

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 захвату шахтного навантажувача» та обґрунтування  
параметрів надійності процесу за допомогою CAD/CAM систем

Проектував ст.гр. ПМ-20

Яворський В.А.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Цивінда Н.І.

Кривий Ріг  
2024 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 захвату шахтного навантажувача» та обґрунтування  
параметрів надійності процесу за допомогою CAD/CAM систем

Проектував ст.гр. ПМ-20

/Яворський В.А./

Керівник роботи

/к.т.н., доц.Цивінда Н.І./

Нормоконтроль

/ к.т.н.,доц. Рязанцев А.О./

Завідувач кафедри

/\_к.т.н., доц.\_Нечаєв В.П./

Кривий Ріг  
2024 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., Нечаєв В.П.

---

(підпис)

---

(дата)

## ЗАВДАННЯ

### на кваліфікаційну бакалаврську роботу

Студент гр. ПМ-20 ЯВОРСЬКИЙ Владислав Анатолійович

**Тема:** Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Корпус захвату шахтного навантажувача» та обґрунтування параметрів надійності процесу за допомогою CAD/CAM систем

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

Тема затверджена наказом по КНУ № 253с від “08 ”04 2024 р.

**2. Термін подання студентом закінченого проекту** 3 червня 2024 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 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА

2 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕТАЛІ

3 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ МАРШРУТУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ .....

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

6.ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ

7 СТАТИЧНИЙ АНАЛІЗ ДЕТАЛІ “КОРПУС” в SOLIDWORKS Simulation 10 80XOPONA ПРАЦІ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ШУМІВ

**5. Перелік графічного матеріалу:** 1. Креслення складального вузла. 2.

Креслення заготовки 3. Креслення деталі. 4. Ескізи операцій 5. Креслення верстатно - інструментального налагодження. 6. Креслення верстатного оснащення 7 Креслення контрольного пристосування

## 6. Календарний план:

Етап роботи	Термін виконання
1 1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА ..... 1.1 Службове призначення вузла..... 1.2 Розрахунок лінійних розмірних ланцюгів..... 1.3 Розробка схеми складального з'єднання 2 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕТАЛІ..... 2.1. Службове призначення деталі корпус. Вибір матеріалу і варіантів замін 2. 2 Аналіз якості поверхонь деталі..... 2.3 Технічний контроль робочого креслення ..... 2.4 Аналіз технологічності деталей.....	До 28.04 2024р.
2.4.1 Якісний аналіз технологічності деталі ..... 2.4.2 Кількісний аналіз технологічності деталі ..... 2.5 Вибір типу виробництва. Задачі проектування. .... 3 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ..... 3.1. Вибір техніко-економічне обґрунтування й проектування заготовки ..... 3.2 Проектування заготовки..... 3.3. Вибір і обґрунтування технологічних і вимірювальних баз..... 3.4 Вибір і обґрунтування послідовності обробки поверхонь ..... 3.5 Розробка маршруту обробки деталі. .... 3.6 Розробка технологічної операції..... 3.7 Розрахунок розмірів і припусків на обробку..... 3.8 Розрахунок і вибір режимів різання, нормування операцій..... 4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ МАРШРУТУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ .....	02.05 2022р.- 20.05.2024р .
5. РОЗРОБКА ВЕРСТАТНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ ТА РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ ДЛЯ ОПЕРАЦІЇ НА ВЕРСТАТІ З ЧПК..... 6.ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЦЕННЯ.....	з 31.05.2024р .
6.1 Проектування верстатного пристосування..... 6.2 Проектування контрольного пристосування ..... 7 СТАТИЧНИЙ АНАЛІЗ ДЕТАЛІ “КОРПУС” в SOLIDWORKS Simulation 10 8 ОХОРОНА ПРАЦІ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ШУМІВ	до 03.06 2024р.
Попередній захист	10 .06 2024р.

Дата видачі завдання: “08” 04 2024р.

Студент \_\_\_\_\_ / Яворський В.А./

Керівник роботи \_\_\_\_\_ /Цивінда Н.І./

## РЕФЕРАТ

Об'єктом проектування є конструкторсько-технологічна підготовка виробництва деталі корпусу захвату шахтного навантажувача.

Мета роботи: Розробити прогресивні технологічні процеси складання вузла та механічної обробки корпусу захвату шахтного навантажувача.

Поставлена ціль обґрунтування параметрів надійності процесу здійснювалася шляхом вибору типу виробництва, розробки маршрутних та операційних технологічних процесів, вибору способу одержання заготовки, обладнання і різального інструменту, з обґрунтуванням етапів технічного рішення основними техніко-економічними розрахунками проекту. Надійність технологій підтверджувалась CAD CAM CAE технологіями.

НАВАНТАЖУВАЧ ШАХТНИЙ, ЗАХВАТ, КОРПУС, ТЕХНОЛОГІЯ, ОПТИМІЗАЦІЯ, CAD CAM CAE, ЯКІСТЬ, КОНТРОЛЬ, ОСНАЩЕННЯ, ІНСТРУМЕНТ, ПРОДУКТИВНІСТЬ, ЕКОНОМІКА, СОБІВАРТІСТЬ

## ABSTRACT

The object of the design is the design and technological preparation for the production of the part of the mine loader's grip housing.

The purpose of the work: to develop progressive technological processes of assembling the assembly and mechanical processing of the grip housing of the mine loader.

The set goal of substantiating process reliability parameters was carried out by choosing the type of production, developing route and operational technological processes, choosing the method of obtaining the workpiece, equipment and cutting tool, with the justification of the stages of the technical decision by the main technical and economic calculations of the project. The reliability of the technologies was confirmed by CAD CAM CAE technologies.

MINE LOADER, GRIP, BODY, TECHNOLOGY, OPTIMIZATION, CAD CAM CAE, QUALITY, CONTROL, EQUIPMENT, TOOL, PRODUCTIVITY, ECONOMY, COST

					КНУ.КБР.131.24.1-21.P			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Яворський			РЕФЕРАТ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Цивінда					1	
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		Рязанцев						
<i>Затверд.</i>		Нечасв						
						Кафедра ТМ ПМ-20		

# ЗМІСТ

стор

Вступ.....

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА

1.1 Службове призначення вузла.....

1.2 Розрахунок лінійних розмірних ланцюгів.....

1.3 Розробка схеми складального з'єднання.....

2 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕТАЛІ.....

2.1. Службове призначення деталі корпус. Вибір матеріалу і варіантів замін

2. 2 Аналіз якості поверхонь деталі.....

2.3 Технічний контроль робочого креслення .....

2.4 Аналіз технологічності деталей.....

2.4.1 Якісний аналіз технологічності деталі .....

2.4.2 Кількісний аналіз технологічності деталі .....

2.5 Вибір типу виробництва. Задачі проектування. ....

3 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ.....

3.1. Вибір техніко-економічне обґрунтування й проектування заготовки .....

3.2 Проектування заготовки.....

3.3. Вибір і обґрунтування технологічних і вимірювальних баз.....

3.4 Вибір і обґрунтування послідовності обробки поверхонь

3.5 Розробка маршруту обробки деталі. ....

3.6 Розробка технологічної операції... ..

3.7 Розрахунок розмірів і припусків на обробку.....

3.8 Розрахунок і вибір режимів різання, нормування операцій.....

4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ МАРШРУТУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ .....

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

6.ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ.....

6.1 Проектування верстатного пристосування.....

6.2 Проектування контрольного пристосування .....

7 СТАТИЧНИЙ АНАЛІЗ ДЕТАЛІ “КОРПУС” в SOLIDWORKS Simulation

10 ОХОРОНА ПРАЦІ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ШУМІВ.....

Висновок.....

Список використаних джерел.....

					КНУ.КБР.131.24.1-21.3			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Яворський				ЗМІСТ	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.	Цивінда					1	1	1
Реценз.						Кафедра ТМ ПМ-20		
Н. Контр.	Рязанцев							
Затверд.	Нечасв							

## ВСТУП

Машинобудування є основою важкої промисловості й відіграє провідну роль у народному господарстві нашої країни, тому що основні виробничі процеси в промисловості, на транспорті й у сільському господарстві виконують машини. Рівень розвитку машинобудування визначає рівень інших галузей народного господарства. Тому машинобудування на Україні повинно розвиватись більш високими темпами, ніж інші галузі господарства.

Машинобудування, що забезпечує всі галузі народного господарства, визначає рівень технічного прогресу й впливає на створення матеріально-технічної бази. У зв'язку із цим розвитку машинобудування надається першорядне значення.

До спроектованих і виготовлених сучасних машин, пред'являється загальні вимоги відповідності найвищому сучасному світовому технічному рівню. Це забезпечується:

- а) збільшенням продуктивності й потужності машин;
- б) підвищенням швидкостей, тисків й інших показників інтенсивності виробничих процесів;
- в) підвищенням коефіцієнтів корисної дії машин;
- г) зниженням ваги й габаритів;
- д) широкою автоматизацією керування;
- є) підвищенням надійності й довговічності;
- ж) зниженням вартості виготовлення й збільшенням економічної ефективності експлуатації;
- з) зручністю й безпекою обслуговування;
- і) задоволенням вимог технічної естетики.

До деталей машин пред'являють вимоги працездатності протягом заданого строку їхньої служби при мінімальній вартості виготовлення й експлуатації.

Надійність машини визначається її конструктивними особливостями, застосовуваною технологією виготовлення й режимів експлуатації.

У цей час закупаються так названі гнучкі виробничі системи (ГПС), п'яти координатні верстати з ЧПК які дозволяють забезпечити випуск оптимальних партій однотипних деталей, можливість переходу на випуск будь-якої деталі із заданої номенклатури, мінімальні строки підготовки виробництва, мінімальні витрати на випуск інших деталей, можливість функціонування встаткування більшу частину доби в автоматичному режимі без втручання й контролю з боку оператора.

					КНУ.КБР.131.24.1-21.В			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ВСТУП	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Яворський					2	1
Перевір.		Цивінда						
Т.Контр.								
Н. Контр.		Рязанцев						
Затверд.		Нечасв						

# 1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА

## 1.1 Службове призначення вузла

Універсальний ковшовий навантажувач ПКУ (рисунок 1.1). призначений для механізації навантаження гірничої маси в транспортні засоби при проведенні водовідливних каналок і траншей, розташованих уздовж рейкового шляху, і їхньому очищенню. Навантажувач оснащений начіпним змінним устаткуванням у вигляді вилочного захвата. Наявність змінного робочого устаткування дозволяє широко використати навантажувач на підземних роботах, а саме: з ремонту рейкового шляху, підвісці трубопроводів, монтажу люків і полок та ін.

Живлення навантажувача здійснюється від шахтної магістральної мережі стисненого повітря.



Рисунок 1.1-Загальний вид шахтного навантажувача ковшового ПКУ

					КНУ.КБР.131.24.1-21.01.АСПМ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА		
Розроб.		Яворський			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Цивінда				1	
Реценз.					Кафедра ТМ ПМ-20		
Н. Контр.		Рязанцев					
Затверд.		Нечаєв					



Таблиця 1.1-Технічна характеристика навантажувача ПКУ

Місткість ковша, м <sup>3</sup>	– 0,04; 0,07
Число черпань у хвилину	– 2-3
Вантажопідйомність, кг	– 1000
Висота підйому вантажу, мм	– 3500
Загальна встановлена потужність, кВт	– 32,9
Габарити, мм:	– 4000
довжина	
ширина	– 1180
висота	– 1600
Маса, кг	– 6200

Навантажувач ковшовий універсальний ПКУ відноситься до класу колесо-рельсових самохідних машин з пневмоприводом. Основним робочим органом навантажувача є ковш прямої і оберненої лопати. Наявність змінного обладнання (ковш, крюк, грейфер, захват вилочний) дозволяє, крім основного призначення, широко використовувати навантажувач на підземних роботах, а саме: по ремонту рельсового путі, по підвісці трубопроводів, монтажу люків та полків і ін. Навантажувач ПКУ може робити у підземних виробках, обладнаних рельсовою колією шириною 600, 750, 900 мм. Живлення навантажувача здійснюється від шахтної магістральної мережі стисненого повітря тиском 5...6 кг/см<sup>2</sup>.

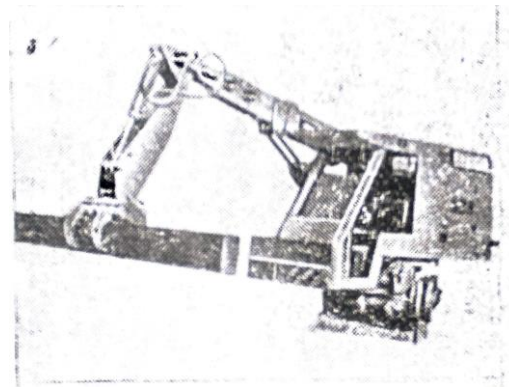
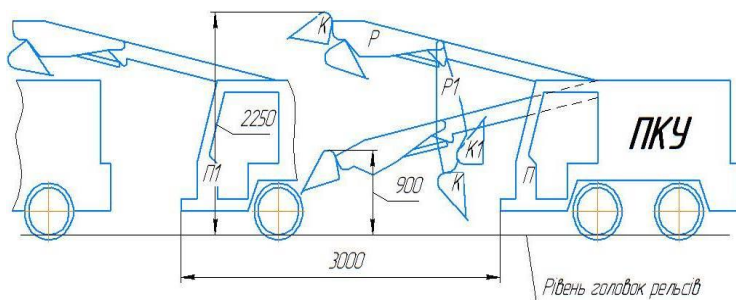


Рисунок 1.2 - Навантажувач ковшовий

Складові частини навантажувача ПКУ: ходова частина, заборна частина, кабіна.

Ходова частина призначена для переміщення машини, утворення напорного зусилля при навантажуванні гірничої маси і служить базою для установлення на неї кабіни навантажувача через підшипник повороту.

					КНУ.КБР.131.24.1-21.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Заборна частина призначена для розташування на ній робочого (змінного) обладнання навантажувача і представляє собою зварну раму, в якій на роликах пересувається стріла. На стрілі шарнірно встановлюється кронштейн і рукоять.

У залежності від роду робіт, що виконує навантажувач на рукоять, встановлюють наступне змінне обладнання: ковш, грейфер, захват або крюкову підвіску.

Робота навантажувача може виконуватися при температурі зовнішнього середовища не нижче мінус 5 °С та не вище плюс 50 °С. У випадку тривалого перериву в роботі необхідно перевірити наявність змащування, заповнення гідросистеми мастилом і усі основні пересування механізмів. Після закінчення робіт навантажувач повинен бути очищений від бруду, обдутий повітрям, установлений в транспортне положення і доставлений до місця стоянки. Для визначення організаційної форми складання вилючного захвату проводимо розрахунки розмірних конструкторських ланцюгів вузла.

### 1.2 Розрахунок лінійних розмірних ланцюгів

Для нормальної роботи захвата необхідно витримати зазор, який дорівнює  $A_{\Sigma} = 12 \pm 0,21$  мм, тобто  $T_{\Sigma} = 0,44$  мм,  $\Delta C_{\Sigma} = 0$  мм (Рис. 1.3)

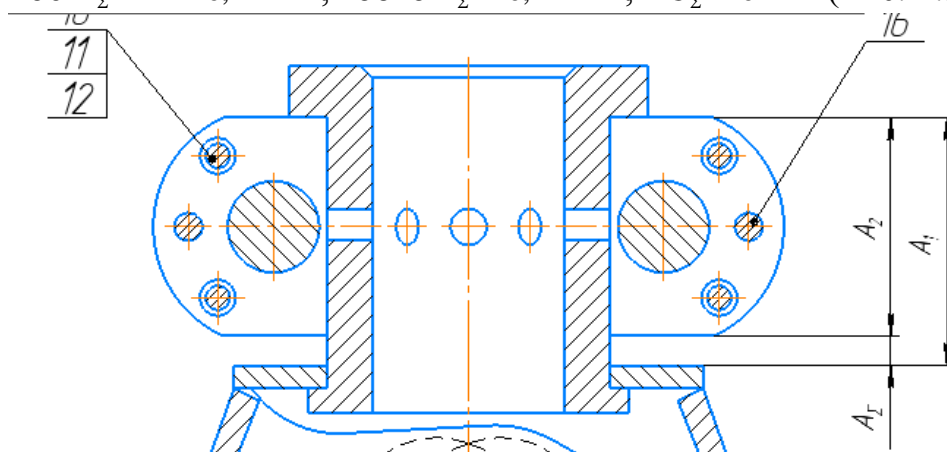


Рисунок 1.3- Схема розмірного ланцюга

Розв'язуємо пряму задачу ймовірностним методом.

Розраховуємо кількість одиниць допуску [2, стор. 32]

$$a = \frac{T_{\Sigma}}{i}, \quad (1.1)$$

де  $T_{\Sigma}$  – допуск на замикаючу ланку;

$i$  – одиниця допуску.

$$a = \frac{420}{2.17 + 2.17} = 97.$$

Найдене значення відповідає IT10-IT11 і входить в інтервал  $a = 64 - 100$  [1, табл. 1.8, стор. 45].

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Назначені квалітети заносимо в табл.2.1.  
Перевіряємо правильність назначених допусків

$$T_{\Sigma} = \Sigma T_i, \quad (1.2)$$

$$0.22 + 0.22 = 0.44 \neq 0.4.$$

Таким чином неузгодженість складає  $r_T = 440 - 400 = 40$  мкм.

Так як величина  $r_T \neq 0$ , то допуски ланок розмірного ланцюгу не узгоджуються.

Координата середини поля допуску ув'язочної ланки визначається за формулою:

$$\Delta C_2 = \Delta C_1 - \Delta C_{\Sigma} \quad (1.3)$$

$$\Delta C_2 = 0 - 0 = 0 \text{ мм.}$$

Граничні відхилення залежної ланки дорівнюють:

$$ei_{A_2} = \Delta C_2 - \frac{TA_2}{2} = 0 - \frac{0.22}{2} = -0.11 \text{ мм;}$$

$$es_A = \Delta C_{A_2} - \frac{TA_2}{2} = 0 + \frac{0.22}{2} = 0.11 \text{ мм.}$$

## 1.2 Розробка схеми складального з'єднання

Послідовність складання вузла захвату представляємо в вигляді таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Виявлення вузлів та їх базових деталей

№ з/п переходу	1 Назва операції складання 2 Зміст переходів операції складання	Обладнання, пристосування та інструмент	T <sub>шт</sub>
1	2	3	4
1	1 Промивка 2 Підібрати деталі згідно комплектувальній карті. Розконсервувати деталі, які входять у вузол, промити в уайт-спірит . Обдути стисненим повітрям і просушити	Вана Пензлик КР40-1	0,118
2	1 Консервація 2 Посадочні і робочі поверхні змастити індустріальним мастилом И-30А ДСТУ ДСТУ ГОСТ 20799:2008	Ванна Пензлик КР40-1	0,078

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КНУ.КБР.131.24.1-21.01.АСПМ

## Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
3	<p>1 Скаладальна</p> <p>2 Підібрати деталі згідно комплектувальній відомості. Завести два штифта циліндричних 10Н9х40 ДСТУГОСТ 3128:2008 п.16 у корпус поз. 7. Встановити корпус в зборі з штифтами на кронштейн поз. 1. Водночас встановити інший корпус поз. 6 на кронштейн поз. 1 і насадити на два штифта. Скріпити корпус поз. 7 з корпусом поз. 6 чотирма болтами М12х55.88.029 ГОСТ 7798-80 поз. 10 з пружними шайбами 12.65Г.029 ДСТУГОСТ 6402:2008 поз. 12 та гайками М12.5.029 ДСТУГОСТ 5915:2008 поз. 11. Затягти гайки.</p>	<p>Стелаж</p> <p>Ключ 7811-0023 С1х9 ДСТУГОСТ 2839:2008</p> <p>Молоток 7850-0052 Ц612Хр ДСТУ ГОСТ 2310:2008</p>	1,78
	<p>Встановити захват лівий поз. 2 в паз кронштейна поз. 1 та суміщаючи отвори, завести вісь поз. 5. Одіти дві шайби 36.02.026 ДСТУГОСТ 9649:2008 поз. 13 на вісь поз. 5. Встановити два шплінти 6,3х50.002 ДСТУГОСТ 397:2008 поз. 15. Розвести кінці шплінтів. Встановити захват правий поз. 3 в паз кронштейну поз. 1. Суміщаючи отвори, завести вісь поз. 5. Одіти на вісь поз. 5 дві шайби 36.02.026 ДСТУГОСТ 9649:2008. Встановити два шплінта 6,3х50.002 ДСТУГОСТ 397:2008. Розвести кінці</p>		
	<p>шплінтів. З'єднати захват правий поз. 3 з захватом лівим поз. 2 віссю 22-36b12х190.45.1.285 Кд.19Хр ДСТУГОСТ 9650:2008 поз. 8. Одіти на кінець вісі шайбу 36.02.026 ДСТУГОСТ 9649:2008 поз. 13, встановити шплінт 6,3х50.002 ДСТУГОСТ 397:2008. Розвести кінці шплінта. Встановити вісь 22-36b12х250.45.1.285 Кд.19Хр ДСТУГОСТ 9650:2008 поз. 9. Одіти на кінець вісі шайбу 36.02.026 ДСТУГОСТ 9649:2008 поз. 13, встановити шплінт 6,3х50.002 ДСТУГОСТ 397:2008. Розвести кінці шплінта. Встановити фіксатор поз. 4.</p>		
4	<p>1 Контрольна</p> <p>2 Провести контроль якості зборки захвата</p>	Контрольний стіл	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КБР.131.24.1-21.01.АСПМ

Арк.

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
5	1 Окраска 2 Окраска зовнішніх поверхонь, що не оброблюються, у два шари емаллю НЦ-132 червоною $S=0,6 \text{ м}^2$	Решітка з нижнім відсосом  Фарборозпилювач КРУ-1	11,5

					КНУ.КБР.131.24.1-21.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

### 2.1 Службове призначення деталі корпус. Вибір матеріалу і варіантів замін

Корпус є частиною захвату. Має пару, з якою з'єднується за допомогою осі та болтів навкруг кронштейна. При роботі вилочним захватом необхідно важіль від'єднати від кронштейна і зафіксувати кронштейн пальцем. Це забезпечує можливість висування стріли на повний хід гідроциліндру. Встановлення складових частин заборної частини виконується наступним чином: на раму встановлюються ролики. Після встановлення стріли встановлюють ролики, а потім гідроциліндр.

Вилочний захват має можливість розвороту коло своєї вісі. Розворот виконується вручну до під'єму вантажу на висоту. За допомогою захвату вилочного можуть виконуватися роботи по ремонту рельсового путі, заміні шпал, встановлення трубопроводів і ін.

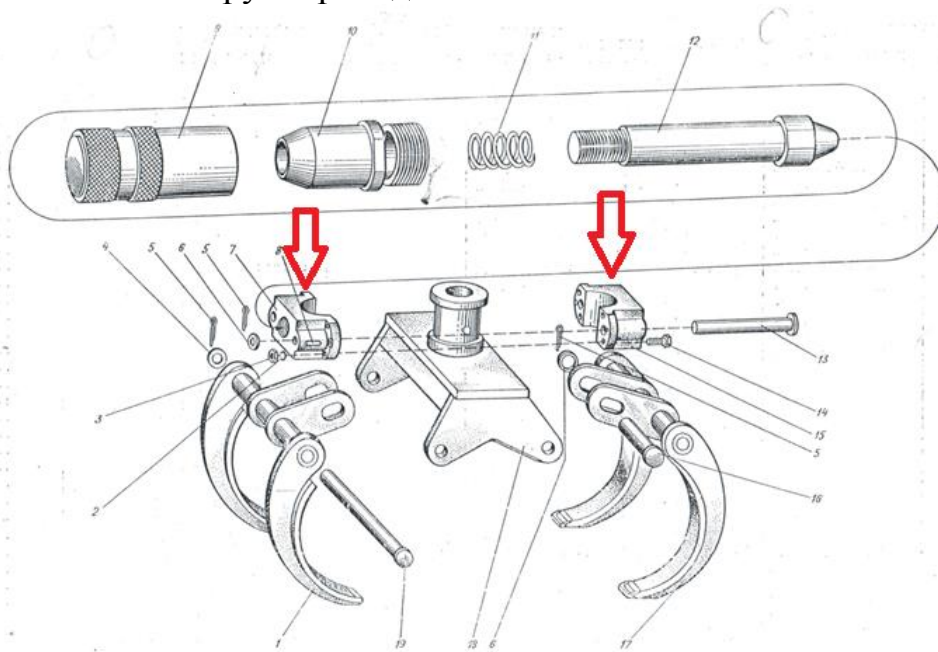


Рисунок 2.1- Вилочний захват ПКУ (корпуси виділені червоним)

Корпус виготовляється зі сталі 35Л по ДСТУ 8781:2018.

					КНУ.КБР.131.24.1-21.02.АСПД			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Яворський				АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕТАЛІ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Цивінда						1	
Реценз.						Кафедра ТМ ПМ-20		
Н. Контр.	Рязанцев							
Затверд.	Нечаєв							

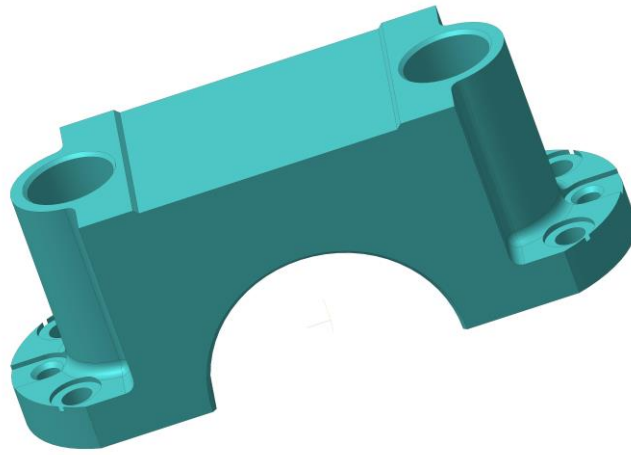


Рисунок 2.2-3D модель корпусу змодельована в SolidWorks

Можливою заміною матеріалу являється сталь марок 30Л та 45Л ДСТУ 8781:2018 (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Хімічний склад та механічні властивості відливок

Сталь 35Л	Хімічний склад, %							
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu
	0,32 – 0,40	0,20 – 0,42	0,40 – 0,90	≤0,050	≤0,050	≤0,30	≤0,30	≤0,30
	Механічні властивості							
	Режим обробки			σ <sub>T</sub> , кгс/мм <sup>2</sup>	σ <sub>B</sub> , кгс/мм <sup>2</sup>	δ, %	ψ, %	a <sub>н</sub> , кгс/мм <sup>2</sup>
Операція	Температура нагрівання, °C	Охолоджуюча середа	не менш					
Нормалізація	870 – 890	Повітря	28	50	15	25	3,5	137 – 166
Сталь 45Л	Хімічний склад							
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu
	0,42 – 0,50	0,20 – 0,42	0,40 – 0,90	≤0,050	≤0,050	≤0,30	≤0,30	≤0,30
	Механічні властивості							
	Режим обробки			σ <sub>T</sub> , кгс/мм <sup>2</sup>	σ <sub>B</sub> , кгс/мм <sup>2</sup>	δ, %	ψ, %	a <sub>н</sub> , кгс/мм <sup>2</sup>
Операція	Температура нагрівання, °C	Охолоджуюча середа	не менш					
Нормалізація	860 – 880	Повітря	32	55	12	20	3,0	153 – 229

Залишкові напруги у заготовках призводять до того, що після механічної обробки у деталі виникають похибки. Як правило, сталені відливки підлягають

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КБР.131.24.1-21.02.АСПД				

термообробці. Для лиття з вуглецевих сталей більш за все використовують відпал та нормалізацію.

Нормалізація полягає у повільному нагріванні заготовки до 860 – 880 °С, витримці при цій температурі та подальшому охолодженню на повітрі.

Нормалізація визиває повну фазову перекристалізацію сталі та ліквідує крупнозернисту структуру, отриману при відливанні. У нормалізованій сталі підвищується міцність і твердість на 10 – 15 % у порівнянні з відпалом. Нормалізація забезпечує більшу продуктивність при обробці різанням і отриманні більш чистої поверхні.

Внаслідок термообробки буде досягнута необхідна твердість матеріалу та будуть зняті залишкові напруги.

## 2.2 Аналіз якості поверхонь деталі

На кресленні деталі пронумеровуємо поверхні (рисунок 2.3) і надалі ці номери використовуємо для позначення їх у тексті.

Основними поверхнями корпусу являються: торець 1 розмір  $98_{-0,87}$  – база для обробки більшості поверхонь деталі, поверхня 9 розмір  $\phi 105A_5^{(+0,46)}$ , два отвори 5  $\phi 10A_3^{(+0,03)}$ .

Допоміжними поверхнями є: чотири отвори 4 розміром  $\phi 13^{+0,43}$ , два торці 6, 7 с розміром  $90_{-0,87}$ .

Вільні поверхні – всі поверхні, що не оброблюються.

В таблиці 2.2 приводимо якості поверхонь та їх взаємозв'язок.

