

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

## КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

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

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення  
деталі «Ступиця колеса колісної пари» та обґрунтування параметрів  
надійності процесу за допомогою CAD/CAM систем

Проектував ст.гр. ПМ-20

Богуш М.О.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Цивінда Н.І.

Кривий Ріг  
2024 р

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА  
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

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

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення  
деталі «Ступиця колеса колісної пари» та обґрунтування параметрів  
надійності процесу за допомогою САД/САМ систем

Проектував ст.гр. ПМ-20

/Богущ М.О./

Керівник роботи

/к.т.н., доц. Цивінда Н.І./

Нормоконтроль

/к.т.н., доц. Рязанцев А.О./

Завідувач кафедри

/ к.т.н., доц. Нечаєв В.П./

Кривий Ріг  
2024 р

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

Затверджую  
Зав. кафедри ТМ к.т.н. доц., Нечаєв В.П.

---

(підпис)

---

(дата)

## **ЗАВДАННЯ** **на кваліфікаційну бакалаврську роботу**

**Студент** гр. ПМ-20 Богущ Микита Олександрович

**Тема:** Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Ступиця колеса колісної пари» та обґрунтування параметрів надійності процесу за допомогою САД/САМ систем

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

Тема затверджена наказом по КНУ № 253с від «08 »04 2024 р.

**2. Термін подання студентом закінченого проекту** 3 червня 2024 р.

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

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

**4. Зміст пояснювальної записки:**

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА

1.2 Статичне дослідження деталі в SOLIDWORKS

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

3 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ

4 РОЗРОБКА КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ СВЕРДЛЕННЯ ОТВОРІВ Feature SAM.

5Проектування технологічного оснащення

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

**5. Перелік графічного матеріалу:** 1. Креслення складального вузла. 2. Креслення заготовки 3. Креслення деталі. 4. Ескізи операцій 5. Креслення верстатно - інструментального налагодження. 6.Креслення верстатного пристосування 7.Креслення контрольного пристосування

## 6. Календарний план:

Етап роботи	Термін виконання
1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА 1.1 Призначення й умови роботи вузла, в який входить деталь 1.2 Статичне дослідження деталі в SOLIDWORKS 2 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІ 2.1 Службове призначення деталі. Вибір матеріалу і варіантів замін 2.2 Аналіз якості поверхонь деталі	До 28.04 2024р.
2.3 Технічний контроль робочого креслення 2.4 Аналіз технологічності деталі 2.4.1 Якісний аналіз технологічності 2.4.2 Кількісний аналіз технологічності 2.5 Вибір типу виробництв 2.6 Вибір типового технологічного процесу 3 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ 3.1 Вибір, техніко-економічне обґрунтування та проектування заготовок 3.1.1 Вибір заготовки 3.1.2 Проектування заготовки 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	02.05 2022р.- 20.05.2024р.
3.6 Аналітичний розрахунок припусків на одну циліндричну поверхню 3.7 Розрахунок і вибір режимів різання, нормування технологічних операцій 4 РОЗРОБКА КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ СВЕРДЛЕННЯ ОТВОРІВ Feature SAM.	з 31.05.2024р.
5 Проектування технологічного оснащення 6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА 6.1 Оцінка техніко-економічної ефективності виробництва 6.2 Охорона праці	до 03.06 2024р.
Попередній захист	10 .06 2024р.

Дата видачі завдання: “08” 04 2024р.

Студент \_\_\_\_\_ / Богуш М.О./

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

## РЕФЕРАТ

Об'єктом проектування є конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі ступиця колеса колісної пари.

Мета розробки – розробка комплексного технологічного процесу виготовлення деталі ступиця, включаючи всі стадії підготовки виробництва від заготовки до готового виробу.

Ціль реалізувалася розробкою технологічного налагодження на операцію при обробці на токарному верстаті з ЧПК моделі 16K20Ф3. Для створення керуючої програми застосовуємо CAD/CAM систему – FeatureCAM. Для цього деталь моделювалась у Solid Works та для неї проводилось статичне дослідження.

Всі технічні рішення супроводжувались техніко-економічними розрахунками, що доводили їх об'єктивність.

КОЛІСНА ПАРА, БАНДАЖ, РОЗМІРНИЙ ЛАНЦЮГ, ЗАГОТОВКА, КОНТРОЛЬ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ЯКІСТЬ, ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ, КЕРУЮЧА ПРОГРАМА

## ABSTRACT

The object of the design is the design and technological preparation of the wheel hub part of the wheel pair.

The purpose of the development is to develop a complex technological process for the manufacture of the hub part, including all stages of production preparation from the workpiece to the finished product.

