

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Підвищення ефективності виробництва маслоагрегатів газових турбін за рахунок використання САД/САМ технологій в проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі «Кришка».

Виконав: магістрант
групи ЗПМ-23м
Бережна А.А.

Керівник КМР:
к.т.н., доцент
Рязанцев А.О.

Кривий Ріг

2024 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Підвищення ефективності виробництва маслоагрегатів газових турбін за рахунок використання CAD/CAM технологій в проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі «Кришка».

Виконав магістрант гр. ЗПМ-23м

(підпис)

Бережна А.А.

Керівник КМР

(підпис)

Рязанцев А.О.

Нормоконтроль

(підпис)

Нечаєв В.П.

Завідувач кафедри

(підпис)

Рязанцев А.О.

м. Кривий Ріг
2024 р.

Криворізький національний університет
Факультет: механічної інженерії та транспорту
Кафедра: технології машинобудування
Ступінь вищої освіти: магістр
Спеціальність: 131 Прикладна механіка
Освітньо-професійна програма: Технології машинобудування

Затверджую
Зав. кафедри, доцент, к.т.н., Рязанцев А.О.

(підпис)

(дата)

ЗАВДАННЯ на кваліфікаційну магістерську роботу

Магістрантки гр. ЗПМ-23м Бережної Анастасії Андріївни

Тема: Підвищення ефективності виробництва маслоагрегатів газових турбін за рахунок використання CAD/CAM технологій в проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі «Кришка».

1. Керівник КМР: доц., к.т.н. Рязанцев А.О.

Затверджена наказом по КНУ № 859с від «18» вересня 2024 р.

2. Термін подання магістрантом закінченої роботи 05.12.2024р.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Креслення вузла. 2. Креслення деталі «Кришка».

3. Річна програма випуску деталей

4. Зміст пояснювальної записки: 1 Розробка та узгодження технічного завдання. 2 Проектування технологічного процесу складання. 3 Технологічна підготовка виробництва виробу. 4 Моделювання та програмування операцій механічної обробки. 5 Конструкторська підготовка виробництва. 6 Організаційно-економічна підготовка виробництва. 7 Комплексна оцінка ефективності проектних рішень з використанням інноваційно-наукових ресурсів

5. Перелік графічного матеріалу: 1. Складальне креслення. 2. Кришка. 3. Кришка (прокат). 4. Ескізи операцій. 5. Верстатно-інструментальне налагодження. 6. Верстатне пристосування. 7. Контрольне пристосування. 8. Наукова частина.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Організаційно-економічна підготовка виробництва	Нечаєв В.П. к.т.н., доцент		

7. Календарний план:

Розділи пояснювальної записки	Термін виконання
1 Розробка та узгодження технічного завдання	12.09.2024
1.1 Технічне завдання та аналіз вихідних даних	17.09.2024
1.2 Службове призначення виробу	22.09.2024
2 Проектування технологічного процесу складання	28.09.2024
3 Технологічна підготовка виробництва виробу	01.10.2024
3.1 Техніко-економічний аналіз вихідних даних для обробки деталі	05.10.2024
3.2 Проектування технологічного процесу обробки деталі	15.10.2024
4 Моделювання та програмування операцій механічної обробки	18.10.2024
5 Конструкторська підготовка виробництва	23.10.2024
6 Організаційно-економічна підготовка виробництва	24.10.2024
6.1 Техніко-економічне обґрунтування варіантів маршруту технологічного процесу	06.11.2024
6.2 Реконструкція механоскладального цеху	10.11.2024
6.3 Вибір та обґрунтування засобів та регламентів забезпечення охорони праці, безпечності життєдіяльності, екологічних вимог виробничих процесів	13.11.2024
7 Комплексна оцінка ефективності проектних рішень з використанням інноваційно-наукових ресурсів	16.11.2024
Висновки	17.11.2024
Додатки	18.11.2024
Попередній захист	21.11.2024

Дата видачі завдання: « ____ » _____ 2024 р.

Завдання видав керівник
кваліфікаційної магістерської роботи _____ /Рязанцев А.О./

Завдання отримала
магістрантка _____ /Бережна А.А./

РЕФЕРАТ

Об'єктом проектування є технологічна підготовка виробництва деталі «Кришка» з адаптацією до умов підприємства.

Мета розробки: підвищення ефективності виробництва за рахунок використання CAD/CAM технологій виготовлення деталі «Кришка» маслоагрегату газової турбіни.

Для досягнення мети розроблені раціональний технологічний процес складання вузла та виготовлення деталі, вибрані оптимальні варіанти отримання заготовки. Призначені маршрути обробки, обладнання та оснащення, режими різання, норми часу дозволили створити технологічну документацію.

За технологічними налагодженнями розроблена керуюча програма. Спеціальне швидкодіюче зажимне пристосування забезпечить точність обробки кришки. Досліджено питання, проведений теоретичний аналіз та розроблена методика підвищення стійкості різального інструменту шляхом його напилення твердим сплавом.

Проведений аналіз застосування верстатів з ЧПУ у виробництві.

МАСЛОАГРЕГАТ, ЗАГОТОВКА, КРИШКА, ТЕХНОЛОГІЯ,
СОБІВАРТІСТЬ, СТІЙКІСТЬ ІНСТРУМЕНТУ

ABSTRACT

The object of the design is the technological preparation of the production of the "Cover" part with adaptation to the conditions of the enterprise.

The purpose of the development: to increase the efficiency of production due to the use of CAD/CAM technologies for the production of the "Cover" part of the gas turbine oil unit.

To achieve the goal, a rational technological process of assembling a node and manufacturing a part was developed, the optimal options for obtaining a workpiece were selected. Designated processing routes, equipment and equipment, cutting modes, time standards allowed the creation of technological documentation.

A control program was developed according to technological adjustments. A special fast-acting clamping device will ensure the accuracy of the lid processing. The issue was investigated, a theoretical analysis was carried out, and a method of increasing the stability of the cutting tool by spraying it with a hard alloy was developed.

An analysis of the use of CNC machines in production was carried out.

OIL UNIT, BILLET, COVER, TECHNOLOGY, COST, TOOL DURABILITY

					КНУ.КМР.131.24.2-01.Р			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Бережна				РЕФЕРАТ	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.	Рязанцев						2	
Т.контр.						Каф. ТМ гр.ЗГМ-23м		
Н. Контр.	Нечаєв							
Затверд.	Рязанцев							

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
			<u>Документація</u>		
	A4	КНУ.КМР.131.24.2-01.ПЗ	Пояснювальна записка		
			<u>Графічні матеріали</u>		
	A1	КНУ.КМР.131.24.2-01.МАСК	Маслоагрегат	1	
	A2	КНУ.КМР.131.24.2-01.КВ	Кришка (відливка)	1	
	A1	КНУ.КМР.131.24.2-01.К	Кришка	1	
	A1	КНУ.КМР.131.24.2-01.ЕОК	Ескізи операцій (кришка)	1	
	A1	КНУ.КМР.131.24.2-01.ВІН	Верстатно- інструментальне налагодження	1	
	A1	КНУ.КМР.131.24.2-01.СКВП	Схема конструкції верстатного приспособлення	1	
	A1	КНУ.КМР.131.24.2-01.СККП	Схема конструкції контрольного пристрою	1	
	A1	КНУ.КМР.131.24.2-01.НДР	Науково-дослідна частина	1	

					КНУ.КМР.131.24.2-01.ВМ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Бережна			ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ КМР		
Перевір.		Рязанцев					
Т.контр.							
Н. Контр.		Нечасев					
Затверд.		Рязанцев					
					Літ.	Арк.	Аркуші
						2	
					Каф. ТМ гр.ЗПМ-23м		

ВСТУП	
1 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СКЛАДАННЯ ВУЗЛА.....	
2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ ПРОЕКТУ	
2.1 Службове призначення деталі. Вибір матеріалу і варіантів замін....	
2.2. Аналіз якості поверхонь деталі.....	
2.3 Аналіз технологічності.....	
2.3.1 Якісний аналіз технологічності.....	
2.3.2 Кількісний аналіз технологічності.....	
2.4 Вибір типу виробництва. Задачі проектування	
2.4.1 Вибір типу виробництва.....	
2.4.2 Вибір діючого заводського чи типового технологічного процесу.	
3 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	
3.1 Вибір, техніко-економічне обґрунтування та проектування заготовок	
3.1.1 Вибір заготовки	
3.1.2 Проектування заготовки.....	
3.1.2.1 Проектування заготовки із прокату.....	
3.1.2.2 Проектування відливки.....	
3.1.3 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки.....	
3.1.3.1 Наведені витрати для заготовки із прокату.....	
3.1.3.2 Вартість відливки.....	
3.2 Вибір і обґрунтування баз.....	
3.3 Вибір і обґрунтування послідовності обробки поверхонь.....	
3.4 Розробка маршруту обробки деталі.....	
3.5 Розробка технологічних операцій.....	
3.6 Розрахунок міжопераційних розмірів і припусків на обробку.....	
3.6.1 Аналітичний розрахунок припусків на циліндричну поверхню...	
3.6.2 Вибір міжопераційних розмірів і припусків на обробку.....	
3.7 Розрахунок і вибір режимів різання.....	
3.7.1 Розрахунок режимів різання на свердління 8 отворів Ø10.5 розрахунково-аналітичним методом.....	
3.7.2 Розрахунок норм часу на координатно-розточувальну операцію з ЧПК.....	

					КНУ.КМР.131.24.2-01.3		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Бережна			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Рязанцев				2	2
Т.контр.					ЗМІСТ		
Н. Контр.		Нечаев			Каф. ТМ гр.ЗПМ-23м		
Затверд.		Рязанцев					

4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВАРІАНТІВ МАРШРУТУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ.....	
5 РОЗРОБКА ВЕРСТАТНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ..	
6 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ	
6.1 Проектування переналагоджуваного верстатного пристосування.....	
6.1.1 Розробка технічного завдання.....	
6.1.2 Розробка схеми базування. Розрахунок похибки базування.....	
6.1.3 Розробка схеми закріплення заготовки.....	
6.1.4 Розрахунок на точність.....	
6.2 Проектування контрольного пристосування.....	
7 ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОГО ЦЕХУ	
8 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	
9 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ.....	
10 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	
ВИСНОВКИ.....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	
ДОДАТКИ.....	

					КНУ.КМР.131.24.2-01.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Машинобудування, що є постачальником нової техніки всім галузям народного господарства, визначає технічний прогрес країни і здійснює вирішальний вплив на створення матеріальної бази нового суспільства та обороноздатність країни. У зв'язку з цим розвиток машинобудування завжди мав першорядне значення.

Особливістю сучасного етапу розвитку технології машинобудування є широке використання досягнень фундаментальних і загально-інженерних наук для вирішення теоретичних проблем і практичних задач технології машинобудування. Наразі інтенсивно використовується обчислювальна техніка при проектуванні технологічних процесів і математичне моделювання процесів механічної обробки. Здійснюється автоматизація програмування процесів обробки на верстатах з ЧПК. Створюються системи автоматизованого проектування технологічних процесів – САПР ТП.

Поглиблюється розробка проблеми впливу технології на фізико – хімічний стан металу поверхневого шару оброблюваної заготовки, на експлуатаційні властивості і надійність машин. Продовжується розробка проблеми технологічної спадковості та зміцнюючої технології. Розроблюються методи оптимізації технологічних процесів по точності, продуктивності й ефективності виготовлення при забезпеченні високих експлуатаційних якостей і надійності роботи машини. Виконуються роботи по створенню гнучких автоматизованих виробничих систем на основі використання ЕОМ, автоматизації міжопераційного транспорту, контролю та робототехніки. Продовжується вдосконалення технологічних процесів виготовлення деталей машин і зборки.

В умовах сучасного виробництва створюються системи високопродуктивних машин і приладів, підвищується їх технічний рівень.

Тому виконання випускної кваліфікаційної роботи: «Підвищення ефективності виробництва маслоагрегатів газових турбін за рахунок використання CAD/CAM технологій в проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі «Кришка»» є актуальним дослідженням. Ефективність доведена техніко-економічними розрахунками та матеріалами, які рекомендовані базовому підприємству для впровадження.

					КНУ.КМР.131.24.2-01.В			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ВСТУП	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Бережна</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Рязанцев</i>					2	1
<i>Т.контр.</i>						Каф ТМ гр.ЗПМ-23м		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Нечаєв</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Рязанцев</i>						

1 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СКЛАДАННЯ ВУЗЛА

Дана деталь кришка входить в складальний вузол – масло агрегат газової турбіни.

Маслоагрегат складається з трьох шестеренних насосів: Л, М, Н. Максимальна частота обертання зубчастих коліс становить 8060 об/хв.

Основна деталь – кришка являється частиною насосу Л, для якого продуктивність при максимальній частоті обертання та тиску на виході 1,2 МПа становить 0,55 кг/с.

Серед технічних вимог нема вказівок, які стосуються легкості та плавності обертання зубчастих коліс. Виходячи з призначення маслоагрегату сформулюємо наступні вимоги: в остаточно зібраному насосі шестерні повинні вільно провертатися від руки.

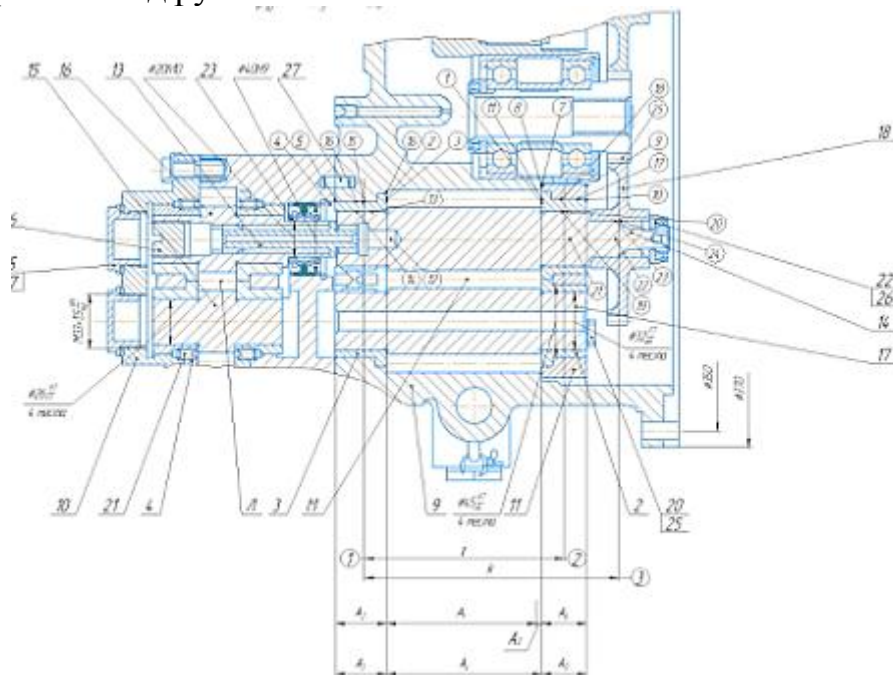


Рисунок 1.1- Складальний вузол

Приступаючи до проведення розмірного аналізу, намітимо найбільш важливі задачі, які необхідно вирішити в процесі виготовлення маслоагрегату. Саме цими задачами є забезпечення:

- зазору між втулкою і торцем відомої шестерні;
- розташування міжосьової відстані в межах допуску;
- повнота контакту зубів зубчастого зачеплення.

Ці задачі можуть бути вирішені за допомогою розмірних ланцюгів А, γ та К відповідно.

КНУ.КМР.131.24.2-01.01.ПТПС				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Бережна		
Перевір.		Рязанцев		
Т.контр.				
Н. Контр.		Нечаев		
Затверд.		Рязанцев		
ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СКЛАДАННЯ			Літ.	Арк.
			2	1
Каф. ТМ гр.ЗГМ-23м				

Виявлений лінійний розмірний ланцюг А дозволяє визначити метод збирання маслоагрегату. Згідно складального креслення замикаюча ланка дорівнює $A_{\Sigma} = 0_{+0,04}^{+0,10}$ мм. Розмірний ланцюг А складається з шести ланок.

Як видно, в нашому випадку оптимальним методом збірки являється метод селективного складання.

В якості компенсуючої ланки вибираємо ланку A_Z - ширину буртику втулки, зміна розміру якої можна просто і з високою точністю здійснити, наприклад, шляхом шліфування торця на плоскошліфувальному верстаті.

Призначаємо допуски на розміри усіх складових ланок: на ланку A_1 допуск та розмір з відхиленнями беремо з робочого креслення шестерні. На інші ланки допуски призначаємо по методу аналогів. На всі ланки призначаємо координати середин полів допусків - ΔC_i , крім ланки A_1 . Для неї ΔC_i розрахуємо за формулою:

$$\Delta C_1 = \frac{es + ei}{2}, \text{ мм} \quad (1.1)$$

де es та ei - верхні та нижні граничні відхилення ланки A_1 .

$$\Delta C_1 = \frac{-0,02 + (-0,04)}{2} = -0,03 \text{ мм.}$$

На інші ланки ΔC_i призначаємо з розрахунку, щоб допуски були розташовані як для основних валів та отворів в системі ISO: $\Delta C_2 = -0,06$ мм; $\Delta C_3 = +0,026$ мм; $\Delta C_4 = +0,044$ мм; $\Delta C_5 = 0,026$ мм; $\Delta C_6 = -0,006$ мм.

Розраховуємо найбільшу можливу компенсацію:

$$T_K = \sum_{i=1}^n T_i - T_{\Sigma}, \text{ мм} \quad (1.2)$$

де $\sum_{i=1}^n T_i$ - сума допусків складових ланок, мм;

T_{Σ} - допуск замикаючої ланки, $T_{\Sigma} = 0,06$ мм.

$$T_K = (0,02 + 0,012 + 0,052 + 0,088 + 0,052 + 0,012) - 0,06$$

$$T_K = 0,176 \text{ мм.}$$

Розраховуємо величину поправки, яку необхідно внести в координату середини поля допуску компенсуючої ланки A_2 , щоб створити на ній необхідний для пригонки шар матеріалу:

$$\Delta = \frac{T_K}{2} + \sum_{i=1}^n |\Delta C_i| - \Delta C_{\Sigma}, \text{ мм} \quad (1.3)$$

де $\sum_{i=1}^n |\Delta C_i|$ - сума координат середин полів допусків складових ланок, мм;

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ΔC_{Σ} - координата середини поля допуску замикаючої ланки.

Визначимо по формулі (1.1):

$$\Delta C_{\Sigma} = \frac{0,1 + 0,04}{2} = 0,07 \text{ мм.}$$

$$\Delta = \frac{0,176}{2} + (0,03 + 0,006 + 0,026 + 0,044 + 0,026 + 0,006) - 0,07$$

$$\Delta = 0,156 \text{ мм.}$$

Вносимо поправку в координату середини поля допуску компенсуючої ланки A_2 :

$$\Delta C'_2 = \Delta C_2 + \Delta, \text{ мм} \quad (1.4)$$

$$\Delta C'_2 = -0,06 + 0,156 = 0,15 \text{ мм}$$

Розраховуємо граничні відхилення та граничні розміри усіх складових ланок розмірного ланцюга (крім ланки-компенсатора) як для основних валів та отворів в системі ISO. Результати заносимо до таблиці 1.1. Граничні відхилення для ланки-компенсатора розраховуємо по наступним формулам:

$$es_{A_2} = \Delta C'_2 + \frac{T_2}{2}, \text{ мм} \quad (1.5)$$

$$ei_{A_2} = \Delta C'_2 - \frac{T_2}{2}, \text{ мм} \quad (1.6)$$

де $\Delta C'_2$ - нова координата середини поля допуску компенсуючої ланки з урахуванням поправки, мм;

T_2 - допуск на ланку-компенсатор, мм.

$$es_{A_2} = 0,15 + \frac{0,012}{2} = 0,156 \text{ мм}$$

$$ei_{A_2} = 0,15 - \frac{0,012}{2} = 0,144 \text{ мм}$$

Здійснюємо перевірку правильності розрахунку. Для цього обчислюємо граничні відхилення замикаючої ланки та порівнюємо із заданими:

$$es_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \overrightarrow{es}_i - \sum_{j=1}^m \overleftarrow{ei}_j, \text{ мм} \quad (1.7)$$

$$ei_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \overleftarrow{ei}_i - \sum_{j=1}^m \overrightarrow{es}_j, \text{ мм} \quad (1.8)$$

де $\sum_{i=1}^n \overrightarrow{es}_i$ та $\sum_{i=1}^n \overleftarrow{ei}_i$ - сума відповідно верхніх та нижніх граничних відхилень усіх ланок розмірного ланцюга, що збільшуються, мм;

					КНУ.КМР.131.24.2-01.01.ПТПС	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\sum_{j=1}^m \overleftarrow{ei}_j$ та $\sum_{j=1}^m \overleftarrow{es}_j$ - сума відповідно верхніх та нижніх граничних

відхилень усіх ланок розмірного ланцюга, що зменшуються, мм.

Розрахуємо верхнє граничне відхилення замикаючої ланки:

$$es_{\Sigma} = (0,052 + 0,088 + 0,052) - (+0,04 + 0,144 - 0,012) = 0,1 \text{ мм}$$

При такому сполученні розміру складових ланок ніяких пригоночних робіт не буде потрібно, так як розрахункове значення верхнього граничного відхилення замикаючої ланки відповідає заданому.

Розрахуємо нижнє граничне відхилення замикаючої ланки:

$$ei_{\Sigma} = (0 + 0 + 0) - (-0,02 + 0,156) = 0,136 \text{ мм}$$

В цьому випадку з компенсуючої ланки A_2 необхідно зняти припуск від 0,176мм (тоді A_{Σ} буде мати мінімальне припустиме значення $A_{\Sigma}^{\min} = 0,04$ мм) до 0,236мм (і тоді A_{Σ} буде мати максимальне припустиме значення $A_{\Sigma}^{\max} = 0,1$ мм). На компенсуючій ланці для цього є достатній шар матеріалу. Отже, розрахунок розмірного ланцюга методом пригонки виконали правильно.

Виконуємо розрахунок кутових розмірних ланцюгів γ та K . В результаті розрахунку визначимо відносне зміщення (ексцентриситет) підшипника ковзання та відносний перекіс в зубчастому зачепленні.

Розрахунок відносного зміщення виконуємо імовірним методом. Посадку підшипника ковзання на вал беремо із збірного креслення - $\emptyset 32 \frac{F7}{g6}$; посадку втулки в корпус призначаємо по методу аналогів та вносимо в складальне креслення - $\emptyset 45 \frac{H7}{n6}$.

Вихідні дані та результати розрахунків зводимо в таблицю 1.2.

Визначаємо допуск на зміщення замикаючої ланки:

$$Te_{\Sigma} = \sqrt{0,36 \cdot \sum_{i=1}^n TS_i^2 + 0,56 \cdot \sum_{j=1}^m Te_j^2}, \text{ мм} \quad (1.9)$$

де TS_i - допуск на зазор в сполученнях, мм;

Te_j - допуск на зміщення, мм.

Допуск на зазор визначаємо по слідкуючій формулі:

$$TS = S_{\max} - S_{\min}, \text{ мм} \quad (1.10)$$

де S_{\max} та S_{\min} - максимальний та мінімальний зазор в з'єднанні, мм.

					КНУ.КМР.131.24.2-01.01.ПТПС	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Для з'єднання $\varnothing 32 \frac{F7}{g6} \left(\begin{array}{c} +0,050 \\ +0,025 \\ -0,009 \\ -0,025 \end{array} \right)$ - $S_{\max} = 0,075$ мм, $S_{\min} = 0,016$ мм.

Отже: $TS = 0,075 - 0,016 = 0,059$ мм.

Для з'єднання $\varnothing 45 \frac{H7}{n6} \left(\begin{array}{c} +0,025 \\ +0,033 \\ +0,017 \end{array} \right)$ - $S_{\max} = 0,008$ мм, S_{\min} - немає, так як

посадка перехідна. Отже: $TS = 0,008$ мм.

Допуск на зміщення визначаємо по довідковим таблицям, як радіальне биття та неспіввісність, результати заносимо до таблиці 1.2. Підставляючи у формулу (1.9) значення з таблиці 1.2, отримуємо:

$$Te_{\Sigma} = \sqrt{0,36 \cdot (0,059^2 + 0,008^2) \cdot 2 + 0,56 \cdot (0,006^2 \cdot 4 + 0,01^2)}$$

$$Te_{\Sigma} = 0,052 \text{ мм.}$$

Допуск на міжосьову відстань 70 мм в зубчастому зачепленні з точністю 7-6-6-B становить $\pm 0,06$ мм. Приймаємо $f_a = \frac{0,12}{2} = 0,06$, що більше 0,052 мм.