Таблиця 2.2 – Взаємозв'язок норм точності

№ поверхні	Номинальний розмір	Квалітет, IT	Допуск Т або відхилення, мкм	Шорсткість, Ra	Відхилення форми та розташування поверхонь
1	2	3	4	5	6
1	$98_{-0,87}$	14	-0,87	6,3	A
2	$98_{-0,87}$	14	-0,87	6,3	
3	2 пази h=2 $R10\pm 0,2$	14	-0,25	12,5	
4	4 отв. $\phi 13^{+0,43}$	14	+0,43	12,5	
5	2 отв. $\phi 10H9^{(+0,036)}$	H9	+0,036	1,6	
6	$90_{-0,87}$	14	-0,87	6,3	$\perp$ 0,3 A
7	$90_{-0,87}$	14	-0,87	6,3	$\perp$ 0,3 A
8	2 отв. $\phi 36,5^{+0,62}$	14	+0,62	12,5	$\perp$ 0,3 A
9	$\phi 105H12^{(+0,35)}$	H12	+0,35	6,3	
10	R25	16	1,3	100	
11	20	16	1,3	100	
12	160	16	2,5	100	
13	2	16	0,6	100	

					КНУ.КБР.131.24.1-21.02.АСПД		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			



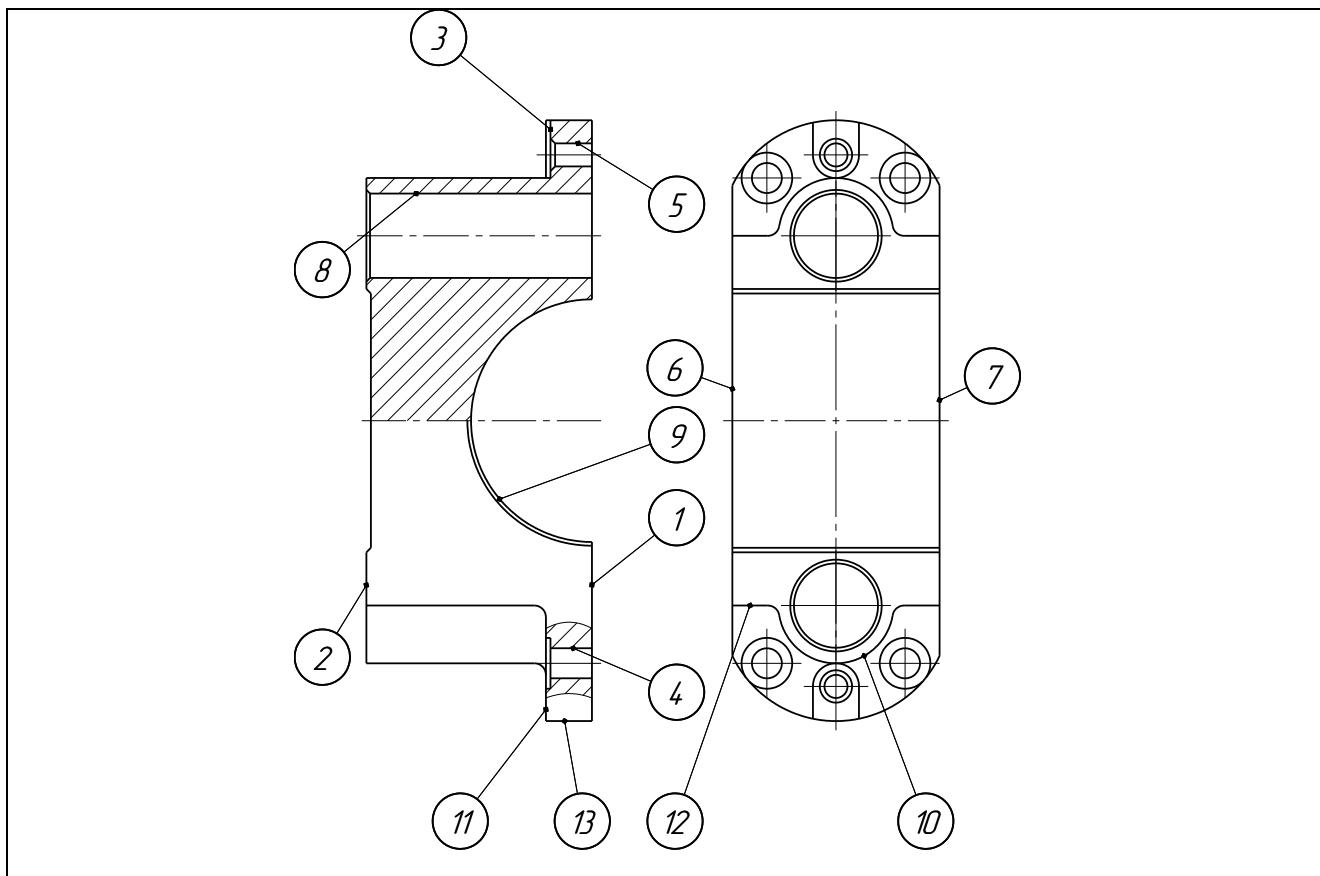


Рисунок 2.3 - Нумерація поверхонь деталі корпус

Відносно поверхні 1 розміром  $98_{-0,87}$  задане розташування інших поверхонь. По шорсткості поверхні являються нормальними, наявність поверхонь, що не оброблюють, призводить до зниження вимог по шорсткості.

Виконання технічних вимог забезпечує отримання необхідної міцності, зносостійкості та вібростійкості, потрібної геометричної точності деталі, створює зручні умови виконання механоскладальних і експлуатаційних робіт.

### 2.3 Технічний контроль робочого креслення

Деталь представлена на кресленні двома видами. Це все дає повну уяву про форму деталі.

Розміри на основні та допоміжні поверхні проставлені у вигляді номінального розміру та граничних відхилень або квалітету допуску. Розміри з не вказаними граничними розмірами виконують за 14 квалітетом. Вказані розміри дають повну відомість про габарити і точність деталі.

Шорсткість на кресленні проставлена по не діючому стандарту, тому вносимо зміну в креслення деталі:

шорсткість Rz 80 замінюємо на Ra 12,5;

шорсткість Rz 40 на Ra 6,3;

шорсткість Rz 800 на Ra 100.

Шорсткість Ra 2,5 двох отворів  $5 \phi 10A_3^{(+0,03)}$  відповідає другому ряду, необхідно замінити її на Ra 1,6.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КНУ.КБР.131.24.1-21.02.АСПД

Квалітети розмірів  $\phi 10A_3^{(+0,03)}$  та  $\phi 105A_5^{(+0,46)}$  замінимо на  $\phi 10H9^{(+0,036)}$   $\phi 105H12^{(+0,35)}$ .

На кресленні також проставлена конструкторська база А. Але база позначена не за стандартом, позначимо її затемненим трикутником. Відносно цієї бази проставлені відносні розташування поверхонь.

В технічних вимогах вказана вся необхідна інформація для виготовлення деталі.

Таким чином, креслення деталі після доробки має всю необхідну інформацію для виготовлення деталі і отримання необхідної її якості і повністю відповідає нині діючим стандартам.

## 2.4 Аналіз технологічності деталі

### 2.4.1 Якісний аналіз технологічності

Деталь, яка вибрана для проектування технологічного процесу обробки, відноситься до класу корпус.

Заготовкою для даної деталі буде відливка в піщано-глиняні форми. У серійному виробництві середніх відливок застосовують машинну формовку з використанням металевих або дерев'яних моделей, котра не вимагає робочих високої кваліфікації. Вона забезпечує високу продуктивність та дозволяє одержати якісні однорідні відливки із стабільними параметрами точності.

Корпус має досить розвинуту торцеву поверхню для використання її як установочної бази, за направляючу базу можна використовувати отвори. Плоска базова поверхня 1 виконана первною, що дозволяє знизити час її обробки. Поверхня 9 оброблюється в парі.

Деталь жорстка, так як відношення довжини до діаметра менше одиниці. Взагалі всі поверхні зручні для підводу та відводу інструмента, крім поверхні . Необхідну точність і шорсткість для корпусу можна цілком отримати на верстатах нормальної точності.

Виходячи з усього цього можна зробити висновок, що корпус навантажувача ковшового універсального досить технологічний, має просту зовнішню форму для отримання заготовки, а також не створює проблем при механічній обробці.

### 2.4.2 Кількісний аналіз технологічності

Розраховуємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{в.м.} = \frac{Q_0}{Q_3}, \quad (2.1)$$

де  $Q_0 = 8,9$  кг – маса деталі;

$Q_3 = 15$  кг – маса заготовки.

$$K_{в.м.} = \frac{8,9}{15} = 0,6$$

Розраховуємо коефіцієнт точності обробки. Для цього розрахуємо

					КНУ.КБР.131.24.1-21.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

середню точність, яка дорівнює:

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i n_i}{\sum n_i} = \frac{9 \cdot 2 + 12 + 14 \cdot 12}{15} = 12.$$
$$k_{mч} = 1 - \frac{1}{T_{cp}}, \tag{2.2}$$

$$k_{mч} = 1 - \frac{1}{12} = 0,92$$

Це свідчить, що деталь є не досить точною.

Розраховуємо коефіцієнт шорсткості. Для цього розрахуємо середню шорсткість.

$$Ш_{cp} = \frac{\sum Ш_i n_i}{n_i} = \frac{1,6 \cdot 2 + 6,3 \cdot 5 + 12,5 \cdot 8}{15} = 9 \text{ мкм.}$$
$$k_{ш} = \frac{1}{Ш_{cp}}, \tag{2.3}$$

$$k_{ш} = \frac{1}{9} = 0,1$$

З визначеної середньої шорсткості видно, що деталь має середню шорсткість.

З кількісного аналізу технологічності видно, що деталь є досить технологічною, так як коефіцієнт використання матеріалу достатньо високий, коефіцієнт точності обробки стримиться до одиниці, коефіцієнт шорсткості приближується до нуля.

## 2.5 Вибір типу виробництва. задачі проектування

### 2.5.1 Вибір типу виробництва

Для попереднього визначення типу виробництва використовуємо річний об'єм випуску ( $N_p = 1000$  шт.) і масу деталі ( $g = 8,9$  кг). За таблицею «Залежність типу виробництва від об'єму випуску і маси деталі» [3, стор. 24] визначаємо, що виробництво нашої деталі середньосерійне.

Вихідні дані	
Річна програма $N_p$ , шт	<b>1000</b>
Штучно-калькуляційний час, хв	
$T_{шт.-к.1}$	<b>12,46</b>
$T_{шт.-к.2}$	<b>30,13</b>
$T_{шт.-к.3}$	<b>24,2</b>
$T_{шт.-к.4}$	<b>25,63</b>
$T_{шт.-к.5}$	<b>0</b>
Йомвірний тип виробництва (ДС=1, СС=2, ВС=3)	<b>2</b>
Кількість змін	<b>1</b>

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

### 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 майстра;  
 $\sum P_i$  – явочне число робітників ділянки, що виконують різні операції при роботі в одну зміну

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

де  $\eta_H$  – 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.  $N_M = \frac{N_p}{s \cdot 12}$

$$\Pi_{o1} = \frac{13182 \cdot 0,8}{12,46 \cdot 83,333} = 10,156$$

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

$$\Pi_{o2} = \frac{13182 \cdot 0,8}{30,13 \cdot 83,333} = 4,2$$

$$P_1 = 0,96 \cdot \eta_H = 0,96 \cdot 0,8 = 0,768$$

$$\Pi_{o3} = \frac{13182 \cdot 0,8}{24,2 \cdot 83,333} = 5,2292$$

$$\sum P_i = 4 \cdot 0,768 = 3,072 = 4$$

$$\Pi_{o4} = \frac{13182 \cdot 0,8}{25,63 \cdot 83,333} = 4,9375$$

$$K_{з.о.} = \frac{24,52}{4} = \mathbf{6,131}$$

Виробництво **середньосерійне**

### Розмір партії деталей

$$n = \frac{N_p \cdot a}{\Phi}$$

де  $\Phi$  – число робочих днів в році;  
 $a$  – кількість днів запаса деталей на складі; для  
 крупних деталей – 2...3 дн.; середніх – 3...5 дн.;  
 дрібних – 5...10 дн.

$$n = \frac{1000 \cdot \mathbf{2}}{249} = 8 \text{ шт.}$$

2.5.2 Вибір діючого заводського технологічного процесу. Задачі проектування

Діючий заводський технологічний процес занесемо у таблицю 2.3, технологічні операції якого представлені у вигляді таблиці 2.4. Деталь оброблюється сумісно парою, який зображено на рисунку 2.2.

					КНУ.КБР.131.24.1-21.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 – Заводський маршрут обробки деталі корпус

№ операції	Найменування операції	№ оброблюваної поверхні	№ базуємої поверхні	Тип, модель верстата
1	2	3	4	5
005	Вертикально-фрезерна Установ А	1	11, 10	Вертикально-фрезерний мод. 6А12Р
	Установ Б	2	1, 10	
010	Вертикально-фрезерна	3, 10, 12, 13	1, 10	Вертикально-фрезерний мод. 6А12Р
015	Вертикально-свердлувальна	4	1, 10	Вертикально-свердлувальний мод. 2Н118
020	Вертикально-свердлувальна	4	1, 10	Вертикально-свердлувальний мод. 2Н118
025	Слюсарно-складальна			
030	Вертикально-фрезерна	6,7		Вертикально-фрезерний мод. 6А12Р
035	Горизонтально-розточувальна	9		
040	Радіально-свердлувальна	5, 8		
045	Слюсарно-складальна			

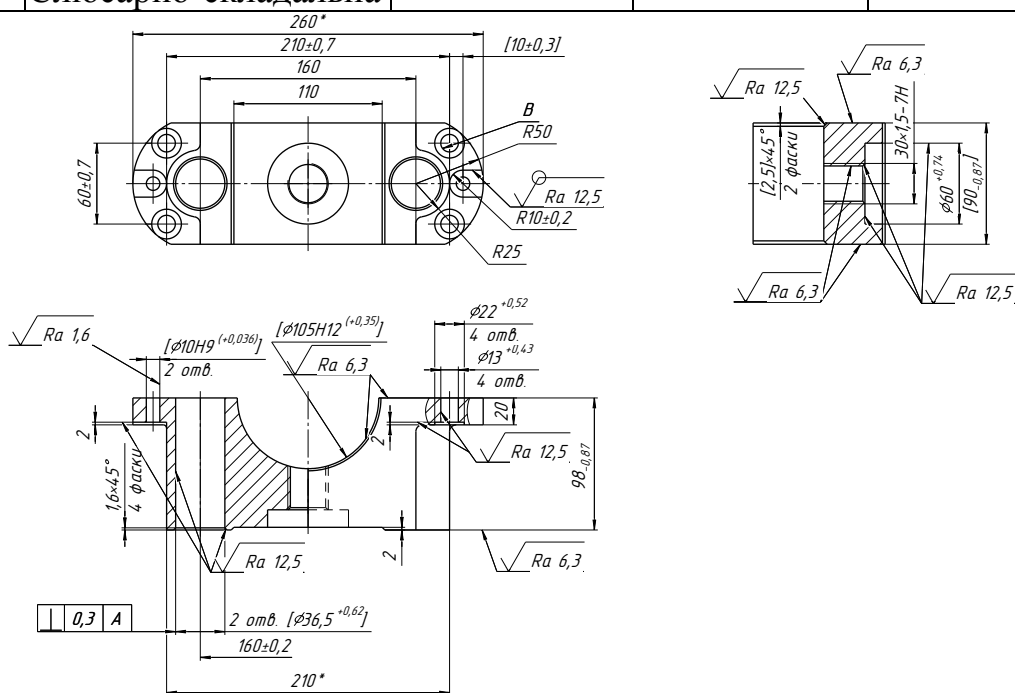


Рисунок 2.2 - Корпус

					Арк.	
					КНУ.КБР.131.24.1-21.02.АСПД	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.5 - Заводські технологічні операції обробки корпусу

№ операції і переходів	1 Назва операції 2 Верстат 3 Зміст переходів технологічної операції	Верстатне пристосування	Інструмент (ріжучий, допоміжний, вимірювальний)
1	2	3	4
	1 Розміточна 2 Верстак 3 Розмітити і накернити для фрезерування двох площин у розмір $98_{-0,87}, 20_{-0,84}$ ; двох пазів витримав розміри $b=20_{-0,87}, R=10, h=2_{-0,25}, l=210$ ; під свердлування чотирьох отворів $\phi 13^{+0,43}$ витримав розміри $l=210\pm 0,7, 60\pm 0,7$		Креслярка 7840-100549 ДСТУГОСТ 24473:2008  Кернер 7843-0033 Н12х1 ДСТУГОСТ 7213:2008  Молоток 7850-0051 Ц612Хр ДСТУГОСТ 2310:2008  Кість КР-54а ДСТУГОСТ 10597:2008  Циркуль розміточний 7841-0001 ДСТУГОСТ 18463:2008  Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,1 ДСТУГОСТ 166-80
005	1 Вертикально-фрезерна 2 Вертикально-фрезерний 6А12Р 3 Фрезерувати дві площини витримав розміри $98_{-0,87}, 20_{-0,84}$ з переустановом	Лещата 7200-0209 ДСТУГОСТ 14904:2008	Фреза 2214-000560 І Т15К6 ДСТУГОСТ 8529:2008 $\phi 160, Z=10$  Штангенциркуль ШЦ І -125-0,1 ДСТУГОСТ 166:2008

					КНУ.КБР.131.24.1-21.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1	2	3	4
010	1 Вертикально-фрезерна 2 Вертикально-фрезерний 6A12P 3 Фрезерування двох пазів $h=2$ ; $b=20_{-0,84}$ , $R=10$ , ухил по $R=25$ , $l=210$ і залишившуюся прибільну частину по $R=50$	Лещата 7200-0209 ДСТУГОСТ 14904:2008	Фреза 2223-0047 ДСТУГОСТ 17026:2008 $\phi 20$ , $Z=5$  Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ДСТУГОСТ 166:2008  Шаблони радіусні РШ-2 ДСТУГОСТ 4126:2008
015	1 Вертикально- свердлувальна 2 Вертикально- свердлильний 2Н18 3 Свердлувати чотири отвори $\phi 13^{+0,43}$ , витримав розміри: $l=60\pm 0,7$ , $l=210\pm 0,7$	Лещата 7200-0209 ДСТУГОСТ 14904:2008	Свердло 2301-0042 ДСТУГОСТ 10903:2008  Втулка 6100-0141 ДСТУГОСТ 13598:2008  Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ДСТУГОСТ 166:2008
020	1 Вертикально- свердлильна 2 Вертикально- свердлильний 2Н18 3 Цекувати чотири отвори $\phi 13^{+0,43}$ до $\phi 22^{+0,52}$ на глибину $h=2\pm 1$	Лещата 7200-0209 ГОСТ 14904-69	Зенківка 2350-0112 Р6М36 ДСТУГОСТ 15599:2008  Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ДСТУГОСТ 166:2008
025	1 Слюсарно-складальна 2 Верстак 3 Виконати складання корпусів для подальшої обробки. Складання виконувати за допомогою M12x55.88.029 ДСТУГОСТ 7708:2008	Лещата 7827-0253 ДСТУГОСТ 4045:2008	Молоток 7850-0051 Цб12Хр ДСТУГОСТ 2310:2008  Надставка

					КНУ.КБР.131.24.1-21.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1	2	3	4
030	1 Вертикально-фрезерна 2 Вертикально-фрезерний 6A12P 3 Фрезерувати дві площини, витримав розмір 90 <sub>-0,87</sub> з переустановом	Лещата 7200-0209 ДСТУГОСТ 14904:2008	Фреза 2214-005 60° I T15K6 ДСТУГОСТ 8529:2008 ø160; Z=10 Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ДСТУГОСТ 166:2008
035	1 Горизонтально- розточувальна 2 Горизонтально- розточний Н-100 3 Розточити отвір ø105Н12 <sup>(+0,35)</sup> на прохід, розточити фаску 2,5x45° в отворі ø105Н12 <sup>(0,35)</sup> з двох боків		Планки Болти Гайки Різець 2140-0083 T15K6 ДСТУГОСТ 18882:2008 Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-80
040	1 Радіально-свердлувальна 2 Радіально-свердлильний 2М55 3 Установити зібрані корпуси. Закріпити. Свердлувати два отвори ø9,8 напрохід, витримав розмір 10±0,3. Свердлувати два отвори ø25, витримав розмір l=160. Свердлувати два отвори ø36,5 <sup>+0,52</sup> напрохід, витримав розмір l=160±0,2. Розгорнути два отвори ø10Н9 <sup>(+0,036)</sup> , зенкувати фаски 2x45° в отворі ø10Н9 <sup>(+0,036)</sup> . Зенкувати 2 фаски 1,6x45° в отворі ø36,5 <sup>+0,52</sup> . Зенкувати 2 фаски 0,6x45° в отворі ø10Н9 <sup>(+0,036)</sup> .		Свердло 2301-0191 ДСТУГОСТ 10903:2008 d=9,8, Морзе 1  Втулка 6100-0142 ДСТУГОСТ 13598:2008  Свердло 2301-01226 ДСТУГОСТ 10903:2008 d=36,5, Морзе 4  Втулка 6100-0146 ДСТУГОСТ 13598:2008  Свердло 2301-0087 ДСТУГОСТ 10903:2008

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КБР.131.24.1-21.02.АСПД

Арк.



## Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4
			d=25, Морзе 3 Втулка 6100-0147 ДСТУГОСТ 13598:2008 Розгортка РАЦ- 10Н9 КН36-62-70 Зенківка 2353-0133 ДСТУГОСТ 14953:2008 d=16, 90° Зенківка 2353-0138 ДСТУГОСТ 14953:2008 d=50, 90° Пробка 10Н9 ГОСТ 166-80 Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-80
045	1 Слюсарно-складальна 2 Верстак 3 Виконати демонтаж корпусів.	Лещата 7828- 0253 ДСТУГОСТ 4045:2008	Молоток 7850-0051 Ц612Хр ДСТУГОСТ 2310:2008  Надставка

Діючий заводський технологічний процес технологічний процес розроблено для умов одиничного виробництва. Всі технологічні операції обробки виконуються на універсальному обладнанні. На підприємстві мається тільки маршрутна карта обробки деталі корпус.

Результатом вдосконалення заводського технологічного процесу виготовлення деталі повинно стати зниження собівартості виготовлення даної деталі. В даному випадку вдосконалити заводський технологічний процес можна, застосувавши впровадження прогресивних режимів різання, в результаті чого буде знижено час на обробку деталі, та заміну обладнання на більш ефективніше, зокрема заміну універсальних верстатів на багатоцільовий верстат, внаслідок чого буде зроблена концентрація операцій, а це нам дасть зменшення підготовчо-заключного і допоміжного часу і часу на транспортування.

					КНУ.КБР.131.24.1-21.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

#### 3.1 Вибір, техніко-економічне обґрунтування та проектування заготовки

##### 3.1.1 Вибір і техніко-економічне обґрунтування заготовки

Беручи до уваги тип виробництва, марку матеріалу, конфігурацію і вагу деталі (маса деталі 8,9 кг, матеріал деталі – сталь 35Л ДСТУ 8781:2018, виробництво середньосерійне) визначаємо, що спосіб отримання заготовки – це лиття в піщано-глиняні форми

При заміні матеріалу на сталь 35 ДСТУ 8781:2018 заготовку корпусу можна отримати поковкою штампованою.

Проводимо техніко-економічне обґрунтування способів отримання заготовки по їх вартості.

Вартість заготовки визначаємо за формулою:

$$C = Q \cdot C_m \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_{on} - (Q - q) \cdot C_o, \quad (3.1)$$

де  $Q$  - маса заготовки, кг;

$C_m$  - ціна одного кг матеріалу заготовки, грн/кг;

$K_m, K_c, K_{on}$  - коефіцієнти, які ураховують відповідно масу заготовки, групу складності і об'єм виробництва заготовок;

$q$  - маса готової деталі, кг;

$C_o$  - ціна одного кг відходів, грн/кг.

Вартість заготовки, отриманої литтям в земляні форми складає:

$$C_1 = 15 \cdot 3,52 \cdot 0,86 \cdot 0,82 \cdot 0,92 - (15 - 8,9) \cdot 0,45 = 31,51 \text{ грн.}$$

Вартість поковки сталюї штампованої буде:

$$C_2 = 15,7 \cdot 2,9 \cdot 0,831 \cdot 1,0 \cdot 1,15 - (15,7 - 8,9) \cdot 0,45 = 40,45 \text{ грн.}$$

Економічний ефект для порівняння способів отримання заготовок, при котрих технологічний процес механічної обробки не змінюється, визначаємо за формулою:

$$E = |C_1 - C_2| \cdot N, \quad (3.2)$$

$$E = |31,51 - 40,45| \cdot 1000 = 894, \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект литої заготовки складає 894 грн.

Тому для виготовлення деталі корпус приймаємо литу заготовку.

					КНУ.КБР.131.24.1-21.03.ПТП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Яворський			ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Цивінда						
Реценз.								
Н. Контр.		Рязанцев						
Затверд.		Нечасв						
						Кафедра ТМ ПМ-20		

## 3.2 Проектування заготовки

### 3.2.1 Проектування литої заготовки

Деталь не складна за конструкцією. У неї не всі поверхні механічно оброблюються.

Аналіз креслення показує, що відливка корпусу II класу точності 3 групи складності. Відливку отримуємо по нероз'ємній моделі. Поверхня роз'єму форми плоска.

Всі дані по проектуванню заготовки заносимо в таблицю 3.1.

1) Встановлюємо класи точності розмірів та мас відливки і ряди припусків на механічну обробку за 8781 ДСТУ 8781:2018 Виливки зі сталі. Загальні технічні умови.

Для відливок із сталі з найбільшим габаритним розміром 630 мм ( $l = 260$  мм) при відливанні у піщані форми, отверждаємі поза контактом з оснащенням отримуємо  $\frac{7-13T}{2-5}$ . Тому як відливка виконується у умовах

механізованого серійного виробництва, обираємо середнє значення класу точності розмірів та мас – 10 і ряду припусків – 3.

2) Призначаємо допуски розмірів відливки.

Тому як деталь отримуємо у одній полуформі, то допуски призначаємо на один клас точніше, тобто по дев'ятому класу.

3) Встановлюємо граничні відхилення.

Заготовку отримуємо по нероз'ємній моделі, тому встановлюємо симетричні відхилення на усі розміри.

4) Встановлюємо граничні відхилення зсуву.

При 10 класу точності розмірів відливки і відстані між центруючими пристроями до 630 мм граничні відхилення зсуву дорівнюють  $\pm 0,8$ .

5) Встановлюємо граничні відхилення короблення.

а) Призначаємо ступінь короблення.

Відношення найменшого габаритного розміру до найбільшого складає  $\frac{90}{260} = 0,35$ . Ступінь коробління може бути визначена у інтервалі 1-7. Менші значення ступенів короблення відносяться до простих відливок з легких кольорових сплавів, які не оброблюються термічно; більші значення – до складних термооброблюємих відливок з чорних металів.

У нашому випадку для корпусу, виготовленого зі сталі 35Л ДСТУ 8781:2018, ступінь короблення може бути визначена 4.

б) Граничні відхилення короблення для 4 ступеня короблення при найбільшому габаритному розмірі 260 мм складає:  $\pm 0,16$  мм.

б) Призначаємо верхнє граничне відхилення маси відливки.

Маса відливки може бути визначена у інтервалі 10 – 25 кг. Верхнє граничне відхилення маси для 10 класу точності маси відливки – 6,0 %.

7) Призначаємо основні припуски на механічну обробку.

					КНУ.КБР.131.24.1-21.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висота  $98_{-0,87}$  мм, шорсткість  $Ra - 6,3$  допуск розміру 2,2, основний припуск 3,2

Ширина  $90_{-0,87}$  мм, шорсткість  $Ra 6,3 -$  допуск розміру 2,2, основний припуск 3,2

Діаметр  $105H12^{(+0,35)}$ , шорсткість 6,3 – допуск розміру 2,4, основний припуск 4,0

8) Встановлюємо допоміжні припуски.

Граничні відхилення зсуву – 0,8, що менше половини допуску на кожен розмір відливки, тому допоміжний припуск, який компенсує відхилення зсуву, не призначаємо.

Граничні відхилення коробління – 0,16, що також менше половини допуску на кожен розмір, тому допоміжний припуск також не призначаємо.

9) Визначаємо розміри відливки з граничними відхиленнями.

Висота  $98 + 3,2 \cdot 2 \pm 1,1 = 104,4 \pm 1,1$  мм

Ширина  $90 + 3,2 + 3,2 \pm 1,1 = 96,4 \pm 1,1$  мм

Діаметр  $105 - 4,0 - 4,0 \pm 1,2 = 97 \pm 4,0$  мм

10) Формові ухили.

На поверхні R 50 мм з розміром 260 мм R 25 мм з розміром 210 мм призначаємо ухил  $1^{\circ}30'$ .

11) Формові радіуси.

Приймаємо формові радіуси дорівнюють 5 мм.