The goal was realized by the development of technological adjustment for the operation during processing on a lathe with CNC model 16K20F3. To create a control program, we use the CAD/CAM system - FeatureCAM. For this, the part was modeled in Solid Works and a static study was conducted for it.

All technical solutions were accompanied by technical and economic calculations that proved their objectivity.

WHEEL PAIR, BANDAGE, MEASUREMENT CHAIN, PREPARATION, CONTROL, TECHNOLOGICAL PROCESS, QUALITY, ECONOMIC JUSTIFICATION, MANAGEMENT PROGRAM

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.Р			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	Богущ				РЕФЕРАТ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архів</i>
<i>Перевір.</i>	Цивінда							
<i>Н. Контр.</i>	Рязанцев					Кафедра ТМ		
<i>Затверд.</i>	Нечаєв					Гр.ПМ20		

## ЗМІСТ

### Вступ

#### 1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА

1.1 Призначення й умови роботи вузла, в який входить деталь

1.2 Статичне дослідження деталі в SOLIDWORKS

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

2.1 Службове призначення деталі. Вибір матеріалу і варіантів замін

2.2 Аналіз якості поверхонь деталі

2.3 Технічний контроль робочого креслення

2.4 Аналіз технологічності деталі

2.4.1 Якісний аналіз технологічності

2.4.2 Кількісний аналіз технологічності

2.5 Вибір типу виробництв

2.6 Вибір типового технологічного процесу

#### 3 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ

3.1 Вибір, техніко-економічне обґрунтування та проектування заготовок

3.1.1 Вибір заготовки

3.1.2 Проектування заготовки

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 Аналітичний розрахунок припусків на одну циліндричну поверхню

3.7 Розрахунок і вибір режимів різання, нормування технологічних операцій

#### 4 РОЗРОБКА КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ СВЕРДЛЕННЯ ОТВОРІВ Feature CAM.

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.3			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	Богуш				ЗМІСТ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	Цивінда						1	2
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. Контр.</i>	Рязанцев							
<i>Затв.</i>	Нечаєв							
						Кафедра ТМ гр. ПМ-20		

5Проектування технологічного оснащення  
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА  
ВИРОБНИЦТВА  
6.1 Оцінка техніко-економічної ефективності виробництва  
6.2 Охорона праці  
Висновки  
Список використаних джерел  
Додатки

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Темою даної кваліфікаційної випускної роботи є конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Ступиця колеса колісної пари» та обґрунтування параметрів надійності процесу за допомогою CAD/CAM систем, з метою підвищення продуктивності, з урахуванням сучасних умов виробництва та адаптації до воєнного стану.

Реалізація цього проекту буде здійснюватись за рахунок розробки прогресивного технологічного обробки деталі, вибору заготовки оптимальної собівартості, застосуванням сучасного обладнання та інструменту. Застосування CAD, CAM, CAE технологій допоможе скоротити час на оформлення конструкторської документації, забезпечить надійність процесу та зниження собівартості обробки. Дана випускна роботи закінчується повною технологічною документацією, кресленням складального вузла, деталі, її тривимірної моделі, схемою складання, налагодженнями на операцію. Необхідність продемонструвати можливості складання на основі 3Dмоделювання, розробки керуючих програм за допомогою САМ технологій, статичне дослідження моделі в САЕ технологіях – це ті напрямки автоматизації конструкторсько-технологічного підготовлення, що дадуть змогу адаптувати виготовлення деталі в будь-яких умовах виробництва.

В основних напрямках розвитку народного господарства України відзначається, що на основі проведення єдиної технічної політики у всіх галузях народного господарства необхідно прискорити технічне переозброєння виробництва, широко впровадити прогресивну техніку й технологію, що забезпечують підвищення продуктивності праці і якості продукції, збільшення фондівіддачі, економію матеріальних ресурсів, поліпшення умов праці. Проблема якості охоплює всі сторони господарської діяльності. Вища якість - це заощадження праці й матеріальних ресурсів, ріст експортних можливостей, а в остаточному підсумку краще, більше повне задоволення потреб суспільства.

					КНУ.КБР.131.24.1-02.В			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ВСТУП	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>	Богуш							
<i>Перевір.</i>	Цивінда							
<i>Н. Контр.</i>	Рязанцев					Кафедра ТМ		
<i>Затверд.</i>	Нечаєв					Гр..ПМ-20		



## 1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА

Колісні пари відносяться до ходових частин і є одними з відповідальних елементів вагона. Вагон трамвайний пасажирський моделі РВЗ-6М призначений для перевезення пасажирів по міських трамвайних коліях з шириною колії 1524 мм.