Розрахуємо координату середини поля допуску:

$$em_{e_{\Sigma}} = \sum_{i=1}^n (\overrightarrow{em_{S_i}} + 0,5 \cdot \overrightarrow{Te_i} + 0,05 \cdot (\overrightarrow{TS_i} + \overrightarrow{Te_i})) - \sum_{j=1}^m (\overrightarrow{em_{S_j}} + 0,5 \cdot \overrightarrow{Te_j} + 0,05 \cdot (\overrightarrow{TS_j} + \overrightarrow{Te_j}))$$

(1.11)

де $\overrightarrow{em_{S_i}}$ та $\overleftarrow{em_{S_j}}$ - координати середин полів допусків зазорів ланок, що збільшуються та зменшуються, мм;

$\overrightarrow{Te_i}$ та $\overleftarrow{Te_j}$ - допуски на зміщення ланок, що збільшуються та зменшуються, мм;

$\overrightarrow{TS_i}$ та $\overleftarrow{TS_j}$ - допуски на зазори ланок, що збільшуються та зменшуються, мм.

Аналізуючи формулу (1.11), приходимо до висновку, що на координату середини поля допуску замикаючої ланки буде впливати ланка $\overrightarrow{e_{17}}$ (неспіввісність отворів в корпусі), інші ланки взаємознищуються і тоді формула (1.11) прийме вигляд:

$$em_{e_{\Sigma}} = 0,5 \cdot \overrightarrow{Te_{17}} + 0,05 \cdot \overrightarrow{Te_{17}}, \text{ мм} \quad (1.12)$$

де $\overrightarrow{Te_{17}}$ - допуск на неспіввісність отворів в корпусі, мм.

По таблицям Te_{17} приймаємо рівним $\frac{0,02}{2} = 0,01$ мм. Отже:

$$em_{e_{\Sigma}} = 0,5 \cdot 0,01 + 0,05 \cdot 0,01 = 0,0055 \text{ мм.}$$

						КНУ.КМР.131.24.2-01.01.ПТПС	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			

Розрахуємо граничні відхилення замикаючої ланки:

$$es_{e_{\Sigma}} = em_{e_{\Sigma}} + \frac{Te_{\Sigma}}{2}, \text{ мм} \quad (1.13)$$

$$ei_{e_{\Sigma}} = em_{e_{\Sigma}} - \frac{Te_{\Sigma}}{2}, \text{ мм} \quad (1.14)$$

Підставляємо значення, які знайшли вище, та отримуємо:

$$es_{e_{\Sigma}} = 0,0055 + \frac{0,052}{2} = 0,031 \text{ мм}$$

$$ei_{e_{\Sigma}} = 0,0055 - \frac{0,052}{2} = -0,021 \text{ мм}$$

Розрахунок відносного перекосу виконуємо за спрощеним методом. На рисунку 1.2 представлена схема розташування зубчастого колеса відносно опор.

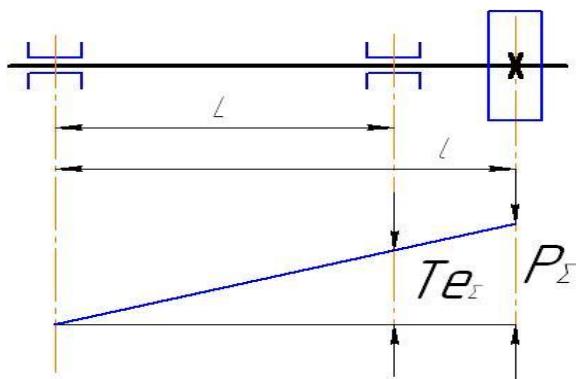


Рисунок 1.2 – Схема для визначення відносного перекосу

Із співвідношення сторін одержуємо:

$$\frac{l}{P_{\Sigma}} = \frac{L}{Te_{\Sigma}} \quad (1.15)$$

де l - відстань між зубчастим колесом та втулкою, через яку проходить основний перетин, мм;

L - відстань між втулками, мм;

Te_{Σ} - допуск на зміщення, мм. Розрахований вище.

P_{Σ} - відносний перекіс зубчастого колеса, мм.

Перетворимо співвідношення (1.15):

$$P_{\Sigma} = \frac{l \cdot Te_{\Sigma}}{L}, \text{ мм}$$

$$P_{\Sigma} = \frac{150 \cdot 0,052}{115} = 0,068 \text{ мм}$$

					КНУ.КМР.131.24.2-01.01.ПТПС	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

По технічним вимогам у вузлі боковий зазор між зубами шестерень $j_n \geq 0,24$ мм. Таким чином, вимоги до величини бокового зазору виконуються.

Для забезпечення службового призначення маслоагрегата необхідно, щоб зазор між торцями шестірень і втулок був не менше товщини масляної плівки, однак і не досить більшим, інакше масло по зазорах буде випливати, і насос буде губити продуктивність. Для створення зазначеного осьового зазору встановлюють прокладки між кришкою й корпусом.

На рисунку 1.3 представлена схема збирання. Зроблено нормування складальних операцій. Результати зручно звести в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Нормування складальних операцій

№ пере ходів	Зміст переходу	Інструмент та пристосування	Час, T_o , хв
1	2	3	4
1	Установити корпус на стіл	-	0,13
2	Протерти корпус серветкою	-	0,19
3	Запресувати втулку 2 в корпус	Гідропрес	0,1
4	Запресувати втулку 3 в корпус	Гідропрес	0,1
5	Установити шестерню 14	-	0,06
6	Установити шестерню 15	-	0,06
7	Установити кришку на корпус	-	0,11
8	Установити 8 болтів в отвори та попередньо ввернути	-	1,25
9	Остаточо завернути болти	Ключ гайковий	1,3
10	Установити шестерню приводну 18 на шестерню 14	-	0,11
11	Установити на шестерню 14 шайбу 26 і гайку 22 та попередньо ввернути	-	0,21
12	Остаточо завернути гайку 22	Ключ гайковий	0,19
13	Установити проставку 12 на стіл та протерти її серветкою	-	0,32
14	Установити 2 втулки 4 в проставку 12 та закріпити їх 2 гвинтами 21	Викрутка	0,78
15	Установити шестерні 15 та 16 в посадкові місця втулок 4	-	0,12
16	Установити на шестерню 15 дві мантети 23	-	0,23
17	Попередньо ввернути заглушку 5 в шестерню 15	-	0,12

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4
18	Остаточо завернути заглушку 5	Ключ гайковий	0,25
19	Установити дві вставки 1 в проставку 12	-	0,17
20	Установити кришку 11 на проставку 12 та та попередньо ввернути 2 гвинта 19	-	0,42
21	Остаточо завернути гвинти 19	Ключ гайковий	0,19
22	Зняти комплект	-	0,09

Загальний час для складальних операцій – 6,5 хв. По довідковим таблицям знаходимо $T_{Т.ОБ.} = 2,5\%T_{ОП}$, $T_{ОТД} = 2,5\%$, $T_{ПЗ} = 2\%T_{ОП}$, де $T_{ОП}$ включає основний та допоміжний час. Час на складання:

$$T_{СКЛ} = T_{О} + T_{В} + T_{Т.ОБ.} + T_{ОТД}, \text{ хв.} \quad (1.15)$$

де $T_{Т.ОБ.}$ - час на підготовку робочого місця до роботи, прибирання у кінці зміни і др., хв;

$T_{ОТД}$ - час на відпочинок, хв..

$$T_{СКЛ} = 6,5 + 0,16 + 0,16 = 6,82 \text{ хв}$$

					КНУ.КМР.131.24.2-01.01.ПТПС	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 1.2 – Розрахунок лінійного розмірного ланцюга А

Призначення розмірного ланцюга	Ланцюг А: Забезпечення зазору між втулкою та шестернею	Значення вихідної ланки	$A_{\Sigma} = 0^{+0,10}_{+0,04}$; $T_{\Sigma} = 0,06$ мм; $\Delta C_{\Sigma} = 0,07$ мм					
Схема розмірного ланцюга		Вихідні дані			Розрахункові величини			
		Позначення ланки	Номинальний розмір	i	Квалітет	Допуск	Розмір з відхиленням	ΔC_i
		$\overleftarrow{A_1}$	85	-	6	0,02	$85^{-0,02}_{-0,04}$	-0,03
		$\overleftarrow{A_2}$	30	-	6	0,012	$30^{+0,156}_{+0,144}$	-0,006
Розрахунок розмірного ланцюга		$\overrightarrow{A_3}$	30	-	9	0,052	$30^{+0,052}$	+0,026
1) $T_K = (0,02 + 0,012 + 0,052 + 0,088 + 0,052 + 0,012) - 0,06 = 0,176$ мм		$\overrightarrow{A_4}$	85	-	9	0,088	$85^{+0,088}$	+0,044
2) $\Delta = \frac{0,176}{2} + (0,03 + 0,006 + 0,026 + 0,044 + 0,026 + 0,006) - 0,07 = 0,156$ мм		$\overrightarrow{A_5}$	30	-	9	0,052	$30^{+0,052}$	+0,026
3) $\Delta C_{A_2} = -0,006 + 0,156 = 0,15$ мм		$\overleftarrow{A_6}$	30	-	6	0,012	$30_{-0,012}$	-0,006
4) $eS_{A_2} = 0,15 + \frac{0,012}{2} = 0,156$ мм								
$ei_{A_2} = 0,15 - \frac{0,012}{2} = 0,144$ мм								

Таблиця 1.3 – Розрахунок кутового розмірного ланцюга

Позначення та призначення розмірного ланцюга	Ланцюг γ : Визначення відносного зміщення втулки	Призначення вихідної ланки розмірного ланцюга					
Зображення розмірного ланцюга			Величина, яку треба знайти	Значення величини, яку треба знайти			
			e_{Σ}	150±0,030			
			$em_{e_{\Sigma}}$	0,0055			
			Te_{Σ}	0,052			
			P_{Σ}	0,068			
Ланка	Найменування розміру або посадки	Величина	emi	$emsi$	Tsi	di	Ki
$S_1 = S_4$	- зазор між втулкою та валом	$\varnothing 32 \frac{F7}{g6} \begin{pmatrix} +0,050 \\ +0,025 \\ -0,009 \\ -0,025 \end{pmatrix}$	$\frac{+0,0375}{-0,017}$	-0,010	0,059	0,1	1,22
$S_2 = S_4$	- зазор між втулкою та корпусом	$\varnothing 45 \frac{H7}{n6} \begin{pmatrix} +0,025 \\ -0,033 \\ +0,017 \end{pmatrix}$	$\frac{+0,0125}{+0,025}$	+0,019	0,008	0,1	1,22
$e_{13} = e_{21}$	- радіальне биття посадкової поверхні вала	$\varnothing 32g6 - \frac{0,012}{2} = 0,006$	-0,017	-	-	0,1	0,75
$e_{15} = e_{19}$	- радіальне биття втулок	$\varnothing 45n6 - \frac{0,012}{2} = 0,006$	+0,025	-	-	0,1	0,75
e_1	- неспіввісність отворів в корпусі	$\varnothing 45H7 - \frac{0,020}{2} = 0,010$	+0,0125	-	-	0,1	0,75

2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ ПРОЕКТУ

2.1 Службове призначення деталі. Вибір матеріалу і варіантів замін

Кришка є частиною насоса и служить для обмеження осьового переміщення двох сполучених шестірень, які встановлені в підшипники ковзання-втулки. Дані втулки встановлюються в отвори кришки й кріпляться до неї гвинтами. Тому отвори в кришці повинні бути виготовлені з високою точністю.

Як було розглянуто вище, усередині виникають удари й вібрації, які передаються на маслоагрегат, а значить і кришка випробовує дані деформації, тому деталь повинна бути виготовлена з матеріалу із вязкою серцевиною.

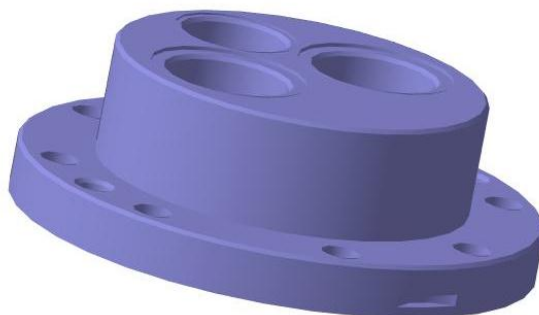


Рисунок 2.1-Кришка

Для виготовлення кришки використаний здеформований алюмінієвий сплав Д1 ДСТУ ISO 209-12002, що використовується для виготовлення кришок, корпусів редукторів, електроприводів. Як матеріал-замінник може бути використаний алюмінієвий сплав Д16 ДСТУ ISO 209-12002. У таблицях 2.1 й 2.2 наведені хімічний склад і механічні властивості матеріалів.

Таблиця 2.1 - Хімічний склад матеріалів %

Сплав	Al,%	Si,%	Fe,%	Cu,%	Mn,%	Mg,%	Cr,%	Zn,%	Ti,%
Д1	91,7...93... 93,9	0,2...0... 0,8	0,7	3,5...4... 4,5	0,4...1... 1,0	0,4...0... 0,8	0,1	0,2 5	0,1 5
Д16	90,8...93... 93,1	0,5	0,5	3,8...4... 4,9	0,3...0... 0,9	1,2...1... 1,8	-	0,3	0,3

Таблиця 2.2 - Механічні властивості матеріалів

Сплав	σ_B , Мпа	$\sigma_{0,2}$, Мпа	δ_1 , %	ψ_1 , %	$\tau_{ср}$, Мпа	НВ
Д1	410	250	15	30	270	115
Д16	470	340	10	27	290	119

КНУ.КМР.131.24.2-01.02.ТЕА				
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Бережна</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Рязанцев</i>		
<i>Т.контр.</i>				
<i>Н. Контр.</i>		<i>Нечасє</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Рязанцев</i>		
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ				
		<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
			2	1
<i>Каф.ТМ гр.ЗПМ-23м</i>				

Основними поверхнями даної кришки є поверхня 8 - посадкова циліндрична поверхня по розміру діаметрів двох втулок, а також торець 5.

Допоміжними поверхнями є два отвори 8, три різьбових отвори 11 й 14 і два отвори 9.

Поверхні 2 й 4 є вільними. Інші поверхні є що сполучають.

Робимо аналіз даних по точності:

1) основна поверхня 7 виконана по IT9, що є середньою вимогою до точності;

2) лінійні розміри виконані по IT14, що є невисокою вимогою до точності;

3) найбільш високими по якості поверхнями є торець 5 з Ra 1,25, що необхідно для щільного прилягання кришки до корпусу під час затягування фланця гвинтами. Вимоги до точності даної поверхні IT14 не відповідають даній шорсткості, але змінювати квалітет не доцільно, тому що виходячи зі службового призначення деталі, пріоритетним є якість;

4) на інших поверхнях шорсткість відповідає точності.

2.3 Аналіз технологічності кришки

2.3.1 Якісний аналіз технологічності

Деталь відноситься до тіл обертання, до класу деталей типу диск, є середньої складності у виготовленні, невеликій по розмірах і масі ($Q_d = 0,72$ кг).

Аналізуючи марку матеріалу (Д1), дійдемо висновку, що можливі два варіанти одержання заготівлі: прокат і лиття під тиском. З обліком того, що виробництво деталі серійне, одержання заготівлі литтям під тиском є технологічним способом. Однак, два отвори $\varnothing 38H7$ зв'язані між собою твердим допуском на міжосьову відстань ($47 \pm 0,04$). Тому застосування стрижнів, що формують внутрішні порожнини, не доцільно, тому що всі дефекти, які пов'язані з положенням осі стрижня у виливку, неможливо виправити свердлінням - необхідне зенкерування й розгортання. Значить єдиним способом одержання внутрішніх порожнин й отворів з досягненням зазначеної на кресленні точності є повна механічна обробка на координатно-розточувальному верстаті.

Деталь має досить розвинені поверхні для базування й закріплення в пристосуванні тільки на токарській операції. На наступних операціях при обробці на координатно-розточувальному верстаті з комплекту технологічних баз найбільш розвитою є настановна база (торець $\varnothing 98$ або торець $\varnothing 138$), а цього для базування недостатньо. Аналізуючи поверхні кришки, дійдемо висновку, що єдино прийнятними поверхнями для забезпечення повного базування є два центрувальні отвори $\varnothing 9$, однак вони зв'язані позиційним допуском з отворами $\varnothing 38H7$, тобто свердлення отворів $\varnothing 9$ виробляється після повної механічної обробки отворів $\varnothing 38H7$.

					КНУ.КМР.131.24.2-01.02.ТЕА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тому робимо зміни в технологічному процесі: спочатку робимо обробку двох отворів Ø9, потім обробляємо всі інші внутрішні порожнини. І, таким чином, одержуємо поверхні для повного базування кришки на координатно-розточувальній операції.

Деталь є твердою, тому що $L/D = 45/138 = 0,3$, що дозволяє використати підвищені режими різання при обробці; крім того можливо застосування багатоінструментальної обробки.

Конфігурація кришки дозволяє вільно підводити й відводити ріжучий і вимірювальний інструмент, крім канавки R12,5, оскільки при підведенні й відводі фрези можлива розбивка отвору Ø38H7.

Позитивним варто вважати, що всі отвори в даній деталі розташовані під прямим кутом до площини входу й виходу інструмента.

Однак кришка має наступні нетехнологічні елементи:

- 1) два глухих отвори з різьбленням M12x1,5-2H5C;
- 2) три отвори з різьбленням великого діаметра - M27x1,5 і M33x1,5;
- 3) внутрішня канавка R12,5.

Крім того, матеріал кришки є грузлим, і при обробці різанням утвориться зливальна стружка, що важко видаляється із зони різання.

Для обробки кришки застосовується стандартний різальний інструмент, крім:

- 1) для одержання двох пазів R15 необхідна спеціальна фреза;
- 2) при обробці двох отворів Ø9 необхідне розгортка Ø8,96 мм.

У цілому деталь досить технологічна.

2.3.2 Кількісний аналіз технологічності

Кількісну оцінку технологічності будемо робити за наступними показниками:

- 1) коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{ум} = \frac{Q_d}{Q_z}, \quad (2.1)$$

де Q_d – маса деталі, кг;

Q_z – маса заготовлі, кг.

$$K_{ум} = \frac{0,72}{2,27} = 0,32$$

- 2) коефіцієнт уніфікації елементів:

$$K_{у.э} = \frac{Q_{уніф}}{Q_{ел}}, \quad (2.2)$$

де $Q_{уніф}$ – кількість уніфікованих елементів;

$Q_{ел}$ – загальна кількість елементів.

$$K_{у.э} = \frac{9}{19} = 0,47$$

					КНУ.КМР.131.24.2-01.02.ТЕА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На підставі даних кришка по цьому показнику є нетехнологічною, тому що $Ky.e < 0,6$.

3) середній квалітет точності:

$$P_{cp} = \frac{n_7 \cdot П7 + n_8 \cdot П8 + \dots + n_{14} \cdot П14}{n}, \quad (2.3)$$

де $n_7 \dots n_{14}$ - кількість поверхонь відповідно по 7...14...14 квалітету точності;
 n - загальна кількість поверхонь.

$$P_{cp} = \frac{2 \cdot 7 + 1 \cdot 9 + 3 \cdot 13 + 13 \cdot 14}{19} = 12,8$$

Тобто середній квалітет точності - 12, а це низькі вимоги до точності, що з погляду технологічності деталі є кращим, оскільки не вимагає додаткової обробки.

4) середня шорсткість:

$$Ra_{cp} = \frac{n_1 \cdot Ra_{1,25} + n_2 \cdot Ra_{2,5} + \dots + n_k \cdot Ra_{20}}{n}, \quad (2.4)$$

де $n_1 \dots n_k$ - кількість поверхонь, що мають шорсткість, що відповідає числовому значенню параметра Ra.

$$Ra_{cp} = \frac{2 \cdot 1,25 + 3 \cdot 2,5 + 2 \cdot 5 + 11 \cdot 10 + 1 \cdot 20}{19} = 8,8$$

Тобто середня шорсткість $Ra_{cp} 8$, що є невисокою вимогою до чистоти поверхонь, але з погляду технологічності деталь по цьому показнику технологічна.

2.4 Вибір типу виробництва. Задачі проектування

2.4.1 Вибір типу виробництва

На даному етапі проектування тип виробництва визначаємо орієнтовно. При проектуванні технологічної лінії обробки деталі кришка виходимо з маси деталі ($Q_d=0,72$ кг) і програми випуску ($N=5000$ шт.). По таблицях вибираємо середньо-серійне виробництво.

					КНУ.КМР.131.24.2-01.02.ТЕА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вихідні дані	
Річна програма N_p , шт	5000
Штучно-калькуляційний час, хв	
$T_{шт.-к.1}$	11,26
$T_{шт.-к.2}$	2,52
$T_{шт.-к.3}$	6,14
$T_{шт.-к.4}$	15,23
$T_{шт.-к.5}$	0
Йомвірний тип виробництва (ДС=1, СС=2, ВС=3)	2
Кількість змін	1

Коефіцієнт закріплення операцій	
$K_{з.о.} = \frac{\sum \Pi_{oi}}{\sum P_i}$	
<p>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</p>	
$\Pi_{oi} = \frac{13182 \cdot \eta_H}{T_{шт.к.} \cdot N_M}$	
<p>де η_H – плановий нормативний коефіцієнт завантаження верстата, прийнятий для велико-, середньо- та дрібносерійного виробництва відповідно рівним 0,75; 0,8; 0,9;</p>	
<p>N_M – місячна програма випуску заданої деталі, шт. $N_M = \frac{N_p}{s \cdot 12}$</p>	
$\Pi_{o1} = \frac{13182 \cdot 0,8}{11,26 \cdot 416,67} = 2,2477$	$\sum P_i = P_1 + P_2 + \dots + P_n$
$\Pi_{o2} = \frac{13182 \cdot 0,8}{2,52 \cdot 416,67} = 10,043$	
$\Pi_{o3} = \frac{13182 \cdot 0,8}{6,14 \cdot 416,67} = 4,1221$	
$\Pi_{o4} = \frac{13182 \cdot 0,8}{15,23 \cdot 416,67} = 1,6618$	
	$P_i = 0,96 \cdot \eta_H = 0,96 \cdot 0,8 = 0,768$
	$\sum P_i = 4 \cdot 0,768 = 3,072 = 4$
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $K_{з.о.} = \frac{18,08}{4} = 4,519$ </div>

					КНУ.КМР.131.24.2-01.02.ТЕА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розмір партії деталей
$n = \frac{N_p \cdot a}{\Phi}$
<p>де Φ – 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.</p>
$n = \frac{5000 \cdot 2}{249} = 40 \text{ шт.}$

Приймаємо дрібносерійний тип виробництва.

2.4.2 Вибір діючого заводського чи типового технологічного процесу

Сформулюємо повний конструкторсько-технологічний код деталі - кришка:

- 1) клас 71- тому що деталь - тіло обертання типу диск;
- 2) підклас 1 - оскільки довжина до 0.5Д;
- 3) група 6 -з закритими уступами, без зовнішнього різьблення;
- 4) підгрупа 6 - з отворами циліндричної форми з різьбленням;
- 5) вид 4 - без кільцевих пазів на торцях, з пазами на зовнішній поверхні, з отворами поза віссю деталі;
- 6) розмірна характеристика:
 - В - тому що зовнішній діаметр 138 мм;
 - 9 - тому що довжина 45 мм;
 - 7 - тому що діаметр внутрішнього отвору 38 мм;
- 7) група матеріалу 46 - оскільки сплав на основі алюмінію;
- 8) вид деталі по технологічному методу виготовлення 4 - тому що деталь виготовляється різанням;
- 9) вид вихідної заготівлі 31 - оскільки як вихідна заготівля обрана пруток;
- 10) квалітет 14 - тому що зовнішня й внутрішня поверхні виконані відповідно по 14 й 7 квалітетам точності;
- 11) шорсткість 4 – тому що найменше значення шорсткості R_a 1.25;
- 12) ступінь точності 4 - оскільки радіальне биття, зазначене на діаметрі 53Н9, становить 0.02 мм і відповідає 6 ступеню точності. Дане радіальне биття є самим точним із всіх зазначених на кресленні відхилень форми й розташування поверхонь;
- 13) вид додаткової обробки 3 – оскільки деталь піддається термічній обробці до операцій обробки різанням з HRC₃ до 40 з покриттям;
- 14) маса 9 - тому що маса деталі 0.72 кг.

Записуємо повний конструкторсько-технологічний код кришки: 711664.B97464.31144439.

У табл. 2.4 приводимо діючий заводський технологічний процес обробки кришки.