Таблиця 3.1 - Припуски та розміри відливки

№ п/п	Номінальний розмір деталі	Характеристика поверхні		Поле допуску	Граничні відхилення	Припуск основний	Припуск додатковий	Розмір заготовки
		IT	Ra					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	98	14	6,3/6,3	2,2	$\pm 1,1$	3,2/3,2	-	$104,4 \pm 1,1$
2	90	14	6,3/6,3	2,2	$\pm 1,1$	3,2/3,2	-	$96,4 \pm 1,1$
3	105	H12	6,3	2,4	$\pm 1,2$	4,0	-	$\phi 97 \pm 1,2$

					КНУ.КБР.131.24.1-21.03.ПТП				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

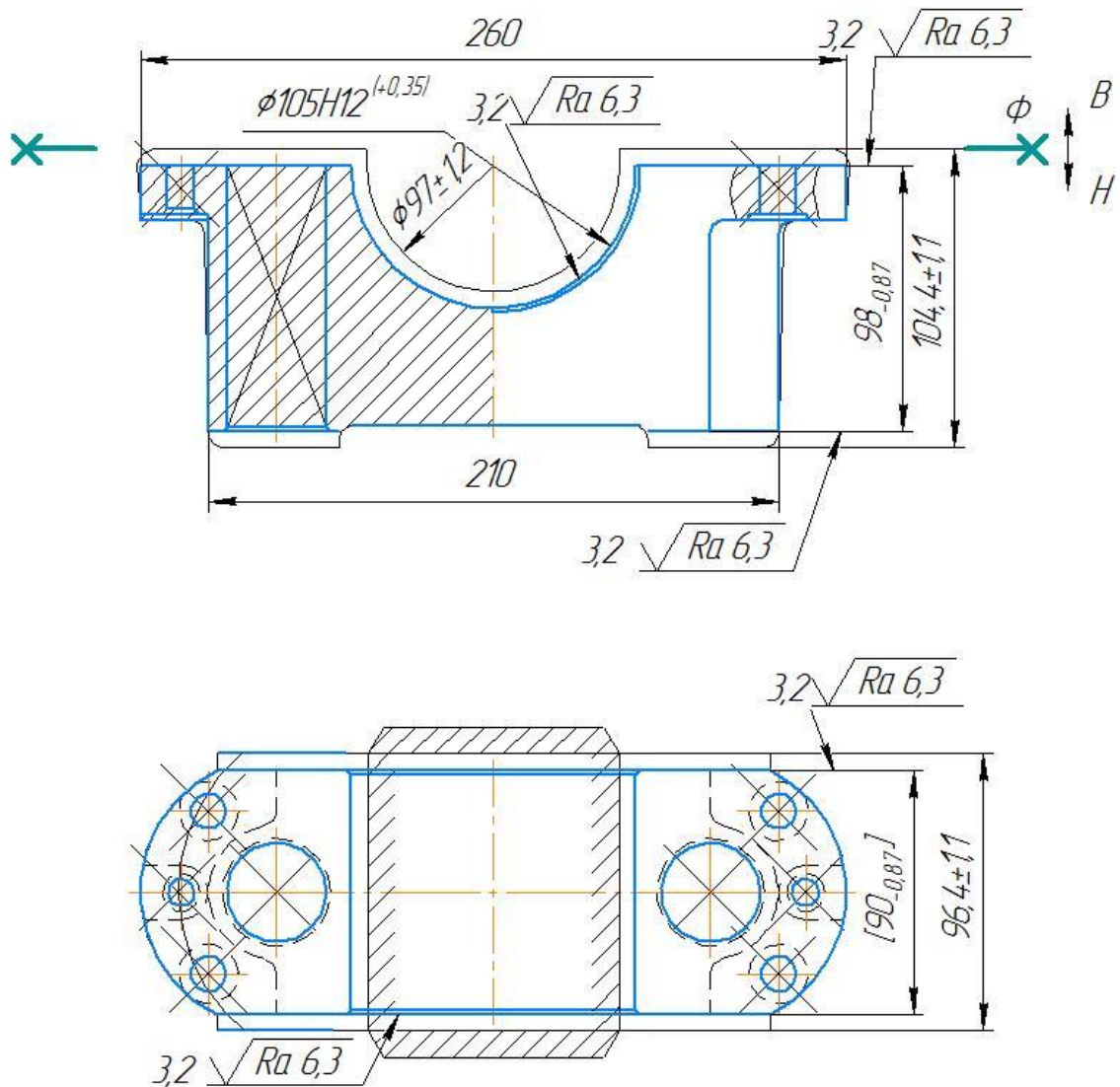


Рисунок 3.1 - Заготовка лита

### 3.2.2 Проектування поковки штампованої

Проектування поковки штампованої виконуємо згідно з ДСТУ 7505:2008

Ступінь складності поковки С2

Група сталі М1.

Точність виготовлення II клас.

Нагрівання заготовки індукційний.

Маса поковки до 16 кг.

Радіуси закруглення кутів 5 мм.

Штамповані ухили  $7^\circ$ .

Припуски на обробку, мм:

$\phi 105$  - 5; 98 - 3; 90 - 3.

Розміри на поковку, мм:

$\phi 105 - 2 \cdot 5 = \phi 95$ ;  $98 + 2 \cdot 3 = 104$ ;  $90 + 2 \cdot 3 = 96$ ;  $20 + 3 = 23$ ;  $5 + 3 = 8$ .

Допуски на розміри поковки, мм:

$\phi 95_{-1,2}^{+2,4}$ ;

$104_{-1,2}^{+2,4}$ ;

$96_{-1,2}^{+2,4}$ ;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КБР.131.24.1-21.03.ПТП

Арк.

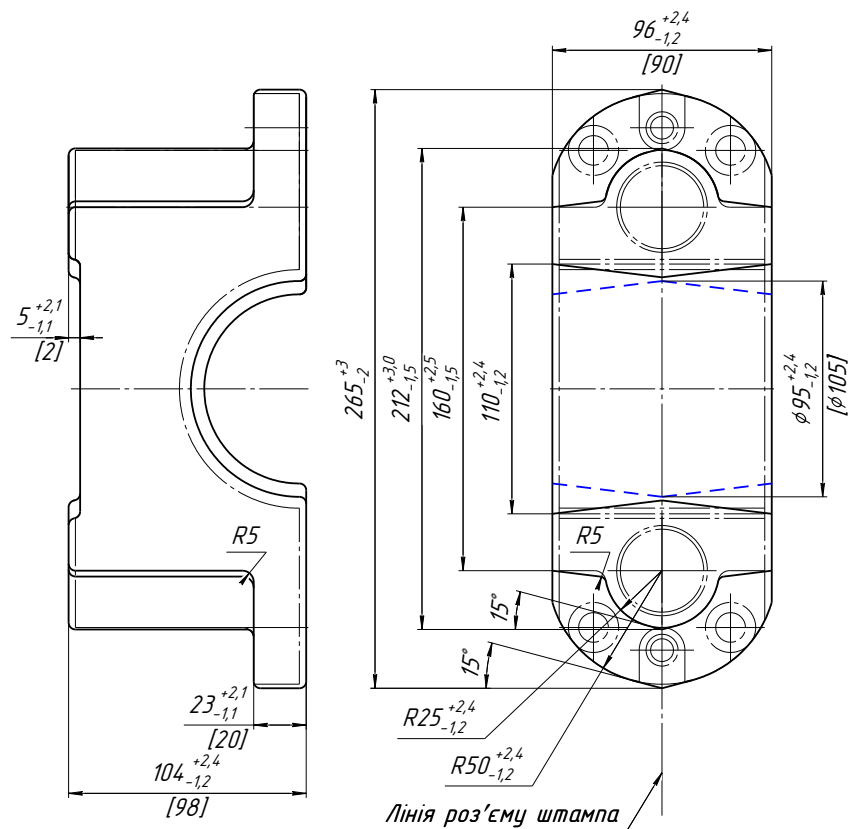
$23^{+2,1}_{-1,1}$ ; $5^{+2,1}_{-1,1}$ .

Рисунок 3.2 - Поковка штампована

### 3.3 Вибір і обґрунтування технологічних і вимірювальних баз

Деталь відноситься до класу корпусів. В якості технологічних баз для обробки поверхонь деталі прийємо площину і два перпендикулярних до неї отвори, які матеріалізують схему базування на площину та два штирі.

Основними конструкторськими базами корпуса, що визначають його положення в вузлі, є поверхні 1 та два отвори 4 згідно рисунку 3.3.

Технологічними базами, що визначають положення деталі при механічній обробці є поверхні 1 і 5.

У якості вимірювальної бази є поверхня 1 (база А), відносно неї задане положення інших поверхонь.

У такому випадку принцип єдності і постійності баз не виконується.

Зображуємо теоретичну схему базування. Точки 1, 2, 3 - установочна база, точки 4, 5 - подвійна опорна база, точка 6 - опорна база.

У якості технологічних баз на першій операції приймаємо поверхню 11 (точки 1, 2, 3 - установочна база), поверхня 6 (точки 4, 5 - напрямна база).

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КНУ.КБР.131.24.1-21.03.ПТП

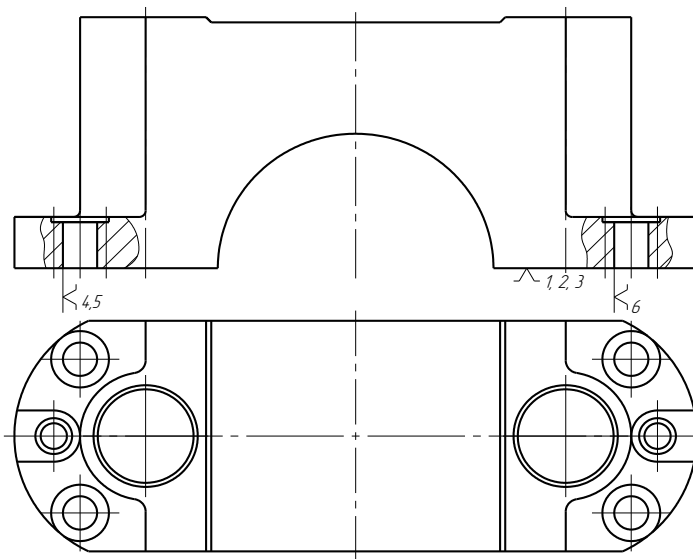


Рисунок 3.3 - Теоретична схема базування деталі корпус  
(верхнє положення корпусу)

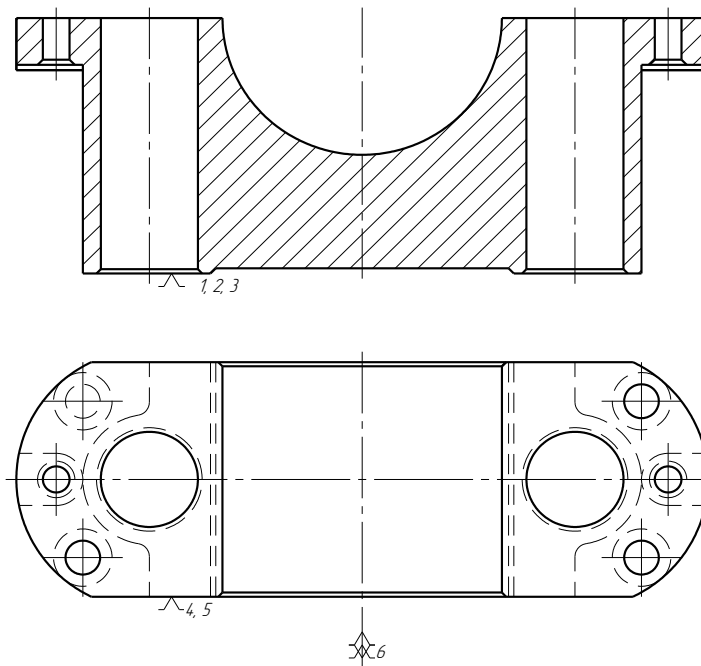


Рисунок 3.4 - Теоретична схема базування корпусу  
(нижнє положення корпусу)

					КНУ.КБР.131.24.1-21.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

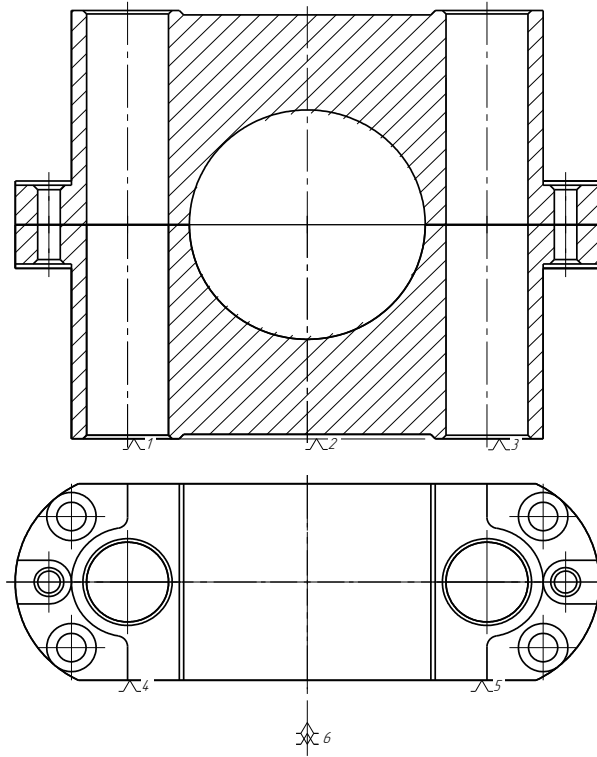


Рисунок 3.5 - Теоретична схема базування корпусу в зборі

					КНУ.КБР.131.24.1-21.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



### 3.4 Вибір і обґрунтування послідовності обробки поверхонь

На усі поверхні, що механічно оброблюються, визначаємо послідовність переходів з урахуванням точності та необхідної шорсткості [5]. Данні заносимо у таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Послідовність обробки поверхонь

№ поверхні, розмір	Найменування переходів	Шорсткість, Ra	Точність, IT	Допуск, T	Припуск, t	Меж операцій- ний розмір з допуском
1	2	3	4	5	6	7
1 98 <sub>-0,87</sub>	1 Заготовка	100	16	2,2	6,4	104,4±1,1
	2 Фрезерувати начорно	6,3	14	0,87	3,2	101,2 <sub>-0,87</sub>
2 98 <sub>-0,87</sub>	1 Заготовка	100	16	0,87	3,2	101,2 <sub>-0,87</sub>
	2 Фрезерувати начорно	6,3	14	0,87	3,2	98 <sub>-0,87</sub>
3 2 пази h=2 R10±0,2	1 Фрезерувати начорно	12,5	14	0,25	2	2 <sub>-0,25</sub>
4 отв. φ13 <sup>+0,43</sup>	1 Свердлувати	12,5	14	0,43	7,5	φ13 <sup>+0,43</sup>
	2 Цекувати	12,5	14	0,52	4,5	φ22 <sup>+0,52</sup>
5 2 отв. φ10H9 <sup>(+0,036)</sup>	1 Свердлувати	6,3	11	0,09	3,5	φ9,8 <sup>+0,09</sup>
	2 Розгорнути точно	1,6	9	0,036	0,5	φ10H9 <sup>(+0,036)</sup>
6 90 <sub>-0,87</sub>	1 Заготовка	100	16	2,2	6,4	φ96,4±1,1
	2 Фрезерувати начорно	6,3	14	0,87	3,2	93,2 <sub>-0,87</sub>
7 90 <sub>-0,87</sub>	1 Заготовка	100	16	0,87	3,2	93,2 <sub>-0,87</sub>
	2 Фрезерувати начорно	6,3	14	0,87	3,2	90 <sub>-0,87</sub>
8 2 отв. φ36,5 <sup>+0,62</sup>	1 Свердлувати	100	16	1,8	12,5	φ25±0,9
	2 Розсвердлити	12,5	14	0,62	5,75	φ36,5 <sup>+0,62</sup>
9 φ105H12 <sup>(+0,35)</sup>	1 Заготовка	100	16	2,4	8,0	φ97±1,2
	3 Фрезерувати начисто	6,3	12	0,35	4,0	φ105H12 <sup>(+0,35)</sup>

					КНУ.КБР.131.24.1-21.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.5 Розробка маршруту обробки деталі

На основі базового технологічного процесу і вказаних шляхів 3.3.

Таблиця 3.3 - Розробка маршруту обробки корпусу

№ операції	Найменування операції	№ оброблюваної поверхні	№ базуємої поверхні	Тип, модель верстата
1	2	3	4	5
005	Лиття			
010	Зачисна			
020	Контрольна			
030	Вертикально-фрезерна Установ А	1	2	Вертикально-фрезерний мод. 6А12Р
	Установ Б	2	1	
040	Багатоцільова	10, 11, 12, 13, 3, 4		Багатоцільовий вертикальний мод. 2254ВМФ4
050	Слюсарно-складальна			
060	Багатоцільова Установ А	6	7	Багатоцільовий вертикальний мод. 2254ВМФ4
	Установ Б	7	6	
070	Багатоцільова	9		Багатоцільовий горизонтальний мод. ІР500МФ4
080	Багатоцільова	5, 8,		Багатоцільовий горизонтальний мод. ІР500МФ4
090	Слюсарно-складальна			
095	Контрольна			

### 3.6 Розробка технологічної операції

Остаточню сформульований зміст операції з урахуванням верстатного пристосування, ріжучого, допоміжного та вимірювального інструменту представимо у вигляді таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Розробка технологічної операції обробки корпусу

№ операції і переходів	1 Назва операції 2 Верстат 3 Зміст переходів технологічної операції	Верстатне пристосування	Інструмент (ріжучий, допоміжний, вимірювальний)
1	2	3	4
005	Лиття		
010	Зачисна		
020	Контрольна		
025	Нормалізація		
030	1 Вертикально-фрезерна 2 Вертикально-фрезерний мод. 6A12P 3 а) Установ А Фрезерувати площину 1 витримав розміри 101,2 <sub>-0,87</sub> і 20 <sub>-0,84</sub>		Фреза 2214-000560 I T15K6 ДСТУГОСТ 8529:2008 Ø160, Z=10  Штангенциркуль ШЦ I -125-0,1 ДСТУГОСТ 166:2008
	3 б) Установ Б Фрезерувати площину 2 витримав розмір 98 <sub>-0,87</sub>		
040	1 Багатоцільова 2 Багатоцільовий вертикальний мод. 2254ВМФ4 3 Фрезерування двох пазів h=2 <sub>-0,25</sub> ; b=20 <sub>-0,84</sub> , R=10, ухил по R=25, l=210 і залишив-шуюся приблизну частину по R=50. Свердлувати чотири отвори Ø13 <sup>+0,43</sup> , витримав розміри: l=60±0,7, l=210±0,7. Цекувати чотири отвори Ø13 <sup>+0,43</sup> до Ø22 <sup>+0,52</sup> на глибину h=2±1		Фреза 2223-0047 ДСТУГОСТ 17026:2008 Ø20, Z=5  Свердло 2301-0042 ДСТУГОСТ 10903:2008  Зенківка 2350-0112 ДСТУГОСТ 15599:2008  Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ДСТУГОСТ 166:2008

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4
			Шаблони радіусні РШ-2 ДСТУГОСТ 4126:2008  Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ДСТУГОСТ 166:2008  Втулка 6100-0141 ДСТУГОСТ 13598:2008
050	1 Слюсарно-складальна 2 Верстак 3 Виконати зборку двох корпусів для подальшої обробки. Зборку виконувати за допомогою болтів М12х55.88.029 ГОСТ 7708-70		
060	1 Багатоцільова 2 Багатоцільовий вертикальний мод. 2254ВМФ4 3 а) Установ А Фрезерувати площину 6, витримав розмір 93,2 <sub>-0,87</sub> . 3 б) Установ Б Фрезерувати площину 7, витримав розмір 90 <sub>-0,87</sub> .		Фреза 2214-005 60° I ДСТУГОСТ 8529:2008 ø160; Z=10  Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ДСТУГОСТ 166:2008
070	1 Багатоцільова 2 Багатоцільовий горизонтальний мод. ИР500МФ4 3 Розточити отвір ø105Н12 <sup>(+0,35)</sup> на прохід, розточити фаску 2,5х45° в отворі ø105Н12 <sup>(+0,35)</sup> . Повернути стіл. Розточити фаску 2,5х45° в отворі ø105Н12 <sup>(0,35)</sup> .		Різець 2140-0083 ДСТУГОСТ 18882:2008  Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ДСТУГОСТ 166:2008

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4
80	<p>1 Багатоцільова</p> <p>2 Багатоцільовий горизонтальний мод. ИР500МФ4</p> <p>3 а) Свердлувати два отвори <math>\varnothing 9,8</math> на прохід, витримав розмір <math>10 \pm 0,3</math>. Свердлувати два отвори <math>\varnothing 25</math>, витримав розмір <math>l=160</math>. Свердлувати два отвори <math>\varnothing 36,5^{+0,52}</math>.</p> <p>Повернути стіл.</p> <p>Зенкувати фаски <math>2 \times 45^\circ</math> в отворах <math>\varnothing 10H9^{(+0,036)}</math>.</p> <p>Зенкувати фаски <math>1,6 \times 45^\circ</math> в отворах <math>\varnothing 36,5^{+0,52}</math>.</p>		<p>Свердло 2301-0191 ДСТУГОСТ 10903:2008 <math>d=9,8</math>, Морзе 1</p> <p>Свердло 2301-0087 ДСТУГОСТ 10903:2008 <math>d=25</math>, Морзе 3</p> <p>Свердло 2301-01226 ДСТУГОСТ 10903:2008 <math>d=36,5</math>, Морзе 4</p> <p>Розгортка РАЦ-10H9 КН36-62-70</p> <p>Зенківка 2353-0138 ДСТУГОСТ 14953:2008 <math>d=50, 90^\circ</math></p> <p>Зенківка 2353-0133 ДСТУГОСТ 14953:2008 <math>d=16, 90^\circ</math></p> <p>Втулка 6100-0142 ДСТУГОСТ 13598:2008</p> <p>Втулка 6100-0146 ДСТУГОСТ 13598:2008</p> <p>Втулка 6100-0147 ДСТУГОСТ 13598:2008</p>

									КНУ.КБР.131.24.1-21.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

			Втулка 6100-0253 ДСТУГОСТ 13598:2008
			Втулка 6100-0309 ДСТУГОСТ 13598:2008
			Пробка 10Н9 ДСТУГОСТ 166:2008
			Штангенциркуль ШЦ І-125-0,1 ДСТУГОСТ 166:2008
090	1 Слюсарно-складальна 2 Верстак 3 Розібрати корпуси		
095	Контрольна		

### 3.7 Вибір міжопераційних розмірів і припусків на обробку

На основі таблиці 3.4 заповнюємо таблицю 3.5 на усі поверхні.

Таблиця 3.5 - Вибір міжопераційних розмірів і припусків на обробку

№ поверхні, розмір	Найменування переходів	Шорсткість, Ra	Точність, IT	Допуск, T	Припуск, t	Міжоперацій- ний розмір з допуском
1	2	3	4	5	6	7
1 98 <sub>-0,87</sub>	1 Заготовка	100	16	2,2	6,4	104,4±1,1
	2 Фрезерувати начорно	6,3	14	0,87	3,2	101,2 <sub>-0,87</sub>
2 98 <sub>-0,87</sub>	1 Заготовка	100	16	0,87	3,2	101,2 <sub>-0,87</sub>
	2 Фрезерувати начорно	6,3	14	0,87	3,2	98 <sub>-0,87</sub>
3 2 пази h=2 R10±0,2	1 Фрезерувати начорно	12,5	14	0,25	2	2 <sub>-0,25</sub>
4 отв. $\phi 13^{+0,43}$	1 Свердлувати	12,5	14	0,43	7,5	$\phi 13^{+0,43}$
	2 Цекувати	12,5	14	0,52	4,5	$\phi 22^{+0,52}$

					КНУ.КБР.131.24.1-21.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6	7
5 2 отв. $\phi 10H9^{(+0,036)}$	1 Свердлувати	6,3	11	0,09	4,9	$\phi 9,8^{+0,09}$
	2 Розгорнути	1,6	9	0,036	0,1	$\phi 10H9^{(+0,036)}$
1	2	3	4	5	6	7
6 $90_{-0,87}$	1 Заготовка	100	16	2,2	6,4	$\phi 96,4 \pm 1,1$
	2 Фрезерувати начорно	6,3	14	0,87	3,2	$93,2_{-0,87}$
7 $90_{-0,87}$	1 Заготовка	100	16	0,87	3,2	$93,2_{-0,87}$
	2 Фрезерувати начорно	6,3	14	0,87	3,2	$90_{-0,87}$
8 2 отв. $\phi 36,5^{+0,62}$	1 Свердлувати	100	16	1,8	10	$\phi 20 \pm 0,9$
	2 Розсвердливати	12,5	14	0,62	8,25	$\phi 36,5^{+0,62}$
9 $\phi 105H12^{(+0,35)}$	1 Заготовка	100	16	2,4	6,4	$\phi 98,6 \pm 1,2$
	3 Фрезерувати начисто	6,3	12	0,35	3,2	$\phi 105H12^{(+0,35)}$

3.8 Розрахунок і вибір режимів різання, нормування технологічних операцій

3.8.1 Розрахунок режимів різання

Розраховуємо режими різання на токарну операцію для розточування поверхні 5 (рис. 3.1).

Вихідні дані

Деталь

Найменування деталі – корпус.

Матеріал – сталь 35Л (НВ 1490...1970 МПа).

Розмір, який необхідно одержати –  $\phi 10H9^{(+0,036)}$  мм.

Шорсткість поверхні – Ra 1,6.

Заготовка

Метод одержання заготовки – відливка II класу точності (IT16).

Маса заготовки – 15 кг.

Стан поверхонь – без кірки.

Припуск на обробку поверхні: 5 мм.

					КНУ.КБР.131.24.1-21.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

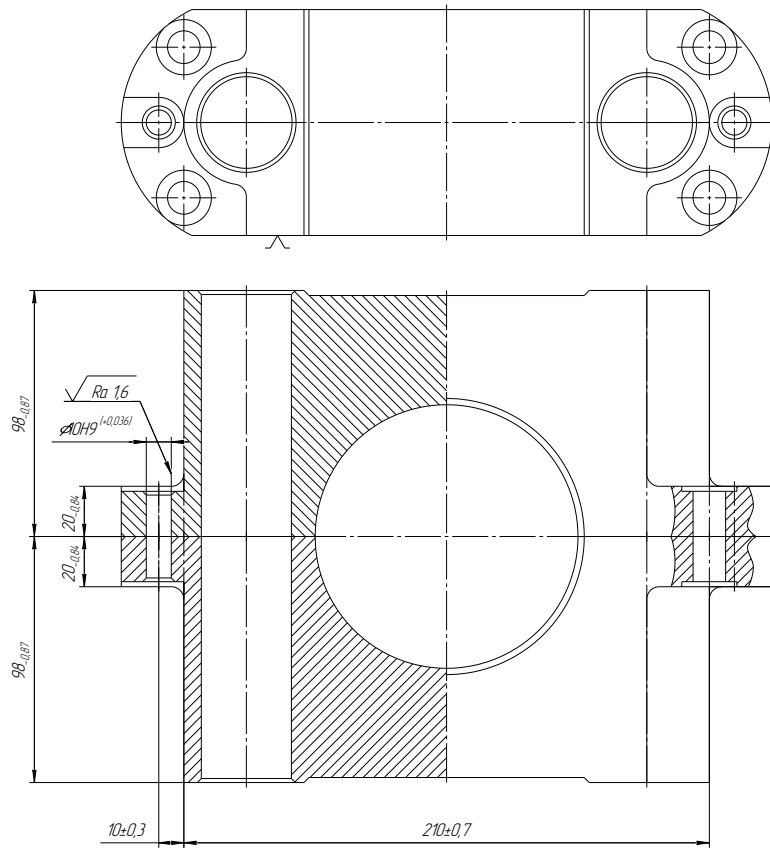


Рисунок 3.6 - Ескіз операції обробки отвору  $\phi 10H9^{(+0,036)}$

					КНУ.КБР.131.24.1-21.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Верстат

Модель верстата: Багатоцільовий горизонтальний мод. IP500МФ4

Паспортні дані верстата:

Частота обертання шпинделя  $n$ , об/хв: 21,2...3000;

Кількість ступенів частот обертання шпинделю 89

Найбільший крутний момент на шпинделю, Н·м 700

Межі подач  $S_m$ , мм/хв: по осі координат  $x, y$  1...2000;

по осі координат  $z$  1...2000;

Максимальне зусилля подачі, кгс: по осі координат  $x, y$  800;

по осі координат  $z$  400;

Потужність привода руху (кВт) 22.

Вибір стадій обробки

Стадія обробки даної поверхні представлена в таблиці 5.4.

Вибір глибини різання

Для чорнової стадії обробки (свердлування) глибина різання  $t_1 = 4,9$  мм.

Для чистової стадії обробки (розгорткування) глибина різання становить  $t_2 = 0,1$  мм.

Вибір інструмента

Приймаємо наступні розміри інструментів:

свердлування  $D = 9,8$  мм;

розгорткування  $D = 10$  мм.

Свердло вибираємо по ДСТУГОСТ 10903:2008, інший інструмент - спеціальний. Форма заточування інструменту - нормальна.

