0,00$							
	Всього $I_{пн1}$	1309,19												

Таблиця 4.10- Розрахунок витрат на амортизацію

9. Витрати на амортизацію і утримання службово-побутових приміщень $I_{сх}$

$$I_{сх} = H_{пн} \cdot A_0 \cdot (P_{ст} + P_{пн} + P_{пол} + P_{к})$$

Базовий варіант						
$K_{сх1} =$	$C_{пл.б}$	$\cdot$	A_0	$\cdot$	$(P_{ст} +$	$P_{пн} + P_{пол} + P_k)$
42000	1000		7		2	3 0 1
Всього $K_{сх1}$	42000					

Новий варіант						
$K_{сх2} =$	$C_{пл.б}$	A_0	$(P_{ст} +$	$P_{пн} +$	$P_{пол} +$	$P_k)$
35000	1000	7	1	2	1	1
Всього $K_{сх2}$	35000					

Таблиця 4.11-Розрахунок витрат на обслуговування

10. Витрати на ремонт та технічне обслуговування обладнання I_p		Базовий варіант						Новий варіант							
$I_p = (H_p \cdot R_m + H_e \cdot R_e) \cdot \mu \cdot \beta$ де H_p, H_e – витрати на одинокі ремонтні складові відповідного механічної та електротехнічної частин, грн.; R_m, R_e – ремонтні складові відповідно механічної та електротехнічної часток, що приймаються за паспортом верстата, а для деяких верстатів ЧПК; μ – коефіцієнт, який враховує клас точності верстата, що приймається для класів точності Н, П, В, А, С – відповідно 1; 1,2; 1,5; 1,8; 2,2				$I_p = (H_p \cdot R_m + H_e \cdot R_e) \cdot \mu \cdot \beta$						$I_p = (H_p \cdot R_m + H_e \cdot R_e) \cdot \mu \cdot \beta$					
16K20		1380,0	401	51	86	43	1	0,06	HAAS ST-10	2435,3	272	100	60	99	1,8
16K20		1174,5	329	51	71	43	1	0,06	Всього I_{p1}	2435,3					
6610		$I_p = (H_p \cdot R_m + H_e \cdot R_e) \cdot \mu \cdot \beta$ 0,0 0 0 0 0 0 0 0,00													
4-ий верстат		$I_p = (H_p \cdot R_m + H_e \cdot R_e) \cdot \mu \cdot \beta$ 0,0 0 0 0 0 0 0 0,00													
Всього I_{p1}				2554,5											

Таблиця 4.12- Розрахунок витрат на обслуговування та ремонт

11. Витрати на технічне обслуговування і ремонт ЧПК I_y
 $I_y = Q \cdot \beta$
де Q – річні витрати при експлуатації у дві зміни і повній загрузці верста з ЧПК, грн

Базовий варіант			Новий варіант		
16K20	$I_y = Q \cdot \beta$		FOUR-STAR FD	$I_y = Q \cdot \beta$	
	0	0,06		48,8	1195 0,04
16K20	$I_y = Q \cdot \beta$		Всього I_{y2}	48,8	
	0	0,06			
6610	$I_y = Q \cdot \beta$				
	0	0,00			
4-ий верстат	$I_y = Q \cdot \beta$				
	0	0,00			
Всього I_{y1}	0,0				

Таблиця 4.13- Розрахунок зарплати контролера

12. Зарплатня контролера I_k

$$I_k = H_k \cdot T_k$$

де H_k – середньочасова заробітна платня контролера 5-го розряду, грн.; T_k – час контролю деталей впродовж року, год.

Для базових верстатів:

$$T_{k1} = 0,083 \cdot T_{шт}$$

де 0,083 – середньостатистична частка трудомісткості контрольних

Для обробки на верстатах з ЧПК

$$T_{k1} = 0,2 \cdot T_{шт}$$

Базовий варіант				Новий варіант			
	$I_k = H_k \cdot T_k$			HAAS ST-10	$I_k = H_k \cdot T_k$		
16K20	408,11	29,8	13,70	10	901,152	29,8	30,24
16K20	423,45	29,8	14,21	Всього I_{k1}	901,152		
6610	0,00	29,8	0,00				
4-ий верстат	0,00	29,8	0,00				
Всього I_{k1}	831,56						

Таблиця 4.14- Розрахунок балансової вартості верстата

1. Балансова вартість верстата K_0

$$K_0 = C \cdot \alpha \cdot \beta$$

де C – оптова ціна верстата, грн α – коеф., що враховує витрати на доставку та встановлення верстата та приймається рівним 1,1; β – частка завантаження верстата

$$\beta = T_{шт} + T_n / (\Phi_{кб} \cdot \eta_k)$$

Базовий варіант					Новий варіант				
	$K_0 = C \cdot \alpha \cdot \beta$				HAAS ST-10	$K_0 = C \cdot \alpha \cdot \beta$			
16K20	6914	110000,00	1,1	0,06	43108	959900,00	1,1	0,04	
16K20	7166	110000,00	1,1	0,06	Всього K_{01}	43108			
3-верстат	0	0	1,1	0,00					
4-ий верстат	0	0	1,1	0,00					
Всього K_{01}	14080								

Таблиця 4.15- Розрахунок вартості приміщення

2. Вартість приміщень, які займає верстат $K_{пл}$

$$K_{пл} = C_{пл.пл} (A + A_0) \cdot \gamma \cdot \beta$$

де $C_{пл.пл}$ – вартість 1 м. кв. площі механічного цеху; A – площа, яку займає верстат по габаритах, м. кв.; A_0 – площа, яку займають вносні, допоміжні пристрої, м. кв.; γ – коефіцієнт, який враховує додаткову площу

Базовий варіант							Новий варіант						
	$K_{пл} = C_{пл.пл} (A + A_0) \cdot \gamma \cdot \beta$						HAAS ST-10	$K_{пл} = C_{пл.пл} (A + A_0) \cdot \gamma \cdot \beta$					
16K20	1786	500	25	0	2,5	0,06	2459,7575	500	60	0,25	2	0,04	
16K20	1851	500	25	0	2,5	0,06	Всього $K_{пл1}$	2459,76					
3-верстат	0	500	0	0	0	0,00							
4-ий верстат	0	500	0	0	0	0,00							
Всього $K_{пл1}$	3637												

Таблиця 4.15-Розрахунок вартості службово-побутового приміщення

3. Вартість службово-побутових приміщень $K_{сл}$

$$K_{сл} = C_{пл.б} \cdot A_б \cdot (P_{ст} + P_n + P_{доп} + P_k)$$

де $C_{пл.б}$ – вартість 1 м. кв. службово-побутових приміщень, грн.; $A_б$ – площа службово-побутових приміщень, яка приходить на одного робочого; $P_{ст}, P_n, P_{доп}$ – кількість відповідно верстатників, наладчиків та додаткових робочих по обслуговуванню верстатів з ЧПК; P_k – кількість контролерів

Базовий варіант						
$K_{сл} = C_{пл.б} \cdot A_б \cdot (P_{ст} + P_n + P_{доп} + P_k)$						
42000	1000	7	2	3	0	1
Всього $K_{сл1}$	42000					
Новий варіант						
$K_{сл} = C_{пл.б} \cdot A_б \cdot (P_{ст} + P_n + P_{доп} + P_k)$						
35000	1000	7	1	2	1	1
Всього $K_{сл2}$	35000					

Таблиця 4.16- Розрахунок собівартості механічної обробки на операції

Собівартість механічної обробки річного випуску деталей

$$C = I_1 + I_n + I_{in} + I_{пк} + I_{пр} + I_{усп} + I_2 + I_{пз} + I_{сз} + I_p + I_y + I_k,$$

де I_1 – зарплатня верстатника;

I_n – зарплатня за наладку верстата;

I_{in} – зарплатня налагоджувальника інструмента поза верстат I_p – витрати на ремонт та технічне обслуговування обладнання;

$I_{пк}$ – витрати на підготовку та поновлення керуючої програм I_y – витрати на технічне обслуговування і ремонт ЧПК;

$I_{пр}$ – витрати на ремонт та утримання спеціальних пристосує I_k – зарплатня контролера

$I_{усп}$ – витрати на прокат універсально-збірних пристосувань при їх використанні;

I_2 – амортизаційні відрахування на повне відновлення обладнання;

$I_{пз}$ – витрати на утримання приміщення, яке займає верстат;

$I_{сз}$ – витрати на амортизацію і утримання службово-побутових приміщень;

С1 на деталь = 110,04

С2 на деталь = 79,13

	I_1		I_n		I_{in}		$I_{пк}$		$I_{пр}$		$I_{усп}$		I_2		$I_{пз}$		$I_{сз}$		I_p		I_y		I_k		
$C_1 =$	18245	+	520,88	+	0,00	+	0,00	+	0	+	0	+	563,22	+	1309,19	+	42000	+	2554,5	+	0,0	+	831,56	=	66024,00
$C_2 =$	5692	+	243,79	+	271,69	+	178	+	0	+	0	+	1724,30	+	983,90	+	35000	+	2435,3	+	48,8	+	901,15	=	47479,16

Таблиця 4.17- Розрахунок обігових коштів

4. Обігові кошти в незакінченому виробництві $K_{вз}$

$$K_{вз} = 3 \cdot n'' \cdot (S_{зг} + C / N_{пр} \cdot 0,5) \cdot \beta$$

де 3 – число партій деталей, які приходяться всередньому на одне робоче місце;

n'' – розмір налагодочної партії деталей (партії запуску), шт:

$$n'' = N_{пр} / j_p$$

$S_{зг}$ – вартість заготовки, грн;

C – собівартість механічної обробки річного випуску деталей, грн;

0,5 – коеф. наростання витрат

Базовий варіант						
$K_{вз} =$	3	·	n''	·	$(S_{зг} + C / N_{пр} \cdot 0,5) \cdot \beta$	
27561,94	50	1524	66024,00	600	0,12	
Всього $K_{вз}$	27562					

Новий варіант						
$K_{вз} =$	3	·	n''	·	$(S_{зг} + C / N_{пр} \cdot 0,5) \cdot \beta$	
9575,09	50	1524	47479,16	600	0,04	
Всього $K_{вз}$	9575					

Приведені витрати				
$3_1 =$	C_1	+	$E_{ж}$	· K_1
79116	66024		0,15	87279
$3_2 =$	C_2	+	$E_{ж}$	· K_2
61081	47479		0,15	90676

Річний економічний ефект				
$E =$	3_1	-	3_2	
18035	79115,9		61081	

Строк окупності				
$T_{ок} =$	$(K_2 - K_1) /$	$(C_1 - C_2)$		
0,147	90676,45	87279	66024,00	42977,00

Висновок: З розрахунків видно, що застосування верстату з ЧПК окупиться менше ніж за рік.