Рисунок 1.1-Трамвай РВЗ-6М

Вони призначені для напрямку руху вагона по рейковому шляху і сприйняття всіх навантажень, що передаються від вагона на рейки при їх обертанні.

Працюючи в складних умовах навантаження, колісні пари повинні забезпечувати високу надійність, оскільки від них багато в чому залежить безпека руху поїздів.

Працюючи в сучасних режимах експлуатації міста колісна пара вагона повинна відповідати таким основним вимогам: мати достатню міцність, маючи при цьому мінімальну масу з метою зниження тари рухомого складу та зменшення безпосереднього впливу на рейковий шлях і елементи вагона при проходженні нерівностей рейкової колії; володіти деякою пружністю, що забезпечує зниження рівня шуму і пом'якшення поштовхів, що виникають при русі вагона по рейковому шляху.

Колісна пара з редуктором вагона РВЗ-6М складається з осі колісної пари, двох підрезинених коліс, редуктора і кожуха редуктора, який складається з короткої і довгої частин.

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.01.АСПМ					
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА					
<i>Розроб.</i>	Богущ							<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркциф</i>
<i>Перевір.</i>	Цивінда									
<i>Н. Контр.</i>	Рязанцев							Кафедра ТМ		
<i>Затверд.</i>	Нечасв							Гр.ПМ20		



Ведуча конічна шестерня з валиком зі сторони зубчастого колеса має циліндричний підшипник 32413 (ДСТУ ГОСТ 8328:2008), конічний роликівий підшипник 7312 (ДСТУ ГОСТ 383:2008) на протилежному кінці валика. На цьому ж кінці валика шестерні знаходиться конус, на який насажений тормозний барабан. До фланця тормозного барабана прикріплений карданний вал. Зазор в конічних роликівих підшипниках регулюють прокладками, розміщених між розпорним колесом і конічним підшипником.

П'ятно контакту регулюють прокладками, що знаходяться між горловиною (стаканом) і коротким кожухом. Боковий зазор в зубах передачі регулюють прокладками, розміщеними між торцем довгого кожуха й кільцем в горловині редуктора.

### 1.1 Призначення й умови роботи вузла, в який входить деталь

Підрезинене колесо вагона РВЗ-6М (рис.1.4) складається зі сталевого диска 4, який напресований на вісь колісної пари, колісного центра 7 з насадженим на нього бандажем 1 і стопорним кільцем 2, 16 гумових вкладишів 3 і натискного диска 8. Натискний диск 8 прижятий до ступиці сталевого диска болтами 5 і 6. Колісний центр з бандажем затиснутий з двох сторін гумовими вкладишами, стягнутими периферійними болтами 6, внаслідок чого в зібраному колесі вагона під впливом зовнішніх сил бандаж може переміщатися в радіальному, боковому і круговому напрямках. Ці переміщення бандажа можливі внаслідок пружної деформації гуми вкладишів.

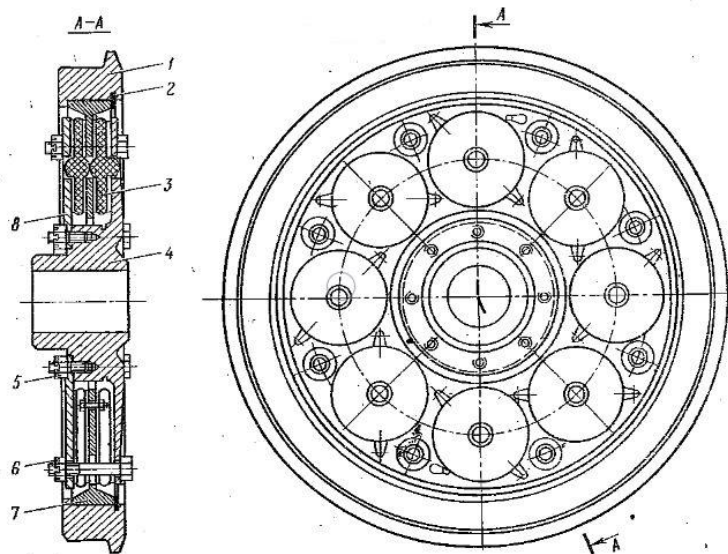


Рисунок 1.4 - Підрезинене колесо вагона РВЗ-6М: 1- бандаж; 2 - стопорне кільце; 3- гумові вкладиші; 4- сталевий диск; 5,6- болти; 7- колісний центр; 8 - натискний диск.