Вибір подачі, швидкості, потужності і вісьової сили різання

здійснюємо по картам 46...51 [ч. 2, 6] для ближчого більшого табличного значення діаметру інструменту.

В даному випадку значення цих величин вибираємо для операцій:

свердлування при діаметрі  $D = 9,8$  мм, відношення довжини робочої частини свердла до діаметра  $l / D = 7$  ближче більше табличне значення  $D_T = 10$  мм;  $(l / D) = 8$ .

Для цих значень по карті 46 [стор. 128, ч. 2, 6] визначаємо  $S_0 = 0,18$  мм/об;  $V_T = 25,0$  м/хв;  $N_T = 0,62$  кВт;  $P_T = 2189$  Н.

розгорткування  $D = 10$  мм за картою 49 [стор. 132, ч. 2, 6] визначаємо:

$S_0 = 0,7$  мм/об;  $V_T = 12,8$  м/хв;  $N_T = 0,5$  кВт;  $P_T = 34$  Н.

Значення вибраних величин значень режимів різання зведені в таблицю 3.5.

Таблиця 3.5 - Значення режимів різання

Виконуємий перехід	Режими різання				
	$S_{0T}$ , мм/об	$V_T$ , м/хв	$N_T$ , кВт	$P_T$ , Н	$n_T$ , об/хв
1	2	3	4	5	6
Свердлування	0,18	25,0	0,62	2189	815
Розгорткування	0,7	12,8	0,5	34	410

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КБР.131.24.1-21.03.ПТП				

Табличні значення режимів різання коректуємо в залежності від змінених умов роботи за формулами коректування [карта 52, стор. 142, ч. 2, 6]. Значення коефіцієнтів вибираємо з карти 53 [стор. 142, ч. 2, 6].

В даному випадку для переходів:

свердлування

Подачу корегуємо за формулою

$$S_o = S_{om} \cdot K_{sm}, \quad (3.4)$$

механічних властивостей оброблюваного матеріалу  $K_{sm} = 1,1$  ;

З урахуванням коефіцієнту  $S_o = 0,18 \cdot 1,1 = 0,198$  мм/об.

Швидкість корегуємо за формулою:

$$V = V_m \cdot K_{vm} \cdot K_{vz} \cdot K_{vzc} \cdot K_{vm} \cdot K_{vw} \cdot K_{vu} \cdot K_{vl}, \quad (3.5)$$

Вибираємо коефіцієнти:

$$K_{vm} = 1,1,$$

$$K_{vz} = 1,0,$$

$$K_{vzc} = 1,0,$$

$$K_{vm} = 1,0,$$

$$K_{vw} = 0,85,$$

$$K_{vu} = 1,0,$$

$$K_{vl} = 1,0$$

$$V = 25 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,85 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 23,375 \text{ м/хв}$$

Скореговану частоту оберту шпинделя розраховуємо за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (3.6)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 23,375}{3,14 \cdot 9,8} = 759,62 \text{ об/хв.}$$

Значення хвилинної подачі  $S_{xs}$  визначаємо за формулою:

$$S_{xs} = S_o \cdot n, \quad (3.7)$$

$$S_{xs} = 0,198 \cdot 759,62 = 150,4 \text{ мм/хв.}$$

З урахуванням паспортних даних верстату вибираємо ближчі подачу  $S_\phi$  і частоту обертання  $n_\phi$ .

Кінцево приймаємо  $n_\phi = 0,2$  об/хв,  $S_{x\phi} = 800$  мм/хв.,  $S_{o\phi} = 150$  мм/об.

Фактичну швидкість різання визначаємо за формулою:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_\phi}{1000}, \quad (3.8)$$

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 9,8 \cdot 800}{1000} = 24,6$$

розгортання

Подачу корегуємо за формулою [карта 52, стор.142, ч. 2, 6]:

$$S_o = S_{om} \cdot K_{sm}, \quad (3.9)$$

					КНУ.КБР.131.24.1-21.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Швидкість корегуємо за формулою:

$$V = V_m \cdot K_{V_M} \cdot K_{V_3} \cdot K_{V_{жс}} \cdot K_{V_m} \cdot K_{V_w} \cdot K_{V_u} \cdot K_{V_l}, \quad (3.10)$$

За картою 53 [стор. 143, ч. 2, 6] вибираємо коефіцієнти:

$$K_{V_M} = K_{S_M} = 1,1,$$

$$K_{V_3} = 1,0,$$

$$K_{V_{жс}} = 1,0,$$

$$K_{V_m} = 1,0,$$

$$K_{V_w} = 1,0,$$

$$K_{V_u} = 1,0,$$

$$K_{V_l} = 0,84$$

З урахуванням коефіцієнтів визначаємо значення подачі  $S_o$ , швидкості  $V$ , частоти обертання шпинделя  $n$  і хвилинної подачі  $S_{xв}$ :

$$S_o = 0,7 \cdot 1,1 = 0,77 \text{ мм/об.}$$

$$V = 12,8 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,84 = 11,83 \text{ м/хв.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 11,83}{3,14 \cdot 10} = 376,75 \text{ об/хв.}$$

$$S_{xв} = 0,77 \cdot 376,75 = 290,1 \text{ мм/хв.}$$

З урахуванням паспортних даних верстату вибираємо ближчі подачу  $S_\phi$  і частоту обертання  $n_\phi$ .

Кінцево приймаємо  $n_\phi = 400$  об/хв,  $S_{xв.\phi} = 300$  мм/хв.,  $S_{O\phi} = 0,7$  мм/об.

Фактична швидкість різання дорівнює:

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 400}{1000} = 12,56 \text{ м/хв}$$

Корегування табличних значень потужності різання і вісьової сили

Згідно карти 52 [стор. 142, ч. 2, 6] формули корегування потужності різання і вісьової сили мають вигляд:

для свердлування

$$N = \frac{N_m \cdot K_{Ns} \cdot K_{Nr}}{K_{Nm}}, \quad (3.11)$$

$$P = \frac{P_m \cdot K_{Ps}}{K_{Pm}}, \quad (3.12)$$

для розгорткування

$$N = \frac{N_m \cdot K_{Ns} \cdot K_{Nr} \cdot K_{Ni}}{K_{Nm}}, \quad (3.13)$$

					КНУ.КБР.131.24.1-21.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P = \frac{P_m \cdot K_{Ps} \cdot K_{Pi}}{K_{Pm}}, \quad (3.14)$$

За картою 53 [стор. 143, ч. 2, 6] вибираємо коефіцієнти:

$$K_{Nm} = K_{Pm} = 1,1$$

$$K_{Ni} = 2,2$$

$$K_{Pi} = 2,4$$

З урахуванням визначених коефіцієнтів скореговані значення потужності і вісьової сили визначаємо:

для свердлування

$$N = \frac{0,62}{1,1} = 0,56 \text{ кВт};$$

$$P = \frac{2189}{1,1} = 1990 \text{ Н};$$

для розгорткування

$$N = \frac{0,5 \cdot 2,2}{1,1} = 1 \text{ кВт};$$

$$P = \frac{34 \cdot 2,4}{1,1} = 74,18 \text{ Н}.$$

Перевірка вибраних режимів за потужністю привода головного руху і допустимого зусилля подачі

Згідно паспорту верстата потужність його двигуна  $N_o = 14$  кВт, коефіцієнт корисної дії  $\eta = 0,95$ , допустима сила подачі  $P_g = 4000$  Н. З усіх спроектованих переходів найбільша потужність різання відповідає розгорткуванню  $N = 1$  кВт.

Перевіряється умова

$$N \leq N_o \cdot \eta, \quad (3.15)$$

- умова виконується.

Максимальна сила подачі необхідна для переходу свердлування і складає  $P = 1990$  Н, що менше допустимого значення по верстату. Таким чином, встановлені режими різання здійснимі на даному верстаті.

### 3.8.2 Нормування технологічних операцій

Визначення часу автоматичної роботи верстата програмою  
Довжину робочого ходу визначаємо за формулою:

$$L_{p.x} = l_0 + l_1 + l_2 + l_3, \quad (3.16)$$

					КНУ.КБР.131.24.1-21.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $l_0$  - довжина оброблюємої поверхні;

$l_1$  - довжина підводу інструменту;

$l_2$  - довжина врізання інструменту;

$l_3$  - довжина перебігу інструменту.

Останні три значення визначаємо з додатку 23 [стор. 329, ч. 2, 6]. З урахуванням цих даних  $L_{p.x}$  складає:

для свердлування

$$L_{p.x} = 40 + 5 + 5 + 5 = 55 \text{ мм};$$

для розгорткування

$$L_{p.x} = 40 + 2 + 3 + 2 = 47 \text{ мм.}$$

Основний час автоматичної роботи верстата  $T_o$  визначаємо за формулою:

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_{Mф}}, \quad (3.17)$$

для свердлування

$$T_o = \frac{55}{800} = 0,07 \text{ хв.};$$

для розгорткування

$$T_o = \frac{47}{300} = 0,16 \text{ хв.}$$

Для визначення машино-допоміжного часу на виконання автоматичних допоміжних ходів  $T_{M.Дх}$  з даних на операцію вибираємо величину швидкого підводу інструменту від вихідної точки (і його відводу для заміни інструменту), з карти наладки інструментів - значення корекції на виліт кожного інструменту по відношенню до інструменту з максимальним вильотом.

для свердлування

$$T_{M.Дх} = \frac{2R + L_{p.x}}{S_{x.x}}, \quad (3.18)$$

$$T_{M.Дх} = \frac{2 \cdot 322 + 55}{3000} = 0,23 \text{ хв.}$$

для розгорткування

$$T_{M.Дх} = \frac{2 \cdot R + L_{p.x}}{S_{x.x}}, \quad (3.19)$$

$$T_{M.Дх} = \frac{2 \cdot 322 + 47}{3000} = 0,23 \text{ хв.}$$

Машино-допоміжний час на автоматичну заміну інструменту  $T_{M.Ді}$  беруть з паспортних даних верстату [доповнення 47, стор. 461, ч. 2, 6]. Для даного типу верстату час при повороті револьверної головки на одну позицію  $T'_{M.Ді} = 0,05$  хв. В даному випадку для циклу обробки деталі необхідно виконати

					КНУ.КБР.131.24.1-21.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

двічі заміну інструменту з поворотом револьверної головки на одну позицію.

Сумарний час на автоматичну заміну інструменту складе  $T_{M.дi} = 2 \cdot T'_{M.дi} = 0,1$  хв. Якщо оброблюється партія деталей, до цього часу необхідно додати час повороту револьверної головки, щоб поставити її в вихідне положення для обробки наступної деталі. Цей час дорівнює 1,15 хв. Таким чином, сумарний час на автоматичну заміну інструменту складе:

$$T_{M.дi} = 0,1 + 1,15 = 1,25 \text{ хв.}$$

Час циклу автоматичної роботи верстату за програмою для обробки даної деталі визначаємо за формулою:

$$T_{ц.А} = \sum T_A + \sum T_{M.д} , \quad (3.20)$$

$$T_{ц.А} = 0,07 + 0,16 + 0,46 + 1,25 = 1,94 \text{ хв}$$

Визначення норми штучного часу

Норми штучного часу визначаємо за формулою:

$$T_{шт} = (T_{ц.А} + T_D) \cdot \left( 1 + \frac{a_{тех} + a_{орг} + a_{омл}}{100} \right), \quad (3.21)$$

Допоміжний час складається з складових:

$$T_D = T_{уст} + T_{Доп} + T_{вим} , \quad (3.22)$$

Допоміжний час на встановлення і зняття деталі  $T_{уст} = 0,18$  хв [поз. 1, інд. і, карта 13, стор. 76, ч. 1, 6].

Час на закріплення і відкріплення деталі  $T'_{уст} = 0,07$  хв. [поз. 42, інд. е, карта 13, стор. 78, ч. 1, 6].

Допоміжний час на операцію складається [поз. 1...6, інд. е, карта 14, стор. 79, ч. 1, 6]

$$T_{Доп} = 2,3 + 0,04 + 0,40 + 0,12 + 0,40 + 0,04 = 3,3 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на контрольне вимірювання гладким калібром і пробкою складає [поз. 187, інд. в, карта 15, стор. 86, ч. 1, 6]

$$T_{вим} = 0,13 \text{ хв.}$$

Сумарний допоміжний час

$$T_D = 0,18 + 0,07 + 3,3 + 0,13 = 3,69 \text{ хв.}$$

Час на організаційне та технічне обслуговування робочого місця, відпочинок і особисті потреби приведено у відсотках від оперативного часу

					КНУ.КБР.131.24.1-21.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[поз. 39, карта 16, стор. 90, ч. 1, 6]

$$a_{opz} + a_{mex} + a_{omi} = 14 \%$$

Остаточна норма штучного часу дорівнює

$$T_{III} = (1,94 + 3,69) \cdot \left(1 + \frac{14}{100}\right) = 6,42 \text{ хв.}$$

На інші операції і переходи режими різання та нормування назначаємо табличним способом, заповнюємо таблицю 3.6.

					КНУ.КБР.131.24.1-21.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.6 - Режими різання, нормування технологічних операцій

Змін.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата	№ операції	Найменування операції	Модель верстату	Зміст переходів	Ескіз	Інструмент	Режими різання						Норми часу								
											D	l	t	S	V	n	i	T <sub>o</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>oп</sub>	T <sub>отд, Тобс</sub>	T <sub>шт</sub>	T <sub>шт-к</sub>		
											1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
					030	1 Вертикально-фрезерна	2 Верстат мод. 6A12P	3 Установ А	Фрезерувати площину, витримав розмір 1		Фреза 2214-000560 I ІСТУГОС Г 8529:2008 Ø160, Z=10 Штангенциркуль ШЦ I -125-1 ІСТУГОС Г 166:2008														
						3 Установ Б	Фрезерувати площину, витримав розмір 2				160		3,2	771	242	482	1			0,56					
												160		3,2	771	242	482	1			0,49				0,49

КНУ.КБР.131.24.1-21.03.ПТТ

Арк.

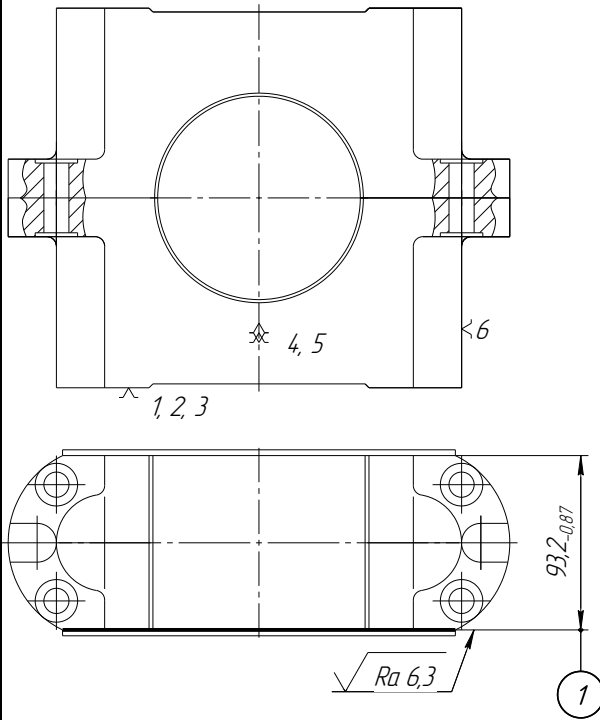


Змін.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Продовження таблиці 3.6													17
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
	1 Багато-цільова 2 Верстат мод. 2254ВМФ4 3 Фрезерува-ти по контуру, витримав розмір 1		Фреза 2223-0047 ДСТУГОС Т 17026:2008 Ø20, Z=5 Свердло 2301-0042 ДСТУГОС Т 10903:2008	25			0,06	36	573, 2	1			2,72					
	Фрезерувати два пази, витримав розмір 2		Ківка 0-0112 ТУГОС 099:2008 Агенци УЛЬ ЦІ-125- 0,1 ДСТУГОС Т 166:2008	20		2	0,04	21	334, 4				0,8					
040 КНУ.КБР.131.24.1-21.03.11ПЦ																		
	Арк.																	

Змін.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
						Свердлувати 4 отвори, витримав розмір 3		<p>Шаблони радіусні РШ-2 ДСТУГОС Т 4126:2008</p> <p>Штангенциркуль ШЦ-ІІ-250-0,1 ДСТУГОС 166:2008</p> <p>Улка 00-0141 ДСТУГОС 598:2008</p>														
					040	Цекувати 4 отвори, витримав розмір 4		<p>Шаблони радіусні РШ-2 ДСТУГОС Т 4126:2008</p> <p>Штангенциркуль ШЦ-ІІ-250-0,1 ДСТУГОС 166:2008</p> <p>Улка 00-0141 ДСТУГОС 598:2008</p>	13		7,5	0,29	21	149,2	1			0,23				
									22		4,5	24,7	9,5	137,5	1			0,08			10,13	

КНУ.КБР.131.24.1-21.03.ПТІІ

Арк.

Продовження таблиці 3.6																						
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
					090	1 Багато-цільова 2 Верстат мод. ИР500МФ4 3 Фрезерувати площину, витимав розмір 1		Фреза 2214-005 60° I ДСТУГОС Т 8529:2008 ø160; Z=10  Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ДСТУГОС Т 166:2008  Різець 2140-0083 ДСТУГОС Т 18882:2008  Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ДСТУГОС Т 166:2008														
									160		3,2	771	242	482	1							
																		0,5				

КНУ.КБР.131.24.1-21.03.ПТТ

Арк.

Змін.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата	КНУ.КВР.131.24.1-21.03.ІТЦ	Арк.

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	11	11
	Розточити отвір, витримав розмір 2			105		4	246,7	98	297,2	1			0,43			
	Розточити фаску, витримав розмір 3															
				105		1,6	62	146	442,8	1				0,1		

Змн.	Арк.	№ докум.	Гідус	Дата	Продовження таблиці 3.6												1	7						
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
					090	Фрезерувати площину, витримав розмір 4																		
								160			3,2	771	242	482	1			0,5						

КНУ КБР.131.24.1-21.03.ПТТ

Арк.

Змін.	Продовження таблиці 3.6																	
Арк.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
№ докум.	Розточити фаску, витримав розмір 3																	
Підпис	090																	
Дата					105		1,6	62	146	442,8	1			0,1			4,2	
Арк.	КНУ.КБР.131.24.1-21.03.ПТТ																	

Змін.	Арк.	Продовження таблиці 3.6																
№ докум.	Підпис	Дата	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1/6	17
			<p>1 Багато-цільова 2 Верстат мод. ИР500МФ4 3 Свердлувати 2 отвори, витримав розмір 1</p>		<p>Свердло 2301-0191 ДСТУГОС Т 10903:2008 d=9,8, Морзе 1</p>													
				<p>Свердло 2301-0087 ДСТУГОС Т 10903:2008 d=25, Морзе 3</p>														
				<p>Свердло 2301-01226 ДСТУГОС Т 10903:2008 d=36,5, Морзе 4</p>	9,8	4,9	150	24,6	800	1				0,07				

КНУ.КВР.131.24.1-21.03.ПТТ

070

Арк.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Продовження таблиці 3.6											1 6	1 7							
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
080  КНУ КБР.131.24.1-21.03.ПТТІ					Свердлувати 2 отвори, витримав розмір 2	<p> <math>160 \pm 0,2</math>  <math>\phi 4,5</math>  <math>Ra 12,5</math>  <math>1, 2, 3</math>  <math>98_{-0,087}</math>  <math>98_{-0,087}</math>  <math>\phi 25 \pm 0,9</math>            2 отв.         </p>		Розгортка РАЦ-10Н9 КН36-62-70  Зенківка 2353-0138 ДСТУГОС Т 14953:2008 $d=50, 90^\circ$  Зенківка 2353-0133 ДСТУГОС Т 14953:2008 $d=16, 90^\circ$																
												25		12,5		77,4 4	19	242	1			2,7		





Змін.	
Арк.	
№ док.м.	
Підпис	
Дата	
КНУ.КБР.131.24.1-21.03.ПТТІ	
Арк.	

Продовження таблиці 3.6																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
080	Розгорнути 2 отвори, витримав розмір 5		Втулка 6100-0253 ДСТУГОС Т 13598:2008	10		0,1	300	12,5 6	400	1			0,16			1	1
	Зенкувати 2 фаски, витримав розмір 6		Втулка 6100-0309 ДСТУГОС Т 13598:2008														
			Пробка 10Н9 ДСТУГОС Т 166:2008 Штангенци ркуль ШЦ І-125- 0,1 ДСТУГОС Т 166:2008	16		2	77,4	12,8	407, 6	1			0,09				

Змін.	Арк.	Продовження таблиці 3.6																		
№ докум.	Підпис	Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
			080	Зенкувати 2 фаски, витримав розмір 6 Зенкувати 2 фаски, витримав розмір 4									407,6	1			0,09			
							50		1,6	21,2	12,8	111,6	1			0,33			5,63	

КНУ.КВР.131.24.1-21.03.ЛПШ

Арк.

## 4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВАРІАНТІВ

### МАРШРУТУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

При вдосконаленні заводського технологічного процесу було замінено універсальний токарний верстат на верстат з ЧПК. В наслідок чого необхідно розрахувати доцільність такого рішення. Розрахунок проводиться автоматичним методом.

Вихідні дані для розрахунку економічного ефекту:

Базовий варіант: Верстати Н100, 2М55

Новий варіант: багатоцільовий з ЧПК моделі IP500MФ4

Вихідні дані					
Дані	Базовий варіант				Новий варіант
	Н100	2М55	3 верстат	4 верстат	IP500MФ4
<i>Деталі</i>					
Річний обсяг випуску деталей N, шт.	900				1000
Кількість запусків партій деталей в рік, шт	12				12
Тривалість випуску деталей Z, років	3				3
Штучний час обробки деталі t <sub>шт</sub> , хв.	90	90			80
Час наладки верстата, хв.	33	72,5			72,8
Розряд:					
контролера	5				5
верстатника	4	3			2
наладчика	3	3			5
наладчика інструменту		4			4
Кількість кадрів програми, шт.		400			600
Вартість заготовки S <sub>мг</sub> , грн.	269,5				269,5
Вартість комплексу спец. пристосувань К <sub>п</sub> , грн					
Оптова ціна на прокат одного УСП Ц <sub>усп</sub> , грн					
Середній час налагодження за прибором одного інструменту поза верстатом, хв.		4			
Середній період стійкості інструменту, хв.	45	45			90
Середня кількість граней пластинки, шт.	1	1			3

					КНУ.КБР.131.24.1-21.04.ТЕО			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Яворський				ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ МАРШРУТУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Цивінда						1	1
Реценз.						Кафедра ТМ ПМ-20		
Н. Контр.	Рязанцев							
Затверд.	Нечасв							

Коефіцієнт, що враховує питому вагу основного часу в штучному $K_t$	0,083	0,083	0	0	0,2
Вартість одного кадру ПК, грн.		7			8,9
Вартість розробки ПК $K_{mk}$ , грн.					5340
Середньочасова зарплатня робітника, грн:					
верстатника $H_{ст}$	33,6	33,6			30,1
наладчика $H_{нал}$	33,6	33,6			34,3
наладчика інструмента $H_{ін}$		31,1			
контролера $H_k$			29,8		29,8
<b>Верстати</b>					
Клас точності верстата	<b>H</b>	<b>H</b>			<b>A</b>
Маса верстата, т	30	30			50
Габарити верстата (довжина x ширина), м.	5,495 x 4,55	5,495 x 4,55			9,4 x 6,4
Габарити пристрою ЧПК, м					0,5 x 0,5
Тип пристрою ЧПК					FANUC 0iMF
Строк служби верстата до капітального ремонту $T_{рц}$ , років	7	7			15
Встановлена потужність всіх електродвигунів головного руху, кВт	28	28	Прямолінійний фатинг		50
Категорія складності ремонту верстата ЕРС:					
механічної частини $R_m$	51	51			100
електротехнічної частини $R_e$	43	43			99
Кількість верстатів, що обслуговує один робочий $d$ , шт	1	1			3

Оптова ціна верстата $C$ , грн.	110000	110000			420000
Коефіцієнт завантаження верстата $\eta$	0,75	0,75			0,95
Площа верстата за габаритами $A$ , м. кв.	25,0	25,0			60,0
Площа пристрою ЧПК $A_y$ , м. кв.					0,25
Витрати на одну одиницю ЕРС верстата, грн.					
механічної частини $H_m$	401	401			272
електротехнічної частини $H_e$	86	86			60
Норматив річних витрат на поточне обслуговування та ремонт ПЧПК $Q$ , грн.		0			11950
Коеф., що враховує додаткову площу верстата, $\gamma$	2,5	2,5	0		2
Коеф., що враховує клас точності верстата, $\mu$	1	1	0		1,8
Ефективний річний фонд часу роботи верстата $\Phi_{об}$ , год	3975	3975	0		3850
<b>Виробничі та інші площі</b>					
Вартість 1 м. кв. площі механічної $C_{пл.м.}$ , грн		500			500
Вартість 1 м. кв. площі, що займають службово-побутові приміщення $C_{сл.поб.}$ , грн		1000			1000

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КБР.131.24.1-21.04.ТЕО

Арк.

Площа службово-побутових приміщень, що приходяться на одного робочого А6 м. кв.	7				7
Витрати на утримання та амортизаційні витрати на 1 м. кв. цеху Нпл, грн.	180	180	0	0	200

Розрахунок допоміжних показників					
Дані	Базовий варіант				Новий варіант
	Н100	2М55	3 верстат	4 верстат	ИР500М±4
Трудомісткість обробки T <sub>об</sub> , год	1350	1350	0	0	1333,33333
Час налазки верстата впродовж року T <sub>н</sub> , год	6,6	14,5	0	0	14,56
Час налазки інструмента поза верстатом впродовж року T <sub>н.ін</sub> , год	0	124,80	0	0	0,00
Час контролю деталей впродовж року T <sub>к</sub> , год	112,05	112,05	0	0	266,666667
Кількість верстатників P <sub>в</sub> , чол. (розрах.)	0,73	0,73	0,00	0,00	0,24
(дійсна)	1	1	0	0	1
Кількість налачників верстатів P <sub>н</sub> , чол. (розрахункова)	0,0035	0,0078	0,0000	0,0000	0,0078
(дійсна)	1	1	0	0	1
Кількість налачників інструмента поза верстатом P <sub>н.ін</sub> , чол. (розрахункова)	0	0,0671	0	0	0,00000
(дійсна)	0	1	0	0	0
Кількість контролерів P <sub>к</sub> , чол. (розрах.)	0,06	0,06	0,000	0,00	0,14
(дійсна)	1				1
Додаткова кількість робочих по обслуговуванню верстатів з ЧПК P <sub>д.чп</sub> , чол. (розрахункова)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18
(дійсна)	0	0	0	0	1
Загальна кількість працівників на річну програму випуску деталей, чол.	6				4
Частка завантаження верстата обробкою деталі в обсязі річного випуску β	0,46	0,46	0,0000	0,000	0,37

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

КНУ.КБР.131.24.1-21.04.ТЕО

Арк.