					КНУ.КБР.131.25.2-01.04.РС	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

5 РОЗРОБКА ВЕРСТАТНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ ТА РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ ДЛЯ ОПЕРАЦІЇ НА ВЕРСТАТІ З ЧПК

5.1 Розробка керуючої програми для операції на верстаті з ЧПК

Розробляємо керуючу програму для верстата з ЧПК – свердильного моделі KDZ600H на свердлення чотирьох отворів Ø13, зенкування чотирьох фасок $1 \times 45^\circ$, фрезерування чотирьох місць під болти та фрезерування трьох пазів Ø20. Свердління в програмі FutureCam.

На рисунку 5.1 представлено ескіз деталі.

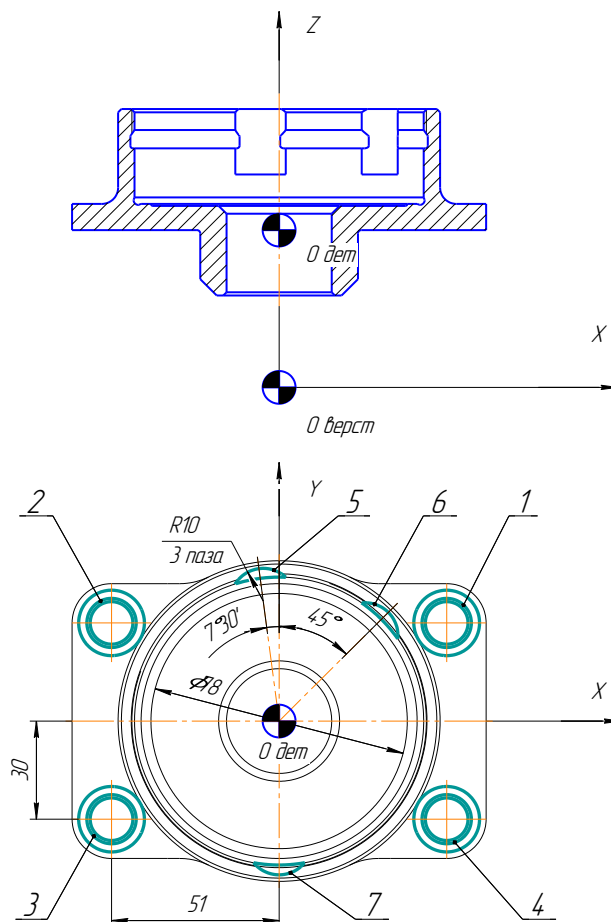


Рисунок 5.1 – Ескіз деталі корпус

Розрахуємо координати опорних точок та занесемо результати до таблиці 5.1. Режими різання для кожного переходу занесемо до таблиці 5.2.

					КНУ.КБР.131.25.2-04.05.РВІН		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗРОБКА ВЕРСТАТНО ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ Літ. Арк. Аркушів		
Розроб.	Барабан						
Перевір.	Пивінла						
Реценз.							
Н. Контр.	Нечаєв						
Затверд.	Рязанцев				каф.ТМ гр. ПМ -22ск		

Таблиця 5.1 – Координати опорних точок

Точки	Координати, мм				
	X _д	Y _д	X _с	Y _с	Z
1	2	3	4	5	6
1	30	51	30	51	234
2	-30	51	30	51	234
3	30	-51	30	51	234
4	30	-51	30	51	234
5	38,68	4535	30	51	234
6	27,58	-27,58	30	51	234
7	-39	0	30	51	234

Таблиця 5.2 – Режими різання для ділянок траєкторії

Переход	№ пов.	Інструмент	Траєкторія	S, мм/хв	п, хв. ⁻¹
1	2	3	4	5	6
Центрування	1, 2, 3, 4	T01	1 – 2	17,5	250
Свердлення	1, 2, 3, 4	T02	1 – 2	40	400
Торцювання	1, 2, 3, 4	T03	1 – 2	20	400
Зенкування	1, 2, 3, 4	T04	1 – 2	40	400
Фрезерування	5, 6, 7	T05	1 – 2	Холостий хід	
			2 – 3	25	250

Інструментальне налагодження зображено на рисунку 5.2

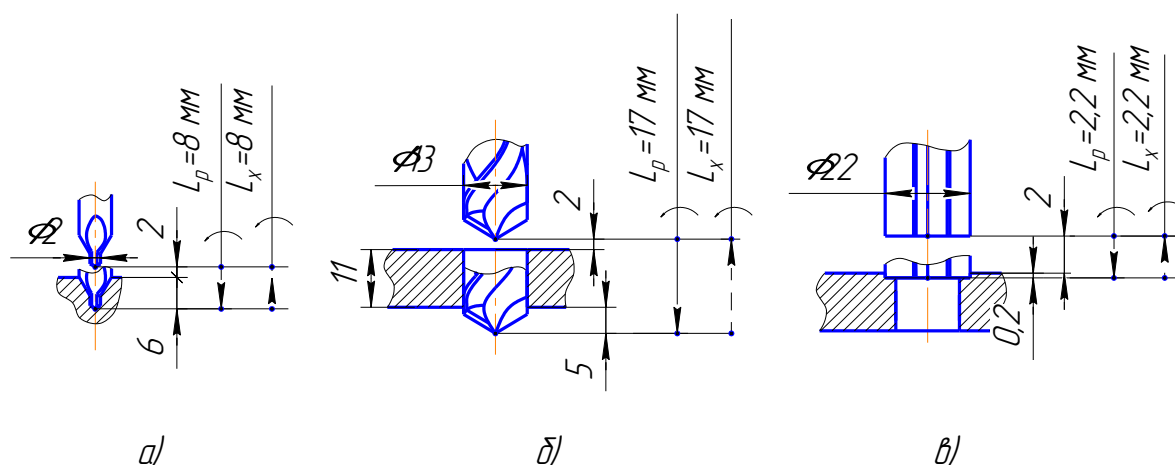


Рисунок 5.2 – Налагодження інструмента: а) центрування; б) свердлення; в) торцювання.

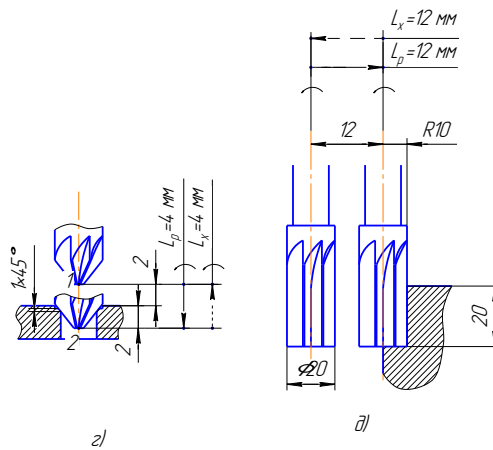


Рисунок 5.2 – Налагодження інструмента: г) зенкування; д) торцювання.