					КНУ.КМР.131.24.2-01.02.ТЕА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 - Діючий заводський одиничний технологічний процес обробки кришки

№ операції	Зміст операції	Устаткування
1	2	4
005	Відрізна	-
010	Термічна обробка	-
015	Токарно-гвинторізна – повна токарна обробка з двох сторін	Токарно-гвинторізний 16K20
020	Розточувальна – повна обробка двох отворів – свердління, розточування і нарізання різьби. Після переустановки – обробка третього отвору - свердління, розточування, нарізання різьби	Фрезерно-розточувальний МН-800
025	Розточувальна – повна обробка двох отворів з іншого боку - розточування, цекування, розточування і фрезерування внутр. канавки; свердління і цекування кріпильних отворів; фрезерування двох пазів; свердління двох	Фрезерно-розточувальний МН-800
030	Промивання	
035	Ематалірування (анодне окислення алюмінію)	
040	Фарбування	
045	Остаточний контроль	

					КНУ.КМР.131.24.2-01.02.ТЕА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Даний технологічний процес розроблений як одиничний. Тобто застосовується для виготовлення тільки однієї даної кришки. Заготівлею для неї служить прокат Ø140. Установка деталі на столі верстата - по розмітці, тобто з комплекту технологічних баз використовується лише одна настановна база.

При обробці деталей у серійному виробництві така установка деталі неприпустима, тому що значно збільшується допоміжний час. Тому, у даний технологічний процес необхідно внести зміни, які дозволили б на перших операціях одержати поверхні, використовувані надалі для базування.

Аналізуючи конфігурацію деталі, дійдемо висновку, що дану кришку можна забазувати як дискову корпусну деталь, використовуючи як базові поверхні площина й два отвори Ø9.

Таким чином, даний технологічний процес можна взяти за основу, додавши лише в завдання проектування наступні операції:

1) отримані заготівлі із прокату й порівняння її за техніко-економічними показниками з виливком, отриманої литтям під тиском;

2) після повної токарної обробки робимо свердління двох отворів Ø9 на координатно-розточувальному верстаті;

3) для одержання всіх внутрішніх поверхонь із досягненням зазначеної на кресленні точності застосовуємо координатно-розточувальний верстат зі ЧПК;

4) розробка розрахунково-технологічної карти й керуючої програми для виконання технологічної операції на координатно-розточувальному верстаті зі ЧПК;

5) проектування верстатного й контрольного пристосування;

6) доцільність застосування на розточувальній операції верстата зі ЧПК оцінимо техніко-економічним обґрунтуванням варіантів маршруту технологічного процесу.

Крім того, у завдання проектування входить також визначення науково-доведених норм часу виготовлення кришки.

					КНУ.КМР.131.24.2-01.02.ТЕА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

3.1 Вибір, техніко-економічне обґрунтування та проектування заготовок

3.1.1 Вибір заготовки

Вибір заготовки будемо робити, користуючись матрицею впливу факторів, що представлена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Матриця впливу факторів

Спосіб одержання заготівлі	Фактори					Сума
	Форма й розміри	Точність й якість поверхн. шару	Технолог. властивості матеріалу	Річна програма	Виробничі можлив. підпр.	
Прокат	-	+	+	-	+	3
Лиття під Тиском	+	+	+	-	+	4
Кування в підкладних штампах	-	+	-	-	-	1
Кування штампований	+	+	-	-	-	2

Аналізуючи тип виробництва, конфігурацію, вагу деталі й матеріал, дійдемо висновку, що заготівлю даної деталі можна одержати такими способами:

- 1) прокат;
- 2) лиття під тиском з заміною матеріалу на АК7.

3.1.2 Проектування заготовки

3.1.2.1 Проектування заготовки із прокату

Відповідно до точності й шорсткості поверхонь оброблюваної кришки визначаємо проміжні припуски. За основу приймаємо зовнішній діаметр деталі $138H14_{(-0,1)}$.

Встановлюємо попередній маршрутний технологічний процес обробки поверхні $\varnothing 138$. Обробку робимо на токарно-гвинторізному верстаті. Технологічний маршрут обробки:

- 1) операція 005: Термічна обробка
- 2) операція 010: Токарно-гвинторізна чорнова.

					КНУ.КМР.131.24.2-01.03.ПТП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Бережна				ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Рязанцев						2	1
Т.контр.								
Н. Контр.	Нечаєв							
Затверд.	Рязанцев					Каф. ТМ гр.ЗПМ-23м		

Припуски на обробку зовнішніх поверхонь визначаємо: при чорновому точінні припуск становить 2.0 мм. Визначаємо розрахунковий розмір заготівлі:

$$D_{\text{р.з.}} = D_{\text{н}} + 2Z_{010}, \quad (3.1)$$

де $D_{\text{н}}$ – номінальний діаметр деталі, мм;

$2Z_{010}$ – припуск на обробку, мм.

$$D_{\text{р.з.}} = 138 + 2 = 140 \text{ мм.}$$

За розрахунковими даними вибираємо необхідний розмір прутка пресованого за ДСТУ ISO6363-2:2007 :

$$\text{Круг } \frac{140 \text{ ДСТУ ISO 6363-2:2007}}{d1 \text{ ДСТУ ISO 209-12002}}.$$

Нормальна довжина прутка при діаметрі 50...150 мм дорівнює 0.5 й 0.4 м. Відхилення для діаметра 140 мм становлять - 2.5.

Припуски на підрізування торцевих поверхонь заготівлі вибираємо на обробку двох торцевих поверхонь заготівлі 5.8 мм.

Загальна довжина заготівлі:

$$L_3 = L_{\text{д}} + 2Z_{\text{подр.}}, \quad (3.2)$$

де $L_{\text{д}}$ – довжина деталі, мм;

$2Z_{\text{подр.}}$ – припуск на обробку двох торцевих поверхонь.

$$L_3 = 44 + 5.8 = 49.8 \text{ мм.}$$

Граничні відхилення на довжину заготівлі встановлюємо по довідкових таблицях. Приймаємо довжину заготівлі 50_{-1.6} мм.

Обсяг заготівлі визначаємо по плюсових допусках:

$$V_3 = \frac{\pi \cdot D_{\text{з.п.}}^2}{4} \cdot L_3, \quad (3.3)$$

де $D_{\text{з.п.}}$ – діаметр заготівлі по плюсових допусках, см;

L_3 – довжина заготівлі, см.

$$V_3 = \frac{3.14 \cdot 14.0^2}{4} \cdot 5.0 = 769.3 \text{ см}^3.$$

Знайдемо масу заготівлі:

$$G_3 = \rho \cdot V_3, \quad (3.4)$$

де $\rho = 0.00285 \text{ кг/см}^3$ – [щільність] алюмінієвого сплаву.

$$G_3 = 0.00285 \cdot 769.3 = 2.19 \text{ кг.}$$

Вибираємо оптимальну довжину прокату. Втрати на затиск заготівлі $L_{\text{зак}}$ приймаємо 70 мм. Заготівлю відрізають на ножицях. Це самий продуктивний і дешевий спосіб. Довжину торцевої обрізка прокату визначаємо зі співвідношення:

$$L_{\text{об}} = (0.3 \dots 0.05)d, \quad (3.5)$$

де d - діаметр перетину, мм;

$$L_{\text{об}} = 0.3 \cdot 140 = 42 \text{ мм.}$$

Число заготівель, виходячи із прийнятої довжини прокату по стандартах визначаємо по наступній формулі:

$$X_i = \frac{L_{\text{прі}} - L_{\text{зак}} - L_{\text{об}}}{L_3}, \quad (3.6)$$

де $L_{\text{прі}}$ – довжина прокату, мм.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КМР.131.24.2-01.03.ПТП				

Із прутка довжиною 0.5 м:

$$X_{0.5} = \frac{500 - 70 - 42}{50} = 7.76 \text{ шт.}$$

Із прутка довжиною 4 м:

$$X_4 = \frac{4000 - 70 - 42}{50} = 77.76 \text{ шт.}$$

Приймаємо 7 заготівель із прутка довжиною 0.5 м й 77 заготівель із прокату довжиною 4 м. Залишок довжини (некратність) визначається залежно від прийнятої довжини прокату:

$$L_{HK_i} = L_{np_i} - L_{об} - L_{заж} - (L_3 \cdot X_i) \quad (3.7)$$

або

$$П_{HK_i} = \frac{L_{HK_i} \cdot 100}{L_{np_i}} \quad (3.8)$$

Із прутка довжиною 0.5 м:

$$L_{HK_{0.5}} = 500 - 42 - 70 - (50 \cdot 7) = 38 \text{ мм};$$

$$П_{HK_{0.5}} = \frac{38 \cdot 100}{500} = 7,6\% .$$

Із прутка довжиною 4 м:

$$L_{HK_4} = 4000 - 42 - 70 - (50 \cdot 77) = 38 \text{ мм};$$

$$П_{HK_4} = \frac{38 \cdot 100}{4000} = 0,95\%$$

З розрахунків на некратність треба, що пруток довжиною 4 м для виготовлення заготівель більше економічний, чим пруток довжиною 0.5 м. Втрати матеріалу на затиск при відрізьку стосовно довжини прутка складуть:

$$П_{заж} = \frac{L_{заж} \cdot 100}{L_{np}} \quad (3.9)$$

$$П_{заж} = \frac{70 \cdot 100}{4000} = 1,75\%$$

Втрати матеріалу на довжину торцевого обрізка прокату у відсотковому відношенні до довжини прутка складуть:

$$П_{об} = \frac{L_{об} \cdot 100}{L_{np}} \quad (3.10)$$

$$П_{об} = \frac{42 \cdot 100}{4000} = 1,05\%$$

Загальні втрати (%) до довжини обраного прокату

$$П_{п.о.} = П_{HK} + П_{об} + П_{заж} \quad (3.11)$$

$$П_{п.о.} = 0,95 + 1,05 + 1,75 = 3,75\%$$

Витрата матеріалу на одну деталь із обліком всіх технологічних неминучих втрат визначимо так:

$$G_{п.з.} = \frac{G_3(100 + П_{п.о.})}{100} \quad (3.12)$$

$$G_{п.з.} = \frac{2,19(100 + 3,75)}{100} = 2,27 \text{ кг}$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

					КНУ.КМР.131.24.2-01.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{IM} = \frac{G_D}{G_{П.з.}} \quad (3.13)$$

$$K_{IM} = \frac{0,72}{2,27} = 0,35$$

Вартість заготівлі із прокату:

$$A = C \cdot G_{П.з.} - (G_{П.з.} - G_D) \left(\frac{Ц}{1000} \right), \quad (3.14)$$

де C - ціна 1 кг матеріалу заготівлі, грн;

$Ц$ - ціна 1 т відходів матеріалу, грн. Ціни визначаємо по довідкових таблицях:

1) ціна 1 кг сплаву алюмінієвого становить $C = \frac{3,3 \cdot 600}{1000} = 1,98$ грн;

2) ціна 1т алюмінієвої стружки становить $C = 0,80 \cdot 2000 = 1600$ грн.

Виходить, вартість заготівлі:

$$A = 1,98 \cdot 2,27 - (2,27 - 0,72) \cdot \left(\frac{1600}{1000} \right) = 2,01 \text{ грн.}$$

3.1.2.2 Проектування відливки з заміною матеріалу на АК7

Відливку одержуємо литтям під тиском, модель нероз'ємна.

Два отвори $\varnothing 38H7$ зв'язані між собою твердим допуском на міжосьову відстань ($47 \pm 0,04$). Застосування стрижнів у цьому випадку недоцільно, тому що всі дефекти, які пов'язані з положенням осі стрижня у виливку, неможливо виправити осьовим інструментом.

Найбільш відповідальну частину деталі (поверхня $\varnothing 138$ із чистотою поверхні $R_a 1,25$) розташовуємо в нижній частині форми. Всі вихідні й розрахункові дані заносимо в табл. 3.2.

Знаходимо клас точності розмірів і мас і ряд припусків $\frac{3-6}{1}$. Тому що відливка простої форми й виробництво серійне, призначаємо клас точності розмірів і мас 4.

По табл.3.1 призначаємо допуски на відповідні розміри виливка. Тому що відливка виконана по нероз'ємній моделі, тому допуск беремо на 1 клас точніше. Всі елементи відливки підлягають механічній обробці, тому призначаємо граничні симетричні відхилення.

Граничні відхилення зсуву відливки не призначаємо, оскільки відливка отримана по нероз'ємній моделі.

Призначаємо граничні відхилення жолоблення відливки. Для цього необхідно визначити ступінь жолоблення відливки: $30/138=0,21$, де 30 й 138 - мінімальні й максимальний габаритні розміри виливка. Значенню 0,21 відповідає ступінь жолоблення 2, тому що відливка проста з кольорового сплаву. Знаходимо, що для ступеня жолоблення 2 найбільші габаритні розміри відливки $\varnothing 138$ граничні відхилення жолоблення не зазначені.

Призначаємо припуски на механічну обробку. Для цього знаходимо, що всі розміри деталі виконані по грубому квалітеті. Виходить, вибираємо менші значення припуску.

					КНУ.КМР.131.24.2-01.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатковий припуск не призначаємо, оскільки відсутня сумарна погрішність розташування відливки (тобто граничні відхилення зсуву + граничні відхилення жолоблення).

Таблиця 3.2 - Проектування відливки

№ з/п	Номінальн. розмір деталі	Характерист. поверхні		Допуск, мм	Межа. відхилень	Основний припуск	Доп. припуск	Розмір відливки	Приміт.
		IT	Ra						
1	Ø98	14	10	0,28	± 0,14	0,6*2	-	Ø99,2±0,14	КТР4 РП1
2	Ø138	14	10	0,32	± 0,16	0,7*2	-	Ø139,4±0,16	
3	45	14	1,25/10	0,24	± 0,12	0,5+0,8	-	46,3±0,12	
4	30	14	10/10	0,22	± 0,11	0,5-0,8	-	29,7±0,11	

Призначаємо верхнє граничне відхилення маси відливки. Для цього необхідно визначити масу відливки. Тому що відливка являє собою два циліндри, то спочатку визначимо обсяг заготівлі:

$$V = \frac{\pi \cdot D_i^2}{4} L_i, \quad (3.15)$$

де D_i - діаметр i -того циліндра, см;

L_i - довжина i -того циліндра, см.

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 13,94^2}{4} \cdot 1,66 = 253,22 \text{ см}^3$$

$$V_2 = \frac{3,14 \cdot 9,92^2}{4} \cdot 2,97 = 229,43 \text{ см}^3$$

$$V_3 = V_1 + V_2 \quad (3.16)$$

$$V_3 = 253,22 + 229,43 = 482,65 \text{ см}^3.$$

Маса заготівлі визначається по формулі (3.4) і становить:

$$G_3 = 0,00285 \cdot 482,65 = 1,26 \text{ кг.}$$

Виходить, верхнє граничне відхилення маси становить 1.6% G_3 , тобто 0.02 кг.

3.1.3 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготівлі

Спроектвані заготівлі відрізняються друг від друга. Для вибору економічно ефективного варіанта їх потрібно привести в порівняльний вид. Для цього заготівлю із прокату необхідно попередньо обточити. Тому економічну оцінку оптимального варіанта заготівлі будемо вести на основі зіставлення наведених витрат, які розраховуємо по операціях, що відрізняються, механічної обробки. Для відливки розраховуємо собівартість заготівлі. Критерієм вибору є мінімальна величина собівартості одержання заготівлі.

					КНУ.КМР.131.24.2-01.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1.3.1 Наведені витрати для заготівлі із прокату

Наведені витрати знайдемо по формулі:

$$Z = A + Z_0 + E_H \cdot Z_K + O_3, \quad (3.17)$$

де A – вартість заготівлі (визначена вище);

Z_0 – заробітна плата по операціях, що відрізняються, механічної обробки, грн;

E_H – нормативний коефіцієнт ефективності, $E_H=0.15$;

Z_K – питомі капітальні витрати на операцію, грн;

O_3 – поточні витрати по експлуатації верстата, грн.

Заробітну плату розраховуємо по наступній формулі:

$$Z_0 = \frac{2,4 \cdot T_{шк} \cdot C_p}{60}, \quad (3.18)$$

де $T_{шк}$ – норма штучно-калькуляційного часу по операціях, що відрізняються, хв;

C_p – годинна тарифна ставка розряду роботи. Для III розряду

$$C_p = 0,74 \cdot 1,21 = 0,89 \text{ грн.}$$

Операцією, що відрізняється, механічної обробки для заготівлі із прокату буде точіння. Норму штучно-калькуляційного часу визначимо:

$$T_{шк} = T_0 \cdot \varphi_k, \quad (3.19)$$

де T_0 – основний час на операцію, хв

φ_k – коефіцієнт, що враховує вид верстата й тип виробництва.

Для токарного верстата й серійного виробництва $\varphi_k=2.14$.

Визначимо основний час на токарну операцію:

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot S_0} \cdot i, \quad (3.20)$$

де L – розрахункова довжина робочого ходу інструмента. При обточуванні шабля в упор $L=l=2.97$ мм;

n – частота на оборот шпинделя. Приймаємо $n=630$ об/хв;

S_0 – подача на оборот шпинделя; $S_0=0/15$ мм/об;

i – число проходів інструмента: $i = \frac{a}{t}$,

де $a = \frac{D-d}{2} = \frac{140-0.8}{2} = 21$ мм – припуск на обробку на сторону;

D – діаметр прокату, мм;

d – діаметр, який необхідно отримати в результаті механічної обробки, мм;

t – глибина різання, мм;

$$i = 21/3 = 7.$$

$$T_0 = \frac{29,7}{630 \cdot 0,15} \cdot 7 = 3,04 \text{ хв.}$$

$$T_{шк} = 3,04 \cdot 2,14 = 6,51 \text{ хв.}$$

Підставляючи отримані значення у формулу (3.18), отримуємо:

$$Z_0 = \frac{2,4 \cdot 6,51 \cdot 0,89}{60} = 0,23 \text{ грн.}$$

Розраховуємо питомі капітальні витрати на операцію:

					КНУ.КМР.131.24.2-01.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$z_k = \frac{(B + K_{ц}) \cdot T_{шк}}{60 \cdot \Phi \cdot \eta_{ст}}, \quad (3.21)$$

де B – балансова вартість верстата. Для верстата 16К20 $B=34193$ грн;
 $K_{ц}$ – вартість площі цеху, грн;
 Φ – річний фонд часу роботи верстата, $\Phi=4015$ год;
 $\eta_{ст}$ - коефіцієнт використання верстата.

Визначимо вартість площі цеху:

$$K_{ц} = П \cdot \varphi \cdot \gamma, \quad (3.22)$$

де $П$ – вартість 1 м^2 площі цеху.

$$П = \frac{0.2 \cdot 2000}{1000} = 0.4 \text{ грн};$$

φ - габаритні розміри верстата (довжина×ширина) м;
 для 16К20 $\varphi=2.28 \times 1.06$;

γ - коефіцієнт, що враховує додаткову площу цеху. $\gamma=5$.

$$K_{ц} = 0.4 \cdot 2.28 \cdot 1.06 \cdot 5 = 4.83 \text{ грн.}$$

Визначимо коефіцієнт використання верстата:

$$\eta_{ст} = \frac{T_{шк} \cdot B}{70 \cdot \Phi \cdot m}, \quad (3.23)$$

де B – річна програма випуску деталей; $B=5000$ шт;
 m – кількість верстатів, зайнятих на одній операції.

$$\eta_{ст} = \frac{6.51 \cdot 5000}{70 \cdot 4015 \cdot 1} = 0.12.$$

Виходить,

$$z_k = \frac{(34193 + 4.83) \cdot 6.51}{60 \cdot 4015 \cdot 0.12} = 7.70 \text{ грн.}$$

Поточні витрати по експлуатації верстата знайдемо по формулі:

$$O_3 = \frac{C_1 \cdot T_{шк}}{60 \cdot K_5}, \quad (3.24)$$

де z_1 – годинні поточні витрати по експлуатації верстата.

$$C_1 = \frac{0.0025 \cdot 2000}{1000} = 0.005 \text{ грн};$$

K_5 – коефіцієнт використання норм. Приймаємо $K_5=1.17$.

$$O_3 = \frac{0.005 \cdot 6.51}{60 \cdot 1.17} = 0.0005 \text{ грн.}$$

Розрахуємо по формулі (3.17) наведені витрати:

$$z = 2.01 + 0.23 + 0.15 \cdot 7.70 + 0.0005 = 3.47 \text{ грн.}$$

3.1.3.2 Вартість відливки під тиском

Розрахунок ведемо по формулі:

$$A = G \cdot C \cdot K_M \cdot K_C \cdot K_{оп} - (Q - q) \cdot Ц, \quad (3.25)$$

де $Q = G_3$ - маса відливки.

C – оптова ціна 1 кг виливків.

$$C = \frac{4,2 \cdot 2000}{1000} = 8,4 \text{ грн};$$

					КНУ.КМР.131.24.2-01.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_M – коефіцієнт, що враховує масу заготівлі. Приймаємо $K_M=0.75$;
 K_C – коефіцієнт, що враховує групу складності відливки. $K_C=0.88$;
 $K_{П}$ – коефіцієнт, що враховує обсяг виробництва. $K_{П}=1.09$;
 q – чиста маса деталі, кг;
 C – ціна 1 кг відходів.

Для алюмінієвої стружки $C = \frac{1600}{1000} = 1.6$ грн.

Підставляючи знайдені значення у формулу (3.25), одержуємо:

$$A = 1.26 \cdot 8.4 \cdot 0.75 \cdot 0.88 \cdot 1.09 - (1.26 - 0.72) \cdot 1.6 = 6.75 \text{ грн.}$$

Таким чином, порівнюючи наведені витрати по заготівлі, отриманої із прокату ($З=3.47$ грн) і вартість відливки ($A=6.75$ грн), дійдемо висновку, що економічно вигідним варіантом одержання заготівлі є прокат.

3.2 Вибір й обґрунтування баз

Дана деталь-кришка відноситься до деталей типу диск. Вона має наступні бази:

- 1) основна конструкторська - розточення 7, в яку встановлюються підшипники ковзання, а також торець 5;
- 2) технологічна - торець 5 є настановною базою, циліндрична поверхня 4 - подвійної опорної;
- 3) вимірювальна – отвори 9.

Теоретична схема базування представлена на рис. 3.1.

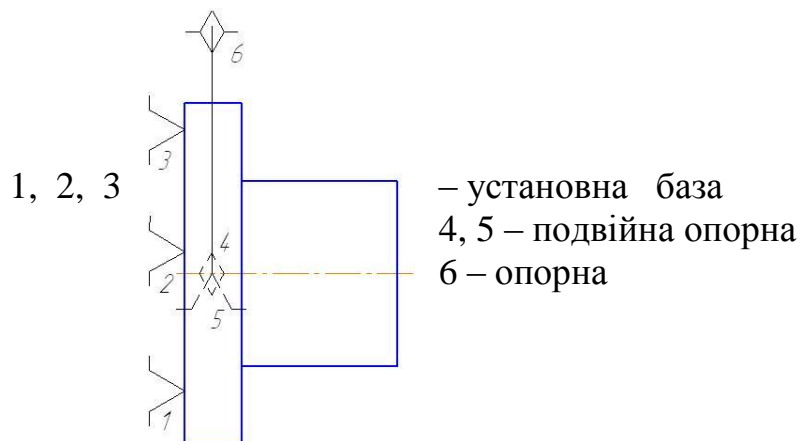


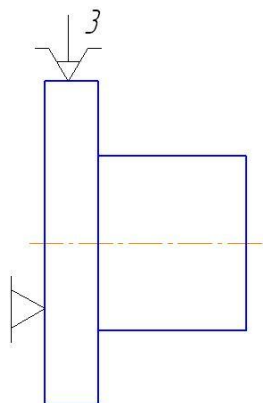
Рисунок 3.1 - Теоретична схема базування кришки

Чистовими базами є поверхні 5 (при переустановці 1), а також два отвори 9, які одержуємо на перших двох операціях. Поверхнями для базування на цих операціях будуть циліндричні поверхні 2 і при переустановці - 4 при установці в патрон з упором в торець.

Зобразимо схеми, що розрізняються, базування кришки, які представимо на рис.3.2 - 3.4.