**Собівартість механічної обробки річного випуску деталей**

$$C = I_3 + I_4 + I_{10} + I_{11} + I_{12} + I_{13} + I_{14} + I_{15} + I_{16} + I_{17} + I_{18} + I_{19} + I_{20} + I_{21}$$

де  $I_3$  – зарплатня верстатника;  $I_{10}$  – витрати на утримання приміщення, яке займає верстат;  
 $I_4$  – зарплатня за наладку верстата;  $I_{11}$  – витрати на амортизацію і утримання службово-побутових приміщень;  
 $I_{10}$  – зарплатня наладжувальника інструмента поза верстатом;  $I_{12}$  – витрати на ремонт та технічне обслуговування обладнання;  
 $I_{11}$  – витрати на підготовку та поновлення керуючої програм;  $I_{13}$  – витрати на технічне обслуговування і ремонт ЧПК;  
 $I_{12}$  – витрати на ремонт та утримання спеціальних пристосувань;  $I_{14}$  – зарплатня контролера  
 $I_{13}$  – витрати на прокат універсально-збірних пристосувань при їх використанні;  
 $I_{14}$  – амортизаційні відрахування на повне відновлення обладнання;

$$C_1 \text{ на деталь} = 261,70$$

$$C_2 \text{ на деталь} = 102,83$$

$I_3$	$I_4$	$I_{10}$	$I_{11}$	$I_{12}$	$I_{13}$	$I_{14}$	$I_{15}$	$I_{16}$	$I_{17}$	$I_{18}$	$I_{19}$	$I_{20}$	$I_{21}$	
149465	1114,83	3881,28	0,00	0	0	0,00	10294,71	42000	22097,4	0,0	6678,18			235531,40
$C_1$	22235	785,31	0,00	1780	0	0	6810,41	8881,54	28000	21983,5	4403,9	7946,7		102826,78

**1. Зарплатня верстатника (основна та додаткова)  $I_3$**

$$I_3 = N_{ст.зг} \cdot T_{шт} / d$$

де  $N_{ст.зг}$  – середньочасова заробітна платня верстатників зі усіма нарахуваннями, грн.;  
 $T_{шт}$  – час обробки деталей в обсязі їх річного випуску, год;  
 $d$  – кількість верстатів, які обслуговує один робочий

$$N_{ст.зг} = N_{ст} + Z_3 + C_{сп} + C_{пр}$$

де  $N_{ст}$  – тарифна ставка верстатника, грн;

$Z_3$  – додаткова заробітна платня, 8%  
 $C_{сп}$  – відрахування на соціальне

	Базовий варіант				Новий варіант				
	$I_3 = N_{ст.зг} \cdot T_{шт} / d$				IP500MФ4	$I_3 = N_{ст.зг} \cdot T_{шт} / d$			
H100	75394	55,85	1350	1	IP500MФ4	22235	50,03	1333	3
2M55	74071	54,87	1350	1	<b>Всього <math>I_{32}</math></b>	<b>22235</b>			
3-й верстат	0	0,00	0	0					
4 верстат	0	0	0	0					

**2. Зарплатня за наладку верстата  $I_4$**

$$I_4 = N_{нал.зг} \cdot T_н$$

де  $N_{нал.зг}$  – середньочасова зарплатня наладчиків з усіма нарахуваннями, грн.;  
 $T_н$  – час наладки верстата зпродовж року, год

$$N_{нал.зг} = N_{нал} + Z_4 + C_{сп} + C_{пр}$$

де  $N_{нал}$  – тарифна ставка наладчика, грн;  
 $Z_4$  – додаткова заробітна платня, 8%  
 $C_{сп}$  – відрахування на соціальне страхування, 12%  
 $C_{пр}$  – преміальні доплати, 30%

$$T_н = t_n \cdot j_p / 60$$

де  $t_n$  – час наладки верстата для обробки партії деталей, хв;

$j_p$  – кількість запусків партій деталей за рік

	Базовий варіант			Новий варіант			
	$I_4 = N_{нал.зг} \cdot T_н$			IP500MФ4	$I_4 = N_{нал.зг} \cdot T_н$		
H100	348,71	52,84	6,6	IP500MФ4	785,31	53,94	14,6
2M55	766,11	52,84	14,5	<b>Всього <math>I_{42}</math></b>	<b>785,31</b>		
3-й верстат	0,00	0,00	0				
4 верстат	0,00	0,00	0				
<b>Всього <math>I_{41}</math></b>	<b>1114,83</b>						

**3. Зарплатня наладжувальника інструмента поза верстатом,  $I_{10}$**

$$I_{10} = N_{10} \cdot T_{10.ін}$$

де  $N_{10}$  – середньочасова зарплатня наладчика, грн;  
 $T_{10.ін}$  – час, який затрачується на налагодження інструмента поза верстатом, хв **прямокутний фрагмент**  
 $T_{10.ін} = 1,3 \cdot t_{10} \cdot T_{шт} \cdot kt / (T \cdot n_p)$

де 1,3 – коеф., що враховує випадкову втрату інструменту та його вихід з ладу;  
 $t_{10}$  – середній час налагодження за прибором одного інструмента, хв;  
 $T_{шт}$  – час обробки деталей в обсязі їх річного випуску поза верстатом з ЧПК, год;  
 $kt$  – коеф., який враховує питому вагу основного

	Базовий варіант			Новий варіант			
	$I_{10} = N_{10} \cdot T_{10.ін}$			IP500MФ4	$I_{10} = N_{10} \cdot T_{10.ін}$		
H100	0	0	0	IP500MФ4	0,00	0	0,00
2M55	3881,28	31,1	124,80	<b>Всього <math>I_{102}</math></b>	<b>0,00</b>		
3 верстат	0,00	0	0				
4 верстат	0,00	0	0				

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

4. Витрати на підготовку та поновлення каруючої програми $\Pi_{\text{пк}}$				Базовий варіант			Новий варіант		
$\Pi_{\text{пк}} = K_{\text{пк}} / Z$	3 верстат	$I_{\text{пк}} = K_{\text{пк}} / Z$	$Z$	H100	$I_{\text{пк}} = K_{\text{пк}} / Z$	$Z$	IP500Mφ4	$I_{\text{пк}} = K_{\text{пк}} / Z$	$Z$
		0	900		0	3		1780	3
	4 верстат	$I_{\text{пк}} = K_{\text{пк}} / Z$	$Z$	2M55	$I_{\text{пк}} = K_{\text{пк}} / Z$	$Z$	<b>Всього <math>\Pi_{\text{пк}2}</math></b>	<b>1780</b>	
		0	900		0,00	3			
				<b>Всього <math>\Pi_{\text{пк}1}</math></b>	<b>0,00</b>				

5. Витрати на ремонт та утримання спеціальних пристосувань $\Pi_{\text{лр}}$				Базовий варіант			Новий варіант		
$\Pi_{\text{лр}} = K_{\text{лр}} \cdot (1/Z + 0,04)$ де 0,04 – коеф., що враховує витрати на ремонт спеціальних пристосувань	H100	$I_{\text{лр}} = K_{\text{лр}} \cdot (1/Z + 0,04)$	$Z$	2M55	$I_{\text{лр}} = K_{\text{лр}} \cdot (1/Z + 0,04)$	$Z$	IP500M φ4	$I_{\text{лр}} = K_{\text{лр}} \cdot (1/Z + 0,04)$	$Z$
								0	0,3333
	3 верстат	$I_{\text{лр}} = K_{\text{лр}} \cdot (1/Z + 0,04)$	$Z$				<b>Всього <math>\Pi_{\text{лр}2}</math></b>	<b>0</b>	
	4 верстат	$I_{\text{лр}} = K_{\text{лр}} \cdot (1/Z + 0,04)$	$Z$						
		0	0,3333		0	0,3333			
				<b>Всього <math>\Pi_{\text{лр}1}</math></b>	<b>0</b>				

6. Витрати на прокат універсально-збірних пристосувань при їх використанні $\Pi_{\text{вс}}$				Базовий варіант			Новий варіант		
$\Pi_{\text{вс}} = \Pi_{\text{вс}1} \cdot j_{\text{р}}$ де $\Pi_{\text{вс}1}$ – оптова ціна за прокат одного пристосування, грн	H100	$I_{\text{вс}} = \Pi_{\text{вс}1} \cdot j_{\text{р}}$	$j_{\text{р}}$	2M55	$I_{\text{вс}} = \Pi_{\text{вс}1} \cdot j_{\text{р}}$	$j_{\text{р}}$	IP500Mφ4	$I_{\text{вс}} = \Pi_{\text{вс}1} \cdot j_{\text{р}}$	$j_{\text{р}}$
								0	12
	3 верстат	$I_{\text{вс}} = \Pi_{\text{вс}1} \cdot j_{\text{р}}$	$j_{\text{р}}$				<b>Всього <math>\Pi_{\text{вс}2}</math></b>	<b>0</b>	
	4-ий верстат	$I_{\text{вс}} = \Pi_{\text{вс}1} \cdot j_{\text{р}}$	$j_{\text{р}}$						
		0	12		0	12			
				<b>Всього <math>\Pi_{\text{вс}1}</math></b>	<b>0</b>				

7. Амортизаційні відрахування на повне відновлення обладнання $\Pi_{\text{в}} = K_{\text{в}} \cdot A$				Базовий варіант			Новий варіант		
$\Pi_{\text{в}} = K_{\text{в}} \cdot A$ 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 – 0,053 та 0,056; • для верстатів масою вище 10 т – 0,04 та 0,042 відповідно	H100	$I_{\text{в}} = K_{\text{в}} \cdot A$	$A$	2M55	$I_{\text{в}} = K_{\text{в}} \cdot A$	$A$	IP500Mφ4	$I_{\text{в}} = K_{\text{в}} \cdot A$	$A$
								2202,41	55060
	3 верстат	$I_{\text{в}} = K_{\text{в}} \cdot A$	$A$				<b>Всього <math>\Pi_{\text{в}2}</math></b>	<b>6810,41</b>	
	4 верстат	$I_{\text{в}} = K_{\text{в}} \cdot A$	$A$						
		0,00	0		2202,40	55060			
		0,00	0		0,00	0			
				<b>Всього <math>\Pi_{\text{в}1}</math></b>	<b>4404,81</b>				

Прямокутний фрагмент

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КБР.131.24.1-21.04.ТЕО

Арк.



**8. Витрати на утримання приміщення, яке займає верстат П<sub>в</sub>**

$$П_{в2} = Н_{в2} \cdot (A + A_1) \cdot \gamma \cdot \beta$$

де Н<sub>в2</sub> – вартість амортизації та утримання 1 м. кв. площі механічного цеху  
 • для верстатів класів точності Н та П – 180 грн  
 • для верстатів класів точності В та ОВ – 200 грн

Базовий варіант						Новий варіант									
Н100	И <sub>в2</sub> = Н <sub>в2}</sub> · (А + А <sub>1</sub> ) · γ · β	5119,71	130	25,002	0	2,5	0,46	ИР500МФ4	И <sub>в2</sub> = Н <sub>в2}</sub> · (А + А <sub>1</sub> ) · γ · β	8882	200	60	0,25	2	0,3
2М55	И <sub>в2</sub> = Н <sub>в2}</sub> · (А + А <sub>1</sub> ) · γ · β	5175,00	130	25	0	2,5	0,46	Всього П <sub>в2</sub>	8881,54						
3 верстат	И <sub>в2</sub> = Н <sub>в2}</sub> · (А + А <sub>1</sub> ) · γ · β	0,00	0	0	0	0	0,00								
4-ий верстат	И <sub>в2</sub> = Н <sub>в2}</sub> · (А + А <sub>1</sub> ) · γ · β	0,00	0	0	0	0	0,00								
Всього П <sub>в2</sub>		10294,71													

**9. Витрати на амортизацію і утримання службово-побутових приміщень П<sub>сб</sub>**

$$П_{сб} = Н_{сб} \cdot A_{сб} \cdot (P_{ст} + P_{к} + P_{кон} + P_{к})$$

Базовий варіант						Новий варіант									
К <sub>сб</sub> = П <sub>сб.б</sub> · A <sub>сб</sub> · (P <sub>ст</sub> + P <sub>к</sub> + P <sub>кон</sub> + P <sub>к</sub> )	42000	1000	7	2	3	0	1	К <sub>сб</sub> = П <sub>сб.б</sub> · A <sub>сб</sub> · (P <sub>ст</sub> + P <sub>к</sub> + P <sub>кон</sub> + P <sub>к</sub> )	28000	1000	7	1	1	1	1
Всього К <sub>сб</sub>	42000														
Новий варіант															
К <sub>сб</sub> = П <sub>сб.б</sub> · A <sub>сб</sub> · (P <sub>ст</sub> + P <sub>к</sub> + P <sub>кон</sub> + P <sub>к</sub> )	28000	1000	7	1	1	1	1	Всього К <sub>сб</sub>	28000						

**10. Витрати на ремонт та технічне обслуговування обладнання П<sub>р</sub>**

$$П_{р} = (Н_{р1} \cdot R_{м1} + Н_{р2} \cdot R_{м2}) \cdot \mu \cdot \beta$$

де Н<sub>р1</sub>, Н<sub>р2</sub> – витрати на однією ремонтної складності відповідного механічної та електротехнічної частин, грн;  
 R<sub>м1</sub>, R<sub>м2</sub> – ремонтна складність відповідно механічної та електротехнічної часток, що приймається за паспортом верстата, а для левих 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

Базовий варіант						Новий варіант											
Н100	И <sub>р</sub> = (Н <sub>р1</sub> · R <sub>м1</sub> + Н <sub>р2</sub> · R <sub>м2</sub> ) · μ · β	10988,9	401	51	86	43	1	0,46	ИР500МФ4	И <sub>р</sub> = (Н <sub>р1</sub> · R <sub>м1</sub> + Н <sub>р2</sub> · R <sub>м2</sub> ) · μ · β	21983,5	272	100	60	99	1,8	0,37
2М55	И <sub>р</sub> = (Н <sub>р1</sub> · R <sub>м1</sub> + Н <sub>р2</sub> · R <sub>м2</sub> ) · μ · β	11108,5	401	51	86	43	1	0,46	Всього П <sub>р</sub>	21983,5							
6610	И <sub>р</sub> = (Н <sub>р1</sub> · R <sub>м1</sub> + Н <sub>р2</sub> · R <sub>м2</sub> ) · μ · β	0,0	0	0	0	0	0	0,00									
4-ий верстат	И <sub>р</sub> = (Н <sub>р1</sub> · R <sub>м1</sub> + Н <sub>р2</sub> · R <sub>м2</sub> ) · μ · β	0,0	0	0	0	0	0	0,00									
Всього П <sub>р</sub>		22097,4															

**11. Витрати на технічне обслуговування і ремонт ЧПК П<sub>ч</sub>**

$$П_{ч} = Q \cdot \beta$$

де Q – річні витрати при експлуатації у дві зміни і повній загрузці верстата з ЧПК, грн

Базовий варіант				Новий варіант						
Н100	И <sub>ч</sub> = Q · β	0	0	0,46	ИР500МФ4	И <sub>ч</sub> = Q · β	4	4403,9	11950	0,37
2М55	И <sub>ч</sub> = Q · β	0	0	0,46	Всього П <sub>ч</sub>	4403,9				
3-ий верстат	И <sub>ч</sub> = Q · β	0	0	0,00						
4-ий верстат	И <sub>ч</sub> = Q · β	0	0	0,00						
Всього П <sub>ч</sub>	0,0									

**12. Зарплата контролера П<sub>к</sub>**

$$П_{к} = Н_{к} \cdot T_{к}$$

де Н<sub>к</sub> – середньочасова заробітня плата контролера 5-го розряду, грн;  
 T<sub>к</sub> – час контролю деталей зпровадж року, год для базових верстатів;  
 T<sub>к</sub> = 0,083 · T<sub>кон</sub>  
 де 0,083 – середньостатистична частка трудомісткості контролерів для обробки на верстатах з ЧПК;  
 T<sub>к</sub> = 0,2 · T<sub>кон</sub>

Базовий варіант				Новий варіант						
Н100	И <sub>к</sub> = Н <sub>к</sub> · T <sub>к</sub>	3339,09	29,8	112,05	ИР500МФ4	И <sub>к</sub> = Н <sub>к</sub> · T <sub>к</sub>	4	7946,67	29,8	266,67
2М55	И <sub>к</sub> = Н <sub>к</sub> · T <sub>к</sub>	3339,09	29,8	112,05	Всього П <sub>к</sub>	7946,66667				
3-ий верстат	И <sub>к</sub> = Н <sub>к</sub> · T <sub>к</sub>	0,00	29,8	0,00						
4-ий верстат	И <sub>к</sub> = Н <sub>к</sub> · T <sub>к</sub>	0,00	29,8	0,00						
Всього П <sub>к</sub>	6678,18									

**2. Вартість приміщень, які займає верстат К<sub>в</sub>**

$$К_{в} = П_{цех.м} (A + A_1) \cdot \gamma \cdot \beta$$

де П<sub>цех.м</sub> – вартість 1 м. кв. площі механічного цеху;  
 А – площа, яку займає верстат по габаритах, м. кв.;  
 А<sub>1</sub> – площа, яку займають вносні, допоміжні пристрої, м. кв.;

γ – коефіцієнт, який враховує додаткову площу

Базовий варіант						Новий варіант									
Н100	К <sub>в</sub> = П <sub>цех.м} (А + А<sub>1</sub>) · γ · β</sub>	14221	500	25,002	0	2,5	0,46	ИР500МФ4	К <sub>в</sub> = П <sub>цех.м} (А + А<sub>1</sub>) · γ · β</sub>	22203,848	500	60	0,25	2	0,3
2М55	К <sub>в</sub> = П <sub>цех.м} (А + А<sub>1</sub>) · γ · β</sub>	14375	500	25	0	2,5	0,46	Всього К <sub>в</sub>	22203,85						
3 верстат	К <sub>в</sub> = П <sub>цех.м} (А + А<sub>1</sub>) · γ · β</sub>	0	500	0	0	0	0,00								
4-ий верстат	К <sub>в</sub> = П <sub>цех.м} (А + А<sub>1</sub>) · γ · β</sub>	0	500	0	0	0	0,00								
Всього К <sub>в</sub>	28596														

**3. Вартість службово-побутових приміщень К<sub>сб</sub>**

$$К_{сб} = П_{сб.б} \cdot A_{сб} \cdot (P_{ст} + P_{к} + P_{кон} + P_{к})$$

де П<sub>сб.б</sub> – вартість 1 м. кв. службово-побутових приміщень, грн;  
 A<sub>сб</sub> – площа службово-побутових приміщень, яка приходить на одного робочого;  
 P<sub>ст</sub>, P<sub>к</sub>, P<sub>кон</sub> – кількість відповідно верстатників, наладників та додаткових робочих по обслуговуванню верстатів з ЧПК;  
 P<sub>к</sub> – кількість контролерів

Базовий варіант						Новий варіант									
К <sub>сб</sub> = П <sub>сб.б} · A<sub>сб} · (P<sub>ст} + P<sub>к} + P<sub>кон} + P<sub>к}</sub></sub></sub></sub></sub></sub>	42000	1000	7	2	3	0	1	К <sub>сб</sub> = П <sub>сб.б} · A<sub>сб} · (P<sub>ст} + P<sub>к} + P<sub>кон} + P<sub>к}</sub></sub></sub></sub></sub></sub>	28000	1000	7	1	1	1	1
Всього К <sub>сб</sub>	42000														
Новий варіант															
К <sub>сб</sub> = П <sub>сб.б} · A<sub>сб} · (P<sub>ст} + P<sub>к} + P<sub>кон} + P<sub>к}</sub></sub></sub></sub></sub></sub>	28000	1000	7	1	1	1	1	Всього К <sub>сб</sub>	28000						

ЗМН.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

**Капітальні вкладення споживача**

$$K = K_0 + K_{кл} + K_{сл} + K_{вез} + K_{пр} + K_{пу}$$

де  $K_0$  – балансова вартість верстата, грн; $K_{кл}$  – вартість приміщення, яке займає верстат, грн.; $K_{сл}$  – вартість службово-побутових приміщень, грн.; $K_{вез}$  – обігові кошти в незакінченому виробництві, грн.; $K_{пр}$  – вартість комплексу спеціальних пристосувань, які використовуються на верстатах при обробці деталей, грн.; $K_{пу}$  – витрати на створення керуючої програми (КП), грн.

$$K_1 = 110120 + 28596 + 42000 + 0 + 0 + 0 = 180717$$

$$K_2 = 170260 + 22203,85 + 28000 + 29566 + 0 + 5340 = 255370,50$$

**Приведені витрати**

$$Z_1 = C_1 + E_{в} \cdot K_1$$

$$262638,9 = 235531 + 0,15 \cdot 180717$$

$$Z_2 = C_2 + E_{в} \cdot K_2$$

$$141132 = 102827 + 0,15 \cdot 255370$$

**Річний економічний ефект**

$$E = Z_1 - Z_2$$

$$121806,6 = 262638,9 - 141132$$

**Строк окупності**

$$T_{ок} = (K_2 - K_1) / (C_1 - C_2)$$

$$0,563 = (255370,50 - 180717) / (235531,40 - 102826,78)$$

КНУ.КБР.131.24.1-21.04.ТЕО

Арк.

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

5 РОЗРОБКА ВЕРСТАТНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ І РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ ДЛЯ ОПЕРЦІЇ НА ВЕРСТАТІ З ЧПК

Згідно розробленої верстатно-інструментального налагодження розробляємо фрагмент керуючої програми на свердління отворі.

Таблиця 5.1- Керуюча програма

Кадр КП	Пояснення
;	
№001 G92 X0 Y0 Z0	Установка системи координат в базисній точці
№002 G90 G00 Z171 T04 M06	Зміна інструменту
№003 S800 M03	Пуск обертання шпинделя
№004 G99 G81 X80 Y0 Z-206 R169 F0,19	Обробка отвору №1 після позиціонування
№005 X-80	Обробка отвору №2 після позиціонування, повернення до рівня R
№006 G00 X0 Y0 Z0 M05	Повернення до базисної точки, останов шпинделя
№007 G49 Z0	Анулювання корекції довжини інструмента
№008 M02	Програмний останов

За допомогою програми DelcamPower Share змодельована 3 D модель деталі корпус та за допомогою програми Delcam PowerMill зробили візуалізацію свердлення отворів.

Просвердлити отвір  $\varnothing 10^{+0,03}$  та L = 20 мм.

Просвердлити отвір  $\varnothing 13^{+0,43}$  та L = 20 мм.

Просвердлити отвір  $\varnothing 22^{+0,52}$  та L = 2 мм.

Просвердлити отвір  $\varnothing 36,5^{+0,62}$  та L = 196 мм.

1. По заданому кресленню створюємо 3D модель в програмі Delcam Power Share.

					КНУ.КБР.131.24.1-21.05.РВІН		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		ЯВОПСЬКИЙ			Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Цивінда				1	1
Реценз.					Кафедра ТМ ПМ-20		
Н. Контр.		Рязанцев					
Затверд.		Нечаєв					
					РОЗРОБКА ВЕРСТАТНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ		

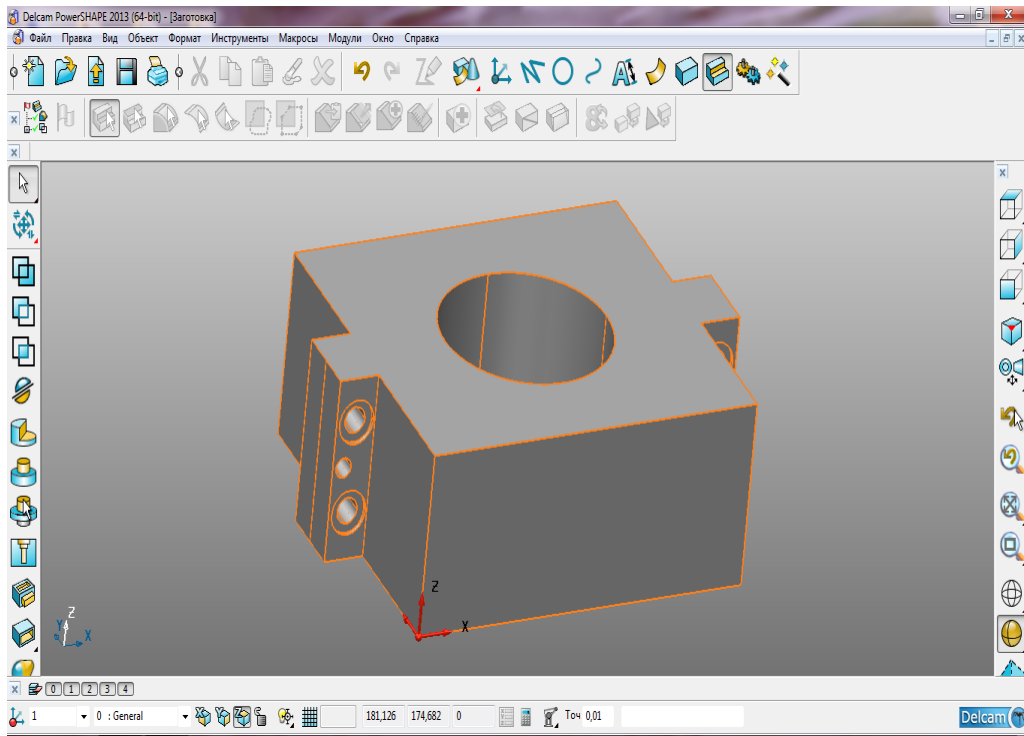


Рисунок 5.1 – 3Dмодель в PowerShape

2. За допомогою команди «Імпорт моделі...» імпортуємо 3Dмодель деталі корпус в програму Delcam Power

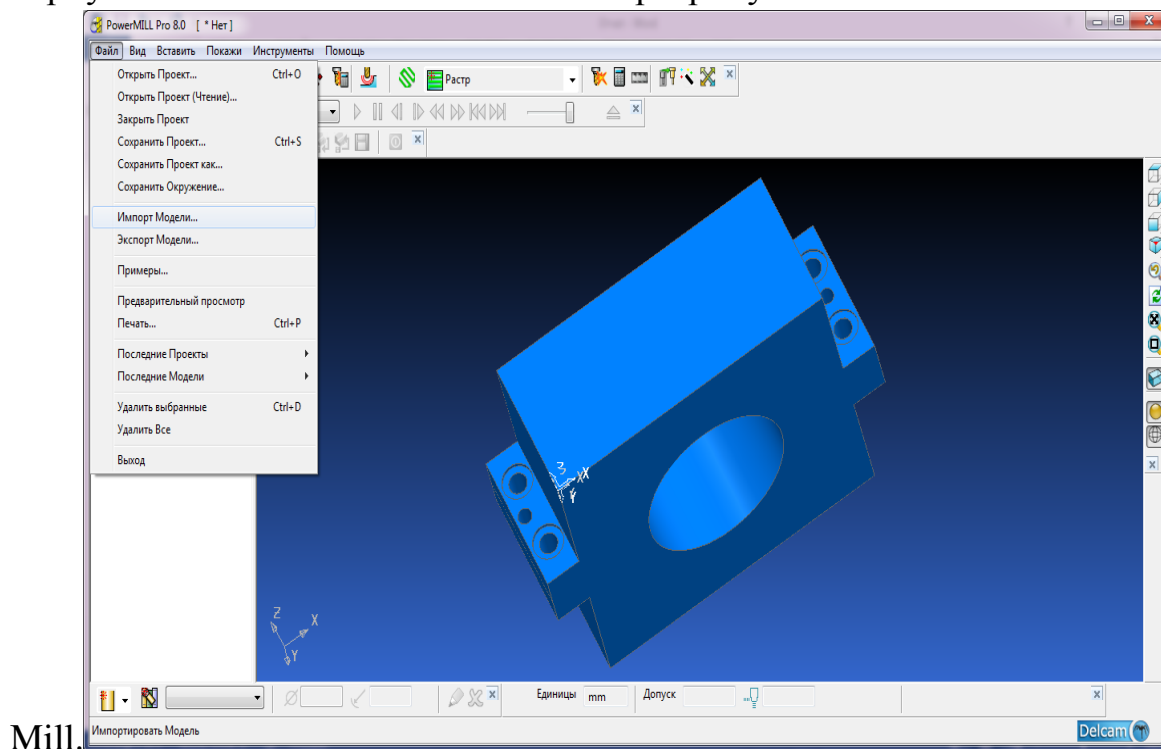


Рисунок 5.2 – Імпорт моделі в PowerMill

3. Обчислюємо заготовку для 3Dмоделі деталі корпус

					КНУ.КБР.131.24.1-21.05.ВІН	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

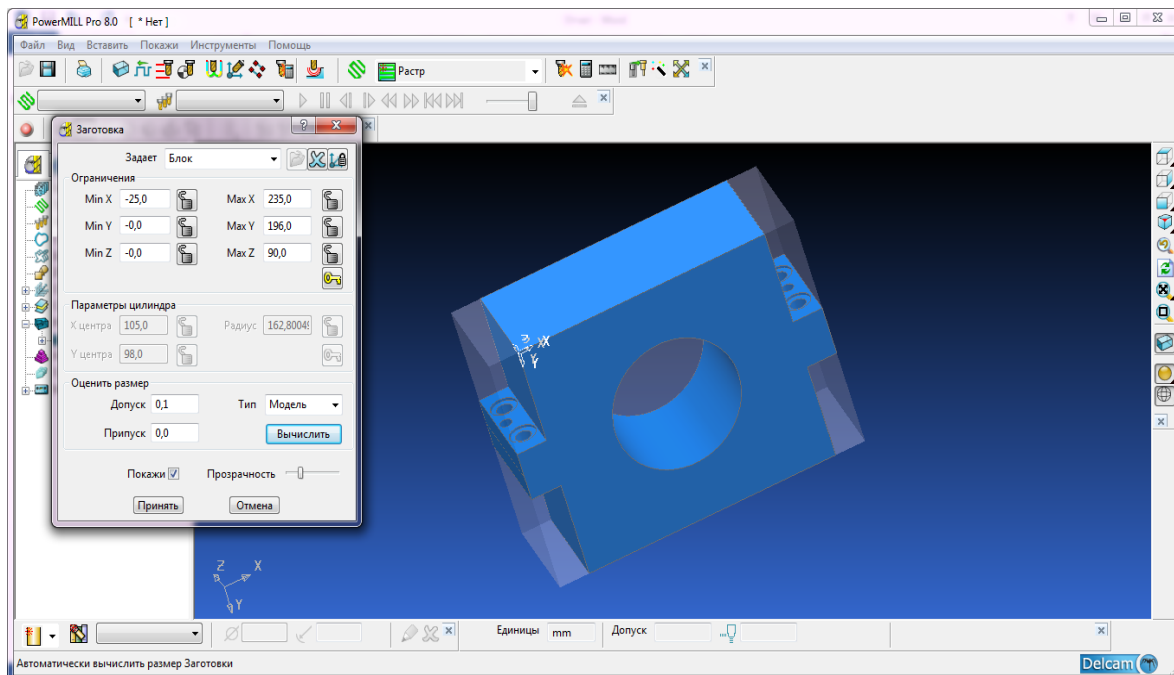


Рисунок 5.3 – Обчислення заготовки

4. Створення інструмента (свердло) для отворів. Інструменти приведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