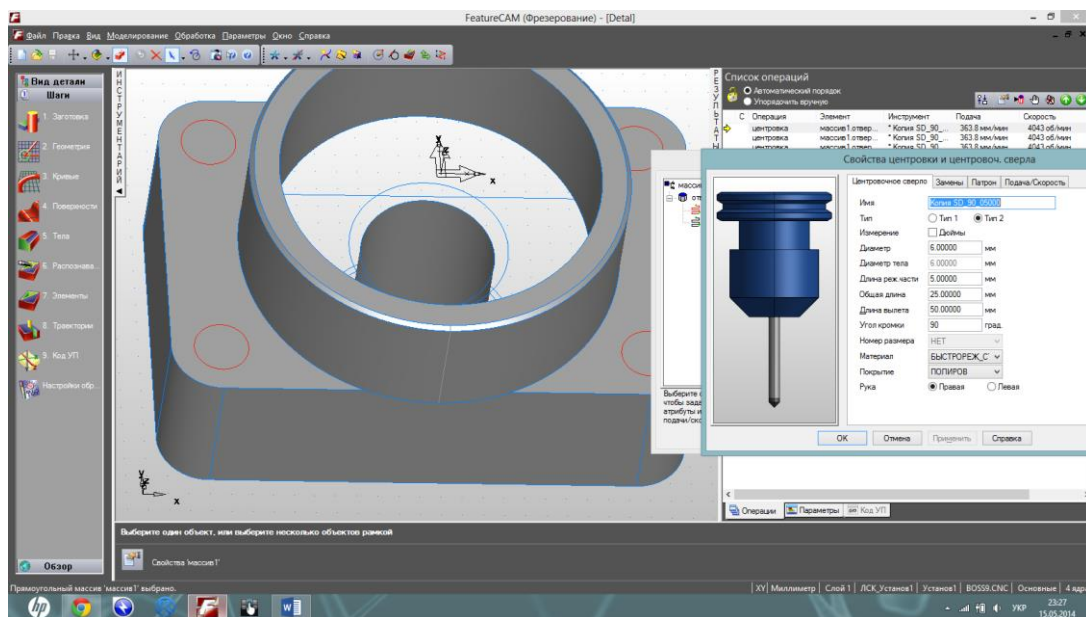


Рисунок 5.3 – Вибір центрувального свердла

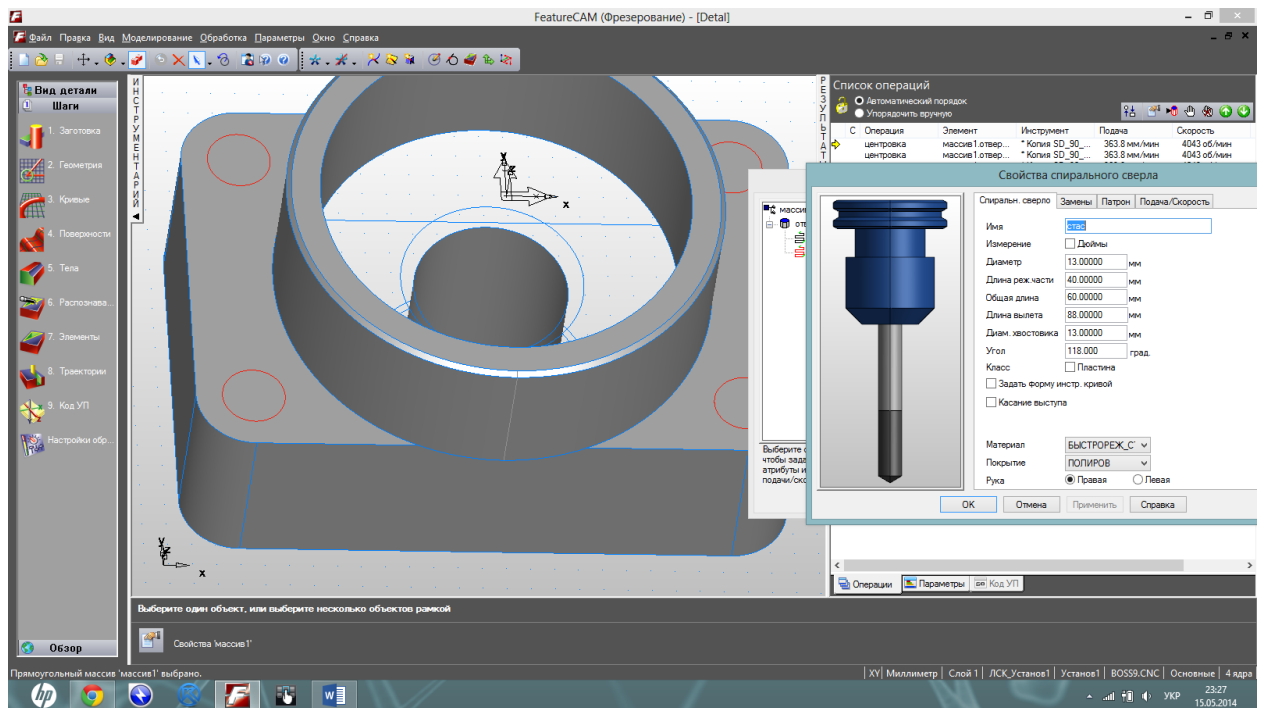


Рисунок 5.4 – Вибір спірального свердла діаметром 13 мм

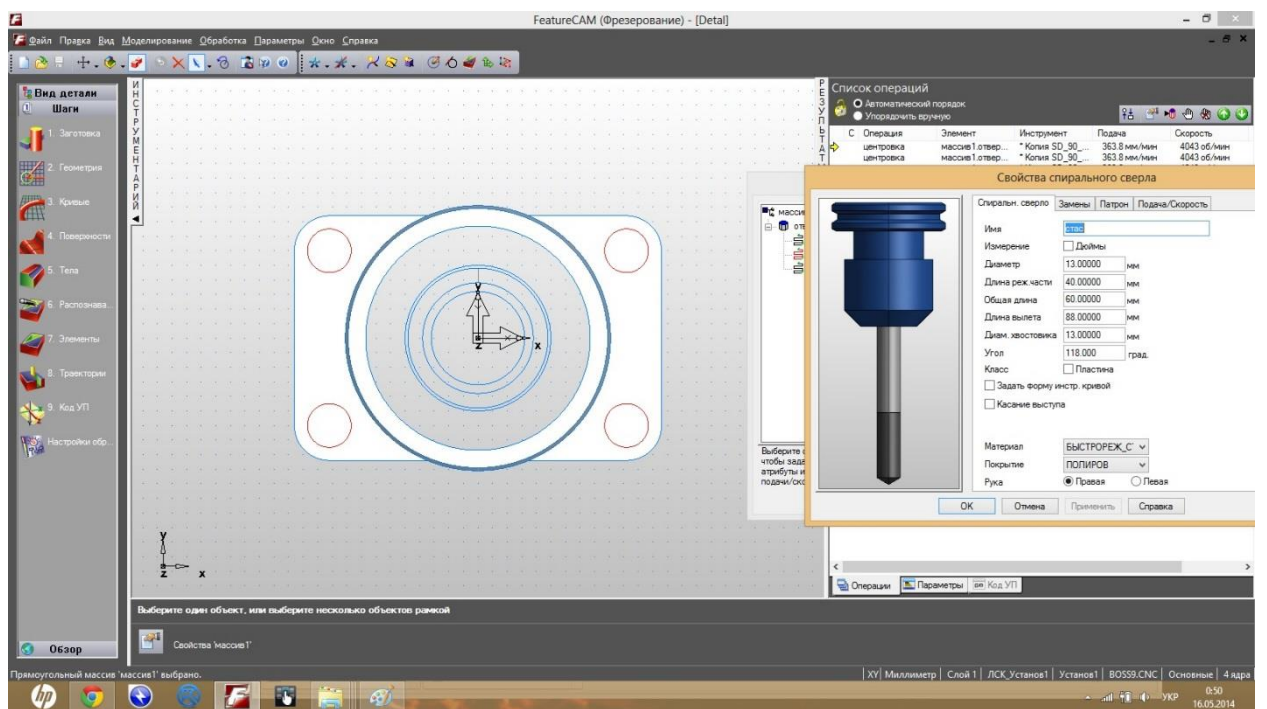


Рисунок 5.5– Вибір спірального свердла діаметром 20 мм

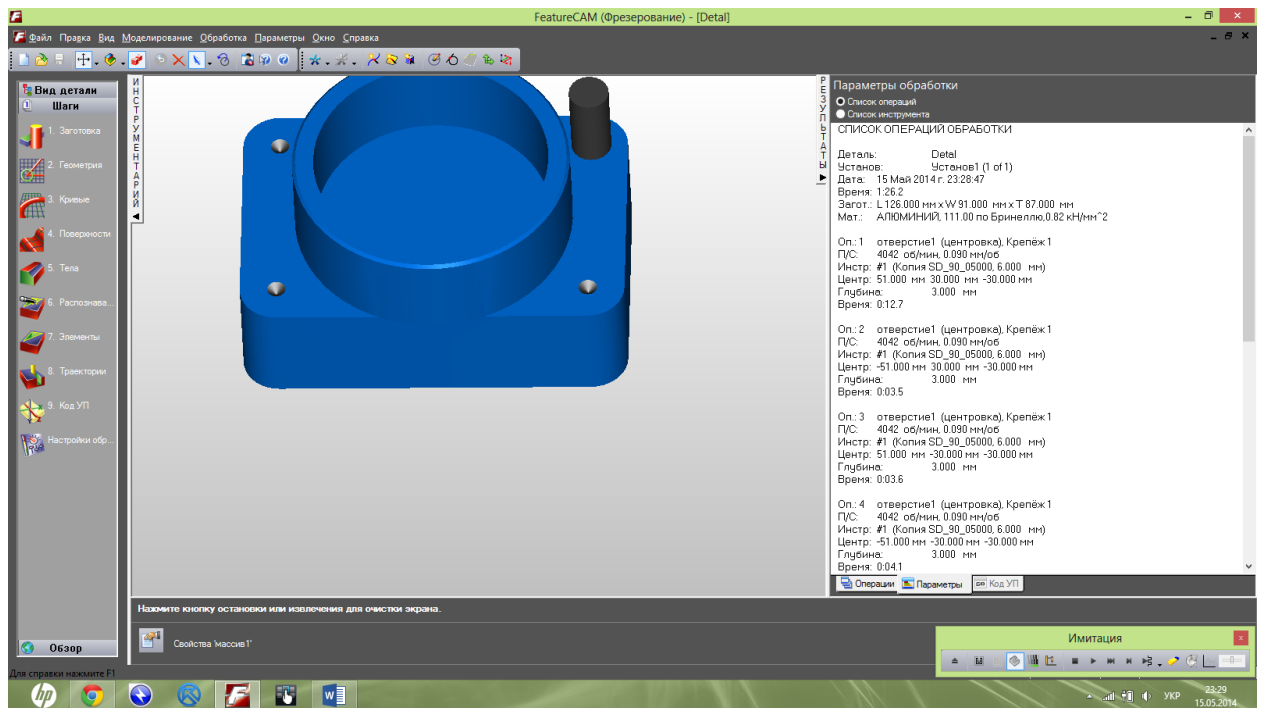


Рисунок 5.6 – Вибір переходів

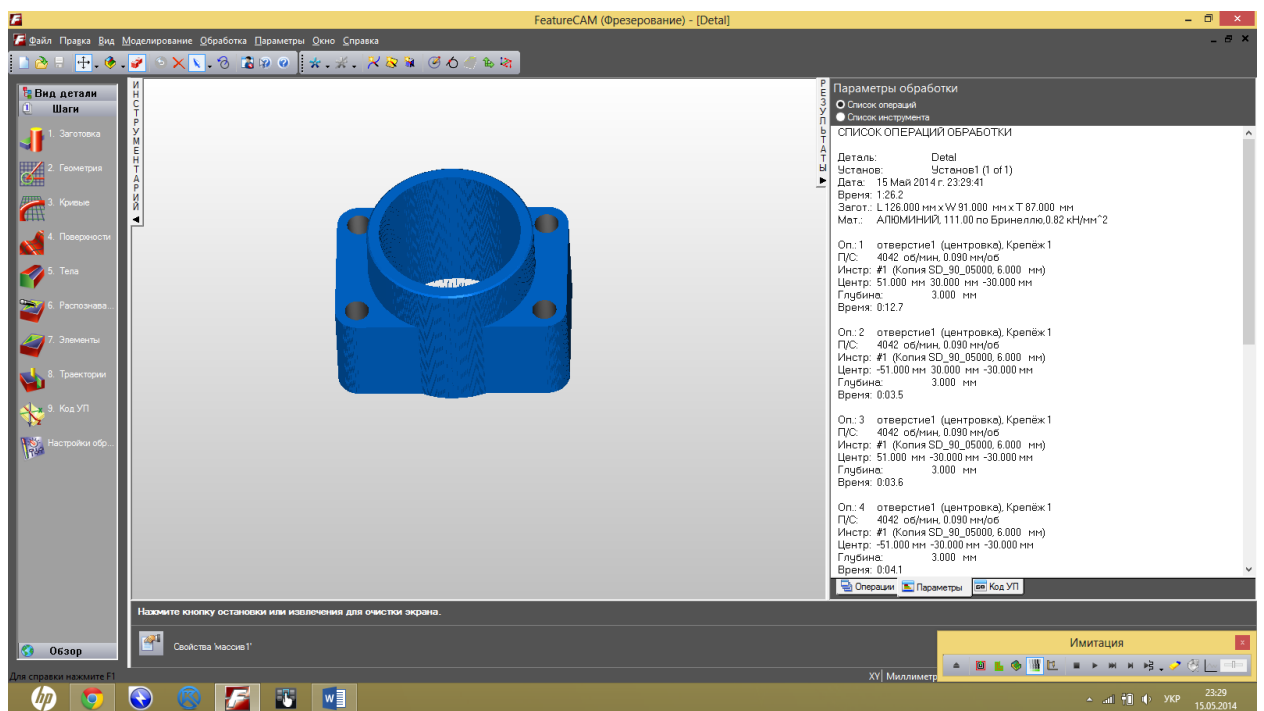


Рисунок 5.7 – 3D візуалізація

Розробка керуючої програми

					КНУ.КБР.131.25.2-01.05.РВІН	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