					КНУ.КМР.131.24.2-01.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

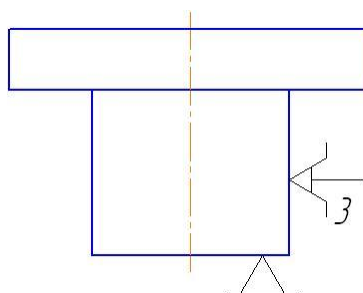
- 1) Установка крышки выполняется в трехкулачковый патрон с упором в торець



Установка крышки робиться в трикулачковий патрон з упором в торець

Рисунок 3.2 - Схема базування кришки на токарній операції

- 2) Установка крышки в трехкулачковый патрон с упором у торець

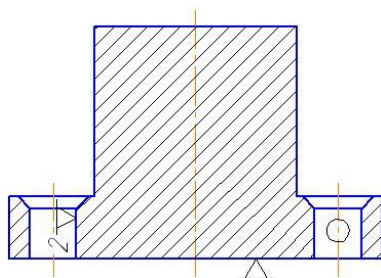


Установка кришки робиться в трикулачковий патрон з упором в торець

Рисунок 3.3 - Схема базування кришки на координатно-розточувальній операції при свердлінні базових отворів

- 3) Установка по двух отворах і площині з використанням циліндричного й зрізаного пальців.

4)



Установка по двом отворах та площини з використанням циліндричного та зрізаного пальців

Рисунок 3.4 - Схема базування кришки на координатно-розточувальній операції

3.3 Вибір й обґрунтування послідовності обробки поверхонь

На всі поверхні кришки визначаємо кількість послідовних переходів з поступовим наближенням до необхідної точності й шорсткості.

					КНУ.КМР.131.24.2-01.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Користуємося нумерацією поверхонь, що була використана при аналізі якості поверхонь кришки. Дані зводимо в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 - Послідовність обробки поверхонь кришки

№ пов, розмір	Найменування переходів	Шорсткіс ть R_a	Точність IT	Допуск T
1	2	3	4	5
① L 45	- заготівля - прокат - підрізування торця чорнова	R_z320 10	16 14	1.600 0.620
② Ø98	- заготівля - прокат - точіння чорнове	R_z320 10	16 14	2.500 0.870
③ 130	- заготівля - прокат - підрізування торця чорнова	R_z320 10	16 14	1.600 0.520
④ Ø138	- заготівля - прокат - точіння чорнове	R_z320 10	16 14	2.500 1.000
⑤ 145	- заготівля - прокат - підрізування торця чорнове - підрізування торця напівчистове - підрізування торця чистове	R_z320 10 5 1.25	16 14 14 14	1.600 0.620 0.620 0.620
⑥ Ø10.5	- свердлення отворів	20	14	0.430
⑦ Ø53	- цекування отворів	2.5	9	0.074
⑧ Ø38	- свердління - розточування напівчистове - розточування чистове	10 5 2.5	12 10 7	0.210 0.100 0.025
⑨ Ø9	- свердління - розгортання попереднє - розгортання остаточне	10 5 1.25	12 10 7	0.150 0.058 0.015
⑩ канавка Ø40	- розточування чорнове	10	14	0.620
⑪ M33×1.5	- свердління - розточування - нарізування різьби	10 10 10	12 10 -	0.210 0.100 -
⑫ Ø41	- розточування отворів	5	14	0.620
⑬ Ø32	- цекування	5	14	0.620

					КНУ.КМР.131.24.2-01.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5
⑭ M27×1.5	- свердління - розсвердлювання - нарізування різьби	10 10 10	12 10 -	0.210 0.084 -
⑮ Ø20	- свердління	10	12	0.210
⑯ паз R15	- фрезерування паза	10	14	0.430
⑰ M12×1.5	- свердління - нарізування паза	10 10	12 10	0.180 -
⑲ канавка R12.5	- фрезерування канавки	10	14	0.430

3.4 Розробка маршруту обробки кришки

На підставі базового технологічного процесу й завдань проектування розробимо технологічну послідовність обробки кришки. Послідовність обробки зручно звести в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Маршрут обробки кришки

№ операції	Найменування операції	№ з/п оброблюван. поверхні	№ з/п базуюч. поверхні	Тип, модель верстата
1	2	3	4	5
005	Відрізна	-	-	-
010	Термічна обробка – загартування й природне старіння	-	-	-
015	Токарно-гвинторізна	④, ⑤ переустановити ①, ②, ③	②, ① - упор ④, ⑤ - упор	Токарно-гвинторізни й 16K20
020	Координатно-розточувальна з ЧПК	⑨	②, ① - упор	Координатн орозточувальний з ЧПК 2E450AMФ4

Продовження таблиця 3.4

1	2	3	4	5
025	Координатно-розточувальна з ЧПК	(11), (12), (13), (14), (15)	(5), (9)	Теж
030	Координатно-розточувальна з ЧПК	(8), (7), (18), (10), (19), (6), (16), (17)	(1), (9)	Теж
035	Промивання	-	-	-
040	Емалювання	-	-	-
045	Остаточний контроль	-	-	-

3.5 Розробка технологічної операції

Остаточню сформульований зміст операцій зводимо в таблиці 3.5.

3.6.2 Вибір міжопераційних розмірів і припусків на обробку

На підставі табл. 3.3 призначаємо припуски на всі поверхні. Всі дані заносимо в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 - Призначення припусків

№ пов	Найменування переходу	Шорсткість R_a	Точність IT	Допуск T	Припуск t	Міжопераційний розмір з допуском.
1	2	3	4	5	6	7
①	Прокат	R_z320	16	1.600	1.5	50.0 ± 1.6
	Підрізування торця чорнове	10	14	0.620	1.5	48.5 ± 0.31
	Підрізування торця чистове	10	14	0.620	1.5	46.5 ± 0.31
②	Прокат	R_z320	16	2.500	21.0	$\varnothing 140_{-2.5}$
	Точіння чорнове	10	14	0.870	$3.0(i=7)$	$\varnothing 98_{-0.87}$
③	Прокат	R_z320	16	0.520	1.5	31.5 ± 0.26
	Підрізування торця чорнове	10	14	0.520	1.5	30 ± 0.26

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5	6	7
④	Прокат Точіння чорнове	R _Z 320 10	16 14	2.500 1.000	1.0 1.0	Ø140 ^{-2.5} Ø138 ^{-1.0}
⑤	Прокат Підрізуванн я торця напівчистове Підрізуванн я торця чистове	R _Z 320	16	1.600	3.5	50 ^{-1.6}
		5	14	0.620	1.2	45.5±0.31
⑥	Свердління	20	14	0. 430	5.25	Ø10.5 ^{+0.43}
		2.5	9	0. 074	7.5	Ø53 ^{+0.074}
⑧	Свердління Розточуванн я напівчистове Розточуванн я чистове	10.0	12	0.210	10	Ø20 ^{+0.210}
		5	10	0.100	5.75	Ø31.5 ^{+0.1}
		2.5	7	0.025	3.25(i=2)	Ø38 ^{+0.025}
⑨	Свердління Розгортання попередне Розгортання остаточне	10	12	0.150	4.4	Ø8.8 ^{+0.15}
		5	10	0.058	0.08	Ø8.96 ^{+0.058}
		125	7	0.015	0.02	Ø9 ^{+0.015}
⑩	Розточуванн я	10	14	0.620	1	Ø40 ^{+0.620}
⑪	Свердління Розточуванн я Нарізування різьби	10	12	0.210	10	Ø20 ^{+0.210}
		10	10	0.100	5.75	Ø31.5 ^{+0.1}
⑫	Розточуванн я	10	-	-	0.812	M33x1.5-6H
		5	14	0.620	4.75	Ø41 ^{+0.62}

					КНУ.КМР.131.24.2-01.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5	6	7
13	Цекування	5	14	0.620	3.25	$\text{Ø}32^{+0.62}$
14	Свердління	10	12	0.210	10	$\text{Ø}20^{+0.210}$
	Розсвердлювання	10	10	0.084	2.75	$\text{Ø}25.5^{+0.084}$
	Нарізування різьби	10	-	-	0.812	M27x1.5-6H
15	Свердління	10	12	0.210	10	$\text{Ø}20^{+0.210}$

3.7 Розрахунок і вибір режимів різання

3.7.1 Розрахунок режимів різання на свердління 8 отворів $\text{Ø}10.5$ розрахунково-аналітичним методом

Свердління робимо спіральним свердлом $\text{Ø}10.5$ мм за ДСТУГОСТ 19546-74. глибина свердління $t=5.25$. Подачу приймаємо $S=0.15$ мм/об.

Визначимо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/хв} \quad (3.37)$$

де D – діаметр свердла, мм;

T – період стійкості свердла, хв. По табл. 30 приймаємо $T=60$ хв;

S – подача свердла, мм/про;

K_v – поправочний коефіцієнт на швидкість різання. Визначимо по наступній формулі:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{II} \cdot K_{I}, \quad (3.38)$$

де K_{MV} – коефіцієнт на оброблюваний матеріал, по табл. 4 $K_{MV}=0.8$;

K_{II} – коефіцієнт на інструментальний матеріал, по табл. 6 $K_{II}=1.0$;

K_I – коефіцієнт, що враховує глибину свердління, $K_I=1.0$.

$$K_v = 0.8 \cdot 1 \cdot 1 = 0.8.$$

Значення коефіцієнта C_v і показників ступеня у формулі (3.37) визначимо по табл. 28. Тоді:

$$v = \frac{40.7 \cdot 10.5^{0.25}}{60^{0.125} \cdot 0.15^{0.4}} \cdot 0.8 = 63.1 \text{ м/хв.}$$

Визначимо частоту обертання свердла:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \text{ об/хв} \quad (3.39)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 63.1}{3.14 \cdot 10.5} = 1913.8 \text{ об/хв.}$$

Згідно паспорта верстата приймаємо $n=500$ об/хв. Виходить, необхідно скорегувати швидкість різання:

					КНУ.КМР.131.24.2-01.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м/хв} \quad (3.40)$$

$$v = \frac{3.14 \cdot 10.5 \cdot 500}{1000} = 16 \text{ м/хв.}$$

Розрахуємо крутячий момент при свердлінні:

$$M_{KP} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.41)$$

де K_P – коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки; залежить тільки від матеріалу заготівлі й дорівнює $K_P=2.75$

Значення коефіцієнта C_M і показників ступеня визначимо:

$$M_{KP} = 10 \cdot 0.005 \cdot 10.5^2 \cdot 0.15^{0.8} \cdot 2.75 = 3.0 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначимо осьову силу при свердлінні:

$$P_0 = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P, \text{ Н} \quad (3.42)$$

де коефіцієнт C_P і показники ступеня визначимо:

$$P_0 = 10 \cdot 9.8 \cdot 10.5^{1.0} \cdot 0.15^{0.7} \cdot 2.75 = 714.2 \text{ Н.}$$

Розрахуємо потужність різання:

$$N_e = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750}, \text{ кВт} \quad (3.43)$$

$$N_e = \frac{3 \cdot 500}{9750} = 0.15 \text{ кВт.}$$

По паспорту знаходимо, що потужність верстата $N_c=10.8$ кВт. Виходить, умова $N_c > N_e$ виконується.

Основний час при свердлінні напрохід визначимо:

$$T_0 = \frac{l + l_1 + l_2}{n \cdot S}, \text{ хв} \quad (3.44)$$

де l – довжина отвору, мм;

l_1 – довжина врізання свердла, мм;

l_2 – довжина перебігу свердла, мм.

Сумарну величину врізання й перебігу визначимо:

$l_1 + l_2 = 5$ мм. Тоді :

$$T_0 = \frac{15 + 5}{500 \cdot 0.15} = 0.26 \text{ хв.}$$

Оскільки отворів 8 шт, те $T_0 = 8 \cdot 0.26 = 2.13$ хв.

3.7.2 Розрахунок норм часу на координатно-розточувальну операцію з ЧПК

Технічно обґрунтована норма часу складається з норми штучного часу $T_{шт}$ і норми підготовчо-заключного часу на партію оброблюваних деталей $T_{п.з.}$:

$$H_{BP} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n}, \text{ хв} \quad (3.45)$$

де n – розмір партії оброблюваних деталей, шт.

Норма штучного часу на операцію при роботі на верстатах із програмним керуванням визначається по формулі:

					КНУ.КМР.131.24.2-01.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{шт} = (T_a + T_e \cdot K_{тв}) \cdot (1 + \frac{T_{об}}{100}), \text{ хв} \quad (3.46)$$

де T_a – час циклу автоматичної роботи верстата по програмі, складеної технологом-програмістом на основі нормативів режимів різання T_{oa} й машинно-допоміжного часу T_{MB} роботи верстата по програмі, хв;

T_e – час виконання ручної допоміжної роботи, автоматичної роботи, що не перекриває часом, верстата, хв;

$K_{тв}$ – поправочний коефіцієнт на час виконання допоміжної роботи, що враховує характер серійності роботи;

$T_{об}$ – час обслуговування робочого місця, хв.

Час циклу автоматичної роботи верстата визначається по формулі:

$$T_a = T_{oa} + T_{MB}, \text{ хв} \quad (3.47)$$

Машинно-допоміжний час складається з:

$$T_{MB} = T_X + T_{OCT}, \text{ хв} \quad (3.48)$$

де T_X – час автоматичної допоміжної роботи на підведення деталі й інструментів від вихідних точок у зоні обробки й відвід, установку інструмента на розмір, зміну величини й напрямку подачі, хв;

T_{OCT} – час технологічних пауз, зупинок подачі й обертання шпинделя для перевірки розмірів, огляду або зміни інструмента, перезакріплення деталі, хв.

Час виконання ручної допоміжної роботи визначається по формулі:

$$T_B = T_{B.Ц.} + T_{B.СП} + T_{B.И.}, \text{ хв} \quad (3.49)$$

де $T_{B.Ц.}$ – допоміжний час на установку й зняття деталі, хв;

$T_{B.СП}$ – допоміжний час, пов'язане з виконанням операції, хв;

$T_{B.И.}$ – допоміжний час на виміри, хв.

Час обслуговування робочого місця розраховується по формулі:

$$T_{об} = a_{тех} + a_{орг} + a_{отл}, \text{ хв} \quad (3.50)$$

де $a_{тех}, a_{орг}, a_{отл}$ – час на технічне, організаційне обслуговування робочого місця, відпочинок й особисті потреби відповідно, % від оперативного часу.

Оперативний час є сумою часу циклу автоматичної роботи верстата T_a й часу виконання ручної допоміжної роботи T_e , тобто:

$$T_{оп} = T_a + T_e, \text{ хв} \quad (3.51)$$

Розрахунок норм часу будемо робити на операцію 030. У даній операції основний час обробки T_{oa} розраховано тільки на свердління 8 отворів. На інші переходи основний час визначимо по формулах, що занесемо в табл. 3.8. Основний час обробки становить $T_{oa} = 9.46$ хв.

Визначимо складові машинно-допоміжного часу:

$$T_{MB} = 1.6 + 1.16 = 2.76 \text{ хв.}$$

Таким чином, по формулі (3.47) визначимо час циклу автоматичної роботи верстата:

$$T_a = 9.46 + 2.76 = 12.22 \text{ хв.}$$

По довідкових таблицях визначимо допоміжний час й, підставляючи у формулу (3.49) отримані значення, одержуємо час виконання ручної допоміжної роботи:

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$T_g = 0.17 + 0.45 + 0.84 = 1.46 \text{ хв.}$$

Отже, оперативний час по формулі (3.51) дорівнює:

$$T_{оп} = 12.22 + 1.46 = 13.68 \text{ хв.}$$

Час обслуговування робочого місця становить 10 % від $T_{оп}$. Поправочний коефіцієнт $K_{тв}$ приймаємо рівним 1. Таким чином, підставляючи отримані значення у формулу (3.46), розрахуємо норму штучного часу:

$$T_{шт} = (12.22 + 1.46 \cdot 1) \cdot \left(1 + \frac{10}{100}\right) = 15.05 \text{ хв.}$$

Норма підготовчо-заключного часу на партію оброблюваних деталей у кількості $n=100$ шт становить 18.5 хв. Підставляючи дані у формулу (3.45), одержуємо норму часу:

$$H_{вп} = 15.15 + \frac{18.5}{100} = 15.24 \text{ хв.}$$

Отримані значення складових $T_{ш-к}$ заносимо в табл. 3.8. На інші операції режими різання призначаємо табличним способом; складові $T_{ш-к}$ вибираємо табличним способом.

					КНУ.КМР.131.24.2-01.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змін.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	
КНУ КМР.131.24.2-01.03.ПТЦ	
Арк.	

Таблиця 3.5 - Розробка технологічних операцій

№ операцій	1.Назва операції 2.Верстат 3.Зміст переходів технологічної операції	Верстатне устаткування	Інструмент (ріжучий, допоміжний, вимірювальний)
1	2	3	4
005	Відрізна		
015	Токарно-гвинторізна 16К20	Патрон 7102-0073 ДСТУГОСТ 2675-80	Різець 2112-0033 ДСТУГОСТ 18871-73 Різець 2101-0565 ВК8ДСТУ ГОСТ 18870-73 Штангенциркуль ШЦ II-160-0,05 ДСТУГОСТ 166-80
A	Встановити, закріпити		
1.	Підрізати торець 5		
2.	Точити поверхню 4		
B	Переустановити		
3.	Підрізати торець 1		
4.	Точити поверхню 2		
5.	Підрізати торець 3		
B	Зняти		
020	Координатно-розточувальна з ЧПК 2E450AMФ4	Патрон 7102-0073 ДСТУГОСТ 2675-80	Свердло 2317-0106 ДСТУГОСТ 14952-73 Свердло 2301-0828 ДСТУГОСТ 19546-74 Розгортка спеціальна Розгортка 2363-0807 ДСТУГОСТ 19267-73 Зенківка зворотна автоматична Втулка 45-3 ОСТ2 П12-7-84 Втулка 6100-0202 ДСТУГОСТ 13598-85 Патрон 191113045 ТУ 2-035-986-85
A	Встановити, закріпити		
1.	Центрувати 2 отвори 9		
2.	Свердлити 2отвори 9		
3.	Попередньо розгорнути 2 отвора 9		
4.	Остаточо розгорнути 2 отвора 9		
5.	Зенкувати 2 отвора 9		
B	Зняти		

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
КНУ.КМР.131.24.2-01.03.ІТТІ				
	Арк.			

030	Координатно-розточувальна з ЧПК 2E450AMФ4	Переналагоджуем ий верстатний пристрій	Різцетримач з точною подачею Оправка 6300-0813ДСТУ ГОСТ 21224-75;Різець канавочний спеціальний Цековка 2350-0433 ДСТУГОСТ 26258-84 Свердло 2317-0106 ДСТУГОСТ14952-75 Цанга 191113045.005.13 ТУ 2-035-986-85 Патрон 191113045 ТУ 2-035-986-85 Свердло 2301-0845 ДСТУГОСТ 19546-74;Втулка 6100-0202 ДСТУГОСТ 13598-85 Втулка 45-3 ОСТ2 П12-7-84 Зенковка 2353-0134 ГОСТ 14953-80 Втулка 45-2 ОСТ2 П12-7-84 Фреза спеціальна Цанга 191113045.05.17 ТУ 2-035-986-85;Мітчик 035-2620-0526 ОСТ 2152-1-74;Мітчикотримач 191221030А/040 ТУ 2-035-975-84 Патрон 191221129А ТУ 2-035-975-85 Державка 191112045 ТУ 2-035-763-80 Фреза 2234-01-67ДСТУ ГОСТ 6648-79 Втулка 45-4 ОСТ2 П12-7-84 Шаблон радіусний РШ-3 ДСТУГОСТ 4126-82 Калібр-пробка
A	Встановити, закріпити		
1.	Розточити 2 отвора 8		
2.	Точити канавку 10		
3.	Цекувати 2 отвора 7		
4.	Центрувати 8 отворів 6		
5.	Свердлити 8отворів 6		
6.	Зенкувати 8 отворів 6		
7.	Фрезерувати 2 паза 16		
8.	Центрувати 2 отвора 17		
9.	Свердлити 2отвори 17		
10.	Нарізати різьбу в отворах 17		
11.	Фрезерувати канавки 19		

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Таблиця 3.8 - Розроблений технологічний процес обробки кришки											
					Назва операції Модель станка Зміст переходів	Інструмент	Режим різання					Норми часу, хв.				
							t, мм	i	S, мм/об	V, м/хв.	n, об/хв.	To	Tв	Toп	Tотд Тобс	Tшт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
015	1. Токарно-гвинторізна	Різець 2112-0033 ДСТУГОСТ 1887-73														
A	2. 16K20															
	1. 3. Встановити,	Різець 2101-0565	1,75	2	0,12	273	630	1,98								
	2. закріпити.	ВК8	1	1	0,3	273	630	0,23								
B	Підрізати торець в	ДСТУГОСТ														
	3. 46,5	18870-73	1,5	1	0,3	273	630	0,39								
	4. Точити пов.ф138		3,0	7	0,3	194	630	1,22								
	5. Переустановити.		1,5	1	0,3	273	630	0,12								
B	Підрізати торець в															
	45							3,94	6,83	10,77	0,43	11,2	11,26			
	Переустановити.															
	Підрізати торець в															
	30															
	Зняти.	Свердло 2317-0106	1,5	1	0,06	46	1830	0,53								
020	1. Координатно-розточна з ЧПК	ДСТУГОСТ 14952-75	4,4	1	0,15	45	1655	0,53								
		Свердло 2301-0828	0,08	1	0,3	10	338	0,26								
A	2. 2E450AMФ4		0,02	1	0,2	14	500	0,4								
	1. 3. Встановити,	ДСТУГОСТ														

КНУ.КМР.131.24.2-01.03.ІТТІ

Арк.

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата																	
					025	Свердли 2 отв.ф9 Попередньо розгорнути 2 отв.ф9 Остаточно розгорнути А 2 отв.ф9 Зенкувати 2 фаски. Зняти.	спеціальна Розгортка 2363-0807 ДСТУГОСТ 19267-73 Зенковка обратна автоматична									1,92	0,26	2,18	0,22	2,39	2,52
					1.			1,5		0,2	46	1830	0,32								
					2.			10	1	0,25	31	500	0,85								
					3.	1. Координатно-розточна з ЧПК		5,75	1	0,2	193	1950	1,92								
					4.	2. 2Е450АМФ4	Свердло 2317-0106	4,75	1	0,12	251	1950	0,067								
					5.	3. Встановити, закріпити.	ДСТУГОСТ 14952-75	0,812	1	1,5	10	500	0,128								
					6.	Центрувати 2 отв.	ДСТУГОСТ 19546-74	1,5	1	0,2	46	1830	0,016								
					7.	Сверлити 2 отв.	Свердло 2301-0828	10	1	0,25	31	500	0,43								
					8.	Розточити 2 отв.ф31,5	ДСТУГОСТ 19546-74	2,75	1	0,25	35	432	0,2								
					9.	Розточити 2 отв.ф41	Оправка 191421331	3,25	1	0,12	10	170	0,03								
					030	Нарізати різьбу М33х1,5	ТУ 19546-74	0,812	1	1,5	42	500	0,055								
						Центрувати отв.	Головка розточна двозубова 035-2339-0021							3,72	1,74	5,46	0,55	2,01	6,36		
						Сверлити отв.	ОСТ 2И23-2-84														
						Розсверлити отв.ф20	Мітчик 2621-1999														
					А	Цекувати отв.	дстуГОСТ 3266-81														
					1.		Сверло 2301-09-41	3,25		0,11	239	2000	2,55								
					2.		ГОСТ 19546-74	1	2	0,3	63	500	0,08								
							Цековка 2350-0119														
							ДСТУГОСТ 26258-84														

КНУ.КМР.131.24.2-01.03.ІТТІ

Арк.