№ з/п	Номинальний $\varnothing$ отвору	Перше свердло	Друге свердло	Попереднє розгортання
1	$\varnothing 10$	$\varnothing 9,8$	-	$\varnothing 9,96$
2	$\varnothing 13$	$\varnothing 12$	-	$\varnothing 12,95$
3	$\varnothing 22$	$\varnothing 20$	-	$\varnothing 21,94$
4	$\varnothing 36,5$	$\varnothing 20$	$\varnothing 34$	$\varnothing 36,46$

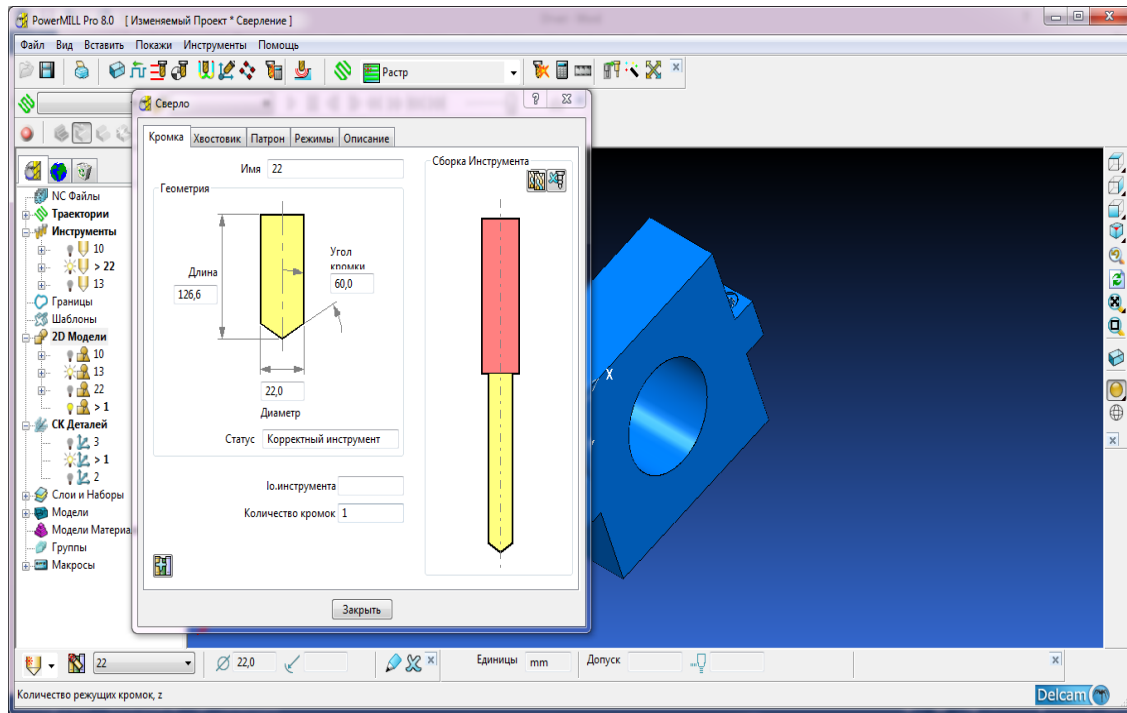


Рисунок 5.4 – Створення інструментів

## 5. Траектория руху інструмента.

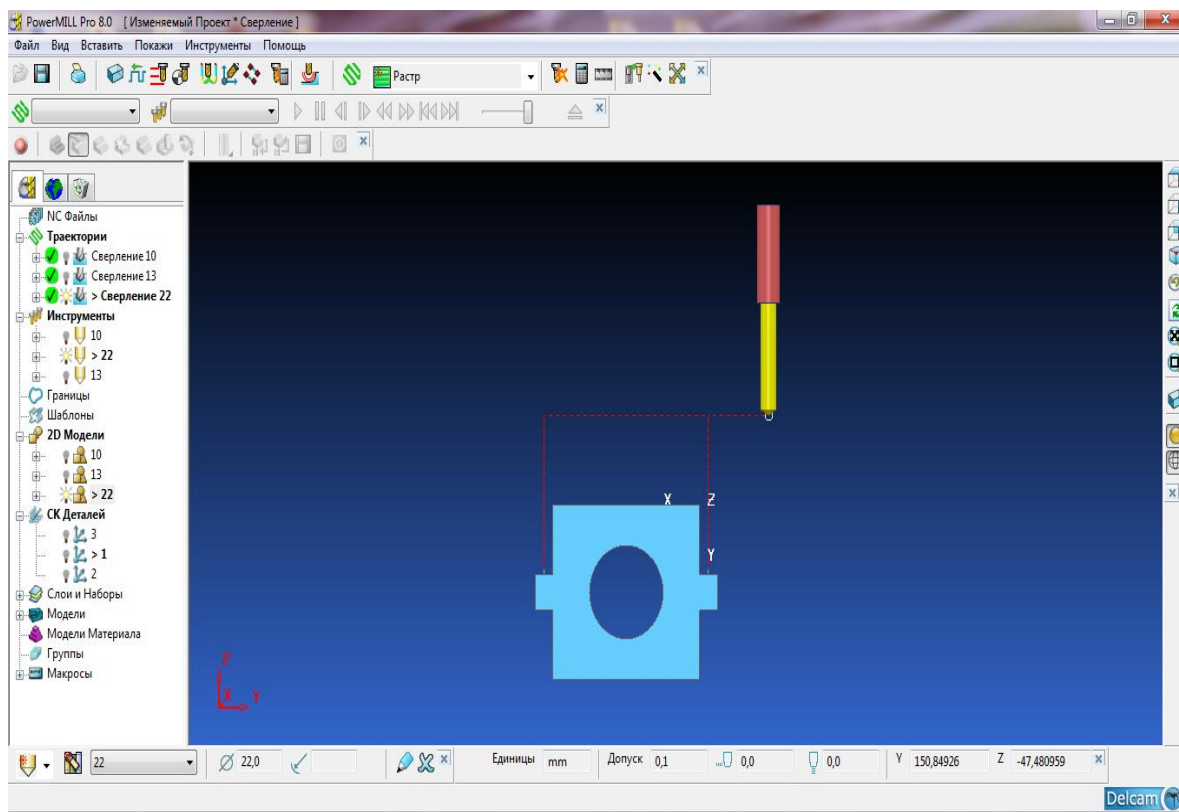


Рисунок 5.5 – Траектория руху інструмента

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## 6 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ

### 6.1 Технічне завдання

1. Пристосування призначено для свердління в деталі корпус 2-х отворів

070 Багатоцільова.

2. Багатоцільовий верстат мод. IP500МФ4.

Матеріал корпусу сталь 35Л ДСТУ 7505:2008

Режими різання на дану механічну обробку наведені в табл.3.6.

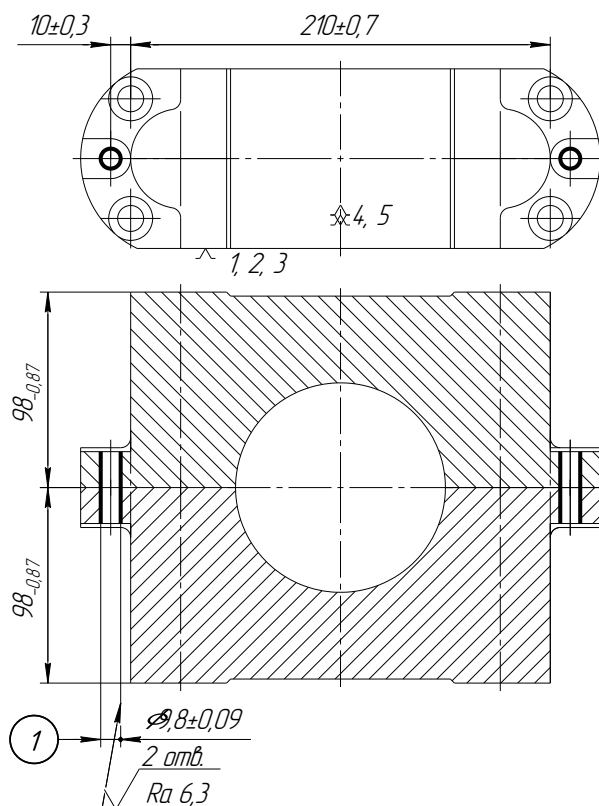


Рисунок 6.1 - Ескіз механічної обробки деталі

Визначаємо силу різання. Головна складна сили різання при свердлінні – осьова сила, Н

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot k_p \quad (6.1)$$

де  $S$  - подача на мм/об;

$D$  - діаметр свердла мм;

Значення коефіцієнтів і показників ступеня при визначені окружної сили [10 таб. 32]:

					КНУ.КБР.131.24.1-21.06.ПТО		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Яворський				Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Цивінда					1	1
Реценз.					Кафедра ТМ ПМ-20		
Н. Контр.	Рязанцев						
Затверд.	Нечасв						
					ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ		

$$C_p — 140; y — 0,65; q — 1;$$

$k_{MP}$  — поправочний коефіцієнт який враховує вплив якості оброблює мого матеріалу на силові залежності [10 т.2 таб.9]

$$k_P = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n \quad (6.2)$$

де  $n$  — показник степені при визначенні складової  $P_o$  сили різання при свердлінні [10 т. 2 таб.9]

$$n = \frac{0,75}{0,3} = 2,14$$

$$k_P = \left( \frac{635}{750} \right)^{0,3} = 0,7$$

$$P_o = 10 \cdot 140 \cdot 9,8^{1,0} \cdot 0,1^{0,65} \cdot 0,7 = 2150 \text{ Н}$$

Момент, що крутить:

$$M_{кр} = 10C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_P \quad (6.3)$$

Значення коефіцієнтів і показників ступеня при визначенні окружної сили[8 таб.32]:

$$C_M — 0,041; y — 0,7; q — 2;$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,041 \cdot 9,8^2 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,7 = 55 \text{ Нм}$$

Таблиця 6.2- Режими різання

Переходи	Інструмент	$D$ , мм	$l$ , мм	$t$ , мм	$S$ , мм/об	$v$ , м/хв	$n$ , об/х в	$P_o$ , Н	$M_{кр}$ , Нм
Свердлувати 2 отвори, $\varnothing 9,8$ мм на прохід	Свердло 2301-0191 ДСТУ ГОСТ 10903:2008	9,8	43	4,9	0,1	24,6	800	2150	55

Проектуємий пристрій одно місцевий з механізованим затиском деталі.

Проаналізуємо схему базування

					КНУ.КБР.131.24.1-21.06.ПТО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



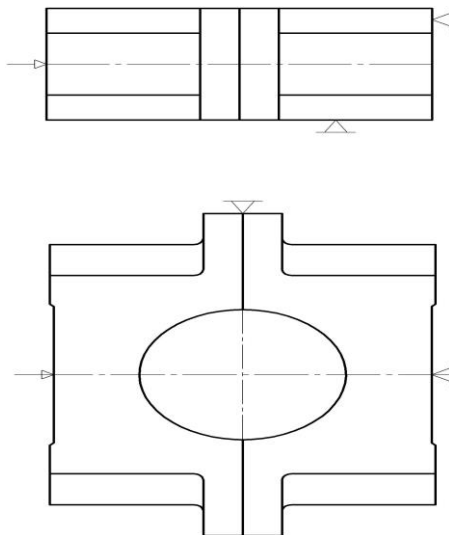


Рисунок 6.2 - Умовна схема базування

В якості установочного елемента в пристрої використаємо призматичні губки. Технологічними базами, при встановленні будуть: оброблений торець корпусу (3 ступені волі) а також упор в торець, упорна база (1 ступінь волі). Позбавлення ще 2 ступенів волі затиск деталі губками пристосування по попередньо обробленим поверхням (2 ступені волі).

Перевага цієї схеми встановлення це простота конструкції пристосування та також дає можливість застосувати постійність баз на інших технологічних операціях. Ця схема забезпечує велику доступність різального інструменту до заготовки, що оброблюється. Заготовка закріплюється силами, які прикладена перпендикулярно до її базової площини.

Розраховуємо дійсну похибку базування.

Базування по внутрішньому обробленому пазу з гарантованим зазором при симетричній обробці двох площин торцевими фрезами, опорний торець заготовки перпендикулярний до вісі бази.

$$\varepsilon_{\delta} = 0.5 \cdot T_B, \quad (6.4)$$

де  $B$  - ширина деталі, що встановлюється, 196<sub>-1,15</sub> мм,

$IT_B$  - допуск на ширину 1,15 мм

$$\varepsilon_{\delta} = 0.5 \cdot 1,15 = 0,575$$

Задовольняє технічним вимогам до виготовлення деталі.

Розрахунок на точність пристосування

Точність пристосування:

$$\varepsilon_{np} \leq T - k \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_6^2 + \varepsilon_{zn}^2 + \varepsilon_{ni}^2 + (k_{T2} \cdot \omega)} \quad (6.5)$$

де  $T$  - допуск виконус мого розміру  $T=0,18$  мм;

					КНУ.КБР.131.24.1-21.06.ПТО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\varepsilon_{\sigma}, \varepsilon_{\sigma}, \varepsilon_{zn}, \varepsilon_{nu}$  - похибки: базування, встановлення, закріплення, зносу, від перекосу інструмента

$\omega$  - економічна точність обробки 0,062 для свердління по 14 квалітету;

$k_{T1}$  - коефіцієнт враховуючий зменшення граничного значення похибки базування при роботі на настроєному верстаті 0,8;

$k_{T2}$  - коефіцієнт враховуючий долю похибки обробки в сумарній похибці, викликаємої факторами не залежними від обробки 0,8; [

$k$  - коефіцієнт враховуючий відхилення розсіювання значень складових величин від закону нормального розподілення 0,8;

$$\varepsilon_3 = 0,08 \text{ мм}$$

Встановлення на жорсткий палець з гарантованим зазором з упором в торець в пристосування з пневматичним затиском.

Точність установки пристосування на горизонтальний стіл-палету по отвору  $\varnothing 26H8$  визначається по відстані між отворами столу – палети - 300 мм і

максимальним зазор у спряженні базуючи поверхонь  $\varnothing 26 \frac{H8}{h8} \left( \begin{matrix} +0.021 \\ -0.033 \end{matrix} \right)$

$$\varepsilon_{\sigma} = \frac{l \cdot S}{l_{um}}, \quad (6.6)$$

де  $S$  - максимальний зазор у спряженні базуючи поверхонь 0,054 мм;

$l$  - довжина оброблюваної заготовки, мм 196 мм

$l_{um}$  - відстань між шпонками, мм 300 мм

$$\varepsilon_{\sigma} = \frac{196 \cdot 0,054}{300} = 0,035 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_3 = u$$

$$u = u_o \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot \frac{N}{N_o} \quad (6.7)$$

де  $u_o$  - для цементованих губок із сталі 20Х 0,1 мм для встановлення сталльної заготовки при зусиллі затиску до 30 кН та базової кількості установок;

$k_1, k_2, k_3, k_4$  - коефіцієнти відповідно на вплив матеріалу заготовки, обладнання, умов обробки та числа установок заготовки;

$k_1$  - для сталі 0,97;

$k_2$  - для обробки на багатоцільовому верстаті 1;

$k_3$  - для обробки без охолодження 1,25;

$k_4$  - для  $N = 100 \times 10^3$  1

$$\varepsilon_3 = 0,1 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 18 \frac{50000}{100000} = 0,04 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{nu} = 0$$

$$\varepsilon_{np} \leq 0,18 - 0,8 \sqrt{(0,8 \cdot 0,275)^2 + 0,08^2 + 0,035^2 + 0,04^2 + (0,8 \cdot 0,062)^2} = 0,18 \text{ мм}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КНУ.КБР.131.24.1-21.06.ПТО

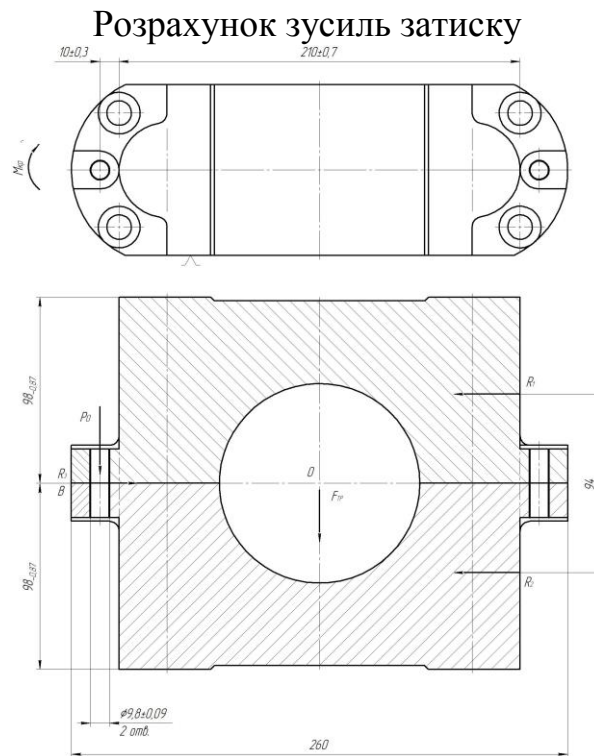


Рисунок 6.4 - Розрахункова схема діючих сил на оброблювану деталь

Розрахунок ведемо максимальній силі різання:  $P_o = 2150$  Н

$$Q = k \cdot F_{TP} \cdot f$$

де  $k$  - коефіцієнт запасу

$$k = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$$

$$k_1 = 1.5; \quad k_2 = 1; \quad k_3 = 1.3; \quad k_4 = 1.3; \quad k_5 = 1; \quad k_6 = 1$$

$$k = 2,535$$

$F_{TP}$  - сила тертя

$$R_3 = Q, \quad R_1 = R_2$$

Згідно наведеної схеми складемо рівняння моментів.

$$\sum F_X = 0 \quad R_1 + R_2 - R_3 = 0$$

$$\sum M_O = 0 \quad 47R_1 + 47R_2 - 112P_o = 0$$

Рішаємо систему рівнянь

$$R_1 = R_2 = \frac{115P_o}{2 \cdot 47} = \frac{115 \cdot 2150}{2 \cdot 47} = 2630 \text{ Н}$$

$$R_3 = R_1 + R_2 = 2630 + 2630 = 5260 \text{ Н}$$

$$Q = R_3 = 5260 \text{ Н}$$

### Розрахунок пневмосистеми

Для закріплення заготовки проектуємо для економії пневмосистему. Враховуючи вагу і габарити оброблюваної заготовки, а також силу різання від торцевої фрези.

					КНУ.КБР.131.24.1-21.06.ПТО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для закріплення заготовки проектуємо пневмоциліндр встроєний в корпус пристосування.

Для деталей інших розмірів передбачимо конструкцією змінні губки до прижимів. Цим ми досягнемо мети обробки на проектуємому пристосуванні обробки групи корпусних деталей різного типорозміру.

Розрахунок ведемо для пневмоциліндру.

Знаходимо затискну силу пневмоциліндра:

$$W_{ЗАТ} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot P \cdot \eta, \quad (6.8)$$

де  $D$  - діаметр циліндра,  $\text{Ø}195$  мм;

$P$  - тиск стисненого повітря у мережі,  $0,63$  МПа;

$\eta$  - кпд, який враховує втрати у циліндрі  $0,9$

$$W_{ЗАТ} = \frac{\pi \cdot 195^2}{4} \cdot 0,63 \cdot 0,9 = 16924 \text{ Н}$$

При випуску стисненого повітря зі сторони штока діаметром  $\text{Ø}40$  мм

$$W_{ВИП} = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot P \cdot \eta \quad (6.9)$$

$$W_{ВИП} = \frac{\pi \cdot (195^2 - 32^2)}{4} \cdot 0,63 \cdot 0,9 = 16468 \text{ Н}$$

Коефіцієнт запасу затискних сил відповідно розрахованим силам затиску.

$$k_{зан} = \frac{W}{Q_1} = \frac{16924}{5260} = 3,2$$

Коефіцієнт запасу задовольняє нормативному і дорівнює  $3,2$ .

Коефіцієнт запасу задовольняє вимогам техніки безпеки.

## 6.2 Проектування контрольного пристрою

Технічне завдання: Розробити контрольний пристрій для контролю, паралельності поверхні деталі, що становить  $0,06$  мм, відносно бази .

					КНУ.КБР.131.24.1-21.06.ПТО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

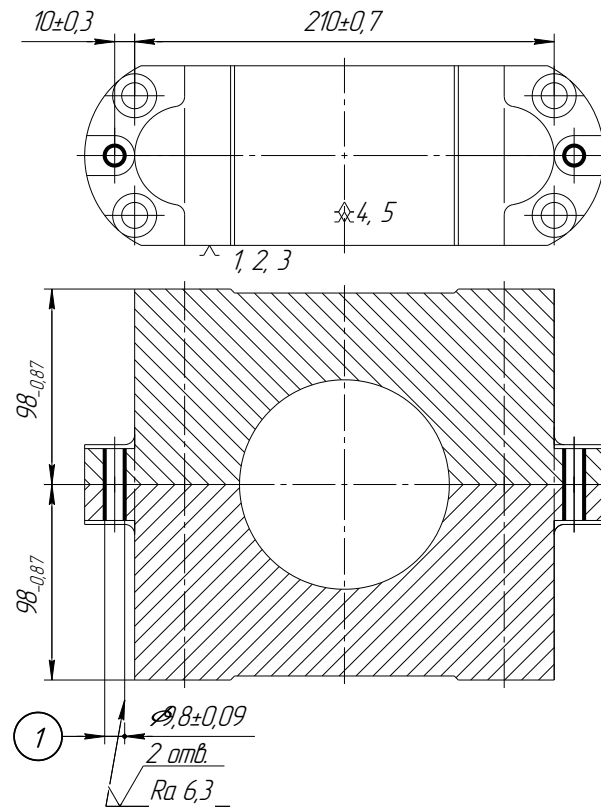


Рисунок 6.5-Схема базування

Для контролю паралельності поверхні деталі вибираємо вимірювальний прилад. Вимірювальні прилади вибираються в залежності від точності вимірювальної величини на порядок точнішим.

Вимірювальний прилад - індикаторна головка 05 205, з ціною виміру 0,002 мм, похибка виміру 0,005.

Розробляємо схему контрольного пристрою

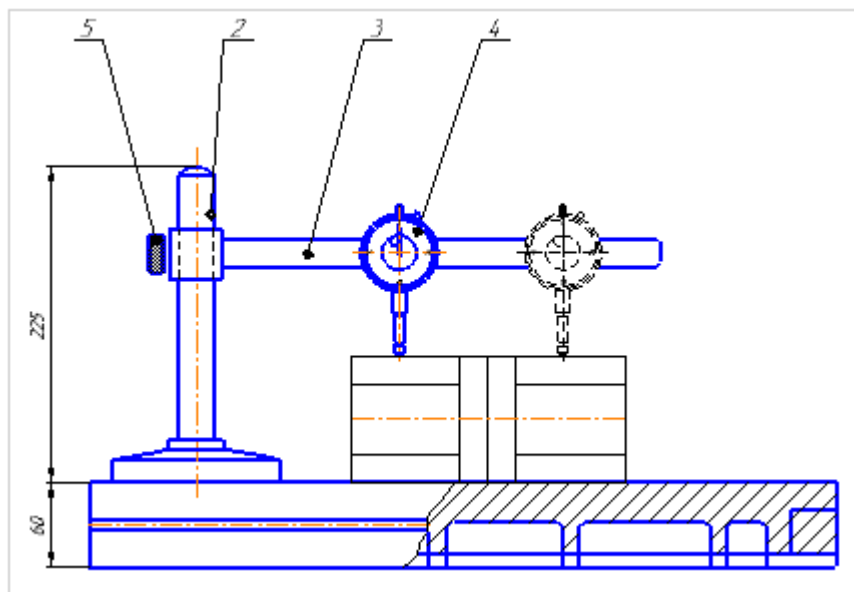


Рисунок 6.6 – Схема контрольного пристрою

										КНУ.КБР.131.24.1-21.06.ПТО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Розрахунок на точність пристрою.

Визначаємо допустиму похибку вимірювання.

$$[\Delta] = 0,08 \dots 0,3 \cdot T \text{ мм} \quad (6.10)$$

Допустима похибка виміру

$$[\Delta] = 0,2 \cdot 0,06 = 0,012$$

Визначаємо точність пристрою:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{y.e.} + \sqrt{\Delta_{cl}^2 + \Delta_{iu}^2} \quad (6.11)$$

де  $\Delta_{ye}$  - похибка виготовлення установочних елементів

$\Delta_{cl}$  - похибки випадкові

$\Delta_{ind}$  - похибка індикатора.

$$\Delta_{cl} = 0,04 \cdot T$$

$$\Delta_{cl} = 0,04 \cdot 0,06 = 0,0024$$

$$\Delta_{\Sigma} = [\Delta] = 0,012$$

Тоді вираз буде мати наступний вигляд:

$$0,012 = \Delta_{y.e.} + \sqrt{0,0024^2 + 0,005^2};$$

$$\Delta_{y.e.} = 0,012 - 0,006 = 0,006 \text{ мм.}$$

					КНУ.КБР.131.24.1-21.06.ПТО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7 СТАТИЧНИЙ АНАЛІЗ ДЕТАЛІ “КОРПУС” В SOLIDWORKS Simulation

Для створеної моделі (рис. 7.1) матеріал деталі – Сталь 35Л ГОСТ 977-75.