#1 N70X1.3383Y3.1529 N75X-1.2831Y3.1758 N80X-3.1529Y1.3383 N85X-3.1758Y-1.2831 N90X-1.3383Y-3.1529 N95X1.2831Y-3.1758 N100X3.1529Y-1.3383 \$	=#1 .N175G80 N180G0Z1.2205 'ОТБЕРСТНЕ1' 'TOOL NUMBER:3' ' SPINDLE RPM:547' N200G0X0.Y0.T3M6 N205G94F5.1S547 N210X3.1758Y1.2831 N215Z0.1181 .N220G4/2.0 .N225G82Z0.1811F5.1 N230X3.1758
	=#1 .N240G80 N245G0Z1.2205 N250X0.Y0.M2

					КНУ.КБР.131.25.2-01.05.РВІН	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

6 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ

6.1 Проектування спеціального верстатного пристосування

Пристосування розробляємо на круглошліфувальну операцію (круглошліфувальний верстат 3М151) для базування деталі на верстаті й зручності обробки поверхні діаметром 48 мм, R_a 1,6 і торця контуру 126 мм, R_a 1,6. Цим пристосуванням є жорстке циліндричне оправлення, що забезпечує надійну установку корпуса при шліфуванні даних поверхонь. [11]

Базування на оправленні по внутрішній поверхні $\varnothing 32$ мм і упор у торець довжиною 29 мм представлено на рисунку 6.1.

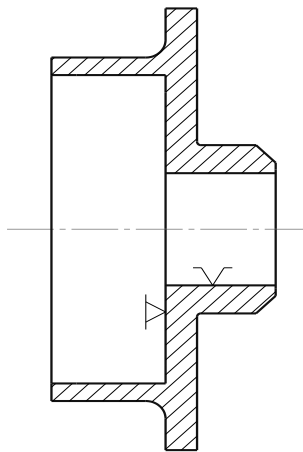


Рисунок 6.1 - Схема базування.

$D=32H8$ - діаметр базового отвору заготівлі;

$TD=0,039$ мм - поле допуску базового отвору;

$e=0,08$ мм - допускається відхилення від співвісності оброблюваної й базової поверхонь заготівлі, мм.

Гарантований зазор для установки заготівлі на оправленні :

$$\Delta_{\text{гар}} = \sqrt{l^2 - l_{\text{оп}}^2} - 0,5(Td + Td_{\text{оп}} + \delta_s) \quad (6.1)$$

де $l_{\text{оп}}$ - відхилення від співвісності базової поверхні оправлення (рекомендується в межах 3-го ступеня точності), мм.

$l_{\text{оп}}=0,005$ мм,

$Td_{\text{оп}}$ - допуск на діаметр базової поверхні оправлення (рекомендується по $h6$), приймаємо $h7$, тоді $Td_{\text{оп}}=0,025$ мм,

δ_s - зношування базової поверхні оправлення, що допускається (рекомендується $0,01 \dots 0,02$), мм ; приймаємо $\delta_s=0,015$ мм.

					КНУ.КБР.131.25.2-01.06.ПТО				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Барабан				ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ	Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.	Пивінла						1.1		
Реценз.						каф.ТМ гр. ПМ -22ск			
Н. Контр.	Нечаєв								
Затверд.	Рязанцев								

Підставляємо дані у вираз 6.1:

$$\Delta_{\text{гар}} = \sqrt{0,08^2 - 0,005^2} - 0,5(0,039 + 0,025 + 0,015) = 0,04 \text{ мм}$$

$$\Delta_{\text{гар}} \geq 0,02 \text{ мм} ; \quad 0,04 > 0,02 \text{ мм} - \text{ умова виконується}$$

Номінальний діаметр базової поверхні оправлення визначаємо по формулі:

$$d_{\text{оп}} = d - \Delta_{\text{гар}}. \quad (6.2)$$

$$d_{\text{оп}} = 32 - 0,04 = 31,96 \text{ мм}$$

Довжина базової поверхні оправлення :

$$L = n \cdot l_3 - (1 \dots 5 \dots 5) \quad (6.3)$$

де n - число одночасно заготовівель, що обробляється ; $n=1$,

$$L = 1 \cdot 28 - (1 \dots 5) = 27 \dots 23 \text{ мм},$$

приймаємо $L=25 \text{ мм}$.

Зовнішній діаметр опорного буртика й натискної шайби :

$$D_1 = D - (3 \dots 5 \dots 5),$$

$$D_1 = 48 - (3 \dots 5 \dots 5) = 45 \dots 43 \text{ мм}, \text{ приймаємо } D_1 = 45 \text{ мм}.$$

Торець є настановною базою, він позбавляє деталь 3-х ступенів волі;
внутрішня поверхня є напрямною базою, що позбавляє деталь 2-х ступенів волі.

6.3 Розрахунок похибки базування

Погрішність базування визначається по формулі :

$$\varepsilon_{\text{баз}} = 0,5(\Delta + T_d + T_D) \quad (6.4)$$

де $\Delta = 0,04 \text{ мм}$ - гарантований зазор для установки заготовки на оправленні,

$T_d = 0,025 \text{ мм}$ – допуск на розмір базової поверхні оправлення,

$T_D = 0,039 \text{ мм}$ – допуск базового отвору.

$$\varepsilon_{\text{баз}} = 0,5(0,04 + 0,025 + 0,039) = 0,052 \text{ мм}$$

Схема установки представлена на рисунку 6.2.

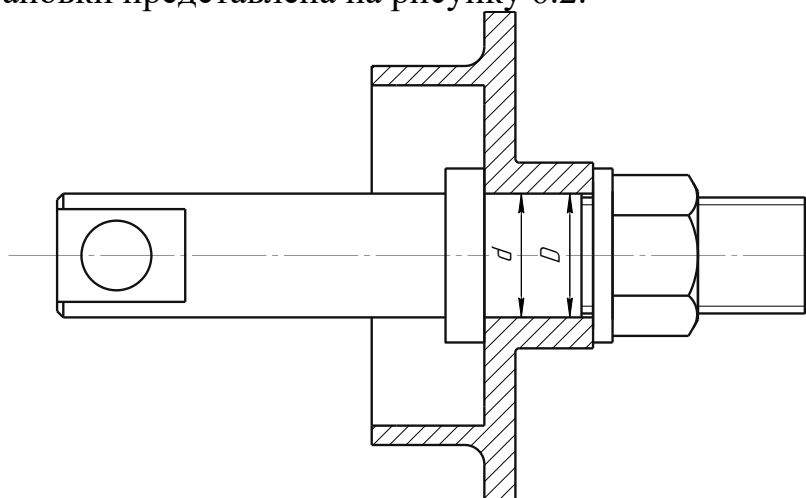


Рисунок 6.2 - Схема установки.

					КНУ.КБР.131.25.2-01.06.ПТО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Схема закріплення:

Корпус установлюємо на циліндричне оправлення внутрішнім отвором Ø32 мм. З однієї сторони корпус упирається в борт оправлення, а з іншого - установлюємо притискну шайбу й затискаємо гайкою. Гайку буде затискати верстатник вручну. Затискної ключ оснащений динамометром для контролю сили затискача.

6.4 Розрахунок сили затискача пристосування

Схема сили затискача, необхідна для проведення розрахунку представлена на рисунку 6.3.

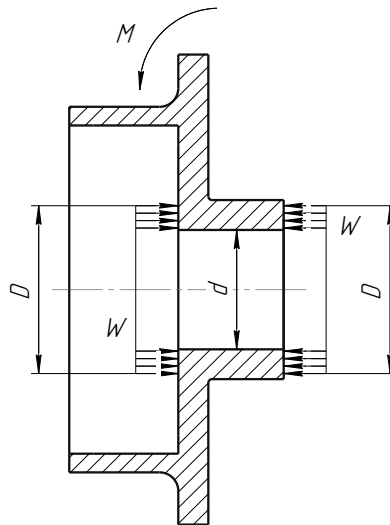


Рисунок 6.3 - Схема сили затискача

Сила затискача деталі при обробці розраховується по формулі :

$$W = Q = \frac{3,8 \cdot k \cdot M \cdot (D^2 - d^2)}{f \cdot (D^3 - d^3)} \quad (6.5)$$

де k - коефіцієнт запасу,

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (6.6)$$

де $k_0=1,5$ – гарантований коефіцієнт запасу на всі випадки;

$k_1=1,0$ – коефіцієнт який урахує стан поверхні заготовлі (для чистової),

$k_2=1,1$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання від прогресуючого затуплення інструмента,

$k_3=1$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при переривчастому різанні,

$k_4=1,3$ – коефіцієнт, що враховує сталість сил затискача, розвиненого силовим приводом пристосування,

$k_5=1$ – коефіцієнт, що враховує ергономіку ручних затискних елементів,

$k_6=1,5$ – коефіцієнт, що враховується тільки при наявності крутний моментів, які прагнуть перевінути оброблювану деталь.

$$k = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1,5 = 3,2$$

					КНУ.КБР.131.25.2-01.06.ПТО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

М - крутний момент, Н м,
D=48 мм, діаметр оброблюваної поверхні,
d=32 мм, діаметр оправлення,
f=0,13 - коефіцієнт тертя між оправленням і деталлю,
D=45 мм - діаметр притискної шайби.

$$W = Q = \frac{3,8 \cdot 3,2 \cdot 48 \cdot (0,045^2 - 0,032^2)}{0,13 \cdot (0,045^3 - 0,032^3)} = 19000 \text{ Н}$$

Номинальний діаметр різблення може бути визначений по формулі:

$$D = \sqrt[3]{W / [G_p]} \quad (6.7)$$

де z - коефіцієнт для основних метричних різблень;

[σ_p] – напруга матеріала, що допускається, МПа,

[σ_p]=90 МПа = 90 Н/мм²

$$d = 1,4 \sqrt{19000 / 90} = 20,34 \text{ мм}$$

По конструкторським міркуванням, приймаємо діаметр різблення на кінцевій частині оправлення 26x1,5 мм.