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВАРІАНТІВ МАРШРУТУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Вихідні дані					
Дані	Базовий варіант				Новий варіант
	МН800	МН800	3-й верстат	4-ий верстат	2E450AMФ4
Деталі					
Річний обсяг випуску деталей N, шт.	5000				5000
Кількість запусків партій деталей в рік, шт.	12				12
Тривалість випуску деталей Z, років	3				3
Штучний час обробки деталі tшт, хв.	20,5	20,5	0		23,45
Час наладки верстата, хв.	42	42	0		20,5
Розряд:					
контролера	5				5
верстатника	3	3	0		2
наладчика	3	3	0		5
наладчика інструменту					4
Кількість кадрів програми, шт.					250
Вартість заготовки Sзаг, грн.	145,9				145,9
Вартість комплекту спец. пристосувань Кпр, грн	100	100	0		
Оптова ціна на прокат одного УСР Цусп, грн					120
Середній час налагодження за прибором одного інструменту поза верстатом, хв.	5	5	0		4
Середній період стійкості інструменту, хв.	45	45	0		90
Середня кількість граней пластинки, шт.	1	1	0		3
Коефіцієнт, що враховує питому вагу основного часу в штучному Kт	0,083	0,083	0	0	0,2
Вартість одного кадру ПК, грн.					8,9
Вартість розробки ПК Кпр, грн.					5340
Середньочасова зарплатня робітника, грн:					
верстатника Нст	33,6	32,3	0		30,1
наладчика Ннал	33,6	28,2	0		34,3
наладчика інструмента Нін					31,1
контролера Нк	29,8				29,8

КНУ.КМР.131.24.2-01.04.ТЕОВ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Бережна		
Перевір.		Рязанцев		
Т.контр.				
Н. Контр.		Нечаєв		
Затверд.		Рязанцев		
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВАРІАНТІВ			Літ.	Арк.
			2	1
Каф. ТМ гр.ЗПМ-23м				

Виробничі та інші площі					
Вартість 1 м. кв. площі механічної Цпл.зд., грн	500				500
Вартість 1 м. кв. площі, що займають службово-побутові приміщення Цсл. поб, грн	1000				1000
Площа службово-побутових приміщень, що приходяться на одного робочого Аб, 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
	МН800	МН800	3 й верстат	4-ий верстат	2E450.AMФ4
Трудомісткість обробки Тшт, год	1708,33	1708,333	0	0	1954,166667
Час наладки верстата впродовж року Тв, год	8,4	8,4	0	0	4,1
Час наладки інструмента поза верстатом впродовж року Твін, год	197,407	197,41	0	0	30,11
Час контролю деталей впродовж року Тк, год	141,792	141,7917	0	0	390,8333333
Кількість верстатників Рст, чол. (розрах.)	0,92	0,46	0,00	0,00	0,35
(дійсна)	1	1	0	0	1
Кількість наладчиків верстатів Рв, чол. (розрахункова)	0,0045	0,0045	0,0000	0,0000	0,0022
(дійсна)	1	1	0	0	1
Кількість наладчиків інструмента поза верстатом Рвін, чол. (розрахункова)	0,10613	0,1061	0	0	0,01619
(дійсна)	0	0	0	0	1
Кількість контролерів Рк, чол. (розрах.)	0,08	0,08	0,000	0,00	0,21
(дійсна)	1				1
Додаткова кількість робочих по обслуговуванню верстатів з ЧПК Рдод, чол (розрахункова)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26
(дійсна)	0	0	0	0	1
Загальна кількість працівників на річну програму випуску деталей, чол.	5				5
Частка завантаження верстата обробкою деталі в обсязі річного випуску β	0,58	0,54	0,0000	0,000	0,51

					КНУ.КМР.131.24.2-01.04.ТЕОВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

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

$I_{нн} = N_{нн} \cdot T_{нн}$

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

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

$T_{нн} = 1,3 \cdot t_{нн} \cdot T_{шт} \cdot kt / (T \cdot n\Gamma)$

де 1,3 – коеф., що враховує випадкову втрату інструменту та його вихід з ладу;

$t_{нн}$ – 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 часу в шпичному і дорівнює 0,7...0,85;

T – середній період спійкості інструменту, хв.;

$n\Gamma$ – кількість граней пластинки, що не переточується

		Базовий варіант			Новий варіант		
МН800	$I_{нн} = N_{нн} \cdot T_{нн}$	0	0	197,4074	2E450AMФ4	$I_{нн} = N_{нн} \cdot T_{нн}$	936,38 31,1 30,11
МН800	$I_{нн} = N_{нн} \cdot T_{нн}$	0,00	0	197,41	Всього $I_{нн2}$	936,38	
3 й верстат	$I_{нн} = N_{нн} \cdot T_{нн}$	0,00	0	0			
4-ий верстат	$I_{нн} = N_{нн} \cdot T_{нн}$	0,00	0	0			
Всього $I_{нн1}$		0,00					

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

$I_{пк} = K_{пк} / Z$

		Базовий варіант			Новий варіант				
3 й верстат	$I_{пк} = K_{пк} / Z$	0	0	5000	МН800	$I_{пк} = K_{пк} / Z$	2E450AMФ4	$I_{пк} = K_{пк} / Z$	1780 5340 3
4-ий верстат	$I_{пк} = K_{пк} / Z$	0	0	5000	МН800	$I_{пк} = K_{пк} / Z$	Всього $I_{пк2}$	1780	
Всього $I_{пк1}$		0,00							

5. Витрати на ремонт та утримання спеціальних пристосувань $I_{пр}$

$I_{пр} = K_{пр} (1/Z + 0,04)$

де 0,04 – коеф., що враховує витрати на ремонт спеціальних пристосувань

		Базовий варіант			Новий варіант		
МН800	$I_{пр} = K_{пр} \cdot (1/Z + 0,04)$	37,333333	100	0,333333	2E450AMФ4	$I_{пр} = K_{пр} \cdot (1/Z + 0,04)$	0 0 0,333
МН800	$I_{пр} = K_{пр} \cdot (1/Z + 0,04)$	37,333333	100	0,333333	Всього $I_{пр2}$	0	
3 й верстат	$I_{пр} = K_{пр} \cdot (1/Z + 0,04)$	0	0	0,333333			
4-ий верстат	$I_{пр} = K_{пр} \cdot (1/Z + 0,04)$	0	0	0,333333			
Всього $I_{пр1}$		74,66666667					

6. Витрати на прокат універсально-збірних пристосувань при їх використанні $I_{усп}$

$I_{усп} = C_{усп} \cdot jр$

де $C_{усп}$ – оптова ціна за прокат одного пристосування, грн

		Базовий варіант			Новий варіант		
МН800	$I_{усп} = C_{усп} \cdot jр$	0	0	12	2E450AMФ4	$I_{усп} = C_{усп} \cdot jр$	1440 120 12
МН800	$I_{усп} = C_{усп} \cdot jр$	0	0	12	Всього $I_{усп2}$	1440	
3 й верстат	$I_{усп} = C_{усп} \cdot jр$	0	0	12			
4-ий верстат	$I_{усп} = C_{усп} \cdot jр$	0	0	12			
Всього $I_{усп1}$		0					

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

КНУ.КМР.131.24.2-01.04.ТЕОВ

Арк.

7. Амортизаційні відрахування на повне відновлення обладнання И

$$И_а = K_6 \cdot A$$

де А – 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

Базовий варіант				Новий варіант			
	И _а =	K ₆	A		И _а =	K ₆	A
МН800	2787,08	69677	0,04	2E450AMФ4	4514,62	112865	0,04
МН800	2612,89	65322	0,04	Всього И _{а2}	4514,62		
3-й верстат	0,00	0	0,04				
4-ий верстат	0,00	0	0				
Всього И_{а1}	5399,97						

8. Витрати на утримання приміщення, яке займає верстат И_{пл}

$$И_{пл} = И_{пл} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$$

де И_{пл} – 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										
	И _{пл} =	И _{пл}	(A + A _y)	γ	β		И _{пл} =	И _{пл}	(A + A _y)	γ	β		И _{пл} =	И _{пл}	(A + A _y)	γ	β
МН800	5183,06	180	25,00225	0	2	0,58	2E450AMФ4	12364	200	60	0,25	2	0,51				
МН800	4858,68	180	25	0	2	0,54	Всього И _{пл2}	12363,90									
6610	0,00	0	0	0	0	0,00											
4-ий верстат	0,00	0	0	0	0	0,00											
Всього И_{пл1}	10041,74																

9. Витрати на амортизацію і утримання службово-побутових приміщень И_{сл}

$$И_{сл} = И_{пл} \cdot A_6 \cdot (P_{ст} + P_n + P_{дод} + P_k)$$

Базовий варіант							
	K _{сл} =	Ц _{пл.б}	A ₆	(P _{ст} + P _n + P _{дод} + P _k)			
	35000	1000	7	2 2 0 1			
Всього K_{сл1}	35000						
Новий варіант							
	K _{сл} =	Ц _{пл.б}	A ₆	(P _{ст} + P _n + P _{дод} + P _k)			
	35000	1000	7	1 2 1 1			
Всього K_{сл2}	35000						

10. Витрати на ремонт та технічне обслуговування обладнання И_р

$$И_r = (H_n \cdot R_n + H_z \cdot R_z) \cdot \mu \cdot \beta$$

де H_n, H_z – витрати на односторонню ремонтної складності відповідно механічної та електротехнічної частин, грн.; R_n, R_z – ремонтна складність відповідно механічної та електротехнічної часток, що приймається за паспортом верстата, а для деяких верстатів ЧПК; μ – коефіцієнт, який враховує клас точності верстата, що приймається для класів точності Н, П, В, А, С – відповідно 1, 1.2; 1.5; 1.8; 2.2

Базовий варіант							Новий варіант									
	И _р =	(H _n · R _n + H _z · R _z)	μ	β			И _р =	(H _n · R _n + H _z · R _z)	μ	β			И _р =	(H _n · R _n + H _z · R _z)	μ	β
МН800	13906,0	401	51	86	43	1 0,58	2E450AMФ4	18949,1	272	60	60	70	1,8			
МН800	12990,5	401	51	86	42	1 0,54	Всього И _{р2}	18949,1								
6610	0,0	0	0	0	0	0,00										
4-ий верстат	0,0	0	0	0	0	0,00										
Всього И_{р1}	26896,5															

11. Витрати на технічне обслуговування і ремонт ЧПК И_у

$$И_u = Q \cdot \beta$$

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

Базовий варіант				Новий варіант			
	И _у =	Q	β		И _у =	Q	β
МН800	0	0	0,58	2E450AMФ4	1000,4	1950	0,51
МН800	0	0	0,54	Всього И _{у2}	1000,4		
6610	0	0	0,00				
4-ий верстат	0	0	0,00				
Всього И_{у1}	0,0						

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

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

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

де $Ц_{пл.б}$ – вартість 1 м. кв. службово-побутових приміщень, грн;

$A_б$ – площа службово-побутових приміщень, яка приходить на одного робочого;

$P_{ст}$, P_n , $P_{дод}$ – кількість відповідно верстатників, наладчиків та додаткових робочих по обслуговуванню верстатів з ЧПК;

P_k – кількість контролерів

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

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

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

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

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

$$n'' = N_{річ} / j_p$$

$S_{заг}$ – вартість заготовки, грн;

C – собівартість механічної обробки річного випуску деталей, грн;

$0,5$ – коеф. наростання витрат

Базовий варіант						
$K_{вз} =$	3	$\cdot n''$	$\cdot (S_{заг} +$	$C / N_{річ} \cdot 0,5) \cdot \beta$		
234424,39	416,67	145,9	221918,40	5000	1,12	
Всього $K_{сл1}$	234424					
Новий варіант						
$K_{вз} =$	3	$\cdot n''$	$\cdot (S_{заг} +$	$C / N_{річ} \cdot 0,5) \cdot \beta$		
101286,55	416,67	145,9	120441,21	5000	0,51	
Всього $K_{сл1}$	101287					

Приведені витрати

$Z_1 =$	C_1	$+ E_n \cdot$	K_1
286796,011	221918	0,15	432517
$Z_2 =$	C_2	$+ E_n \cdot$	K_2
163251,465	120441	0,15	285402

Річний економічний ефект

$E =$	Z_1	$- Z_2$
123545	286796	163251

Доцільно замінити два універсальних верстати на верстат з ЧПК.

					КНУ.КМР.131.24.2-01.04.ТЕОВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Верстатно-інструментальне налагодження робимо для координатно-розточної операції з ЧПК на верстат 2E450AMФ4. Карта ескізу обробки кришки представлена на рисунку 5.1. Максимальна місткість інструментального магазину – 30 інструментів. Система ЧПК – 2П32-3.

Загальна послідовність переходів:

- 1) розточування двох отворів Ø 3;
- 2) точіння канавки Ø 40;
- 3) цекування отворів Ø 53;
- 4) цекування фасок в отворах Ø 3;
- 5) центрування отворів Ø 10,5 та Ø M12×1,5;
- 6) свердління 8 отворів Ø 10,5 та 2 отворів Ø 10,5;
- 7) зенкування фасок в отворах Ø 10,5;
- 8) нарізання різьби в двох отворах M12×1,5;
- 9) фрезерування двох пазів R15;
- 10) фрезерування двох виборок R12,5.

Склад інструментального налагодження (по переходам):

- 1) оправка розточна;
- 2) різець карнавочний;
- 3) цековка Ø 53;
- 4) зенківка Ø 40; φ=90°;
- 5) свердло Ø 5 мм;
- 6) свердло Ø 10,5 мм;
- 7) зенківка Ø 25; φ=90°;
- 8) мітчик M 12;
- 9) фреза спеціальна Ø 30; B=4 мм;
- 10) фреза Ø 25; B=5 мм.

Управляючу програму розробимо для 5, 6, 7 переходів для отвору ^①.

Закодуємо режими різання по переходам:

- 1) центрування – S=366 мм/хв. – F17; n=1830 об/хв. – S31;
- 2) свердління – S=198 мм/хв. – F14; n=1320 об/хв. – S31;
- 3) зенкування – S=60 мм/хв. – F09; n=500 об/хв. – S25.

Закодуємо інструмент:

- 1) свердло Ø 5мм – T01; коректор L01;
- 2) свердло Ø 10,5мм – T02; коректор L02;
- 3) зенківка Ø 25 мм; φ=90° – T03; коректор L03.

					КНУ.КМР.131.24.2-01.05.РВІН			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Бережна			РОЗРОБКА ВЕРСТАТНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ	Літ.	Арк.	Аркушіє
Перевір.		Рязанцев					2	1
Т.контр.						Каф.ТМ гр.ЗПМ-23м		
Н. Контр.		Нечаєв						
Затверд.		Рязанцев						

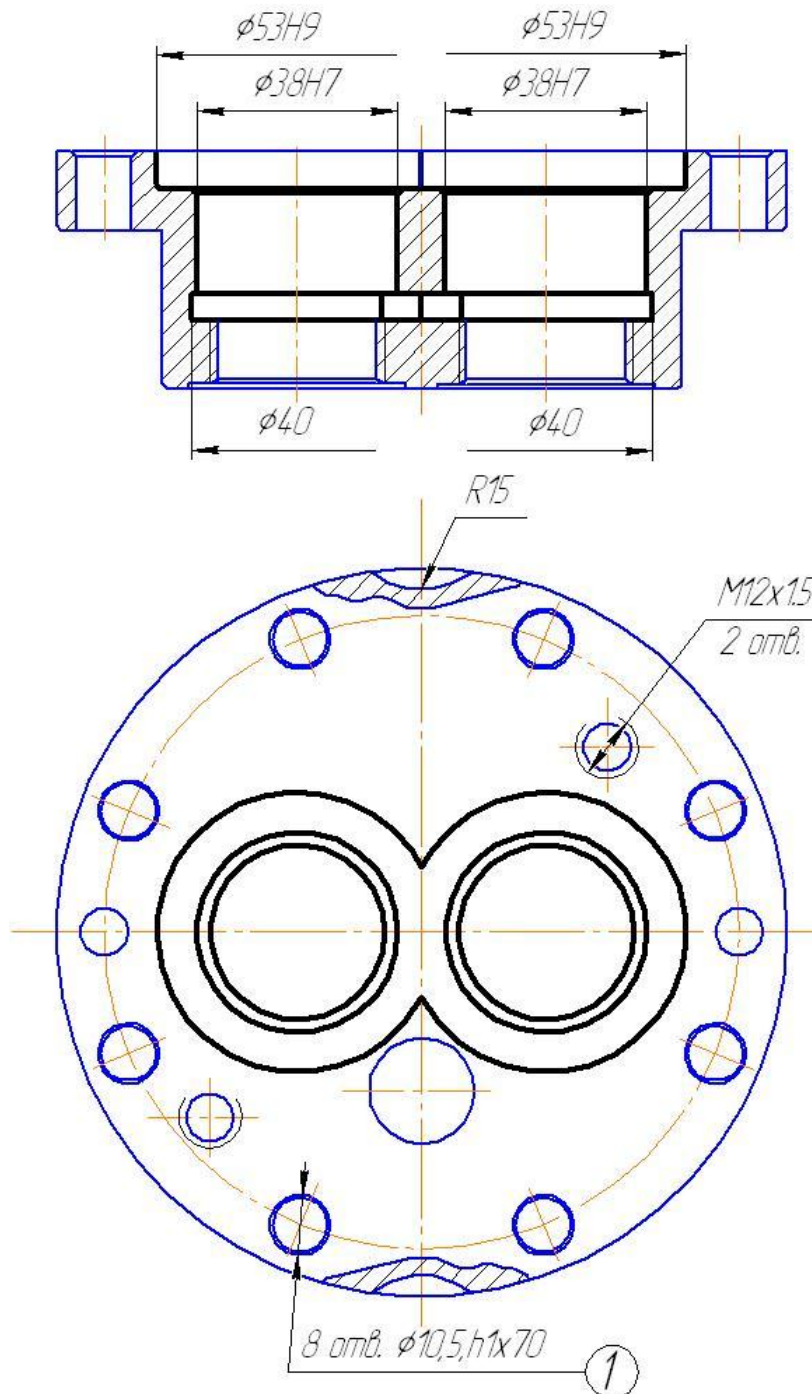


Рисунок 5.1 – Ескіз обробки кришки

Управляюча програма має вид:

%

N001 G60 G51 T01 S31 F17 L01 R+000000 X-005543 Y-002250
Z+000300 M08 ПС

N002 G60 G51 T02 S31 F14 L02 R+000000 X-005543 Y-002250
Z+002100 M08 ПС

N003 G60 G51 T03 S25 F09 L03 R+000000 X-005543 Y-002250
Z+000400 M09 ПС

N004 M02 ПС

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КМР.131.24.2-01.05.РВІН

Арк.

6 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ

6.1 Проектування переналагоджуваного верстатного пристосування

6.1.1 Розробка технічного завдання

Розробити переналагоджуване пристосування для свердління та розточування в кришці двох отворів $\varnothing 31,5^{+0,13}$ мм з міжосьовою відстанню $47 \pm 0,04$ мм на координатно-розточному верстаті з ЧПК моделі 2E450AMФ4. Підставою для розробки служить операційна карта технологічного процесу механічної обробки кришки, яка представлена на рисунку 6.1.

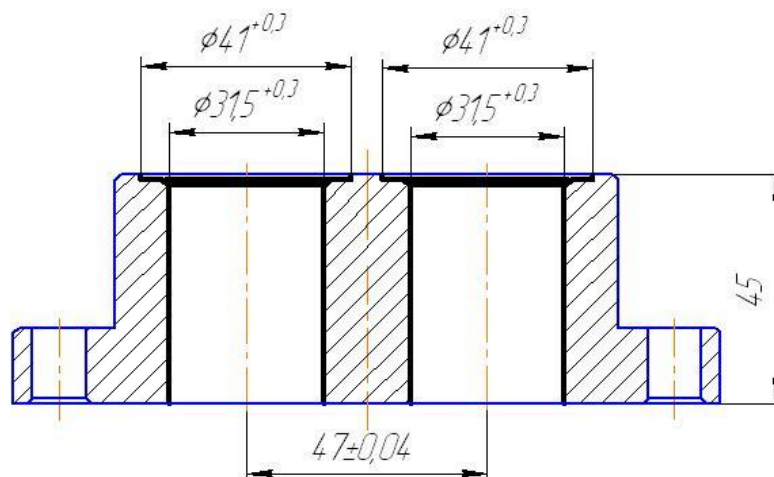


Рисунок 6.1 – Операційний ескіз механічної обробки кришки

Проектоване пристосування повинно забезпечити точну установку та надійне закріплення заготовки, зручність установки, закріплення і зняття. Час установки не повинно перевищувати 0,05 хв.

Технічні вимоги до пристосування:

- 1) установочні та приєднувальні розміри пристосування повинні відповідати верстату 2E450AMФ4;
- 2) регулювання конструкції пристосування не допускається;
- 3) час закріплення заготовки не більше 0,05хв;
- 4) тип виробництва – серійний; програма випуску деталей – 5000 шт на рік.

В таблиці 6.1 представлені параметри режимів різання, в таблиці 6.2 – технічна характеристика верстата 2E450AMФ4.

					КНУ.КМР.131.24.2-01.06.ПТО			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Бережна			ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Рязанцев					2	1
Т.контр.								
Н. Контр.		Нечасє						
Затверд.		Рязанцев				Каф.ТМ гр.ЗГМ-23м		

Таблиця 6.1 – Режими різання

D, мм	L, мм	T, мм	i	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	Мкр, Н·м
Ø 20 ^{+0,33}	45	10	1	0,25	500	31	26
Ø 31,5 ^{+0,13}	45	5,75	1	0,2	193	1950	-

Таблиця 6.2 - Технічна характеристика верстата 2E450AMФ4

Розмір робочої поверхні столу (довжина×ширина), мм	Число Т-образних пазів	Відстань між пазами, мм	Ширина пазу, мм	Відстань від шпинделя до столу, мм
1120×630	7	80	14	200...750

6.1.2 Розробка схеми базування. Розрахунок похибки базування

Аналізуючи операційний ескіз механічної обробки кришки, приходимо до висновку, що в якості технологічної бази раціонально вибрати наступні поверхні:

- 1) торець Ø 138 мм;
- 2) два отвори Ø 9 мм.

На рисунку 6.2 представлена схема базування заготовки, де торець Ø 138 являється установочною базою, яка позбавляє заготовку трьох ступенів свободи, одне з отворів Ø9 створює базування по двом точкам (тобто являється подвійною опорною базою), а другий отвір – по одній точці (являється опорною базою).

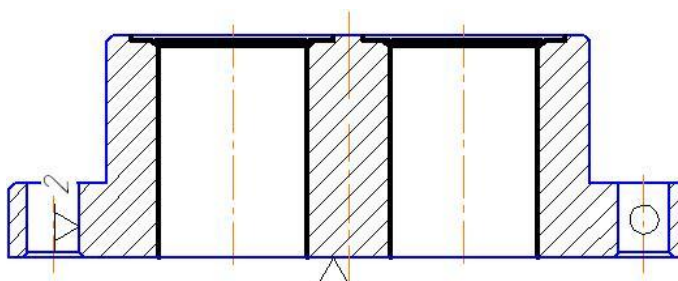


Рисунок 6.2 – Схема базування заготовки

Похибка базування при установці заготовки на двох установочних пальцях (циліндричному та зрізаному) виникає із-за зазорів в з'єднаннях пальців та отворів та дорівнює зміщенню заготовки. Похибку базування визначимо на основі рекомендацій.

Зміщення заготовки від її середнього положення в напрямку перпендикулярному до осі циліндричного пальця визначається мінімальним радіальним зазором S_{\min} при посадці на цей палець, допуском на діаметр отвору та допуском на діаметр пальця:

$$\Delta = S_{\min} + \frac{T_{\text{отв}}}{2} + \frac{T_n}{2} \quad (6.1)$$

де Δ - зміщення заготовки, мм;

					КНУ.КМР.131.24.2-01.06.ПТО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T_{отв}$ - допуск на діаметр отвору, мм;

T_n - допуск на діаметр пальця, мм.

Вибираємо в якості установочних пальців циліндричний та зрізаний діаметром 9 мм з точністю по g6: $d_n = 9_{-0,014}^{-0,005}$. Отже, $T_n = 0,019$ мм.

Діаметр отвору $9H7(^{+0,015})$. Отже, $T_{отв} = 0,015$ мм. Мінімальний радіальний зазор в спряженні $\varnothing 9 \frac{H7}{g6}$ дорівнює:

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} \quad (6.2)$$

де D_{\min} - мінімальний діаметр отвору, мм;

d_{\max} - максимальний діаметр пальця, мм.

$$S_{\min} = 9,0 - 8,895 = 0,005 \text{ мм}$$

Тоді

$$\Delta = 0,025 + \frac{0,015}{2} + \frac{0,019}{2} = 0,022 \text{ мм}$$

6.1.3 Розробка схеми закріплення заготовки

Закріплення заготовки робимо двома прихватами. Зусилля затиску направляємо відносно $\varnothing 120$ мм. Схема закріплення представлена на рисунку 6.3.

В якості затискного пристрою вибираємо прихват механізований 7021-371.

По рисунку 6.3 робимо силовий розрахунок. Визначимо зусилля затиску:

$$K \cdot M = F \quad (6.3)$$

де K - коефіцієнт запасу;

M - крутний момент;

F - сила тертя.