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Підрезинені колеса зменшують невідресорену вагу колісної пари, значно зменшують шум при русі вагона і підвищують термін служби бандажів, оскільки знос ребер значно зменшується.

Периферійні і ступічні болти створюють попереднє стиснення гумових вкладишів, що необхідно для стійкого положення бандажа і оберігання гумових вкладишів від деформації на розтяг при прогині колеса.

Бандажі на підрезинених колесах виготовлених з мартенівської сталі (ДСТУ3678-98). Стопорне кільце на бандажі - з листової сталі марки Ст 3 (ДСТУ 2651:2005) товщиною 6 мм. Колісний центр зі ступицею виготовлений куванням із сталі марки Ст 5 (ДСТУ 2651:2005), натискний диск кований - зі сталі Ст 5. Зовнішня поверхня диска має чисту обробку. Гумові вкладиші марки №1760 армовані з двох сторін стальними дисками товщиною 2 мм. Гума для вкладишів повинна мати незначну залишкову деформацію стиснення не більше 2-3% величини статичного прогину, високу міцність і пружність і працювати при температурі -45 до +80 С.

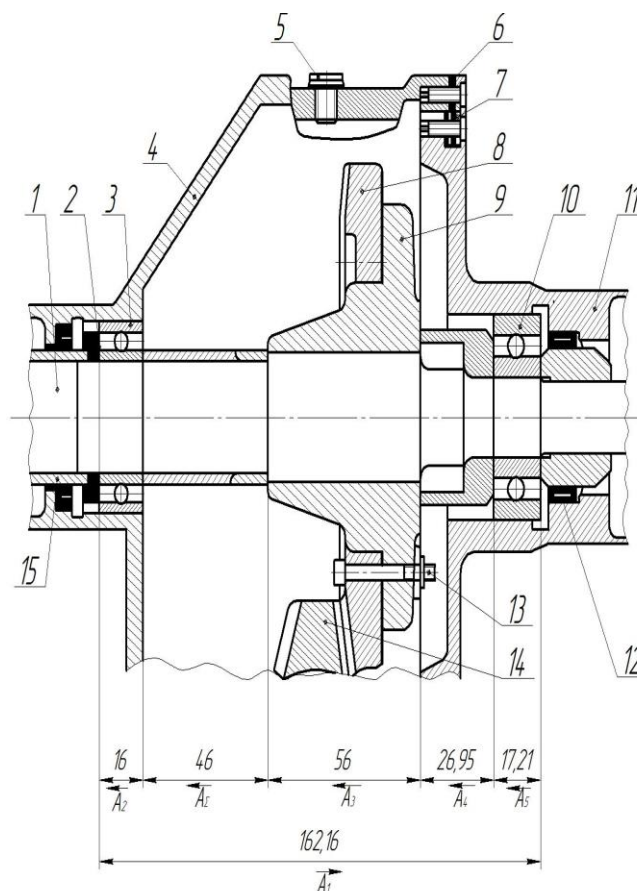


Рисунок 1.6 – Вибір вхідних та замикаючих ланок

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

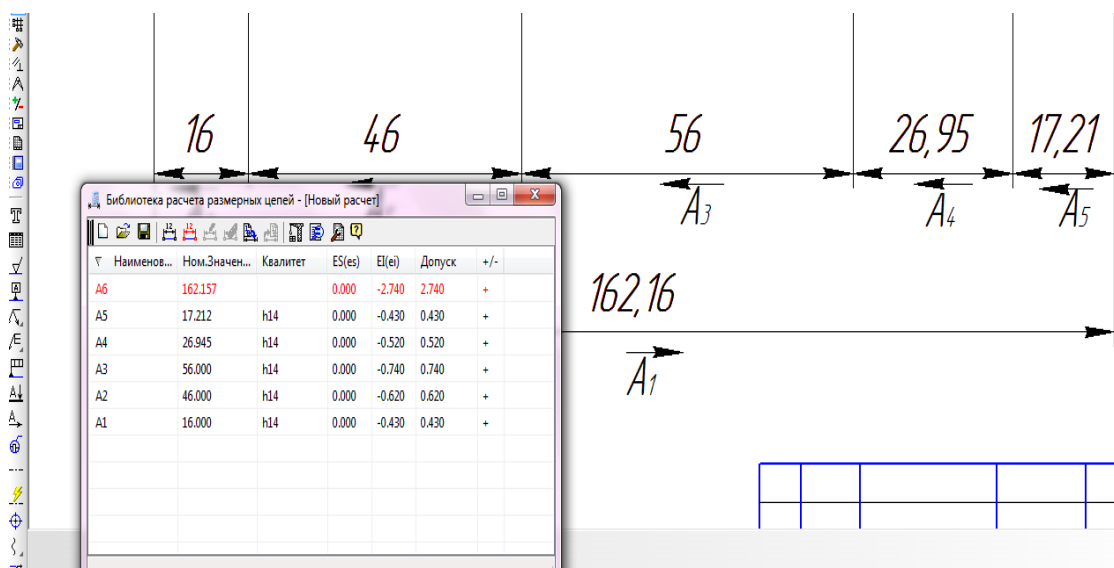


Рисунок 1.7 – Кінцевий результат розрахунку ланцюгу в SolidWorks

Розрахунок показав, що необхідно витримати зазор 1мм між зовнішнім торцем та лабіринтною кришкою короткого кожуха. Для цього в болтове з'єднання лабіринтної кришки ставлять прокладки товщиною 1 мм.

Кількість прокладок залежить від розміру між торцем підшипника та торцем фланця короткого кожуха. При розмірі 24,5-24,81 м ставлять одну прокладку, при 23,5-24,5 – дві прокладки, при 22,5-23,5 мм – три прокладки, при 21,5-22,5 – чотири прокладки і при 21,23-21,5 -5 прокладок.