6.4.1 Силовий розрахунок

Вихідні дані :

M_{кр}=15 Н· м – крутний момент,

l_з=28 мм – базова довжина заготівлі.

D=48h9 мм - діаметр обробленої заготівлі.

Ширина натискної шайби :

H≥0,3· D₁=0,3· 45=13,5 мм, приймаємо H=15 мм.

Гарантований крутний момент, що передається оправленням :

$$M_{кр.гар.} \geq k \cdot M_{кр} = 3,2 \cdot 15 = 48 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6.4.2 Розрахунок пристосування на точність

Сумарна похибка :

$$\Sigma \varepsilon = \varepsilon_{вуст} + \varepsilon_{обр} + \varepsilon_{пр} \quad (6.8)$$

де- погрішність установки деталі в пристосуванні, мм

ε_{обр} – погрішність обробки деталі, мм

ε_{пр} – розрахункова погрішність пристосування, мм

$$\varepsilon_{вуст} = \varepsilon_{баз} + \varepsilon_{задо} + \varepsilon_{г} \quad (6.9)$$

де ε_г – погрішність положення деталі в пристосуванні, мм,

ε_{баз} – погрішність базування, мм ;

$$\varepsilon_{г} = \varepsilon_{в} + \varepsilon_{с} \quad (6.10)$$

де ε_в – погрішність установки пристосування на верстаті, мм

ε_с - погрішність зношування засновницьких елементів, мм.

$$\varepsilon_{уст} = \sqrt{\varepsilon_{баз}^2 + \varepsilon_{закр}^2 + \varepsilon_{у}^2 + \varepsilon_{з}^2} \quad (6.11)$$

					КНУ.КБР.131.25.2-01.06.ПТО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$\varepsilon_{\text{баз}} = 0,5(\Delta + T_d + T_D)$$

$$\varepsilon_{\text{баз}} = 0,5(0,04 + 0,025 + 0,039) = 0,052 \text{ мм},$$

$$\varepsilon_{\text{задо}} = 0, \text{ тому що оправлення жорстке},$$

$$\varepsilon_{\text{в}} = \Delta c = 0,01 - \text{зсув вісі центрів після стирав закріплення оправлення}.$$

Приблизно зношування установчих елементів може визначатися по формулі :

$$\varepsilon_c = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \quad (6.12)$$

де I_0 – середнє зношування установчих елементів, мкм

k_1, k_2, k_3, k_4 – коефіцієнти, які враховують вплив матеріалу заготівлі; устаткування, умов обробки ; число установок заготівлі.

$$\varepsilon_c = 1 \cdot 0,91 \cdot 1 \cdot 1,32 \cdot 2,5 = 3,36 \text{ мкм} = 0,0034 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{\text{уст}} = \sqrt{0,052^2 + 0 + 0,02^2 + 0,0034^2} = 0,056 \text{ мм}$$

Похибка виготовлення пристосування :

$$[\varepsilon_{\text{ін}}] = T - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_{\text{баз}})^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\text{зн}}^2 + (k_{T2} \cdot w)^2} \quad (6.13)$$

де T - допуск розміра, мм ; $T = 0,062$ мм,

$\varepsilon_{\text{баз}}, \varepsilon_c, \varepsilon_{\text{в}}, \varepsilon_{\text{зк}}, k$ – погрішності : базування, закріплення, установки пристосування, зношування засновницьких елементів, мм ;

$k_T = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує відхилення розсіювання значень складених величин від закону нормального розподілу:

$k_{T1} = 0,8$ – коефіцієнт, що враховує зменшення граничного значення похибки базування при роботі налагоджених верстатів ;

$k_{T2} = 0,7$ – коефіцієнт, що враховує частку похибки обробки в сумарній погрішності, викликаній факторами, які не залежать від пристосування, $w = 0,062$ - економічна точність обробки.

$$[\varepsilon_{\text{ін}}] = 0,062 - 1,0 \cdot \sqrt{(0,8 \cdot 0,052)^2 + 0 + 0,01^2 + 0,0034^2 + (0,7 \cdot 0,062)^2} = 0,062 - 0,061 = 0,001$$

$$[\varepsilon_{\text{ін}}] = 0,001 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{\text{обр}} = 0,01 \dots 0,005, \text{ приймаємо } \varepsilon_{\text{обр}} = 0,008 \text{ мм}$$

$$\Sigma \varepsilon = \sqrt{0,056^2 + 0,008^2 + 0,001^2} = 0,0566 < 0,062 \text{ мм}$$

У такий спосіб сума погрішностей не перевищує допуску виготовляемого розміру, значить приймаємо даний спосіб установки заготівлі.

На оправлення деталей насаджується із зазором. Положення деталі по довжині визначається буртом оправлення, її обігу попереджається затягуванням гайки.

При використанні цього оправлення базові отвори заготівлі рекомендується обробляти по 7 квалітету. Оправлення виконують зі сталі 40Х, піддають термічній обробці (загартування або цементация з наступним загартуванням) і старанно шліфують.

					КНУ.КБР.131.25.2-01.06.ПТО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

На центрових гніздах рекомендується передбачати фаски з метою запобігання баз від випадкових ушкоджень. Для приведення в обертання, на правому кінці оправлення роблять лиски й запресовують повідковий палець.

6.4.3 Проектування переналагоджуваного верстатного пристосування.

Пристосування застосовується при свердленні отворів діаметром 12,5 мм і фрезеруванні пазів глибиною 20 мм на вертикально - свердлильному верстаті 2Г135Ф2-1. Переналагоджуване пристосування призначається для базування корпусу внутрішнім отвором $\varnothing 32$ на жорсткий палець, а торцем на опорну пластину.

Закріплення заготівлі здійснюється за допомогою Г- образних прихватів, з'єднаних з тягою пневмопривода. Для зняття заготівлі перемикають кран пневмосистеми, повітря надходить у поршкову порожнину пневмоциліндра, тяга рухається нагору й відбувається підйом прихватів.

Зусилля затискача 35 кН.

Хід поршня 45 мм.

6.2 Проектування контрольного пристрою

Контроль торцевого биття поверхні деталі, що не повинно перевищувати 0,02 мм. Розроблюємо схему контролю.

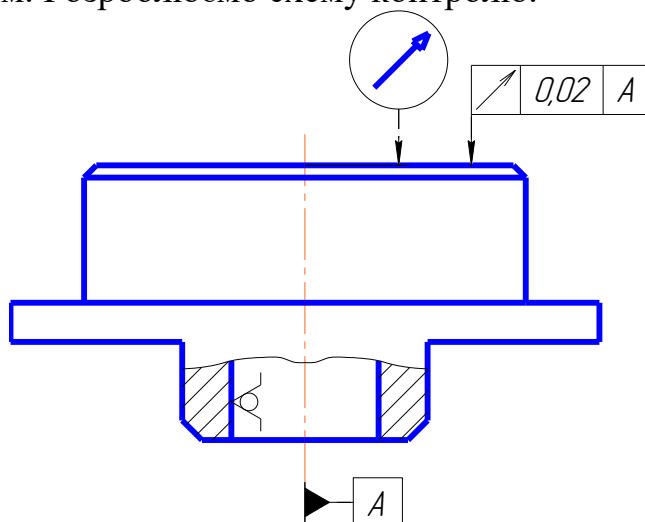


Рисунок 6.4 – Схема контролю

Вибираємо вимірювальний прилад, який повинен бути точнішим на один порядок, тобто з ціною ділення 0,001 мм. Індикатор для даного приладу буде 1МИГ, ціна ділення 0,001 мм, похибка 0,0025 мм.

Визначаємо точність пристрою.

Допустима похибка вимірювання:

					КНУ.КБР.131.25.2-01.06.ПТО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$[\Delta] = 0,3 \cdot 0,02 = 0,006 \text{ мм.} \quad (6.14)$$

Сумарна точність пристрою визначаємо по формулі:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_y + \sqrt{\Delta_{\bar{o}}^2 + \Delta_{cl}^2 + \Delta_{ind}^2}$$

де $\Delta_{\bar{o}} = 0$ – похибка базування; $\Delta_{cl} = 0,03 \cdot 0,02 = 0,00006 \text{ мм}$; $\Delta_{ind} = 0,0025 \text{ мм}$.

Звідки:

$$0,006 = \Delta_{y.cl.} + \sqrt{0^2 + 0,00006^2 + 0,0025^2}$$

$$\Delta_{y.cl.} = 0,006 - \sqrt{0,00006^2 + 0,0025^2}$$

$$\Delta_{y.cl.} = 0,0035 \text{ мм.}$$

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

За результатами виконаної кваліфікаційної роботи бакалавра пропонується:

1. Заготовка деталей складної форми одержувана штампуванням для зменшення кількості витраченого матеріалу й поліпшення структури й фізико-механічних властивостей металу деталей. застосований прогресивний метод одержання заготівлі корпусу – штампування на кривошипному гарячостампувальному пресі й призначені мінімальні припуски на механічну обробку, що дозволило підвищити коефіцієнт використання матеріалу з 0,42 до 0,52, а так само дозволило знизити час механічної обробки на 10%.

2. З огляду на те, що тип виробництва в цеху серійний пропонується при виготовленні деталей ширше використовувати сучасне прогресивне встаткування з ЧПК, що дозволяє максимально використовувати принцип концентрації операцій на одному робочому місці.

Економічне обґрунтування застосування в технологічному процесі верстатів із програмним керуванням:

- підвищення продуктивності праці на 11%, за рахунок зниження допоміжного часу на обробку, тому що весь цикл обробки автоматизований;

- підвищення точності обробки на складних і трудомістких операціях, що збільшує термін служби агрегатів.

Вважаю, що представлена робота, дозволяє підняти продуктивність праці та якість виготовляємої продукції на більш високий рівень, а також зменшити витрати матеріалу заслуговує уваги та може бути застосований на базовому підприємстві.