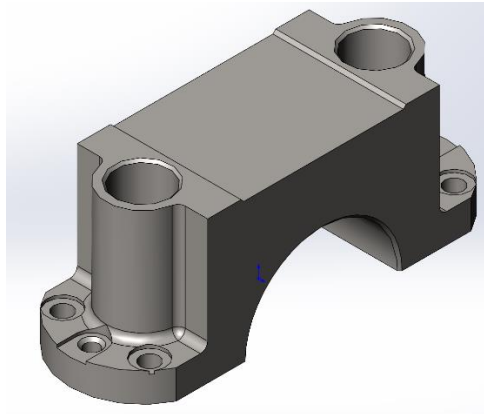


Рисунок 7.1 – 3Д-модель деталі “Корпус ПКУ.07.144”

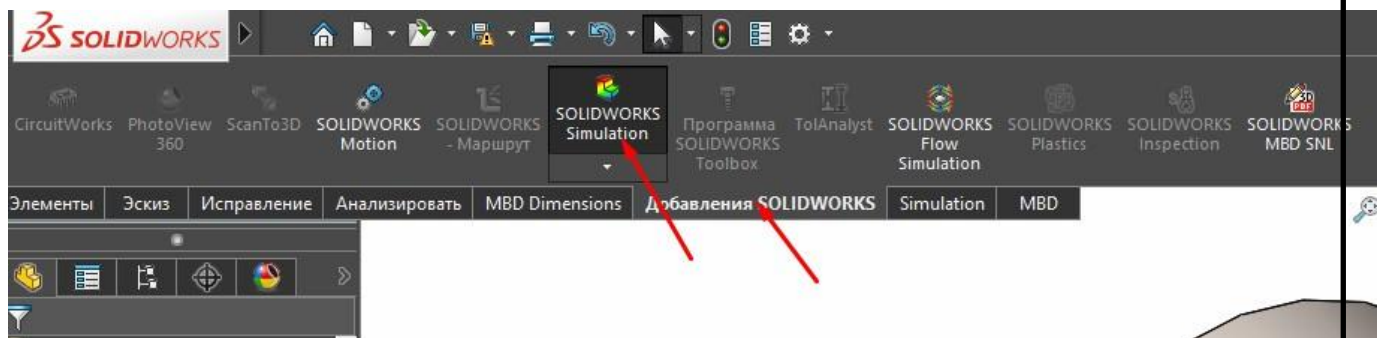


Рисунок 7.2 – Відкриття вкладки інженерних розрахунків «Simulation»

					КНУ.КБР.131.24.1-21.07.САД		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	ЯВОПСЬКИЙ				Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.	Цивінда					1	1
Реценз.					Кафедра ТМ ПМ-20		
Н. Контр.	Рязанцев						
Затверд.	Нечасв						
					СТАТИЧНИЙ АНАЛІЗ ДЕТАЛІ “КОРПУС” В SOLIDWORKS Simulation		

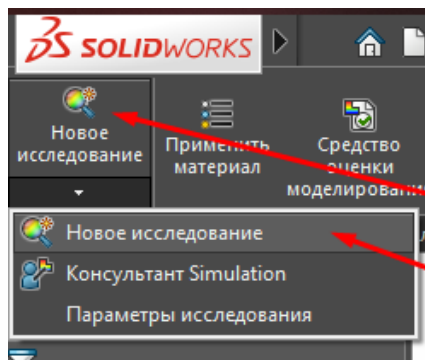


Рисунок 7.3 – Виклик нового дослідження

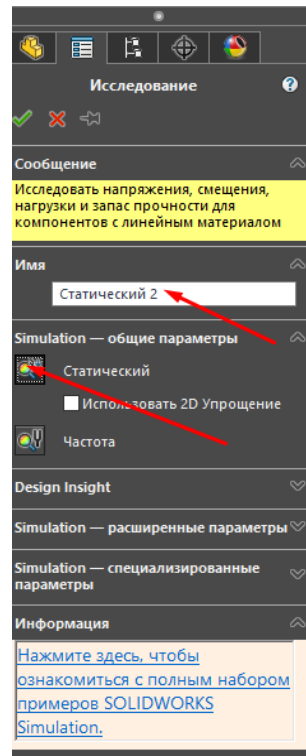
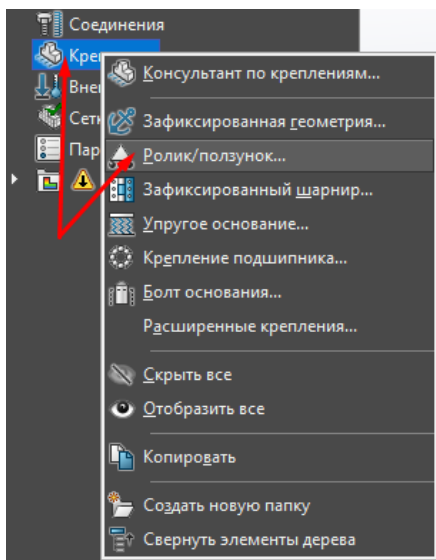
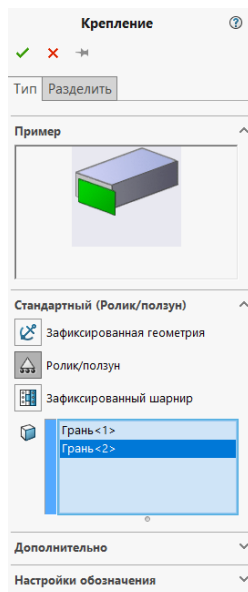


Рисунок 7.4 – Приклад створення статичного дослідження



Г



Д

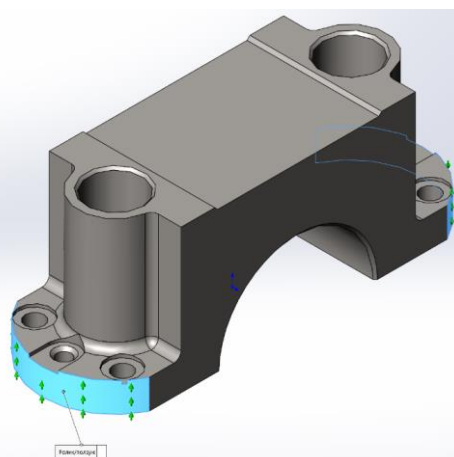


Рисунок 7.5 – Створення кріплення

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



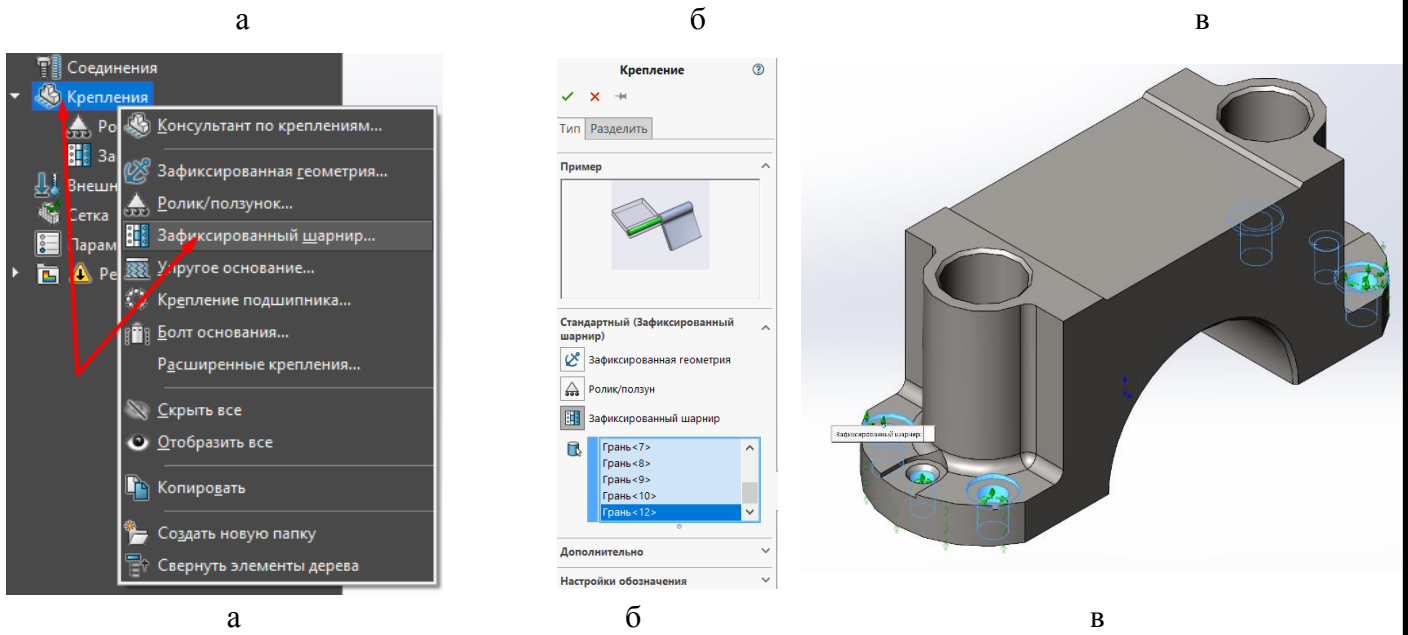


Рисунок 1.7 – Створення сітки

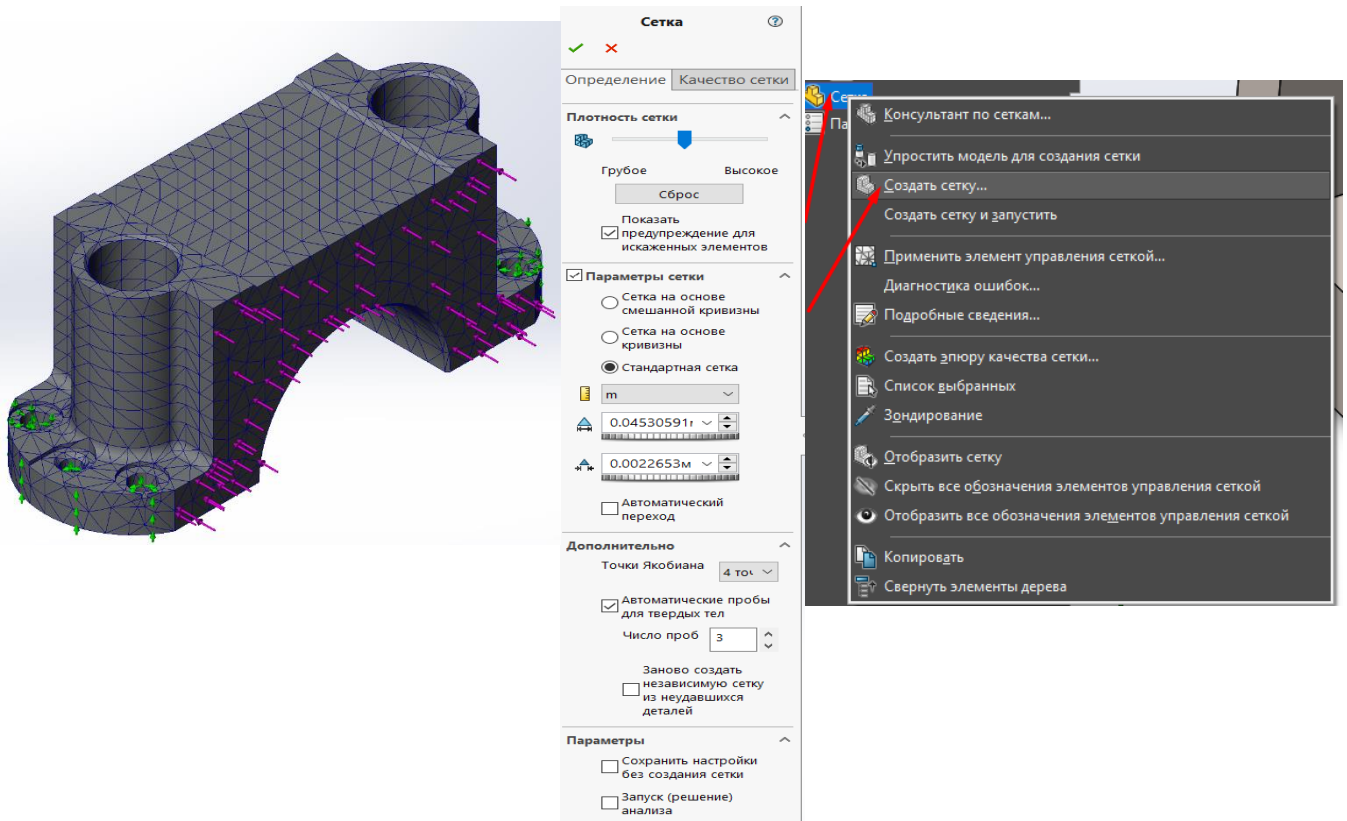


Рисунок 7.6 – Задання сили

						КНУ.КБР.131.24.1-21.07.САД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

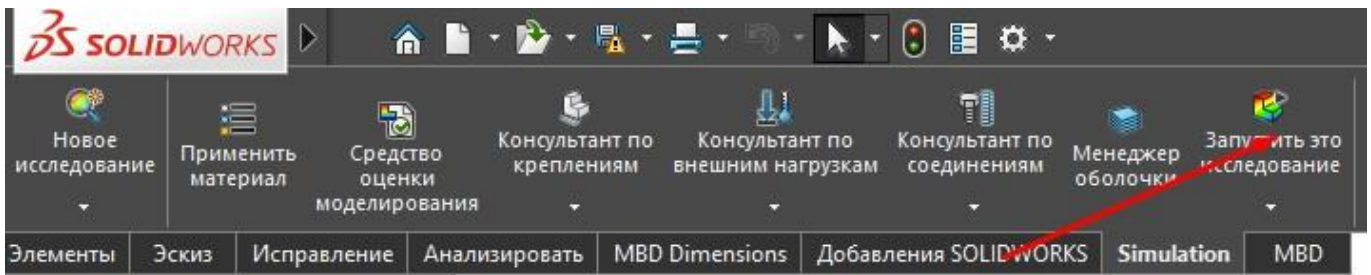


Рисунок 7.8 – Запуск дослідження

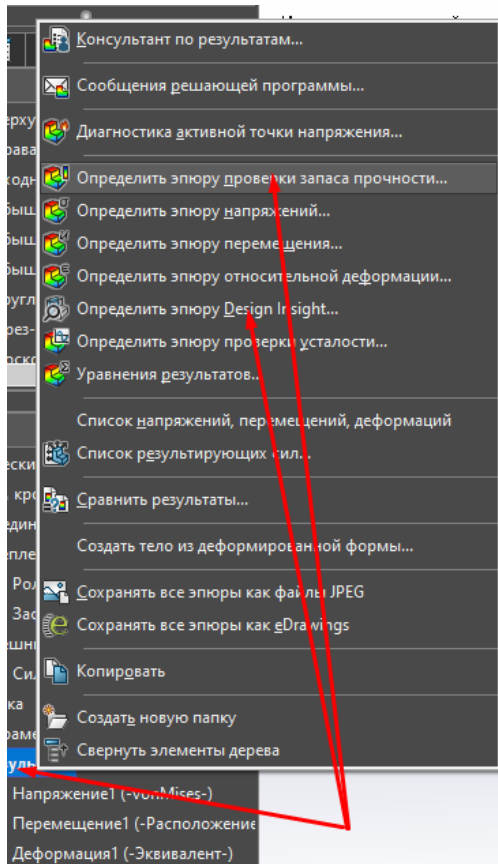


Рисунок 7.9 – Генерація додаткових епюр

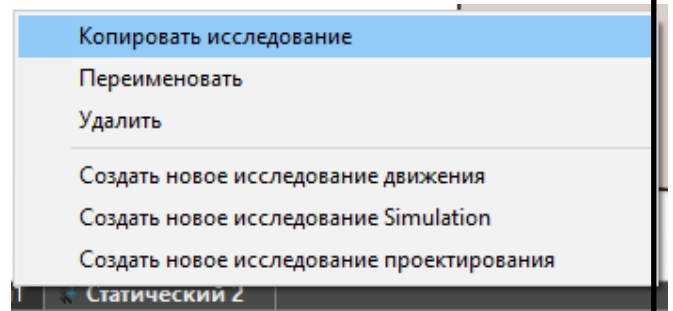


Рисунок 7.10 – Копіювання дослідження

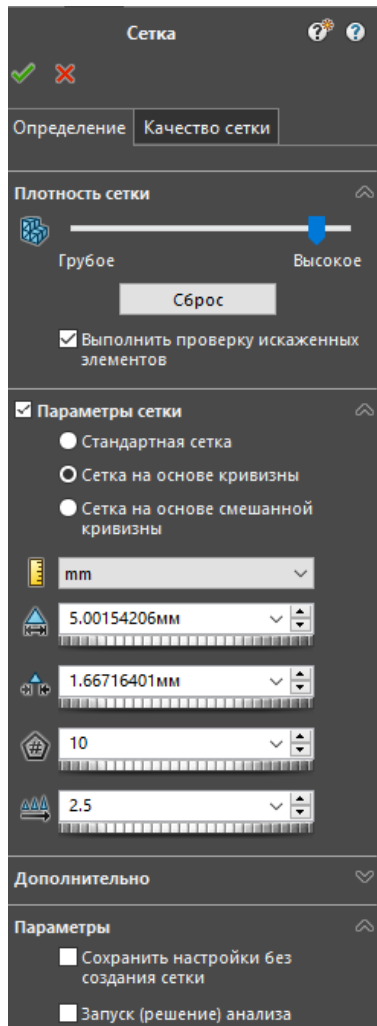


Рисунок 7.11 – Точніші налаштування сітки

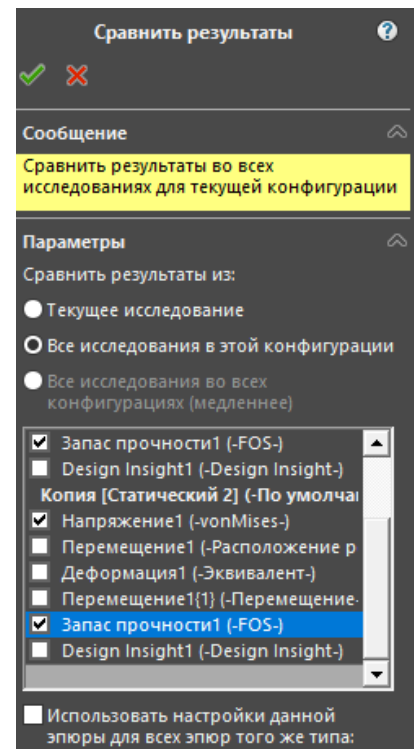


Рисунок 7.12 – Налаштування режиму порівняння

Переглянемо результати двох досліджень у режимі порівняння (рис. 7.13). Порівняємо результати розрахунку на сітках різної точності, звертаючи увагу, що чим точніша сітка, тим результат гірший із точки зору міцності деталі: максимальна напруга – більша, запас міцності – менший. Виходимо із режиму порівняння.

Щоб отримати результат розрахунку більш близький до реальності треба досягнути так званої збіжності сітки. Для цього треба робити кілька разів перерахунок дослідження із меншим і меншим параметром сітки звертаючи увагу на 1-2 параметри, наприклад, максимальна напруга і запас міцності. Коли ці параметри стануть змінюватися на незначну величину (на 5% ввід попереднього значення), то можна вважати, що досягли збіжності сітки у даному розрахунку на даній моделі, а поточний результат статичного розрахунку – адекватний.

Досягаємо збіжності сітки для свого дослідження і генеруємо звіт натиснувши кнопку «Звіт» на панелі CommandManager.

											Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

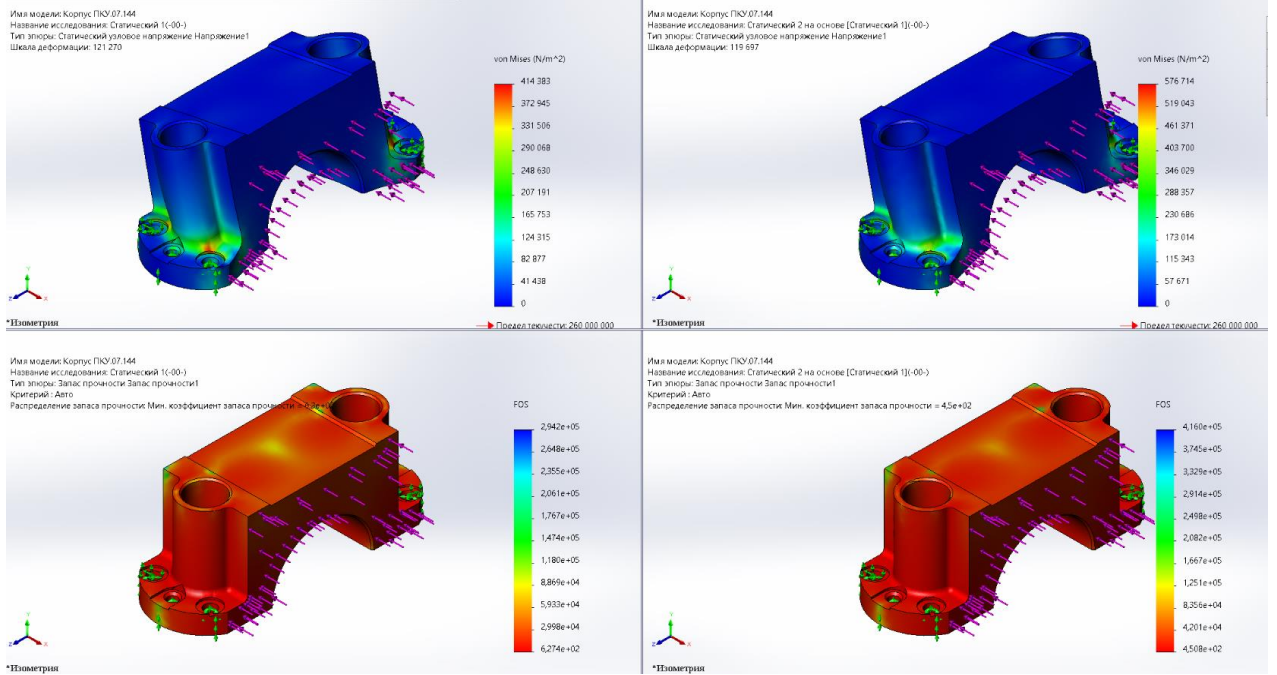


Рисунок 7.13 – Режим порівняння результатів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КБР.131.24.1-21.07.САД

Арк.

## 8 ОХОРОНА ПРАЦІ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ШУМІВ

В механічному цеху та на дільниці у електричних машин та обладнання виникають шуми електромагнітного походження. Причиною цих шумів є головне чином взаємодія феромагнітних мас під впливом змінних у часі і просторі магнітних полів, а також пондеромоторні сили, що викликаються взаємодією магнітних полів, створюваних струмами.

Зниження електромагнітного шуму здійснюється шляхом конструктивних змін в електричних машинах, наприклад, шляхом виготовлення скошених пазів якоря ротора. У трансформаторах необхідно застосовувати більш щільну пресування пакетів, використовувати демпфуючі матеріали.

При роботі електричних машин виникає також аеродинамічний шум (результаті обертання ротора в газовому середовищі та руху повітряних потоків усередині машини) та механічний шум, зумовлений вібрацією машини через невірноваженості ротора, а також від підшипників та щіткового контакту пазів якоря ротора.

Гарне притирання щіток може зменшити шум на 8-10 дБ.

Може знизити шум зміна спрямованості випромінювання шуму. У ряді випадків величина показника спрямованості (ПН) досягає 10-15 дБ, що необхідно враховувати при проектуванні установок із спрямованим випромінюванням, відповідним чином орієнтуючи ці установки по відношенню до робочих місць. Наприклад, вихлоп стиснутого повітря, отвір повітрозабірної шахти вентиляційної або компресорної установки повинні розташовуватися так, щоб максимум випромінюваного шуму був спрямований у протилежний бік від робочого місця.

Необхідно не забувати про раціональне планування підприємств та цехів, акустичну обробку приміщень.

Шум на робочому місці може бути зменшений збільшенням площі  $S$ , що може бути досягнуто збільшенням відстані від джерела шуму до розрахункової точки.

					КНУ.КБР.131.24.1-21.08.ОП		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		Яворський			<b>ОХОРОНА ПРАЦІ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ШУМІВ</b>		
<i>Перевір.</i>		Цивінда					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		Рязанцев					
<i>Затверд.</i>		Нечаєв					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
						1	1
					Кафедра ТМ ПМ-20		

## ВИСНОВОК

Спроектована заготовка для деталі лиття в пісчано-глинисті форми зі сталі 35Л замість поковки зі сталі 35, що дозволить зменшити коефіцієнт використання металу в 0,6 рази. Річний економічний ефект литої заготовки складає 894 грн.

У технологічному процесі деталі корпус розроблені технічні рішення, що дозволили об'єднати операції: розмічальну, свердління, зенкерування та нарізання різьби й виконати їх на багатоцільовому верстаті. Об'єднавши ці операції скорочено штучно - калькуляційний час на виготовлення деталі, а також забезпечене більше точне базування, тому що обробка відбувається за одну установку деталі на цих операціях.

Із застосуванням багатоцільових верстатів і верстатів зі ЧПУ продуктивність праці збільшилася на 5%, що дозволило скоротити кількість основних робітників на 8 чоловік, збільшити річний фонд заробітної плати на 3,7%, виробничу потужність цеху на 5%. За рахунок застосування гнучкості виробництва можливе довантаження деталями по кооперації.

Спроектоване спеціальне пристосування з гідравлічним приводом на багатоцільовий верстат для обробки деталі корпус, дозволить скоротити час на установку деталі й похибку установки, а так само обробляти корпуси подібних типорозмірів.

Спроектовано контрольне пристосування на базі приладу дозволить визначати торцеве биття деталі корпус, а так само інших деталей відповідним габаритам.

					КНУ.КБР.131.24.1-21.В						
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ВИСНОВОК						
<i>Розроб</i>		Яворський							<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Пивінла							1	1	
<i>Реценз.</i>									Кафедра ТМ ПМ-20		
<i>Н. Контр.</i>		Рязанцев									
<i>Затверд.</i>		Нечаєв									

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Боженко, Л.І. Технологія виробництва заготовок у машинобудуванні [Текст] / Л.І. Боженко. – К.: НМК ВО, 1990. – 264 с.
2. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А., Петраков Ю.В. Технологія машинобудування [Текст] : Навчальний посібник / ЖДТУ, – Житомир: 2005. – 835 с.
3. Ю.С. Рудь Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид., переробл. - Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.; з іл.
4. 5. Стандартизація, метрологія та кваліметрія у машинобудуванні. Навчальний посібник / Боженко Л.І.-Львів.: Світ, 2013, – 328 с.
5. Мазур М.П. Основи теорії різання матеріалів: підручник [для вищ. навч. закладів] / М.П. Мазур, Ю.М. Внуков, В.Л. Доброскок, В.О. Залога, Ю.К. Новосьолов, Ф.Я. Якубов ; під заг. ред. М.П. Мазура. – 2-е вид. перероб. і доп. – Львів : Новий світ-2000, 2011. – 422 с.
- а. С.Г. Бондаренко. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва. – Київ, 1993.
6. 46. Кіяновський М.В., Цивінда Н.І., Цівко Ф.В. Довідник нормувальника машинобудівного виробництва. – Кривий Ріг: Видавничий центр КТУ, 2008.
7. 47. Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) Григурко О.І, Брендюля М.Ф., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008, 576 с.
8. Дипломне проектування з технології машинобудування/ Григурко О.І, Брендюля М.Ф., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008,- 860 с.
9. Шеремет В.О., Каракаш О.І., Марунчак В.Ф. та ін. Довідниковий посібник керівника та спеціаліста гірничо-металургійного підприємства з охорони праці: Навчальний посібник.-Дніпропетровськ: ПП «Ліра ЛТД», 2005.-850с
10. Смирнов В.А. Безпека життєдіяльності [Текст]: навч. посібник / В.А. Смирнов, С. А. Дикань. – К. : Кафедра. 2012. – 304 с.
11. ДСТУ 3.1102:2014 Єдина система технологічної документації. Стадії розробки та види документів. Загальні положення.
12. ДСТУ 3.1128:2014. Єдина система технологічної документації. Загальні правила виконання графічних технологічних документів.
13. ДСТУ ISO 2768-1-2001. Основні допуски. Частина 1. Допуски на лінійні та кутові розміри без спеціального позначення допусків (ISO 2768–1:1989, IDT). [Чинний від 2003-01-01] – К. : Держстандарт України, 2002. – 10 с.

					КНУ.КБР.131.24.1-21.СВД			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Яворський					1	1
Перевір.		Пивінля						
Реценз.								
Н. Контр.		Рязанцев						
Затверд.		Нечаєв				Кафедра ТМ ПМ-20		

14. ДСТУ ISO 2768-2-2001. Основні допуски. Частина 2. Допуски геометричні для елементів без спеціального позначення допусків (ISO 2768-2:1989, IDT). [Чинний від 2003-01-01] – К. :Держстандарт України, 2001. – 15 с.
15. ДСТУ ISO 286-1-2002. Допуски і посадки за системою ISO. Частина 1. Основи допусків, відхилень та посадок (ISO 286-1:1988, IDT). [Чинний від 2003-10-01] – К. :Держспоживстандарт України, 2003. – 37 с.
16. ДСТУ ISO 286-2-2002 Допуски і посадки за системою ISO. Частина 2. Таблиці квалітетів стандартних допусків і граничних відхилень отворів і валів. [Чинний від 2003-10-01] – К. :Держспоживстандарт України, 2004. – 47с.
17. ДСТУ 2974-95. Технологічне підготовлення виробництва. Основні терміни та визначення.
18. ДСТУ 2925-94. Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення.
19. ДСТУ ISO 286-1-2002 Допуски і посадки за системою ISO. Частина 1. Основи допусків, відхилів та посадок.
20. ДСТУ ISO 129.1: 2007 Кресленики технічні. Проставлення розмірів і допусків. Частина 1. Загальні принципи
21. ДСТУ 2.308:2013 ЄСКД. Зазначення допусків форми та розміщення поверхонь.
22. ДСТУ 2232-93 «Базування та бази в машинобудування. Терміни та визначення»
23. ДСТУ ГОСТ 2.307:2013Єдина система конструкторської документації . Нанесення розмірів і граничних відхилів (ГОСТ 2.307-2011, IDT)
24. ДСТУ 2860-94 Надійність у техніці. Терміни та визначення
25. ДСТУ 2.703:2014 ЄСКД. Правила виконання кінематичних схем.
26. ДСТУ 8781:2018 Виливки зі сталі. Загальні технічні умови
27. ДСТУ 2.610:2006 ЄСКД. Правила виконання експлуатаційних документів
28. ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила Оформлювання
29. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання
30. ДСТУ EN ISO 7200:2005 Розроблення технічної документації. Графи у штампах та основних написах.
31. Методичні вказівки до виконання Кваліфікаційної бакалаврської роботи для здобувачів спеціальності 131 Прикладна механіка освітньо-професійної програми Прикладна механіка усіх форм навчання /Укладачі: М.В. Кіяновський, д-р. техн. наук, проф., В.П. Нечаєв, канд. техн.наук, доц., А. В. Пікільняк, канд. техн.наук, доц., Н.І. Цивінда, канд. техн.наук, доц., О.В. Бондар, канд. техн.наук, доц., А.О. Рязанцев канд. техн.наук, доц., Д.Ю.Кравцова канд.фіз.-мат.наук ,ст.викл., м. Кривий Ріг, КНУ 2024

						КНУ.КБР.131.24.1-21.СВД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			



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 захвату шахтного навантажувача» та обґрунтування  
параметрів надійності процесу за допомогою САД/САМ систем

Виконав:

ст. групи ПМ-20 \_\_\_\_\_

Яворський В.А.

Керівник роботи \_\_\_\_\_

к.т.н, доцент  
Цивінда Н.І.