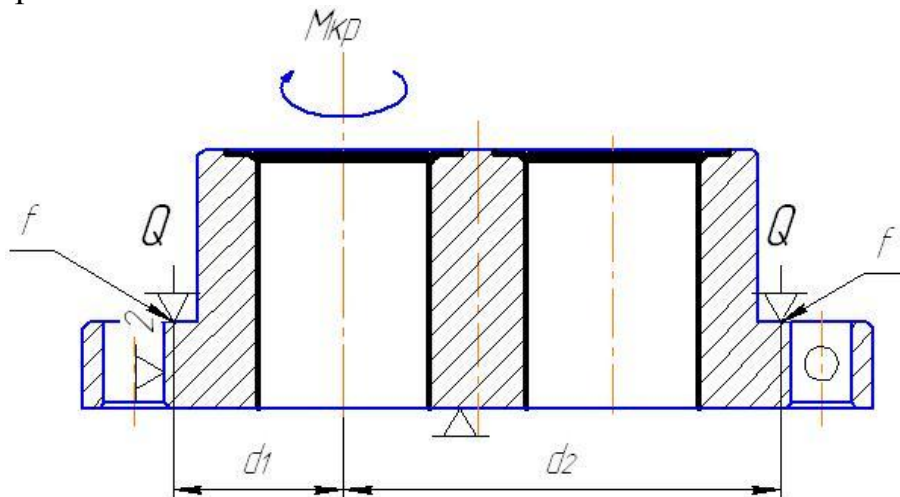


Рисунок 6.3 – Схема закріплення заготовки

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КНУ.КМР.131.24.2-01.06.ПТО

Визначимо по наступній формулі:

$$F = 2 \cdot Q \cdot f \cdot d \quad (6.4)$$

де Q - зусилля затиску заготовки;

f - коефіцієнт тертя;

d - відстань до точки прикладення зусилля затиску;

$$d = d_1 + d_2 = 0,0285 + 0,0755$$

Отже,

$$K \cdot M = 2 \cdot Q \cdot f \cdot (d_1 + d_2) \quad (6.5)$$

$$Q = \frac{K \cdot M}{2 \cdot f \cdot (d_1 + d_2)}$$

$$Q = \frac{2,5 \cdot 26}{2 \cdot 0,25 \cdot (0,0285 + 0,0755)} = 1250 \text{ Н}$$

Зробимо кінематичний розрахунок. Кінематична схема представлена на рисунку 6.4.

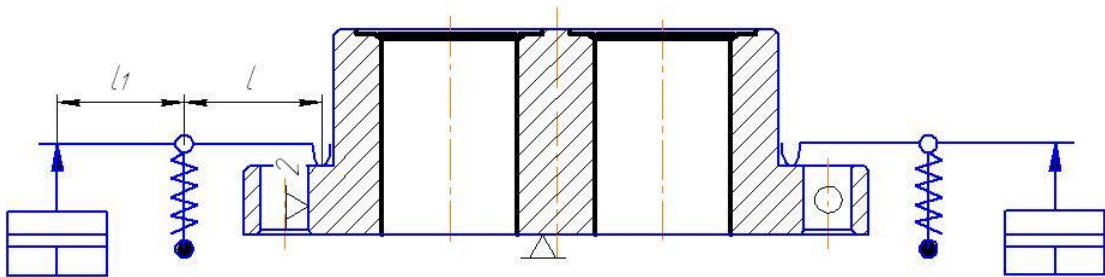


Рисунок 6.4 – Кінематична схема

Вихідне зусилля на штоку визначимо по формулі:

$$W = \frac{Q \cdot l}{l_1} \cdot \eta \quad (6.6)$$

де η - КПД пружини.

$$W = \frac{1250 \cdot 85}{75} \cdot 0,9 = 127,5 \text{ Н}$$

6.1.4 Розрахунок на точність

Точність пристосування розрахуємо по формулі:

$$\varepsilon_{\Sigma} = \varepsilon_{уст} + \varepsilon_{обр} + \varepsilon_{пр} \quad (6.7)$$

де $\varepsilon_{уст}$ - похибка установки, яка складається з похибок базування та

закріплення. Похибку закріплення приймаємо $\varepsilon_{уст} = 0$,

					КНУ.КМР.131.24.2-01.06.ПТО			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

оскільки сила закріплення постійна;

$\varepsilon_{обр}$ - похибка обробки. Приймаємо $\varepsilon_{обр} = 0$;

$\varepsilon_{пр}$ - похибка пристосування, складається з похибки розташування пристосування на столі верстату $\varepsilon_{р.н.}$.

Таким чином, формула (6.7) здобуває вигляд:

$$\varepsilon_{\Sigma} = 1,2\sqrt{\varepsilon_{\sigma}^2 + \varepsilon_{р.н.}^2} \quad (6.8)$$

Центрування пристосування на верстаті робимо по двом шпонкам. Похибка розташування пристосування визначається по формулі:

$$\varepsilon_{р.н.} = S + \beta \quad (6.9)$$

де S - зазор в спряженні шпонка - Т-образний паз. При посадці

$14 \frac{H8}{n8}$ максимальний зазор $S_{\max} = 0,038$;

β - кутове зміщення шпонок: $\beta = \frac{l \cdot S}{l_{ун}}$,

де l - довжина деталі;

S - зазор між шпонкою та пазом столу;

$l_{ун}$ - відстань між шпонками.

$$\beta = \frac{138 \cdot 0,038}{405} = 0,013$$

Отже,

$$\varepsilon_{\Sigma} = 1,2\sqrt{0,022^2 + 0,013^2} = 0,031 \text{ мм}$$

6.2 Проектування контрольного пристосування

При середньо-серійному виробництві перевірка точності деталі здійснюється за допомогою стандартних уніфікованих інструментів (шаблонами, скобами, нутромірами). Остаточна контрольна перевірка якості і точності здійснюється після повного виготовлення деталі. Для цього у виробництві організована і оснащена контрольна дільниця, на якій здійснюється 80% контролю готових деталей від програми випуску. Контрольна дільниця виконує повну перевірку шорсткості усіх розмірів, геометричну точність деталі. Для цього дільниця обладнана приладом для вимірювання шорсткостей моделі «СЕЙТРОНІК ПШ 8-1 С.С.». Діапазон вимірювання від 0,04 до 50мкм; найбільша шорсткість на деталі типу кришка $R_a0,8\text{мкм}$, на деталі типу шестірня привідна $R_a1,25\text{мкм}$. Приймаємо найбільшу точність шорсткості по деталі типу кришка. Точність контрольно-вимірювального приладу повинна бути більш точною, ніж найточніший розмір на деталі взагалі, тобто:

					КНУ.КМР.131.24.2-01.06.ПТО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{\max.дет} \leq R_{\min.прил}$$

$$R_a \text{ деталі} = 0,8\text{мкм} \leq R_a \text{ приладу} = 0,04\text{мкм}$$

Отже даний прилад підходить для нашого випадку.

Для вимірювання розмірів та геометричної точності деталі використовуємо координатно-вимірювальну машину МИКРОТЕХ 3D ручна моделі KBM-665M. Точність вимірювання даної машини – 4 мкм + L/200, де L – довжина деталі. Так як габаритні розміри деталі кришка значно більші, ніж габаритні розміри деталі шестірня привідна, то приймаємо L=120мм, отже 4мкм + 120/200 = 4,6 мкм. Найбільш точний розмір знаходиться на деталі шестірня привідна – 18мкм (Ø18H7). Точність контрольно-вимірювального приладу повинна бути більш точною, ніж найточніший розмір на деталі взагалі, тобто:

$$T_{\max.дет} \geq T_{\min.прил}$$

$$T \text{ деталі} = 18\text{мкм} \geq T \text{ приладу} = 4,6\text{мкм}$$

Вимірювання точності розмірів робиться голкою, що дозволяє виконати контроль розмірів навіть в найменших діаметрах деталі.

Отже даний прилад підходить для нашого випадку.

Крім того, дане обладнання має автоматизоване і програмне забезпечення, що забезпечує збільшення ефективності вимірювання, систематизацію даних і вивід звітів за зміну (місяць) роботи. Схема вимірювання шорсткостей і точності розмірів приведена на кресленні.

					КНУ.КМР.131.24.2-01.06.ПТО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

7.1 Задачі та цілі науково-дослідної частини

В процесі обробки деталі «Кришка» використовується ріжучий інструмент двох видів: з твердого сплаву та швидкорізального матеріалу.

При використанні швидкорізального інструменту ми можемо виготовляти конструкцію складної форми, можемо переточувати (в кожному випадку приймаємо три переточки до виходу інструмента зі строю), збільшуючи таким чином стійкість інструменту та ефективність його використання, але при цьому при обробці використовуємо низькі режими різання, що значно збільшує основний машинний час.

Твердий сплав має обмежене використання інструменту складної форми, не переточується. Складний інструмент з цільного твердого сплаву дуже дорогий. Напайний інструмент більш дешевший. Відновлення інструменту відбувається перепайкою твердих пластин. Інструмент з твёрдосплавного інструменту працює при більш високих режимах різання, не боїться великих припусків і збільшення температури, що в результаті приведе до значного зниження основного машинного часу.

Обидва види інструменту мають свої переваги і недоліки. Ми пропонуємо синтезувати інструмент та отримати симбіоз позитивних сторін ріжучого інструменту, усунути негативні моменти інструменту при мінімальних затратах на розробку та впровадження його в практику. Забезпечити використання існуючої матеріальної та виробничо-технічної бази в будь-якому підприємстві, цеху, дільниці, а також зменшити витрати.

Виконаємо порівняльний аналіз і по можливості спробуємо довести ефективність нашої роботи на прикладі обробки деталі «Кришка». Програма виготовлення – 5000 шт.

Дані обробки до впровадження: використаний ріжучий інструмент, режими різання і стійкість приводимо в таблиці 7.1.

Згідно таблиці 7.1 ми бачимо, для виготовлення партії деталей нам необхідно затратити 213710 хвилин \approx 3561,833 часу основного машинного часу. Необхідно замінити в цілому 730 одиниць інструментів.

					КНУ.КМР.131.24.2-01.07.НДЧ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Бережна			НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Рязанцев					2	1
Т.контр.						Каф. ТМ гр.ЗПМ-23м		
Н. Контр.		Нечаєв						
Затверд.		Рязанцев						

Таблиця 7.1 – Ріжучий інструмент, режими різання і стійкість інструмента

№ з/п	Інструмент	Вид матеріалу інструменту	Стойкість інструменту, хв	переточок, робочих поверхонь	То на одну деталь, хв	То на програму деталей, хв	викорисаного інструменту на
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Різець токарний прохідний з мех.кріпленням з 3-ма гранями 2151-711 (OWN) – 1206 Т15К6 ДСТУГОСТ 19056-80	Т15К6	60	3	6,82	3410 0	190
2	Різець токарний прохідний з мех.кріпленням з 3-ма гранями 2101-0565 ВК8 ДСТУГОСТ 18870-73	ВК8	60	3	1,89	9450	53
3	Свердло Ø12 А1 ОСТ 2И20-2-80	Р6М5	70	3	0,43	2150	11
4	Свердло центрувальне спіральне з циліндричним хвостовиком для зацентрування під свердлування Ø 5 ОСТ2И20-5-80	Р6М5	70	3	0,71 6	7160	34
5	Протяжка шліцьова з евольвентним профілем m=1 ДСТУГОСТ 25157-82	Р6М5	120	3	0,29	1450	4
6	Свердло Ø9 ОСТ 2 И 20-1-80	Р6М5	70	3	0,53	2650	13
7	Зенківка зворотна автоматична	Р6М5	70	3	0,23	1150	6
8	Розгортка 2363-0807 ДСТУГОСТ 19267-73	Р6М5	70	3	0,66	3300	16
9	Свердло 2301-0828 ДСТУГОСТ 19546-74	Р6М5	70	3	0,85	4250	20
10	Розгортка спеціальна	Р6М5	70	3	4,53 7	2268 5	108

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КМР.131.24.2-01.07.НДЧ

Арк.

1	2	3	4	5	6	7	8
11	Мітчик 2621-1999 ДСТУГОСТ 3266-81	P6M5	90	3	0,12 8	640	3
12	Свердло 2301-0941 ДСТУГОСТ 19546-74	P6M5	70	3	0,43	2150	10
13	Свердло 2317-0106 ДСТУГОСТ 14952-75	P6M5	70	3	0,2	1000	5
14	Цековка 2350-0119 ДСТУГОСТ 26258-84	P6M5	70	3	0,03	150	1
15	Мітчик 035-2620-0610 ОСТ 2152-1-74	P6M5	90	3	0,05 5	275	1
16	Різець канавочний спеціальний	BK8	60	3	0,08	400	3
17	Цековка 2350-0433 ДСТУГОСТ 26258-84	P6M5	70	3	1,46	7300	35
18	Зенківка 2353-0134 ДСТУГОСТ 14953-80	P6M5	70	3	0,3	1500	8
19	Фреза спеціальна	P6M5	120	3	1,11	5550	16
20	Свердло 2301-0845 ДСТУГОСТ 19546-74	P6M5	70	3	2,13	1065 0	51
21	Фреза 2234-01-67 ДСТУГОСТ 6648-79	P6M5	120	3	1,2	6000	17
22	Фреза черв'ячна AA m=1 ДСТУГОСТ 9324-80	P6M5	240	3	17,95	8975 0	125
	Σ				42,02 6	2137 10	730

7.2 Опис, характеристика, призначення нового способу підготовки швидкоріжучого інструмента

Технологія електроерозійного зміцнення (ЕЕЗ) заснована на електричному полярному (від + до -) переносі під дією імпульсного струму часток металу одного електрода на поверхню і у глибину іншого (деталь). При цьому розплавлені (у місці контакту електродів) частки матеріалу електрода - інструмента переносяться в електроерозійну лунку, що утворилася на поверхні деталі, змішуються з її металом, що перебуває в рідкій розплавленій фазі й формують шар з фізико - хімічними властивостями, близькими властивостям матеріалу електрода - інструмента.

Вона вигідно відрізняється від відомих способів наплавлення й напилювання:

- не вимагає спеціальної підготовки оброблюваної поверхні й особливих умов праці;

- виключає термічний вплив на структуру металу й геометричні розміри деталі, тому що температура в зоні обробки не перевищує 200⁰С;

					КНУ.КМР.131.24.2-01.07.НДЧ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

- забезпечує "абсолютно" міцне зчеплення покриття, що наноситься, з основою за рахунок його проникнення в поверхню на глибину 0,05 – 0,25мм;
- дозволяє наносити на деталі зі сталі, чавуну, бронзи:
- при ЕЕЗ твердий сплав різних марок й інші зносо-жаро-корозіюностійкі метали й сплави.

Застосування технології ЕЕЗ дозволяє:

- вести обробку без застосування спеціальної підготовки поверхні й особливих умов праці;
- виключити термічний вплив на геометричні розміри деталі й інструмента і їх фізико – механічні властивості, тому що температура в зоні обробки не перевищує 200⁰С;
- забезпечити міцне зчеплення металу, що наноситься, з основою за рахунок його проникнення в глибину поверхні деталі на 0,05 - 0,15мм;
- одержувати залежно від матеріалу електрода - інструмента й режимів обробки покриття товщиною до 0,2мм і твердістю до 80 HRCe;
- наносити на деталі зі сталі, чавуну й бронзи тверді сплави типу ВКЗУ, Т15К6, ВК8 й інші зносо-жаро-корозійностійкі метали й сплави.

Область застосування ЕЕЗ:

1. Підвищення не менш, ніж в 2 рази стійкості різного інструмента, виготовленого з інструментальних сталей.
2. Підвищення зносостійкості формуючих валків і роликів прокатних і трубо-зварних станів.
3. Відновлення й підвищення стійкості точних пар тертя.
4. Зниження швидкості утворення "разгарних" тріщин (ливарні прес - форми, кувальні штампи, деталі, що працюють при високих знакозмінних температурах).
5. Відновлення й підвищення стійкості автотракторних деталей без подальшої механічної обробки.
6. Видалення залишків зламаного інструмента з отворів у корпусних деталях і т.п.
7. Поліпшення умов, якості зварювання й пайки різнорідних металів.
8. Формування отворів різного профілю у важкооброблюваних металах і сплавах (вольфрам, твердий сплав, графітізована сталь, вибілений чавун і т.п.).
9. Відновлення посадкових поверхонь деталей (зовнішніх і внутрішніх) під підшипники кочення безпосередньо на машині (із частковим розбиранням вузла) без подальшої механічної обробки.

7.3 Установка електроерозійної обробки ЕИЛ-8 (ЕИЛ-8А)

Установка ЕИЛ-8 (ЕИЛ-8А) призначена для нанесення на точні деталі й інструмент твердосплавних зносо-жаростійких покриттів і виконання ряду інших операцій.

Установка ЕИЛ-8 виконана у вигляді технологічного стола з вбудованим генератором технологічного струму, а установка ЕИЛ-8А виготовлена окремим переносним блоком, що дозволяє оперативно застосовувати її при обробці

					КНУ.КМР.131.24.2-01.07.НДЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

великогабаритних деталей й інструмента.

На базі установки ЕИЛ-8А створюються багатоконтурні установки, що забезпечують роботу декількох електроерозійних блоків одночасно, що значно підвищує продуктивність процесу.

Склад установки ЕИЛ-8:

1. Технологічний стіл
2. Генератор технологічного струму
3. Пульт керування
4. Електромагнітний вібратор

Склад установки ЕИЛ-8А:

1. Корпус із пультом керування
2. Генератор технологічного струму
3. Електромагнітний вібратор
4. Контактна кришка

Технічна характеристика ЕИЛ8 та ЕИЛ8А

Товщина покриття, що наноситься, мм	- 0,02 – 0,2
Глибина проникнення покриття в поверхню деталі, мм	- 0,05 – 0,15
Твердість покриття, HRCe	- до 80
Шорсткість поверхні, мкм, Ra	- 3,2
Продуктивність, см ² /хв	- 2 - 6
Споживана потужність, квт	- 0,36
Напруга живлення частотою 50 Гц, В	- 220
Маса установки, кг:	ЕИЛ-8 - 95
ЕИЛ-8А	- 16
Габаритні розміри, мм: ЕИЛ-8	- 1100×660×950
ЕИЛ-8А	- 460×270×240

Електромагнітний вібратор

Електромагнітний вібратор - основний інструмент оператора. Він складається з електромагнітної системи й закріпленого на ній електродотримача, до якого приєднаний позитивний полюс генератора технологічного струму.

Частота й амплітуда вібрації електромагнітної системи регулюється з пульта керування.

Електродотримач служить для кріплення електрода і виконаний у вигляді «кльовіка» (як струбцина), що дозволяє закріплювати в ньому електроди різних розмірів і форми. Електродотримач електрично ізольований від електромагнітного вібратора.

Примітка: Необхідно постійно стежити за схоронністю ізоляції між електродотримачем і вібратором і надійністю його з'єднання з генератором технологічного струму.

На установці ЕИЛ-8 електромагнітний вібратор за допомогою рознімання приєднують до ємності 10мкФ або 300мкФ. На установці ЕИЛ-8А електромагнітний вібратор нероз'ємно з'єднаний з генератором технологічного струму, а перемикання ємностей здійснюється тумблером на пульті керування.

					КНУ.КМР.131.24.2-01.07.НДЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Організація робочого місця

Установку ЕИЛ-8 (ЕИЛ-8А) доцільно розмістити в окремому приміщенні із примусовою вентиляцією.

Живлення установки здійснюється від мережі змінного струму напругою 200В з обов'язковим заземленням.

У процесі роботи, особливо на грубих режимах, електроди перегріваються, у результаті чого погіршується якість покриття, тому для охолодження доцільно підвести до установки стиснене повітря, або встановити ємкість (0,5 - 1 л) з водою для охолодження електродів зануренням.

Вибір режимів обробки

Установка ЕИЛ-8 (ЕИЛ-8А) має дев'ять режимів обробки відповідних певній силі технологічного струму. Режими та відповідні їм значення зазначені в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 - Режими обробки установки ЕИЛ-8 (ЕИЛ-8А)

Режим обробки	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Величина струму, А:									
- ємкість 150мкф	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,1
	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,2
- ємкість 300мкф	1,0	1,2	1,6	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
	1,2	1,4	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,2	3,4

Кожному режиму відповідає певна величина енергії, виділеної при контакті електрода з деталлю, що й визначає інтенсивність процесу ЕЕЗ, шорсткість обробленої поверхні і масу переносимого матеріалу електрода. Умовно режими установки розділені на три групи:

- м'які (позиції режимів 1-9, ємкість 150 мкФ),
- середні (позиції 1-4, ємкість 300 мкФ),
- грубі (позиції 5-9, ємкість 300 мкФ).

Режими обробки вибираються залежно від вимог, запропонованих до оброблюваної поверхні: шорсткості, сплошності, товщині й пористості нанесеного шару. Чим м'якше застосований режим обробки, тим менше товщина шару, але вище якість нанесеного покриття. При грубих режимах збільшується товщина шару, але погіршується якість покриття.

Необхідно враховувати, що при обробці на грубих режимах у перші хвилини роботи метал переноситься найбільш інтенсивно, потім процес сповільнюється, припиняється й відбувається зняття не тільки нанесеного шару, але і руйнування вихідної поверхні. Тому неприпустимі багаторазові (більше 4-5) проходи електрода по одній і тій же поверхні.

Для одержання більше якісного покриття, після обробки на грубих режимах необхідна обробка поверхні на м'яких режимах, що сприяє вигладжуванню й зниженню шорсткості нанесеного шару.

					КНУ.КМР.131.24.2-01.07.НДЧ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Час, за яке досягається оптимальна сплошність покриття залежить від властивостей матеріалу, що наноситься і оброблюється, а також визначається досвідченим шляхом у кожному конкретному випадку. Сплошність покриття деталі повинна бути не менш 80%. Час зміцнення 1 см² інструментальної сталі Р6М5 твердим сплавом марки ВК6 зазначено в таблиці 7.3.

Таблиця 7.3 - Час зміцнення інструментальної сталі Р6М5 твердим сплавом марки ВК6

Режим обробки (ємкість 30мкФ)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Час обробки, хв	2,0-4,0	1,5-3,2	1,0-2,8	0,8-2,5	0,5-2,0	0,4-1,8	0,3-1,5	0,2-1,2	0,1-0,8

Зміцнення інструменту

Інструменти треба зміцнювати тільки на м'яких і середніх режимах, тому що при електроерозійному зміцненні на грубих режимах можна зашкодити ріжучі кромки інструмента. Високоякісне зміцнення можливо тільки при правильному виконанні процесу. Установлений оператором режим обробки може бути порушений сильним або слабким притисненням вібратора до зміцненої поверхні. Щоб уникнути цього, необхідно постійно підтримувати відповідну заданому режиму обробки величину робочого струму (зазначену в таблиці 7.2), контролюючи її за допомогою амперметра, розташованого на передній панелі установки ЕИЛ-8 (ЕИЛ-8А).

Зміцненню варто піддавати ті ділянки поверхні інструмента, які в процесі експлуатації найбільш інтенсивно зношуються і служать причиною передчасного виходу з ладу. Режимми обробки, що рекомендують, наведені в таблиці 10.4.

Примітка: У процесі переміщення електродів уздовж ріжучої кромки інструмента не допускається його вихід за межі кромки, тому що в цьому випадку можливо «підгорання» кромки.

Таблиця 7.4 - Режими обробки

Найменування інструменту	Розмір, мм	Поверхня, що зміцнюється	Режим обробки	Ємкість, мкФ
1	2	3	4	5
Різці токарні прорізні й відрізні зі швидкоріжучої сталі ДСТУГОСТ 18874-73	a=1,5-5,0	Передня й головна задня поверхня уздовж головної ріжучої кромки	2-5	150
	a=6,0-12,0	Те ж	5-8	150

Продовження таблиці 7.4

1	2	3	4	5
Свердла спіральні ДСТУГОСТ 10903-77	Ø 10- 25	Задні поверхні уздовж головних ріжучих кромок.	2-6	150
		Поверхні вздовж лінії перемички	2-6	150
		Поверхні напрямних стрічок	1-3	150
	Ø 26- 50	Задні поверхні уздовж головних ріжучих кромок.	1-4	300
		Поверхні вздовж лінії перемички	1-4	300
		Поверхні напрямних стрічок	3-6	150
Фрези кінцеві ДСТУГОСТ 17025-71	Ø 6-12	Задні поверхні зубів циліндричної частини	2-6	150
		Задні поверхні зубів по торцю	2-4	150
	Ø 26- 50	Задні поверхні зубів циліндричної частини	4-9	150
		Задні поверхні зубів по торцю	4-6	150
		Задні поверхні забірною конуса зубів	2-4	150
	s=6,35	Те ж	5-8	150
s=4-6	Те ж	1-4	300	
Фрези дискові тристоронні ДСТУГОСТ 28527-90	s=2-3	Задні поверхні по профілю кожного зуба	2-6	150
Зенківки ДСТУГОСТ 14953-80	Д=8-25	Задні поверхні уздовж ріжучих кромок	2-6	150
	Д=31,5 -80,0	Те ж	6-8	150
Зенкери цільні ДСТУГОСТ 12489-71	Ø 10- 32	Задні поверхні уздовж ріжучих кромок	2-6	150
		Поверхні напрямних стрічок на всю довжину робочої частини	1-3	150
	Ø 36- 50	Задні поверхні уздовж ріжучих кромок	6-8	150
		Поверхні напрямних стрічок на всю довжину робочої частини	2-4	150

					КНУ.КМР.131.24.2-01.07.НДЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 7.4

1	2	3	4	5
Довбяки ДСТУГОСТ 9323-79	m4-m6	Передні поверхні по профілю кожного зуба	1-4	150
	m8- m12	Те ж	5-8	150
Фрези черв'ячні	m6- m10	Задні поверхні по профілю кожного зуба	4-9	150
	m12- m24	Те ж	1-4	300
Пили дискові сегментні ДСТУГОСТ 4047-82	Ø250- 500	Задні поверхні по профілю кожного зуба	1-4	300
	Ø610- 1000	Те ж	4-6	300
Мітчики ДСТУГОСТ 326681	M16- M48	Задня грань забірною конуса	1-2	150
	Більш M48	Задня грань забірною конуса	2-4	150
		Передня грань на всю висоту зуба	1-2	150
Пили стрічкові для розпилювання деревини ДСТУГОСТ 6532- 77	s=1,0	Передня і задня поверхні на 1/3 висоти зуба	4	150
	s=1,4	Те ж	8	150
Пластини ріжучі змінні багатогранні твердосплавні 6-5-граної форми з отвором	s=4,76	Передня і задня поверхні по профілю робочої кромки	1-4	150

Матеріал електродів та їхня форма

Матеріал електродів відіграє основну роль у процесі ЕЕЗ, тому що від нього в основному залежать твердість, товщина і якість покриття.