					КНУ.КБР.131.25.2-04.В		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Барабан				ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	Літ.	Арк.
Перевір.	Пивінла						1.1
Реценз.						каф.ТМ гр. ПМ -22ск	
Н. Контр.	Нечасв						
Затверд.	Рязанцев						

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1.С.Г. Бондаренко. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва. – Київ, 1993.
- 2.ДСТУ 2413-94 Основні норми взаємозамінності. Шорсткість поверхні.
- 3.ДСТУ 2498-94 Основні норми взаємозамінності. Допуски форми та розташування поверхонь. Терміни та визначення
- 4.Методичні вказівки з курсу “Технологія машинобудування” до практичної роботи “Аналіз технологічності конструкції виробу та деталі при проектуванні технологічних процесів”, для здобувачів спеціальності 131 Прикладна механіка денної та заочної форми навчання /Цивінда Н.І. - Кривий Ріг: КНУ, 2024
5. ДСТУ 7505-89 Поковки сталеві штамповані
6. ДСТУ 7806:2015 Прокат з легованої конструкційної сталі
7. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок - Львів, Світ ,1996.
- 8.Дипломне проектування з технології машинобудування/ Григурко О.І, Брендюля МФ., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008,- 860 с.
- 9.ДСТУ 3.1107-81. Базування та бази в машинобудуванні
10. Методичні вказівки з курсу “Технологія машинобудування” до практичної роботи “Аналіз технологічності конструкції виробу та деталі при проектуванні технологічних процесів”, для здобувачів спеціальності 131 Прикладна механіка денної та заочної форми навчання /Цивінда Н.І. - Кривий Ріг: КНУ, 2024
- 11.Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. Навч. посібник - К.: Вища шк. 1993р. - 414с.
- 12.Кіяновський М.В., Цивінда Н.І., Цівко Ф.В. Довідник нормувальника машинобудівного виробництва. – Кривий Ріг: Видавничий центр КТУ, 2008.
- 13.Методичні вказівки з курсу ”Системи ЧПК та програмування обробки деталей” до практичної роботи ”Розробка верстатно-інструментального налагодження на верстати з ЧПК”, для здобувачів спеціальності 131 Прикладна механіка денної та заочної форми навчання / Цивінда Н.І., - Кривий Ріг: КНУ, 2019.
14. Технологія машинобудування Горбатюк Е.О. Мазур М.П.,Зенкін А.С., Каразей В.Д. Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008,-360 с.
15. Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) Григурко О.І, Брендюля МФ., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008, 576 с.

					КНУ.КБР.131.25.2-04.СВД		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Барабан				СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	Літ.	Арк.
Перевір.	Пивінла						1.1
Реценз.						каф.ТМ гр. ПМ -22ск	
Н. Контр.	Нечаєв						
Затверд.	Рязанцев						

- 16.Залога В. О. Сучасні інструментальні матеріали у машинобудуванні
Суми: СумДУ, 2013.
- 17.Кузнецов Ю.М. Верстати з ЧПУ та верстатні комплекси. Частина 2.-К.-
Тернопіль.ТОВ «ЗМОК» -ПП «Гнозіс», 2001.-298 с.
- 18.ДСТУ ГОСТ 3.1127:2014. Єдина система технологічної
документації. Загальні правила виконання текстових технологічних
документів. (ГОСТ 3.1127-93, IDT).
- 19.ДСТУ ГОСТ 3.1128:2014. Єдина система технологічної документації.
Загальні правила виконання графічних технологічних документів. (ГОСТ
3.1128-93, IDT).
- 20.ДСТУ 2974-95. Технологічне підготування виробництва. Основні
терміни та визначення.
- 21.ДСТУ 2925-94. Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та
визначення.
- 22.ДСТУ ГОСТ 3.1102:2014 Єдина система технологічної документації.
Стадії розробки та види документів. Загальні положення).
- 23.ДСТУ ГОСТ 3.1105:2014 Єдина система технологічної документації.
Форми та правила оформлення документів загального призначення
- 24.ДСТУ ГОСТ 2.308:2013 ЄСКД. Зазначення допусків форми та
розміщення поверхонь (ГОСТ 2.308-2011, IDT).
- 25.Єдина система конструкторської документації НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ
І ГРАНИЧНИХ ВІДХИЛІВ (ГОСТ 2.307-2011, IDT) ДСТУ ГОСТ 2.307:2013
- 26.Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної бакалаврської
роботи для студентів спеціальності 131“Прикладна механіка ”Освітньо-
професійної програми Прикладна механіка усіх форм навчання, Кривий
Ріг: КНУ, 2024.

					КНУ.КБР.131.25.2-01.СВД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ДОДАТОК

Дубл.											
Взам.											
Подл.							Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
									Листів	Лист	
Разраб.				КНУ	Насос масляний						
Проверил											
Согласов.											
Т. контр.											
Н. Контр.											

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Зав. кафедрою технології машинобудування
_____(Рязанцев А.О.)
« ____ » _____ 2025 р.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС

Виготовлення деталі "Корпус"
Виріб Насос масляний

УЗГОДЖЕНО:

Керівник _____ (Цивінда Н.І.)

Розробник _____ (Барабан Р.)

Н.контроль _____ (Нечасв А.О.)

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Факультет механічної інженерії та транспорту
Кафедра технологія машинобудування

**АЛЬБОМ КРЕСЛЕНЬ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ЗАСВІДЧУЮЧИХ
АРКУШІВ**

КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка
освітньо-професійної програми «Прикладна механіка»

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення
деталі «Корпус» та обґрунтування параметрів надійності процесу за
допомогою САПР технологій

Проектував ст.гр. ПМ-22ск

Барабан Р.І.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Цивінда Н.І.

(підпис)

Нормоконтроль

/ к.т.н., доц. Нечаєв В.П. /

(підпис)

Завідувач кафедри

/ к.т.н., доц. Рязанцев А.О. /

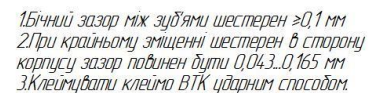
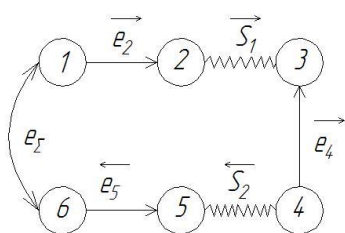
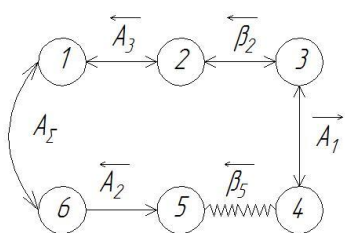
(підпис)

Кривий Ріг
2025 р

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №					Документация		
	A1		1		Насос масляный	1	
	A1		2		Корпус	1	
	A1		3		Корпус поковка штампована	1	
	A1		4		Технологичнi налагодження	2	
	A1		5		Верстатне пристосування	1	
	A1		6		Контрольне пристосування	1	
			7				
			8				
Подп. и дата			9				
			10				
			11				
			12				
			13				
			14				
			15				
			16				
Взам. инв. №							
Подп. и дата							
Инв. № подл.	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КНУ.КБР.131.25.2-01В3А		
	Разрбд.	Барабан			Відомість засвідчуючих аркушів		
	Проб.	Цибінда					
	Н.контр.	Нечасов			Лит.	Лист	Листов
	Утв.	Рязанцев			Д		1
					Кафедра ТМ гр. ПМ-22ск		

Копировал

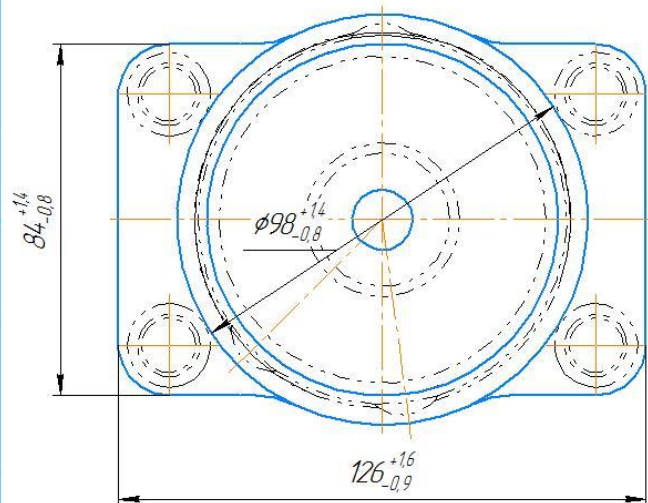
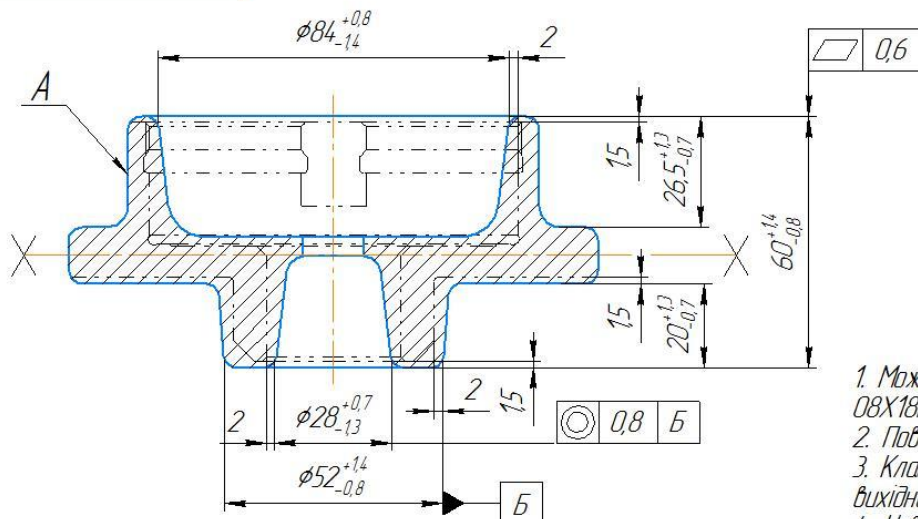
Формат А4



				КНУ.КБР.131.25.2-01.НМ			
				Насос маслястостійкий, Разрахунок складальних розмірних панцигів			
Лист	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Розроб.	Борисенко						1:1
Проб.	Шибінда						
Головпр.					Лист	Листов	1
Наконтр.	Нечасів					Кафедра ТМ	
Утв.	Розвільчак					гр.ПМ-22ск	
				Копіювання			