Нормоконтроль \_\_\_\_\_

(підпис)

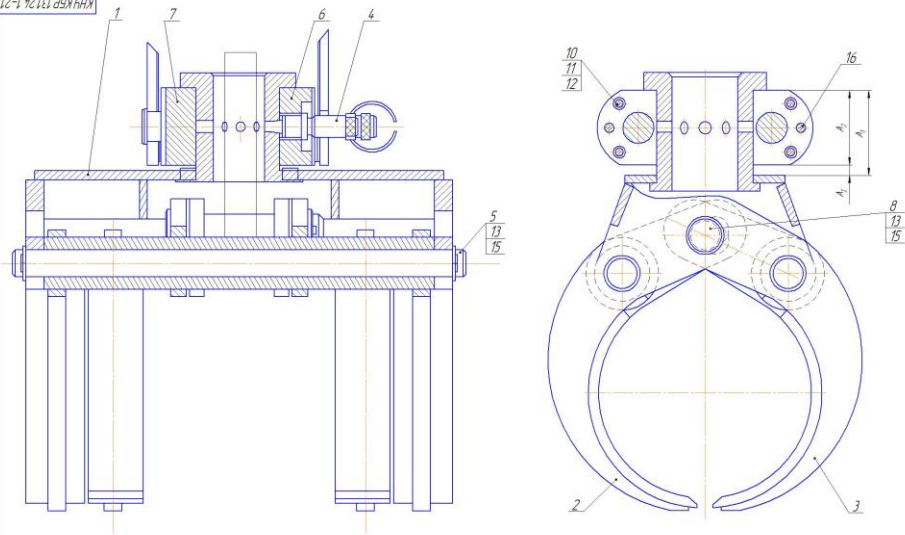
к.н.т., доцент  
Рязанцев А.О.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

к.т.н., доцент  
Нечаєв В.П.

Кривий Ріг  
2024 р.

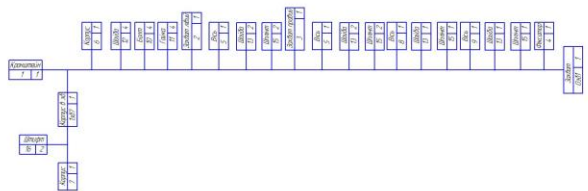
КНУКБР 13124.1-213



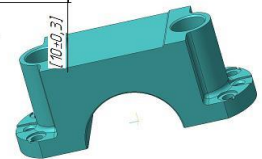
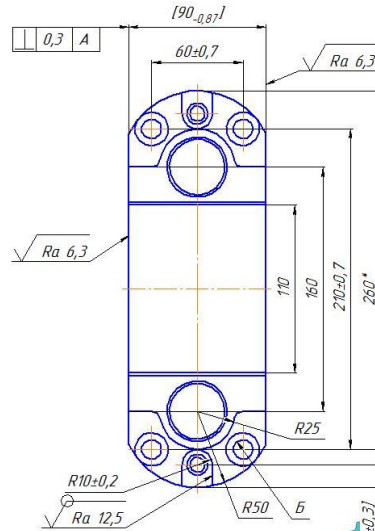
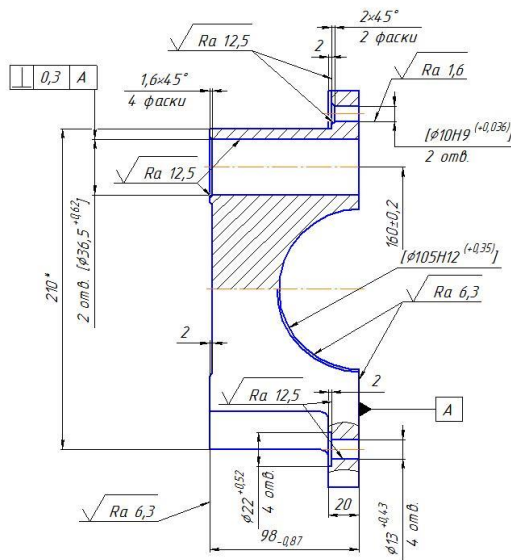
Примечания ланцого А  
забележення ланцюга А

Позначення ланцюга	Розмір
A <sub>1</sub>	90 <sub>±0,1</sub>
A <sub>2</sub>	15±0,7

Схема складання вузла



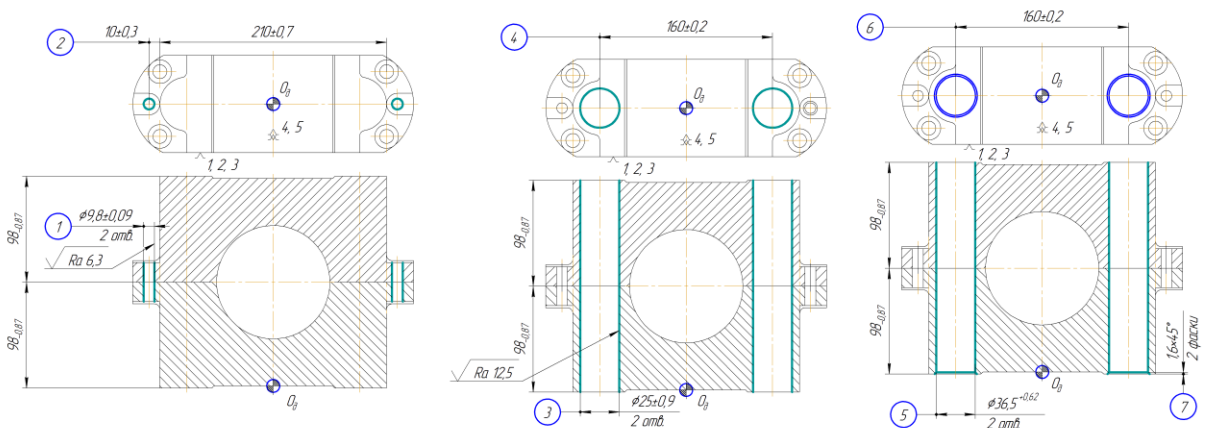
КНУКБР 13124.1-213					
Код	Назва	Матеріал	Кількість	Примітки	Зміни
1	Головка	Сталь	1		
2	Втулка	Сталь	1		
3	Пружина	Сталь	1		
4	Пружина	Сталь	1		
5	Пружина	Сталь	1		
6	Пружина	Сталь	1		
7	Пружина	Сталь	1		
8	Пружина	Сталь	1		
9	Пружина	Сталь	1		
10	Пружина	Сталь	1		
11	Пружина	Сталь	1		
12	Пружина	Сталь	1		
13	Пружина	Сталь	1		
14	Пружина	Сталь	1		
15	Пружина	Сталь	1		
16	Пружина	Сталь	1		



1. Формові ухили тип I по ДСТУ 8781:2018.
2. Ливарні радіуси 5 мм.
3. Обробку по розмірам у квадратних дужках виконувати разом з ПКЧ.07.14.3. Деталі застосовувати разом.
4. \*Розміри для справок.
5. Граничні відхилення розмірів по діагоналі між вісями двох деяких отворів Б ±1 мм.

				КНУ.КБР.13124.1-21.К.20.3Д				
				Корпус				
Ім'я	Лист	№ докум.	Подп.				Дата	Лист
Розроб	Яворський					8,9	12	
Проб.	Цибінда							
Т.контр.								
Н.контр.	Рязанцев							
Суб.	Нечасов							
				Відливка 35А-I ДСТУ-8781:2018				
				Лист		Листов		
				каф. ТМ ПМ-20				

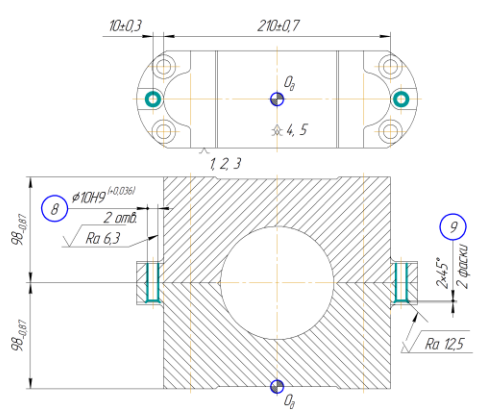
**Операція 080 Багатоцільова**  
**Верстат мод. IP500MФ4**



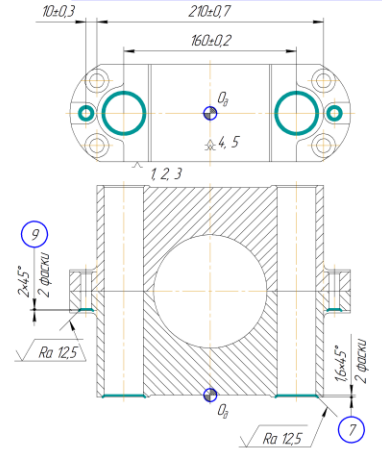
Свердління дві отвори, витримав розмір 1	23,375	800	4,9	150	0,07	
Зміст переходу	V	S <sub>1</sub>	n	t	S <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>
	м/хв	мм/об	об/хв	мм	мм/хв	хв

Свердління дві отвори, витримав розмір 2	19,0	0,32	24,2	12,5	77,44	2,7
Зміст переходу	V	S <sub>1</sub>	n	t	S <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>
	м/хв	мм/об	об/хв	мм	мм/хв	хв

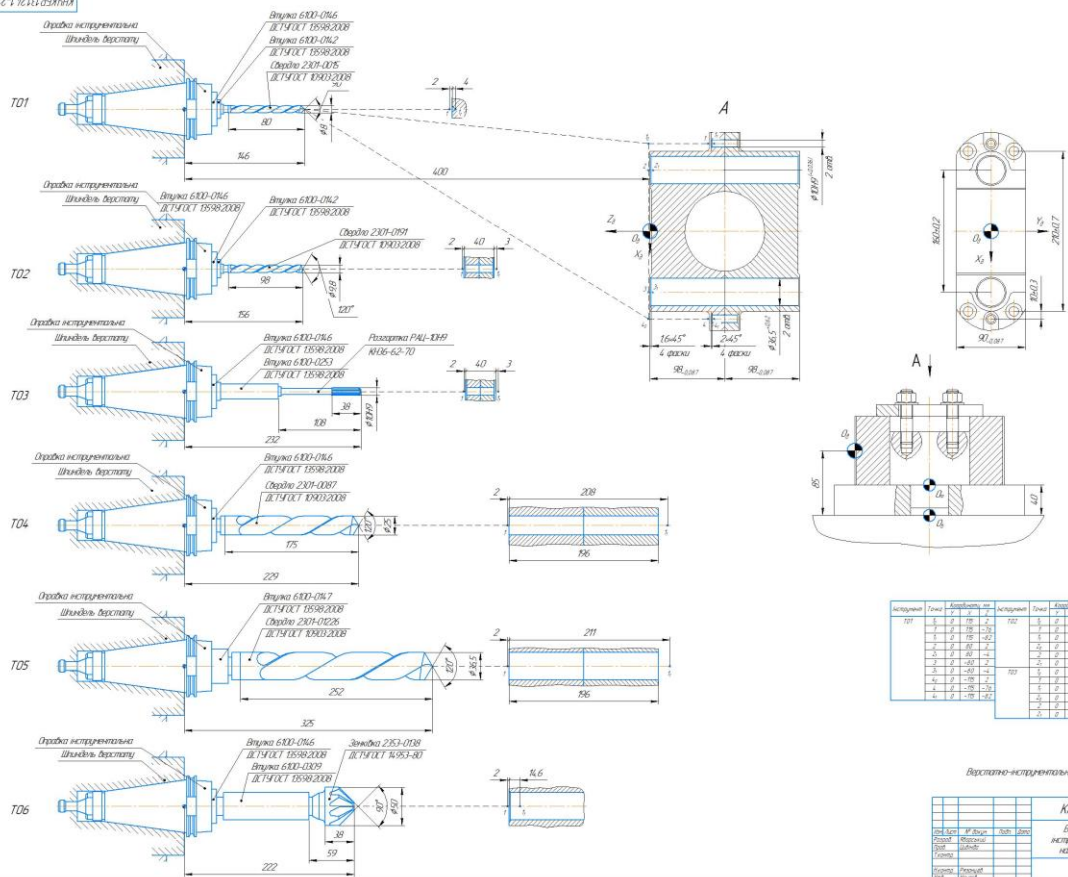
Свердління дві отвори, витримав розмір 3	17,3	0,95	150,95	5,75	14,34	14,7
Зенкувати дві фаски, витримав розмір 4	12,8	0,19	111,68	2	21,2	0,33
Зміст переходу	V	S <sub>1</sub>	n	t	S <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>
	м/хв	мм/об	об/хв	мм	мм/хв	хв



Розганяти дві отвори, витримав розмір 5	10	0,13	400	0,1	300	0,16
Зенкувати дві фаски, витримав розмір 6	12,8	0,19	400	2	77,4	0,09
Зміст переходу	V	S <sub>1</sub>	n	t	S <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>
	м/хв	мм/об	об/хв	мм	мм/хв	хв



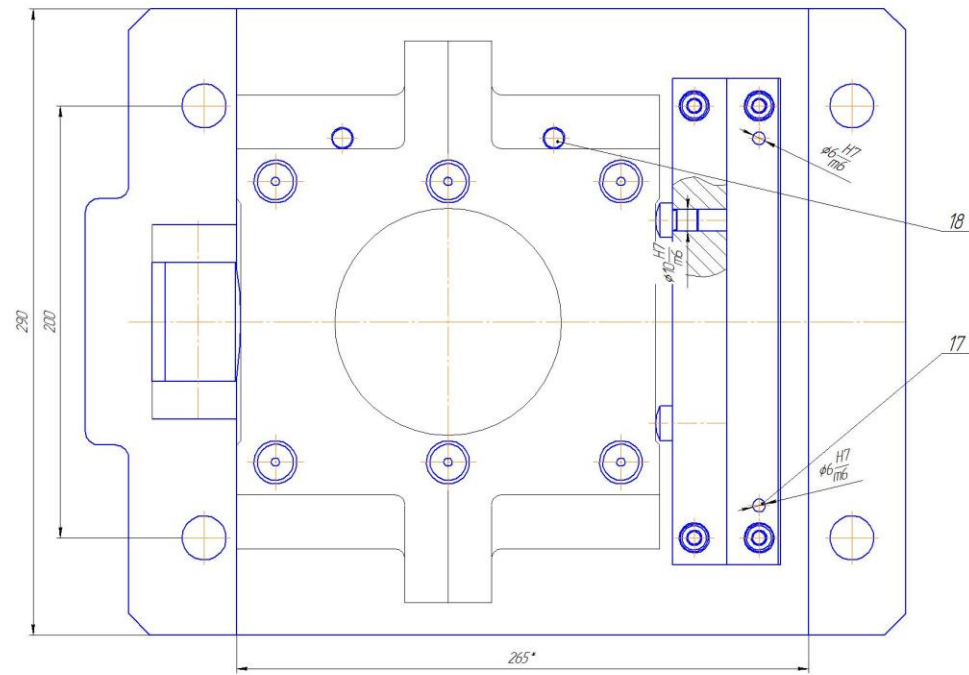
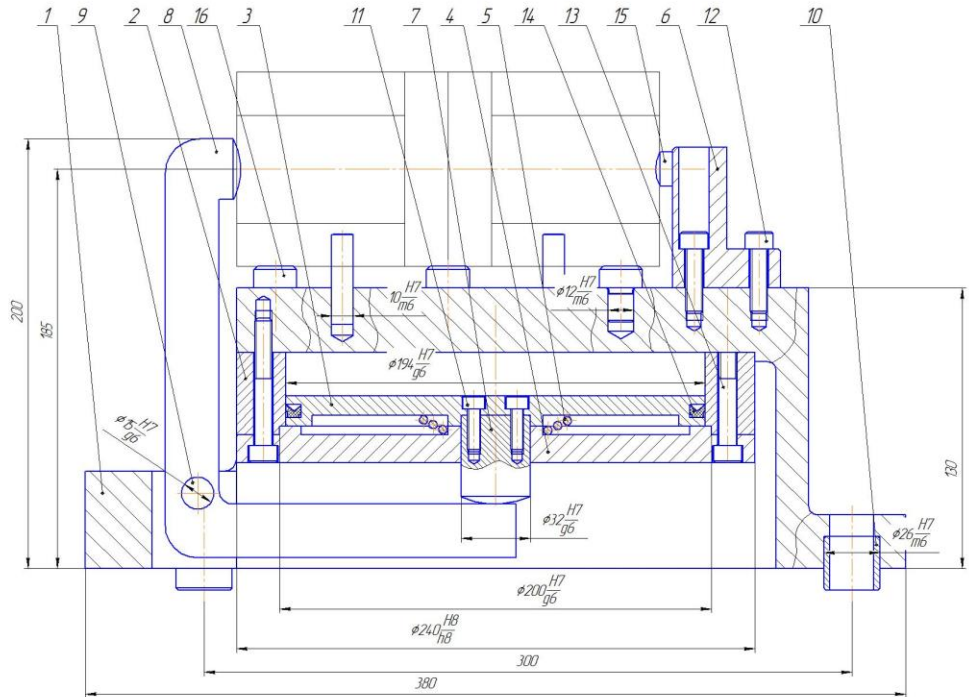
Зенкувати дві фаски, витримав розмір 6	12,8	0,19	407,6	2	77,4	0,09
Зенкувати дві фаски, витримав розмір 4	12,8	0,19	111,68	2	21,2	0,33
Зміст переходу	V	S <sub>1</sub>	n	t	S <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>
	м/хв	мм/об	об/хв	мм	мм/хв	хв



Исполнение	Диаметр	Длина	Шаг	Аксиметрия		Аксиметрия по		Исполнение	Диаметр	Длина	Шаг
				по	по	по	по				
T01	40	166	2	0	0	0	0	T01	40	166	2
	40	166	2	0	0	0	0		40	166	2
	40	166	2	0	0	0	0		40	166	2
	40	166	2	0	0	0	0		40	166	2
	40	166	2	0	0	0	0		40	166	2
	40	166	2	0	0	0	0		40	166	2
T02	40	156	2	0	0	0	0	T02	40	156	2
	40	156	2	0	0	0	0		40	156	2
	40	156	2	0	0	0	0		40	156	2
	40	156	2	0	0	0	0		40	156	2
	40	156	2	0	0	0	0		40	156	2
	40	156	2	0	0	0	0		40	156	2
T03	40	232	2	0	0	0	0	T03	40	232	2
	40	232	2	0	0	0	0		40	232	2
	40	232	2	0	0	0	0		40	232	2
	40	232	2	0	0	0	0		40	232	2
	40	232	2	0	0	0	0		40	232	2
	40	232	2	0	0	0	0		40	232	2
T04	40	229	2	0	0	0	0	T04	40	229	2
	40	229	2	0	0	0	0		40	229	2
	40	229	2	0	0	0	0		40	229	2
	40	229	2	0	0	0	0		40	229	2
	40	229	2	0	0	0	0		40	229	2
	40	229	2	0	0	0	0		40	229	2
T05	40	325	2	0	0	0	0	T05	40	325	2
	40	325	2	0	0	0	0		40	325	2
	40	325	2	0	0	0	0		40	325	2
	40	325	2	0	0	0	0		40	325	2
	40	325	2	0	0	0	0		40	325	2
	40	325	2	0	0	0	0		40	325	2
T06	40	222	2	0	0	0	0	T06	40	222	2
	40	222	2	0	0	0	0		40	222	2
	40	222	2	0	0	0	0		40	222	2
	40	222	2	0	0	0	0		40	222	2
	40	222	2	0	0	0	0		40	222	2
	40	222	2	0	0	0	0		40	222	2

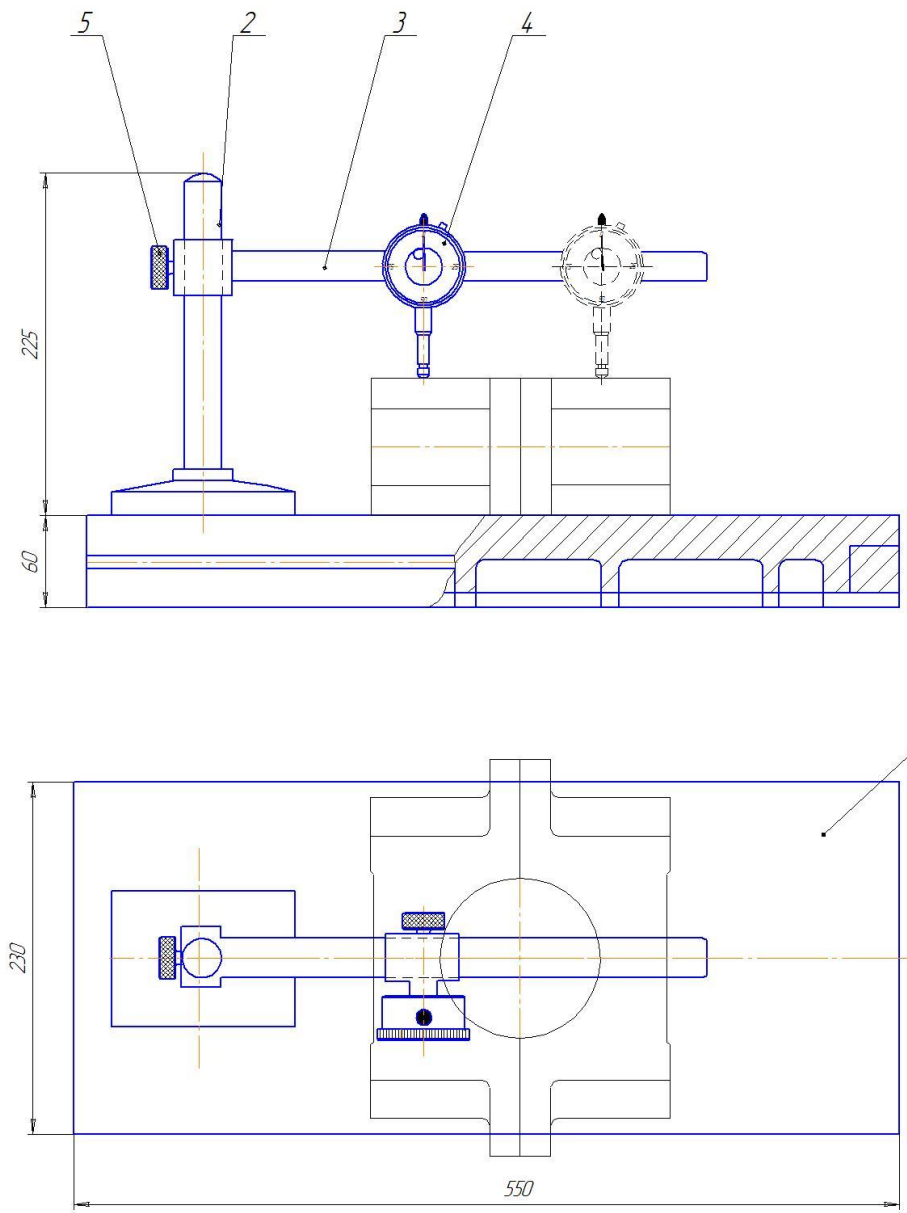
Верхние-инструментальные насадки на держателе ИФС07044

КН/КБР Б124.1-21ВН.20									
Исполнение		Диаметр		Длина		Шаг		Аксиметрия	
Исполнение	Диаметр	Длина	Шаг	Аксиметрия по	Аксиметрия по	Исполнение	Диаметр	Длина	Шаг
T01	40	166	2	0	0	T01	40	166	2
T02	40	156	2	0	0	T02	40	156	2
T03	40	232	2	0	0	T03	40	232	2
T04	40	229	2	0	0	T04	40	229	2
T05	40	325	2	0	0	T05	40	325	2
T06	40	222	2	0	0	T06	40	222	2



Лист 1 из 1  
 Лист 2 из 2  
 Лист 3 из 3  
 Лист 4 из 4  
 Лист 5 из 5  
 Лист 6 из 6  
 Лист 7 из 7  
 Лист 8 из 8  
 Лист 9 из 9  
 Лист 10 из 10  
 Лист 11 из 11  
 Лист 12 из 12  
 Лист 13 из 13  
 Лист 14 из 14  
 Лист 15 из 15  
 Лист 16 из 16  
 Лист 17 из 17  
 Лист 18 из 18  
 Лист 19 из 19  
 Лист 20 из 20

				КНУКБР.131.24.1-21ВП.20		
Исполн.	№ докум.	Лист	Дата	Верстатне пристосування		Лист 11
Провер.	Кваліфікація					
Діагност.	Цілісність					
Рисувальн.	Розробник					
Склад	Матеріал					
				Кваліфікація		Карт. ТМ ГМ-20
				Формат А1		



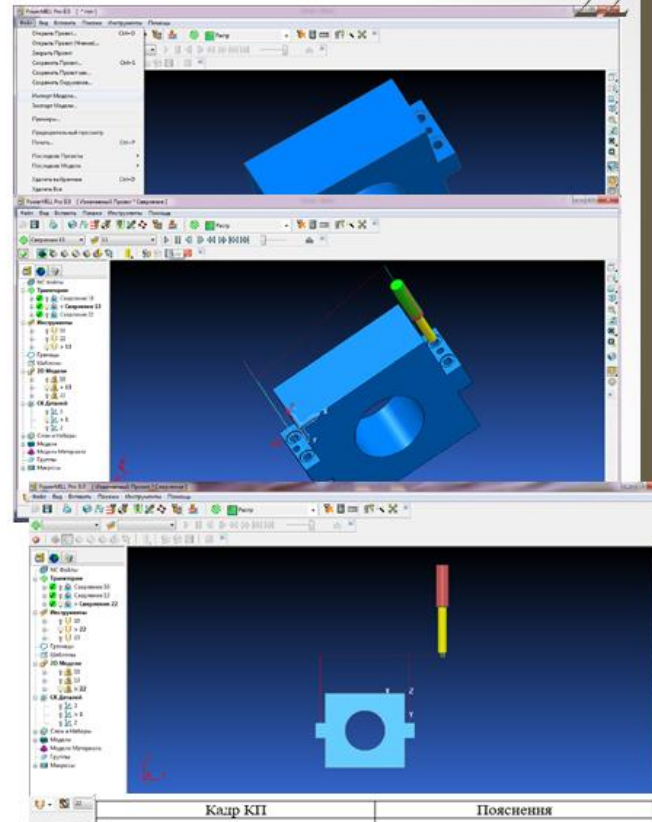
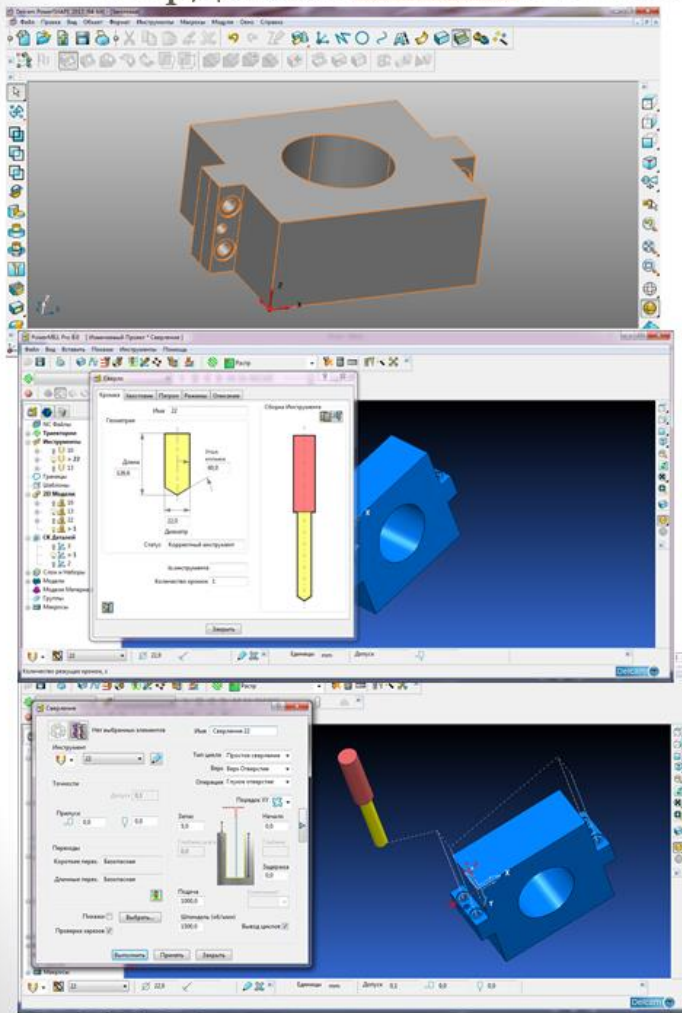
1.Контрольне пристосування призначене для контролю паралельності поверхні деталі  
 2.Пахійка контролю 0,006 мм

№ зв'язки	Листів у зв'язці	Всього листів	№ зв'язки	№ зв'язки	Листів у зв'язці	Листів у зв'язці

				КНУ.КБР.131.24.1-21.КП.20.		
Лист	№ докум	Підп	Дата	Контрольне пристосування	Лист	Масштаб
4	Яворський				3	1:2
Лист	3	Листів	3			
Н.контр.	Резачев				Кап. ТМ	
Уліт.	Нечасів				ПМ-20	
				Копірабат	Формат	A2

# Моделювання корпусу в Delcam Power Shape і операції свердління Delcam Power Mill

22



Кадр КП	Пояснення
№001 G92 X0 Y0 Z0	Установка системи координат в базисній точці
№002 G90 G00 Z171 T04 M06	Зміна інструмента
№003 S800 M03	Пуск обертання шпинделя
№004 G99 G81 X80 Y0 Z-206 R169 F0,19	Обробка отвору №1 після позиювання
№005 X-80	Обробка отвору №2 після позиювання, повернення до рівня R
№006 G00 X0 Y0 Z0 M05	Повернення до базисної точки, останов шпинделя
№007 G49 Z0	Анулювання корекції довжини інструмента
№008 M02	Програмний останов



# Режим порівняння напруг та запасів міцності в залежності від точності сітки

8