При зміцненні інструмента, як правило, застосовуються тверді сплави типу ВК6М, ВК3У, Т15К6, КНТ16, ТН20 і т.д.

При зміцненні точного інструмента (розгорнення, калібри, мітчики й т.п.), до якого пред'являються високі вимоги по точності розмірів і шорсткості поверхні, застосовується електрографіт марки ЕГ2, МПГ-6, ЕЕПГ і т.п.

При відновленні точних деталей для одержання найбільшої товщини покриття застосовуються твердий сплав типу ВК3У, стелит типу ВЗК, бронза типу КМІ, молібден, титан і т.д.

Марки матеріалів, рекомендовані для ЕЕЗ наведені в таблиці 7.5.

					КНУ.КМР.131.24.2-01.07.НДЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.5 – Марки матеріалів для ЕЕЗ

Вид обробки	Характер обробки	Твердий сплав для обробки
		Вуглецевих, якісних та конструктивних сталей
Точіння	Чистове ($t = 0,2 - 2,0$ мм, $S = 0,06 - 0,3$ мм/об)	ТН20
	Напівчистове ($t = 2 - 4$ мм, $S = 0,1 - 0,5$ мм/об)	ТН20 КНТ16 Т15К6
	Чорнове ($t = 4 - 10$ мм, $S = 0,5 - 1,5$ мм/об)	Т5К10 Т14К8
	Важке чорнове ($t = 10 - 30$ мм, $S = 1,0 - 2,5$ мм/об)	ТТ7К12
	Нарізування різьби	Т15К6
	Відрізка й прорізка канавок	Т14К8 Т15К6
Фрезерування	Чорнове	Т14К8 Т5К10
	Напівчистове й чистове	КНТ16 Т15К6
Свердління	Чорнове	Т5К10 Т4К8 ТТ7К12
	Чистове	Т15К6
Розгортання		Т30К4 Т15К6

Форма електрода при ЕЕЗ має немаловажне значення. Найбільший ефект отримується при застосуванні гострого електрода, тому що зі зменшенням перетину електрода зростає щільність струму і як наслідок продуктивність й якість поверхні.

Кращі результати досягаються при застосуванні електродів у вигляді усіченого конуса з діаметром у вершини 2мм, а у основи 5мм і висотою 20 - 30мм. При роботі оператор повинен прагнути розташовувати електрод перпендикулярно оброблюваній поверхні й найбільш загостреною його поверхнею.

У виробничих умовах застосовуються стандартні твердосплавні пластини для різального інструменту типу 41 ГОСТ 25417-82, типу 47 ДСТУГОСТ 25421-90 або їх відходи, а також «стовпчики» діаметром 5мм або перетином 4×4 мм і довжиною 50 - 60мм. Це заготівлі твердосплавного інструмента (можна застосовувати по геометричних розмірах) випускаються комбінатами твердих сплавів або спеціальні електроди для ЕЕЗ, що виготовляють Інститутом Проблем Матеріалознавства, м. Київ.

Перетини електродів, що рекомендують, залежно від режимів обробки (робочого струму) наведені в таблиці 7.6.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Таблиця 7.6 - Перетини електродів

Найменування показника	Значення		
	Робочий струм, А	0,4-0,5	0,5-1,0
Перетин електродів, мм ²	2-5	4-10	10-20

Технологія електро-ерозійного зміцнення

Ефект ЕЕЗ в значній мірі залежить від дотримання технології виконання даного процесу.

Оброблювану поверхню необхідно знежирити мийним засобом ТМС-31 ТУ38-1-01-71-80 або розчинником і протерти. Наявність на поверхні бруду, змащення й іржі не допускається, шорсткість поверхні повинна бути не нижче 12,5 мкм.

Закріпити в електродотримачі електрод необхідної марки й установити на пульті керування обраний режим обробки.

Включити установку, торкнутися електродом неробочої поверхні деталі або інструмента (якщо такої ділянки немає, те необхідно використати заготовлю з аналогічного металу) і плавно переміщаючи його по поверхні за допомогою регулятора «Частота» й «Амплітуда» добитися максимального технологічного струму за показниками амперметра. При цьому «прилипання» електроду до оброблюваної поверхні не допускається.

Зробити відновлення або зміцнення робочої поверхні деталі або інструмента. Сила притиснення електрода до оброблюваної поверхні повинна бути постійної й залежить від оператора. У цьому випадку технологічний струм теж буде постійним і відхилення стрілки амперметра не буде спостерігатися.

Переміщати електрод уздовж поверхні (можна подовжньо - зворотними або круговими рухами) необхідно зі швидкістю 3-5 мм/сек. При наближенні до гострих кромки обов'язково виключити вихід електрода за межі деталі, тому що можливо «підгорання» кромки .

Не рекомендується здійснювати більше 4-5 проходів електродом по одному місцю.

У процесі роботи не допускати перегріву електрода (особливо на грубих режимах), для чого необхідно охолоджувати зону обробки стисненим повітрям, робити короткочасні (10 - 15 сек через кожні 2 - 3 хвилини роботи) перерви в роботі або занурювати кінець електрода у воду.

					КНУ.КМР.131.24.2-01.07.НДЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.7 – Ріжучий інструмент, режими різання і стійкість інструмента після зміцнення

№ з/п	Інструмент	Вид матеріалу інструменту	Стойкість інструменту, хв	Кількість переточок, робочих поверхонь	То на одну деталь, хв	То на програму на деталі, хв	викорис-таного інструменту на
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Різець токарний прохідний з мех.кріпленням з 3-ма гранями 2151-711 (OWN) – 1206 Т15К6 ДСТУГОСТ 19056-80	Т15К6 зі зміц.	80	3	6,82	34100	143
2	Різець токарний прохідний з мех.кріпленням з 3-ма гранями 2101-0565 ВК8 ДСТУГОСТ 18870-73	ВК8 зі зміц.	80	3	1,89	9450	40
3	Свердло Ø12 А1 ОСТ 2И20-2-80	Р6М5 зі зміц.	140	3	0,139 3	697	2
4	Свердло центрувальне спіральне з циліндричним хвостовиком для зацентрування під свердлування Ø 5 ОСТ2И20-5-80	Р6М5 зі зміц.	140	3	0,232	1160	3
5	Протяжка шліцьова з евольвентним профілем m=1 ДСТУГОСТ 25157-82	Р6М5 зі зміц.	240	3	0,29	1450	2
6	Свердло Ø9 ОСТ 2 И 20-1-80	Р6М5 зі зміц.	140	3	0,171 7	859	3
7	Зенківка зворотна автоматична	Р6М5 зі зміц.	140	3	0,23	1150	3
8	Розгортка 2363-0807 ДСТУГОСТ 19267-73	Р6М5 зі зміц.	140	3	0,66	3300	8

					КНУ.КМР.131.24.2-01.07.НДЧ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Продовження таблицю 7.7

1	2	3	4	5	6	7	8
9	Свердло 2301-0828 ДСТУГОСТ 19546-74	P6M5 зі зміц.	140	3	0,275	1377	4
10	Розгортка спеціальна	P6M5 зі зміц.	140	3	4,537	22685	54
11	Мітчик 2621-1999 ДСТУГОСТ 3266-81	P6M5 зі зміц.	180	3	0,088 8	444	1
12	Свердло 2301-0941 ДСТУГОСТ 19546-74	P6M5 зі зміц.	140	3	0,139 3	697	2
13	Свердло 2317-0106 ДСТУГОСТ 14952-75	P6M5 зі зміц.	140	3	0,064 7	324	1
14	Цековка 2350-0119 ДСТУГОСТ 26258-84	P6M5 зі зміц.	140	3	0,03	150	1
15	Мітчик 035-2620-0610 ОСТ 2152-1-74	P6M5 зі зміц.	180	3	0,038 1	191	1
16	Різець канавочний спеціальний	BK8	80	3	0,08	400	2
17	Цековка 2350-0433 ДСТУГОСТ 26258-84	P6M5 зі зміц.	140	3	1,46	7300	18
18	Зенківка 2353-0134 ДСТУГОСТ 14953-80	P6M5 зі зміц.	140	3	0,3	1500	4
19	Фреза спеціальна	P6M5 зі зміц.	240	3	0,347	1735	3
20	Свердло 2301-0845 ДСТУГОСТ 19546-74	P6M5 зі зміц.	140	3	0,69	3450	9

					КНУ.КМР.131.24.2-01.07.НДЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблицю 7.7

1	2	3	4	5	6	7	8
21	Фреза 2234-01-67 ДСТУГОСТ 6648-79	P6M5 зі зміц.	240	3	0,378	1890	3
22	Фреза черв'ячна AA m=1 ДСТУГОСТ 9324-80	P6M5 зі зміц.	480	3	5,62	28100	20
	Σ				42,02 6	12240 9	327

Згідно таблиці 7.7 видно, що для виготовлення партії деталей нам необхідно затратити 122409 хвилин = 2040,15 годин основного машинного часу. Необхідно використати 327 інструментів.

Техніко-економічна ефективність: впровадження даного способу зміцнення інструменту забезпечує створення нового універсального інструменту, який має позитивні властивості як швидкоріжучого, так і тврдосплавного інструменту, а саме:

- можливість виготовлення інструменту складної конфігурації;
- можливість виконувати переточку інструмента;
- забезпечує збільшення стійкості інструмента;
- дозволяє використати режими різання для тврдосплавних інструментів;
- забезпечує збільшення зносостійкості, твердості ріжучих частин та м'якої серцевини.

Результати впровадження спеціальної частини і економічної ефективності приведені в таблиці 7.8 та кресленні.

Таблиця 7.8 - Результати впровадження спеціальної частини і економічної ефективності

№ п/п	Найменування інструменту	До впровадження		Після впровадження		Економічна ефективність	
		To, хв	N, шт	To, хв	N, шт	To, хв	N, шт
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Різець токарний прохідний з мех.кріпленням з 3-ма гранями 2151-711 (OWN) – 1206 T15K6 ДСТУГОСТ 19056-80	34100	190	34100	143	0	47
2	Різець токарний прохідний з мех.кріпленням з 3-ма гранями 2101-0565 BK8 ДСТУГОСТ 18870-73	9450	53	9450	40	0	13

Продовження таблиці 7.8

1	2	3	4	5	6	7	8
3	Свердло Ø12 А1 ОСТ 2И20-2-80	2150	11	697	2	1453	9
4	Свердло центрувальне спіральне з циліндричним хвостовиком для зацентрування під свердлування Ø 5 ОСТ2И20-5-80	7160	34	1160	3	6000	31
5	Протяжка шліцьова з евольвентним профілем m=1ДСТУ ГОСТ 25157-82	1450	4	1450	2	0	2
6	Свердло Ø9 ОСТ 2 И 20-1-80	2650	13	859	3	1791	10
7	Зенківка зворотна автоматична	1150	6	1150	3	0	3
8	Розгортка 2363-0807 ДСТУГОСТ 19267-73	3300	16	3300	8	0	8
9	Свердло 2301-0828 ГОСТ 19546-74	4250	20	1377	4	2873	16
10	Розгортка спеціальна	22685	108	22685	54	0	54
11	Мітчик 2621-1999 ДСТУГОСТ 3266-81	640	3	444	1	196	2
12	Свердло 2301-0941 ДСТУГОСТ 19546-74	2150	10	697	2	1453	8
13	Свердло 2317-0106 ДСТУГОСТ 14952-75	1000	5	324	1	676	4
14	Цековка 2350-0119 ДСТУГОСТ 26258-84	150	1	150	1	0	0
15	Мітчик 035-2620-0610 ОСТ 2И52-1-74	275	1	191	1	84	0
16	Різець канавочний спеціальний	400	3	400	2	0	1
17	Цековка 2350-0433 ДСТУГОСТ 26258-84	7300	35	7300	18	0	17
18	Зенківка 2353-0134 ДСТУГОСТ 14953-80	1500	8	1500	4	0	4
19	Фреза спеціальна	5550	16	1735	3	3815	13

					КНУ.КМР.131.24.2-01.07.НДЧ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Продовження таблиці 7.8

1	2	3	4	5	6	7	8
20	Свердло 2301-0845 ДСТУГОСТ 19546-74	10650	51	3450	9	7200	42
21	Фреза 2234-01-67 ДСТУГОСТ 6648-79	6000	17	1890	3	4110	14
22	Фреза черв'ячна АА m=1 ДСТУГОСТ 9324-80	89750	125	28100	20	61650	105
Σ	Хв./ шт.	213710	730	122409	327	91301	403
	Год/шт	3561,833		2040,15		1521,683	

Ефективність використання інструменту (E_u) збільшилась на 55,205%.
Ефективність використання основного машинного часу ($E_{то}$) збільшилась на 42,722%.

Загальна середньоарифметична ефективність складає:

$$E_{сер} = \frac{E_u + E_{то}}{2} \quad (7.1)$$

Підставляємо значення

$$E_{сер} = \frac{55,205 + 42,722}{2} = 48,964\%$$

Висновок: Зміцнення інструменту знижує затрати не тільки на забезпечення інструментом виробництво, але й оптимізує основний машинний час (забезпечує зниження), зменшує допоміжний час і затрати на переточку, пайку інструменту, що в підсумку дає добрий економічний ефект. Крім цього, даний спосіб позитивно впливає на екологію і ефективність використання товарно-матеріальних цінностей за рахунок вторинного використання відходів виробництва твердого сплаву від інструменту.

Причиною високої економічної ефективності являється використання при обробці деталей до 80-90% стандартних свердлильно-розточних інструментів. Дана економічна ефективність є максимальною теоретичною величиною.

					КНУ.КМР.131.24.2-01.07.НДЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

**АЛЬБОМ КРЕСЛЕНЬ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ЗАСВІДЧУЮЧИХ
АРКУШІВ**

до кваліфікаційної магістерської роботи

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Підвищення ефективності виробництва маслоагрегатів газових турбін за рахунок використання САД/САМ технологій в проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі «Кришка».

Виконав магістрант гр. ЗПМ-23м

(підпис)

Бережна А.А.

Керівник КМР

(підпис)

Рязанцев А.О.

Нормоконтроль

(підпис)

Нечаєв В.П.

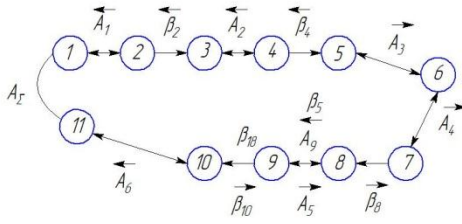
Завідувач кафедри

(підпис)

Рязанцев А.О.

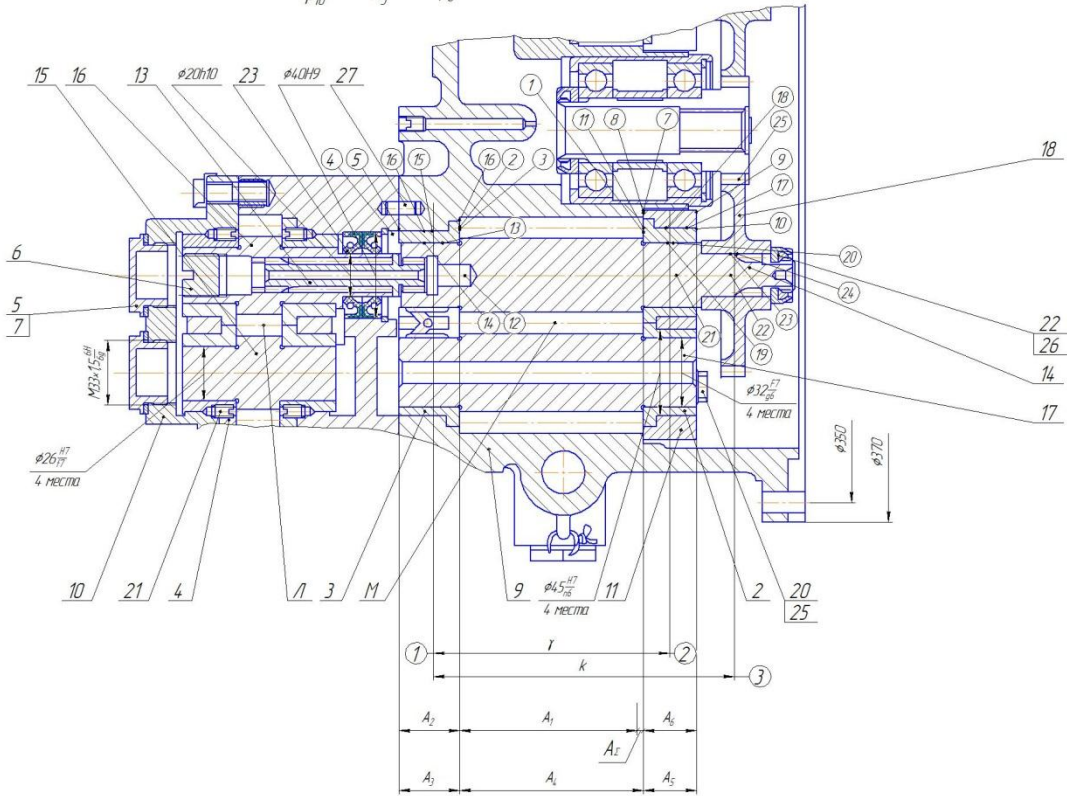
Кривий Ріг
2024 р.

Лінійний розмірний ланцюг А:
мета – забезпечити зазор між втулкою та шестернею.

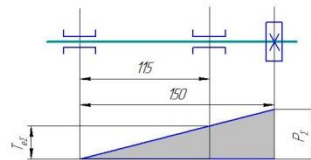


Метод пригонки

Ланка	Значення
A ₁	85 ^{+0,02}
A ₂	30 ^{+0,058}
A ₃	30 ^{+0,052}
A ₄	85 ^{+0,068}
A ₅	30 ^{+0,052}
A ₆	30 ^{+0,02}



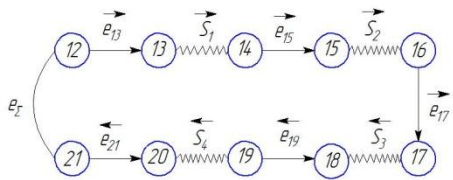
Кутовий розмірний ланцюг К:
мета – визначення відносного перекошування в зубчатому зачепленні



Ймовірнісний метод

Ланка	Значення
T _{дв}	0,053
P _г	0,069

Кутовий розмірний ланцюг γ:
ланцюг – визначення відносного зміщення підшипника ковзання.



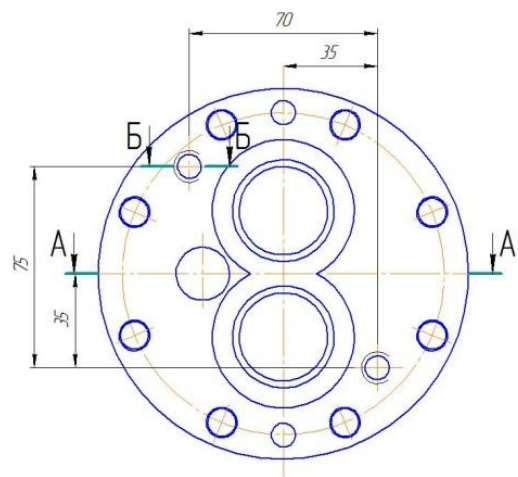
Ймовірнісний метод

Ланка	Значення
S ₁	φ32 ^{+0,005} _{-0,005}
S ₂	φ45 ^{+0,005} _{-0,005}
S ₃	φ45 ^{+0,005} _{-0,005}
S ₄	φ32 ^{+0,005} _{-0,005}

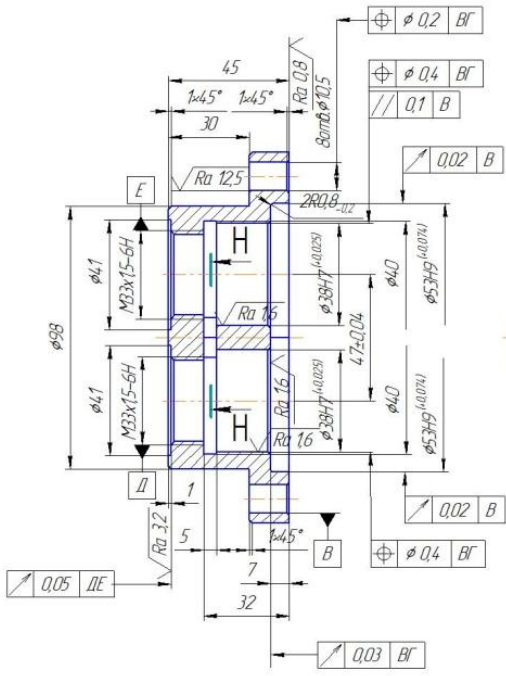
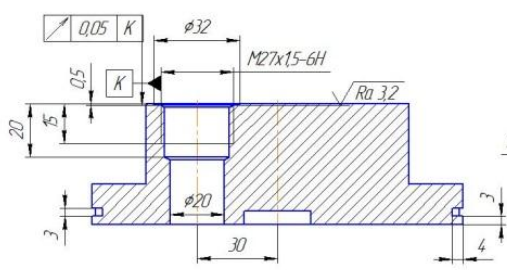
Лист 1 з 1
Лист 2 з 2
Лист 3 з 3
Лист 4 з 4
Лист 5 з 5
Лист 6 з 6
Лист 7 з 7
Лист 8 з 8
Лист 9 з 9
Лист 10 з 10
Лист 11 з 11
Лист 12 з 12
Лист 13 з 13
Лист 14 з 14
Лист 15 з 15
Лист 16 з 16
Лист 17 з 17
Лист 18 з 18
Лист 19 з 19
Лист 20 з 20
Лист 21 з 21
Лист 22 з 22
Лист 23 з 23
Лист 24 з 24
Лист 25 з 25
Лист 26 з 26
Лист 27 з 27
Лист 28 з 28
Лист 29 з 29
Лист 30 з 30
Лист 31 з 31
Лист 32 з 32
Лист 33 з 33
Лист 34 з 34
Лист 35 з 35
Лист 36 з 36
Лист 37 з 37
Лист 38 з 38
Лист 39 з 39
Лист 40 з 40
Лист 41 з 41
Лист 42 з 42
Лист 43 з 43
Лист 44 з 44
Лист 45 з 45
Лист 46 з 46
Лист 47 з 47
Лист 48 з 48
Лист 49 з 49
Лист 50 з 50
Лист 51 з 51
Лист 52 з 52
Лист 53 з 53
Лист 54 з 54
Лист 55 з 55
Лист 56 з 56
Лист 57 з 57
Лист 58 з 58
Лист 59 з 59
Лист 60 з 60
Лист 61 з 61
Лист 62 з 62
Лист 63 з 63
Лист 64 з 64
Лист 65 з 65
Лист 66 з 66
Лист 67 з 67
Лист 68 з 68
Лист 69 з 69
Лист 70 з 70
Лист 71 з 71
Лист 72 з 72
Лист 73 з 73
Лист 74 з 74
Лист 75 з 75
Лист 76 з 76
Лист 77 з 77
Лист 78 з 78
Лист 79 з 79
Лист 80 з 80
Лист 81 з 81
Лист 82 з 82
Лист 83 з 83
Лист 84 з 84
Лист 85 з 85
Лист 86 з 86
Лист 87 з 87
Лист 88 з 88
Лист 89 з 89
Лист 90 з 90
Лист 91 з 91
Лист 92 з 92
Лист 93 з 93
Лист 94 з 94
Лист 95 з 95
Лист 96 з 96
Лист 97 з 97
Лист 98 з 98
Лист 99 з 99
Лист 100 з 100