КНУ.КБР.13.12-01.ККШ

✓ Ra25 (✓)

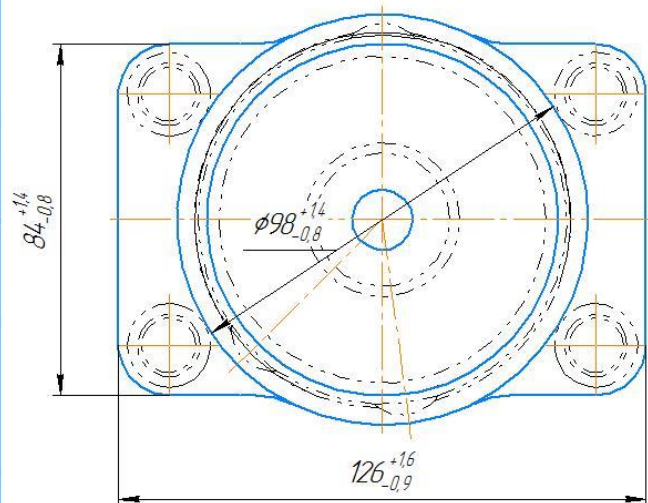
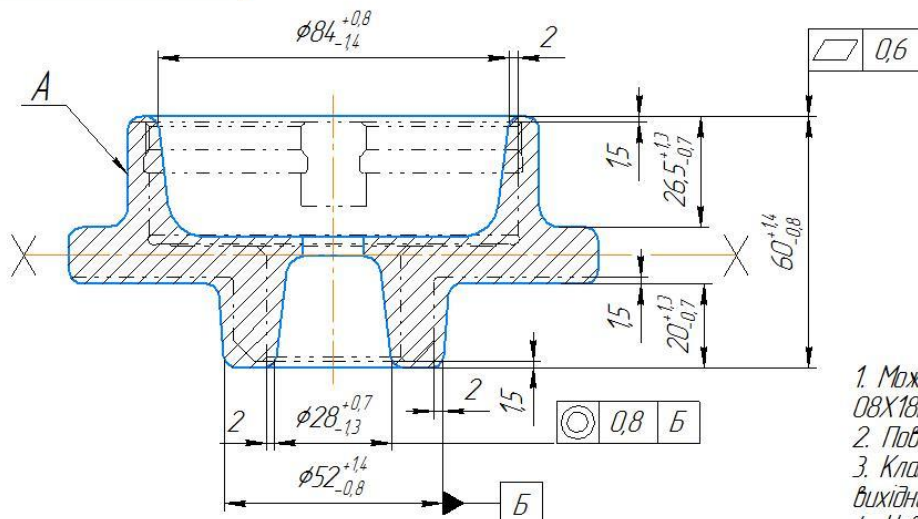


1. Можлива заміна матеріала на 20Х13Н4Г9, 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т ДСТУГОСТ 5632-72
2. Поверхню заготівлі дробоструїти.
3. Клас точності – Т5, ступінь складності – С3, група сталі – М3, вихідний індекс – 12.
4. Невказані штампувальні нахили зовнішніх поверхонь – 5°, внутрішніх – 7°.
5. Невказані радіуси закруглень: зовнішніх $R=3$ мм, внутрішніх $R=9$ мм.
6. Допуск для радіусів закруглення зовнішніх поверхонь 0,5 мм, внутрішніх 2 мм.
7. Величина зміщення по поверхні різнімання штампа – не більше 0,2 мм.
8. Висота завусенця – не більше 3 мм.
9. Допускаємо відхилення від площинності – 0,3 мм.
10. Контролювати 20% заготівель.

					КНУ.КБР.131.2-01.ККШ			
					Корпус (кування штамповане)			
Ізм.	Лист	№ док.	Підп.	Дата	Лист	Маса	Масштаб	
Разроб.		Барабан			1	1,94	1:1	
Проб.		Цивіда						
Т.контр.					Лист	Листов	1	
Н.контр.		Нечасів			Кафедра ТМ гр. ПМ-22ск			
Утв.		Рязанцев			Формат А3			
					Сталь 10Х11Н23Т3МР ДСТУГОСТ 5632-72			
					Копіював			

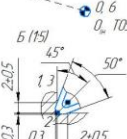
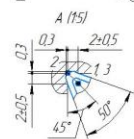
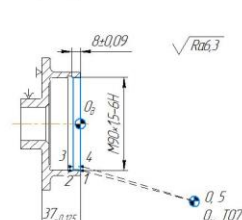
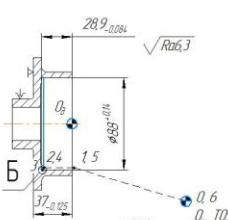
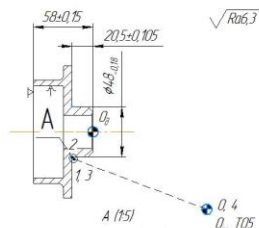
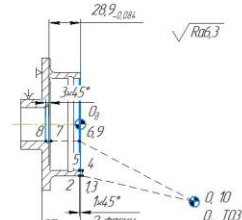
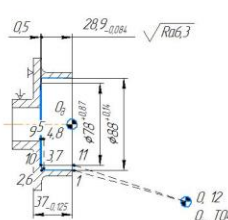
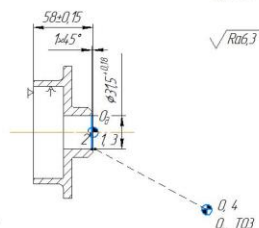
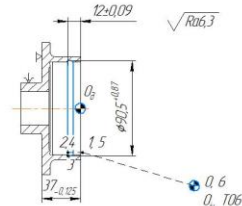
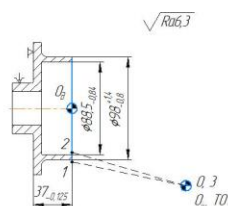
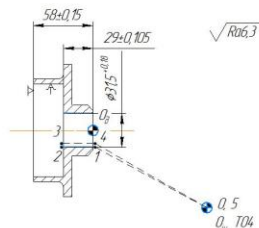
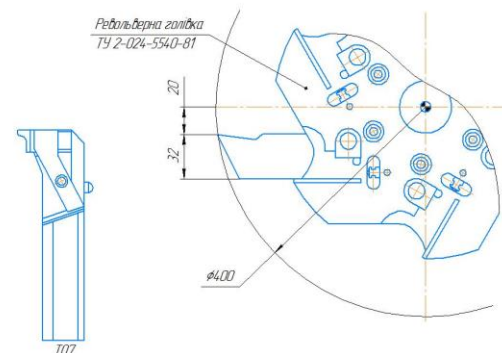
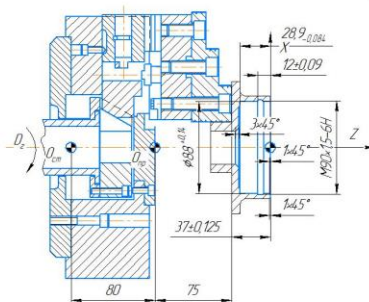
КНУ.КБР.13.12-01.ККШ

✓ Ra25 (✓)



1. Можлива заміна матеріала на 20Х13Н4Г9, 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т ДСТУГОСТ 5632-72
2. Поверхню заготівлі дробоструїти.
3. Клас точності – Т5, ступінь складності – С3, група сталі – М3, вихідний індекс – 12.
4. Невказані штампувальні нахили зовнішніх поверхонь – 5°, внутрішніх – 7°.
5. Невказані радіуси закруглень: зовнішніх $R=3$ мм, внутрішніх $R=9$ мм.
6. Допуск для радіусів закруглення зовнішніх поверхонь 0,5 мм, внутрішніх 2 мм.
7. Величина зміщення по поверхні різнімання штампа – не більше 0,2 мм.
8. Висота завусенця – не більше 3 мм.
9. Допускаємо відхилення від площинності – 0,3 мм.
10. Контролювати 20% заготівель.

					КНУ.КБР.131.2-01.ККШ			
					Корпус (кування штамповане)			
Ізм.	Лист	№ док.	Підп.	Дата	Лист	Маса	Масштаб	
Разроб.		Барабан			1	1,94	1:1	
Проб.		Цивіда						
Т.контр.					Лист	Листов	1	
Н.контр.		Нечасів			Кафедра ТМ гр. ПМ-22ск			
Утв.		Рязанцев			Формат А3			
					Сталь 10Х11Н23Т3МР ДСТУГОСТ 5632-72			
					Копіював			

$\sqrt{Ra_{6,3}}$ 

Исследуемый инструмент	$\nu, \frac{1}{\text{с}}$	$\lambda, \text{нм}$	$\lambda, \text{нм}^{-1}$	$\frac{\lambda}{\Delta \lambda}$	$t, \text{нм}$	$T_{\text{изм.}}, \text{с}$	$T_{\text{изм.}}$
T01 Резец SECO TP1500 D6NR3232P19-M	60,3	400	0,2	0,5			
T02 Резец SECO TP1500 D6NR3232P19-M	75,4	500	0,2	0,5			
T03 Резец SECO S2SR-CCUNR09	75,4	500	0,25	5			
T04 Резец SECO S2SR-CCUNR010	50,3	500	0,3	0,1			
T05 Резец SECO S2SR-CCUNR09	50,3	500	0,3	0,1			
T05 Резец кантовальный	75,4	500	0,3	0,1			
T01 Резец SECO TP1500 D6NR3232P19-M	119,7	400	0,2	0,5			
T03 Резец SECO S2SR-CCUNR09	140,3	500	0,25	1			
T04 Резец SECO S2SR-CCUNR010	112,2	400	0,25	0,5			
T05 Резец кантовальный	114,4	500	0,25	1,25			
T06 Резец кантовальный	138,2	500	0,25	0,3			
T07 Резец SECO S2SR-CCUNR010	45,2	160	15	1			

[illegible]

КНУ.КБР.131.25.2-01.ВН

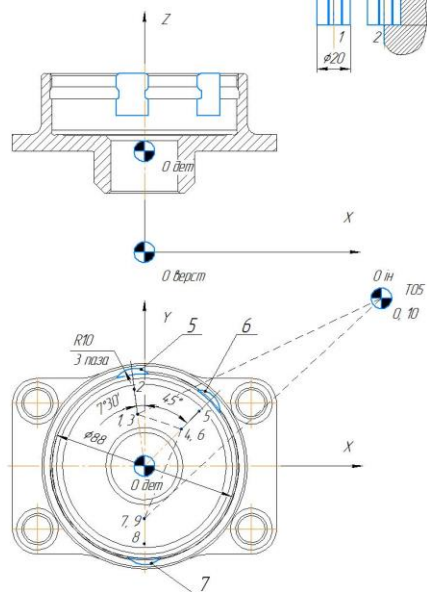
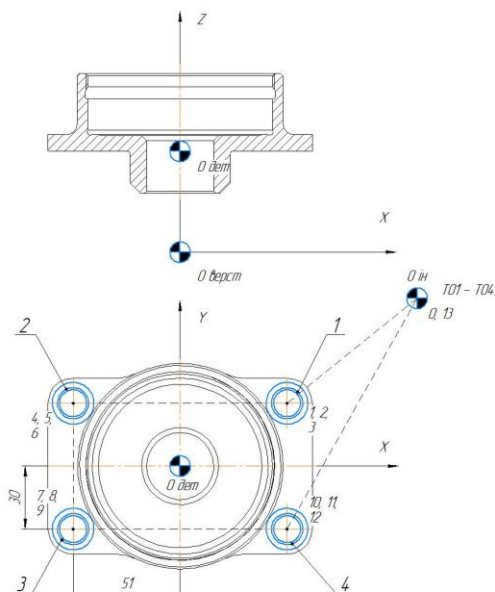
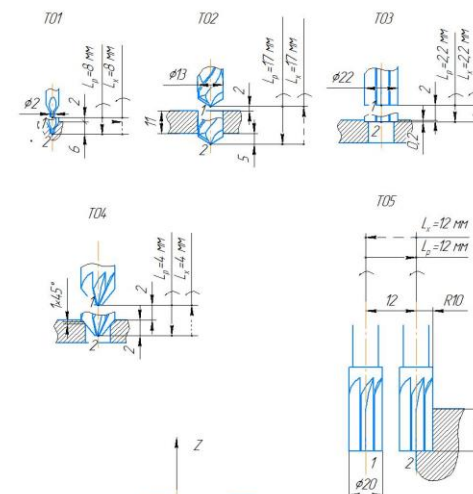
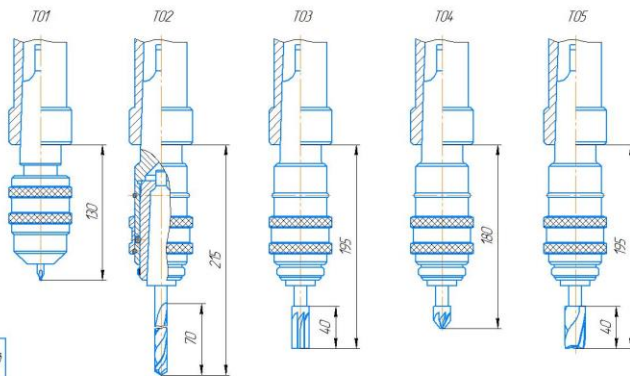
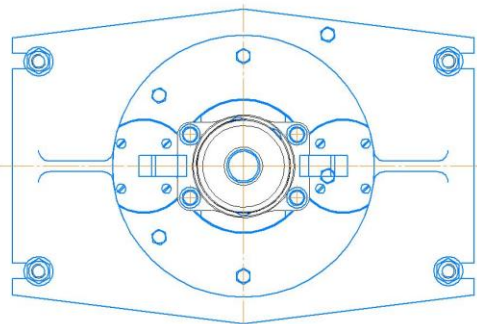
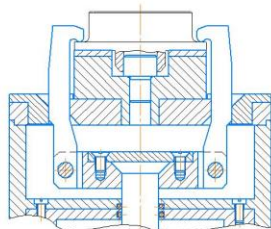
Операция ОЗД. Сверлильная з ЧПК
Пристосування: Спеціальне верстатне пристосування

Обладнання:
Вертикально-сверлильний верстат з ЧПК
модель KOZ600H

T01 Сверло центральне 20 мм DIN 6537B ДСТУ ISO 2540:2018
T02 Сверло SECO S0502-12-80-40R7
T03 Зенкавка циліндрична SECO
T04 Зенкавка конічна YATO HEX-6.3
T05 Фреза кінцева з охолодженням
ST90 X010 D20 W20 L120 Z03-H
над пластину X0PMX T073. (SECO) SMOXH

Таблиця режимів різання та норм часу

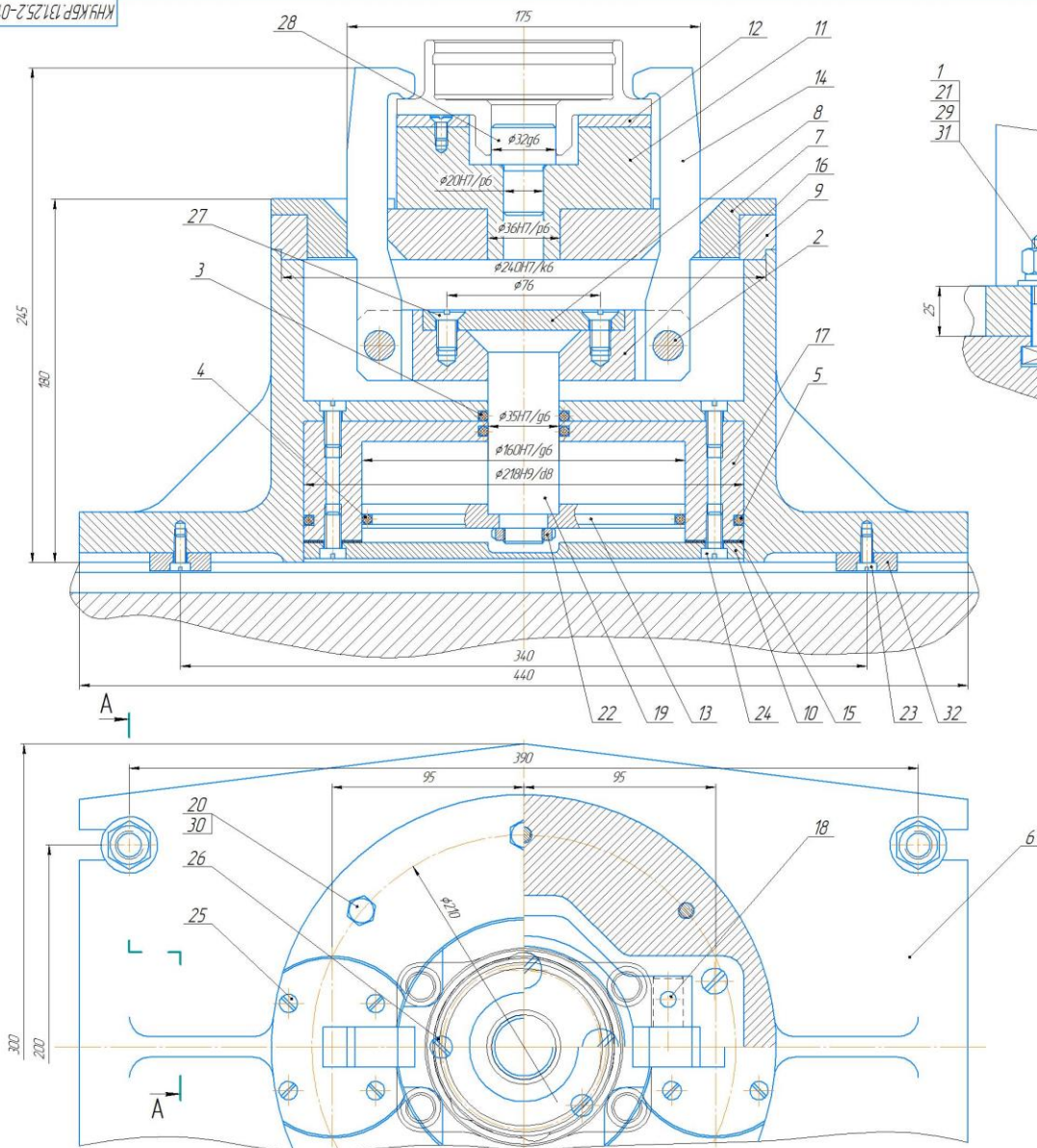
Різальний інструмент	V_m м/хв	f_z мм/зв	S_m мм/хв	f мм/зв	$T_{сек}$ хв	$T_{шт}$ хв
Сверло центральне 20 мм DIN 6537B ДСТУ ISO 2540:2018	16	250	0,07	1		
Сверло SECO S0502-12-80-40R7	16,3	400	0,1	6,5	4,78	8,48
Зенкавка циліндрична SECO	27,6	400	0,05	11		
Зенкавка конічна YATO HEX-6.3	16,3	400	0,1	1		
ST90 X010 D20	15,7	250	0,1	3		



КНУ.КБР.131.25.2-01.ВН

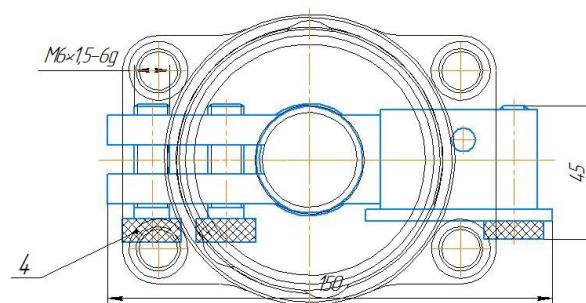
Верстатно-інструментальне
налагодження

Кордони ТМ
зр. ПМ-22ж
Формат А1



1. Робочі поверхні окислювати
2. Задирки та вибоїни на робочих поверхнях не допускаються
3. Зусилля затиску 35 кН
4. Хід поршня 45 мм

[illegible]



- 1.Робочі поверхні окислювати
- 2.задири та вибоїни на робочих поверхнях не допускаються
- 3.Допустима похибка вимірювання 0,041 мм

				КНУ.КБР.131.25.2-01.КП			
				Контрольний пристрій			
Изм./лист	№ докум.		Изд.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разработ	Борисенко						1:1
Проект	Шибаченко						
Технический					Лист	Листов	1
Исполнитель	Нечусов				Кафедра ТМ		
Утвержден	Резниченко				гр.ПМ-22ск		
				Формат А2			
				Копирован			