КНУКМР.13124.2-01СК				Лист	Всього	Масштаб
Маслоагрегат				11		
Ім'я	П.Розум	Іван	Світлана	Лист	Всього	Т
Розроб	Введення					
Перев	Розробка					
Контроль						
Інженер	Начальник					
Зміст	Розробка					
Календар				Капелюк ТМ ЗІМ-2М Формат А1		

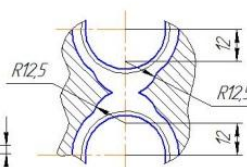
КНУ.КМР.13124.2-01.К



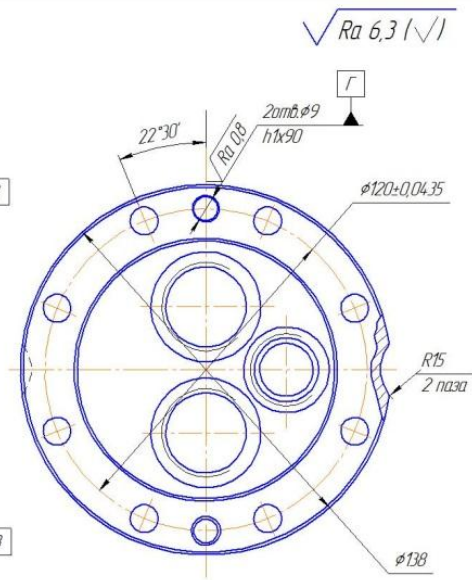
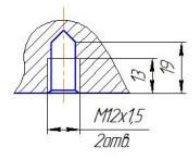
A-A



H-H



B-B



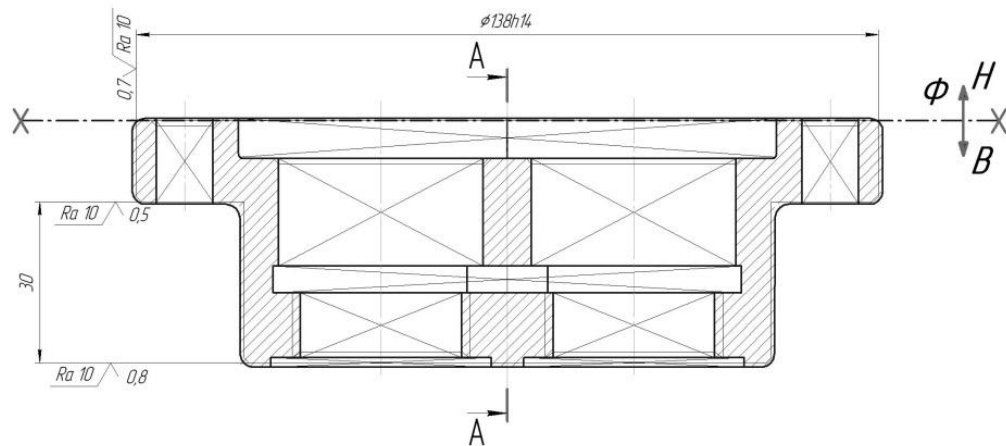
1. Заготовка - круг КВМ не меньше 0,3.
2. М'якість НВ≥96.
3. Невказані граничні відхилення розмірів отворів - по Н14, валів - по н14, інші - ±IT14/2.
4. Покрыття Ан. окс. емт.

КНУ.КМР.13124.2-01.К				Лист	Масса	Посилені
Кришка				0,72	11	
Склад виробничий 01 ДСТУ ISO 205-12002				Лист	Листів	1
Каретка ТМ гр.ЗПМ-23М						
Копія						
Формат						

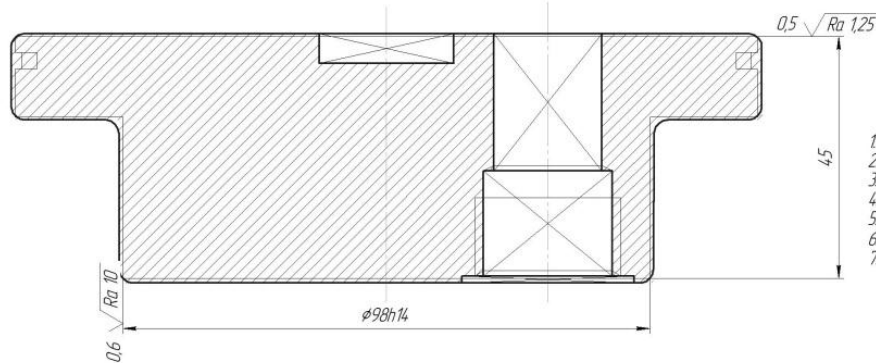
Лист № 1
Лист № 2
Лист № 3
Лист № 4
Лист № 5
Лист № 6
Лист № 7
Лист № 8
Лист № 9
Лист № 10
Лист № 11
Лист № 12
Лист № 13
Лист № 14
Лист № 15
Лист № 16
Лист № 17
Лист № 18
Лист № 19
Лист № 20

КНУ.КМР.131.24.2-01.ЕО. КВ

$\sqrt{Rz20}$ (✓)



A-A Q



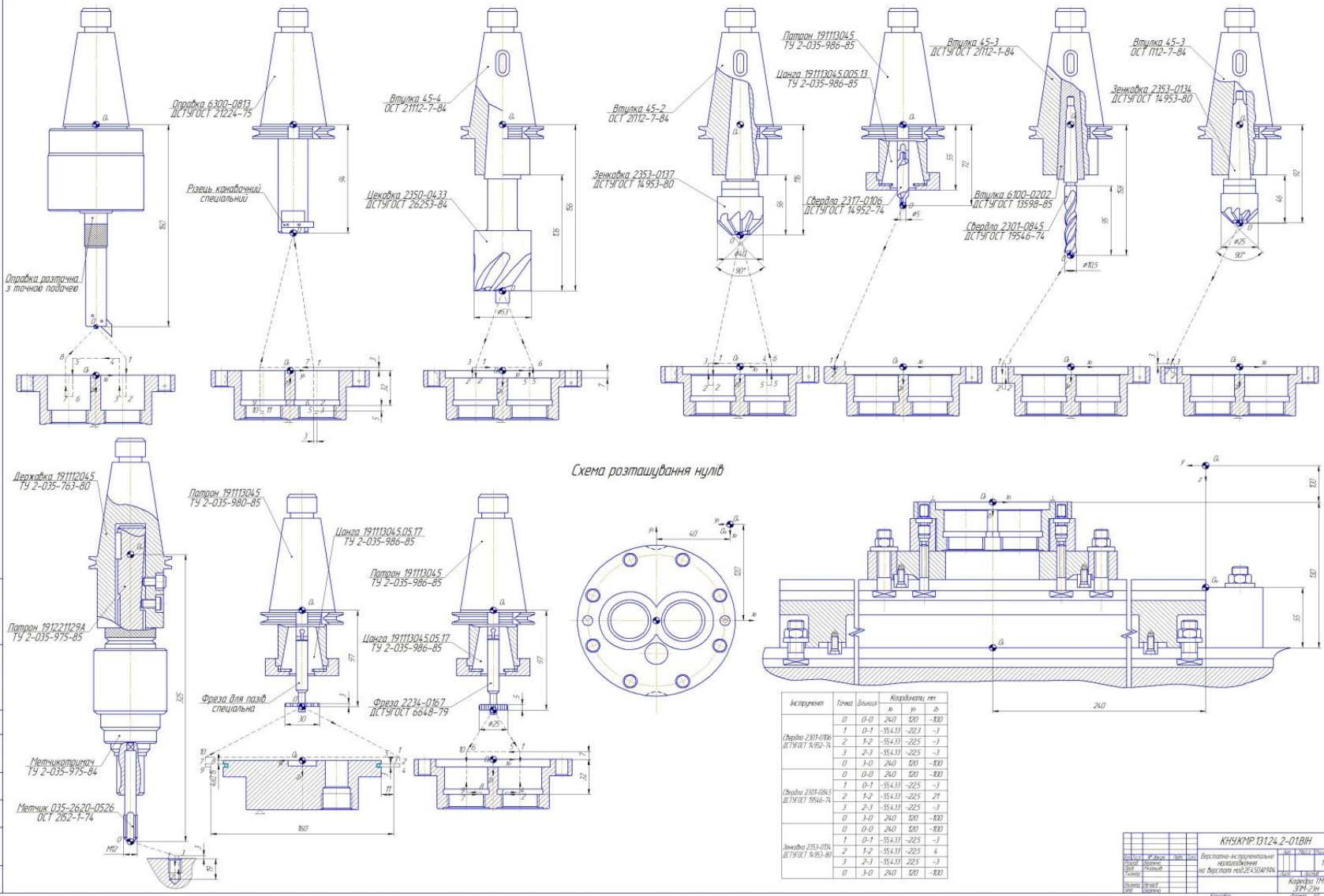
1. Можлива заміна матеріалу на Д16 ДСТУ ISO209-12002.
2. Поверхню заготовки фродеструїти.
3. Точність виливки 4-2-1 ДСТУ ISO209-12002
4. Верхнє граничне відхилення маси виливки не має перевищувати 0,02 кг.
5. Невказанні виливкові радіуси R5мм.
6. Невказанні формувачні нахили 0°20'.
7. Контролювати 30% заготовель від партії.

						КНУ.КМР.131.24.2-01.ЕО. КВ		
Мат. лист	М. Взам.	Позн.	Лист	Кришка (вильовка)		Лист	Маса	Масштаб
Резерв	Резерв	Резерв	Резерв			4	2,27	1:1
Лист	Лист	Лист	Лист			Лист	Лист	Лист
Масштаб	Масштаб	Масштаб	Масштаб	Сплав алюмінієвий АК7 ДСТУ ISO209-12002		Карфедра ТМ гр.ЗПМ-23М		
Дата	Дата	Дата	Дата	Корпус		Формат А2		

Лист

Лист

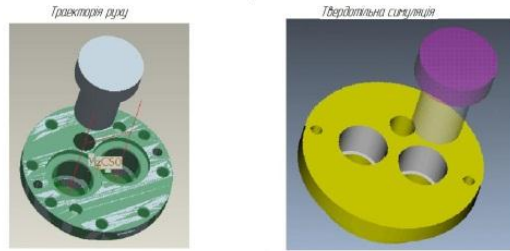
Лист



Инструмент	Позиция	Диаметр	Кординаты, мм		
			X	Y	Z
Сверло 2301-0106 ДСТУ ГОСТ 14952-74	0	0-0	240	100	-820
	1	0-1	-55.431	-225	-3
	2	1-2	-55.431	-225	-3
Сверло 2301-0845 ДСТУ ГОСТ 19546-74	0	0-0	240	100	-820
	1	0-1	-55.431	-225	-3
	2	1-2	-55.431	-225	21
Шайба 2353-0134 ДСТУ ГОСТ 14953-80	0	0-0	240	100	-820
	1	0-1	-55.431	-225	-3
	2	1-2	-55.431	-225	4
Шайба 2353-0134 ДСТУ ГОСТ 14953-80	0	0-0	240	100	-820
	1	0-1	-55.431	-225	-3
	2	1-2	-55.431	-225	-3
Шайба 2353-0134 ДСТУ ГОСТ 14953-80	0	0-0	240	100	-820
	1	0-1	-55.431	-225	-3
	2	1-2	-55.431	-225	-3

КНУМР 13124.2-01ВН
 Разработка и изготовление
 чертежей
 на производство
 Копирование
 11
 1М
 1М

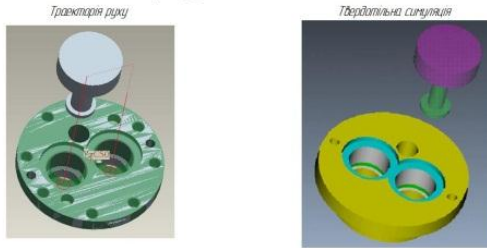
Розточка отворів Ø38H7



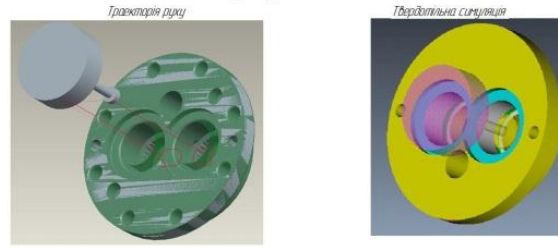
Цеккування отворів Ø53H9



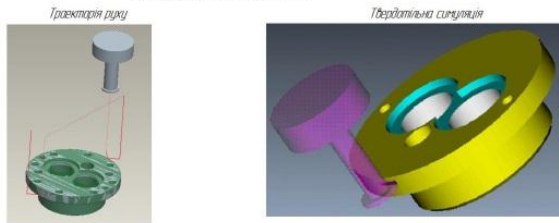
Фрезерування канавок Ø40



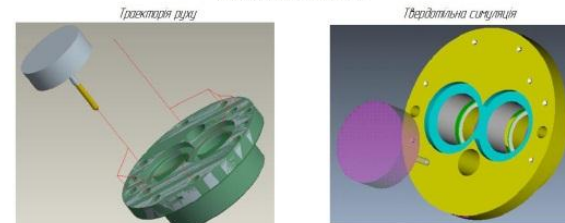
Фрезерування канавки R12,5



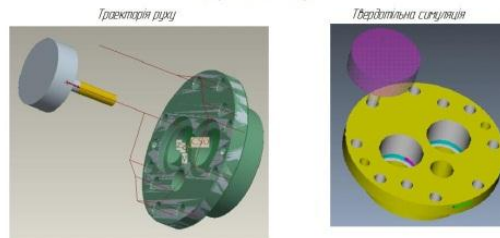
Фрезерування канавки R15



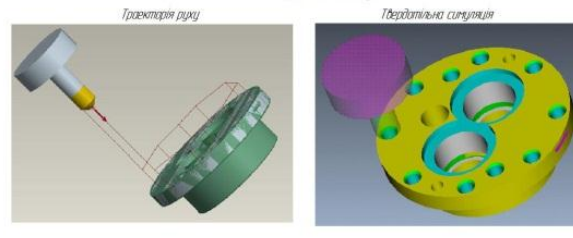
Центрування отворів



Свердління отворів

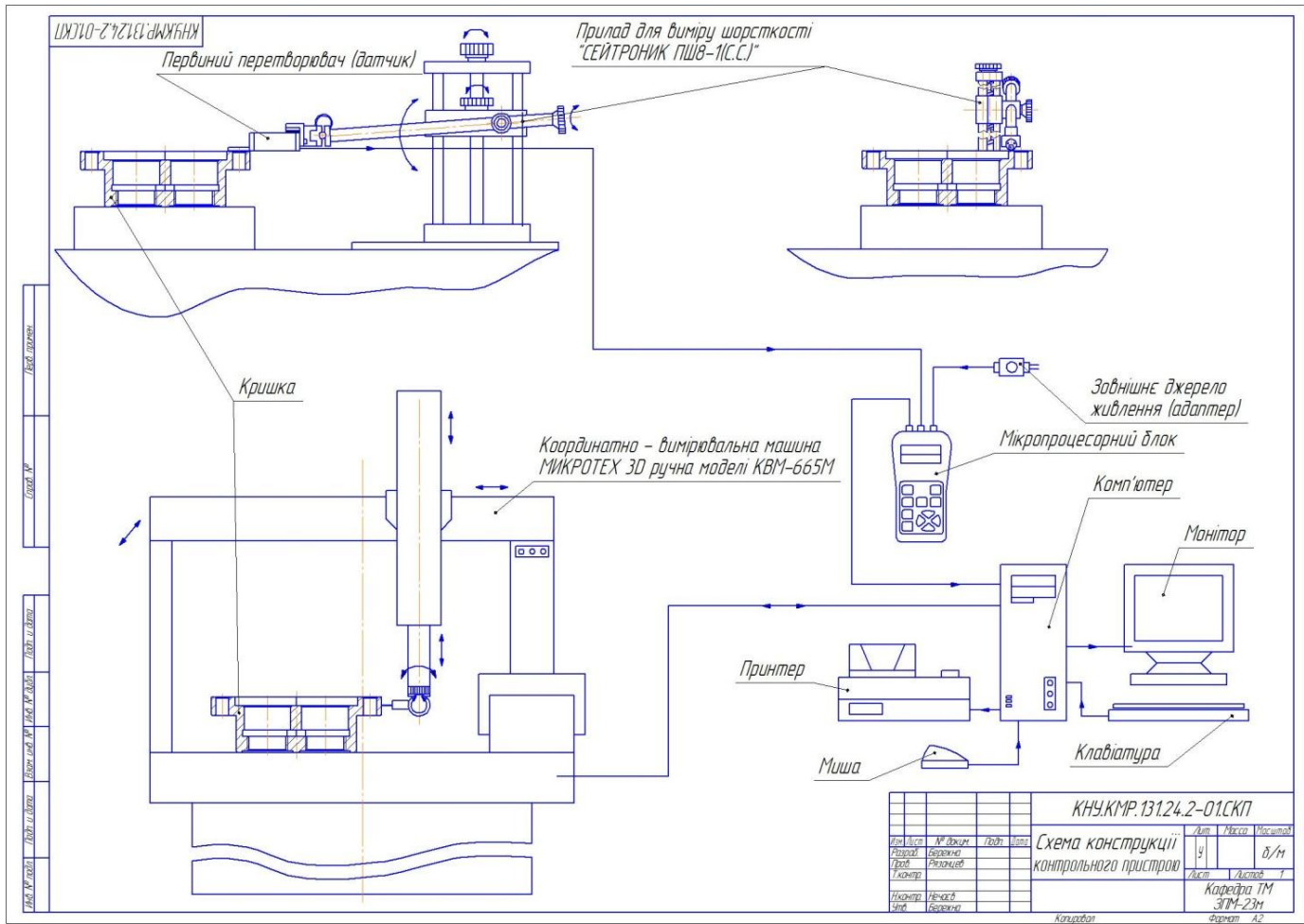


Зенкування отворів



Лист 1 з 1
Сторінка 1 з 1
Лист 1 з 1
Сторінка 1 з 1
Лист 1 з 1
Сторінка 1 з 1

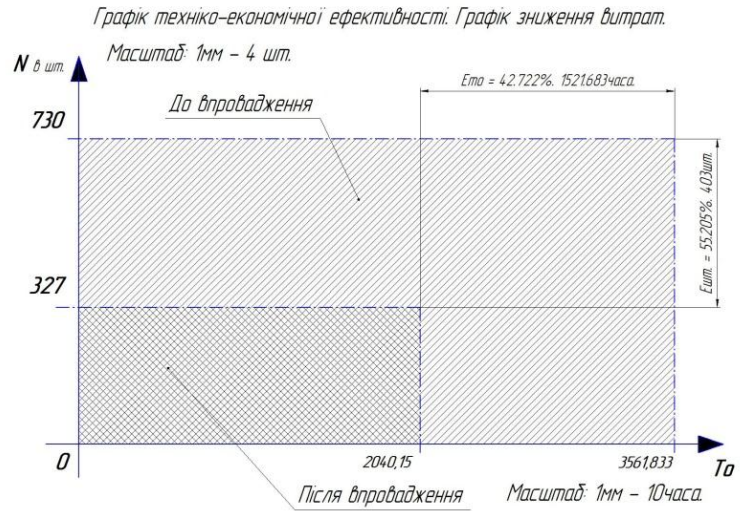
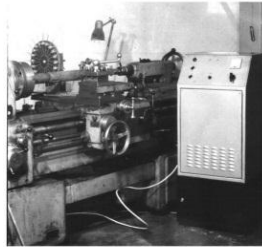
КНУКМР.13124.2-01ВОК				Лист	1 з 1
Відомості про об'єкт проектування				Лист	1 з 1
Корекція 1/1 ар.30/04-23м					
Контракт				Формат А1	



Лист 1 з 1
Лист 2 з 2
Лист 3 з 3
Лист 4 з 4
Лист 5 з 5
Лист 6 з 6
Лист 7 з 7
Лист 8 з 8
Лист 9 з 9
Лист 10 з 10
Лист 11 з 11
Лист 12 з 12
Лист 13 з 13
Лист 14 з 14
Лист 15 з 15
Лист 16 з 16
Лист 17 з 17
Лист 18 з 18
Лист 19 з 19
Лист 20 з 20
Лист 21 з 21
Лист 22 з 22
Лист 23 з 23
Лист 24 з 24
Лист 25 з 25
Лист 26 з 26
Лист 27 з 27
Лист 28 з 28
Лист 29 з 29
Лист 30 з 30
Лист 31 з 31
Лист 32 з 32
Лист 33 з 33
Лист 34 з 34
Лист 35 з 35
Лист 36 з 36
Лист 37 з 37
Лист 38 з 38
Лист 39 з 39
Лист 40 з 40
Лист 41 з 41
Лист 42 з 42
Лист 43 з 43
Лист 44 з 44
Лист 45 з 45
Лист 46 з 46
Лист 47 з 47
Лист 48 з 48
Лист 49 з 49
Лист 50 з 50
Лист 51 з 51
Лист 52 з 52
Лист 53 з 53
Лист 54 з 54
Лист 55 з 55
Лист 56 з 56
Лист 57 з 57
Лист 58 з 58
Лист 59 з 59
Лист 60 з 60
Лист 61 з 61
Лист 62 з 62
Лист 63 з 63
Лист 64 з 64
Лист 65 з 65
Лист 66 з 66
Лист 67 з 67
Лист 68 з 68
Лист 69 з 69
Лист 70 з 70
Лист 71 з 71
Лист 72 з 72
Лист 73 з 73
Лист 74 з 74
Лист 75 з 75
Лист 76 з 76
Лист 77 з 77
Лист 78 з 78
Лист 79 з 79
Лист 80 з 80
Лист 81 з 81
Лист 82 з 82
Лист 83 з 83
Лист 84 з 84
Лист 85 з 85
Лист 86 з 86
Лист 87 з 87
Лист 88 з 88
Лист 89 з 89
Лист 90 з 90
Лист 91 з 91
Лист 92 з 92
Лист 93 з 93
Лист 94 з 94
Лист 95 з 95
Лист 96 з 96
Лист 97 з 97
Лист 98 з 98
Лист 99 з 99
Лист 100 з 100

КНУ.КМР.131.24.2-01.СКП				Лист	Масштаб	Масштаб
Мат. части	№ докум.	Лист	Лист	4		0/11
Резерв	Резерв					
Проб.	Резерв					
Контр.						
Наклад.	Немає					
Зміст.	Без зміст.					
Категорія				Категорія ТМ ЗІМ-23М		
				Формат А2		

Вид установки електроерозійного зміцнення.



Технічна характеристика ЕИ18, ЕИ18А та ЕИ110.

- Товщина наносимого покриття, мм 0,02-0,2
- Глибина проникнення покриття в поверхню деталі, мм 0,05-0,15
- Твердість покриття, НRCз до 80 (твердий сплав типу ВК8, Т15К6)
- Шарсткість поверхні, мкм, Ra 3,2
- Продуктивність, см²/хв 0,36
- Споживана потужність, кВт 2,20
- Напряга живлення частотою 50Гц,В 220
- Маса установки, кг: стаціонарної 95
- переносний 16
- Габаритні розміри, мм: стаціонарної 1100x660x950
- переносний 460x270x240

Наукова робота полягає в зміцненні (методом напилювання):
 1. Швидкохідного інструменту марки Р6М5, Р18, У7-У12, твердосплавними матеріалами типу Т15К6, Т5К10;
 2. Твердосплавних пластин марки Т15К6, ВК8, твердосплавними матеріалами типу ТН20.
 3. Загальна середньоарифметична ефективність $E_{ср} = 48,964\%$.

		КНУЖНР.131.24.2-01НДЧ	
Місце	Місце	Дата	Відрізок
Розроб	Виконав	З	-
Ліценз	Відомості	Акція	В/Н
Розроб	Відомості	Акція	В/Н
Відомості	Відомості	Акція	В/Н
Відомості	Відомості	Акція	В/Н
Відомості	Відомості	Акція	В/Н
Відомості	Відомості	Акція	В/Н