Таблиця 1.1- Послідовність складання

Номер переходу	Послідовність складання	Оснащення
1	2	3
Складання підрезиненого колеса вагона		
1	Перед запресуванням вивіряють осі колісної пари на пресі по рівню	
2	Змастити підступичну частину осі	Масило конопляне, льняне
3	На вісь колісної пари запресовують внутрішній диск зі ступицею в холодному стані з натягом 0,46-0,88 мм.	Гідравлічний прес з манометром. Зусилля 0,006Н
4	Після насадки бандажа установлюють стопорне кільце, з'єднати кінці кільця зварюванням	Молоток. оправка

5	Контрольна перевірिति установку бандажа ударами молотка по поверхні катання .Результат –чистий металевий звук	Молоток
6	До колісного центру з двох сторін закріплюють гумові амортизатори і установлюють на ступицю внутрішнього диску	
7	Установлюють нажимний (зовнішній) диск на ступицю	
8	Затягують периферійні і ступичні болти до упору нажимного диску в ступицю	Тарировочний ключ
9	Кінці шплінтів периферійних болтів розводять прижавши їх до гайки	
10	Шийку головки шплінта утоплюють в шліці	Молоток
Складання редуктору		
11	Монтаж проміжного валу в горловині редуктору	
12	Установка ведучої проміжної шестерні в стакані	
13	Установка двох сферичних роликів підшипників 3620 і шарикового підшипника 201 на осі колісної пари	
14	Установка стакана з ведучою шестернею в горловину	
15	Приєднання горловини до кожуха редуктора і осі	
16	Регулювання підшипників	Щуп, індикатор
17	Регулювання зубчастого зачеплення	На краску



Рисунок 1.8 -Зібраний вузол

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.2 Статичне дослідження деталі в SOLIDWORKS

Для створеної моделі (рис. 1.9) матеріал деталі – Сталь 35 ДСТУ 7809:2015

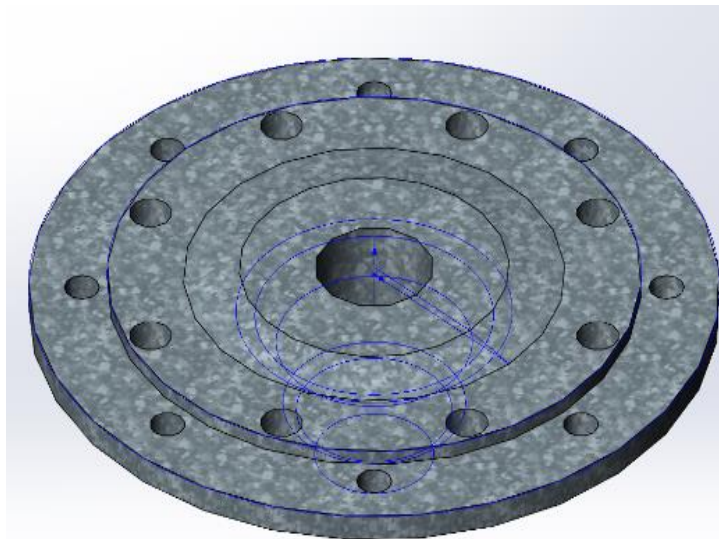


Рисунок 1.9 – 3Д-модель деталі “Ступиця”

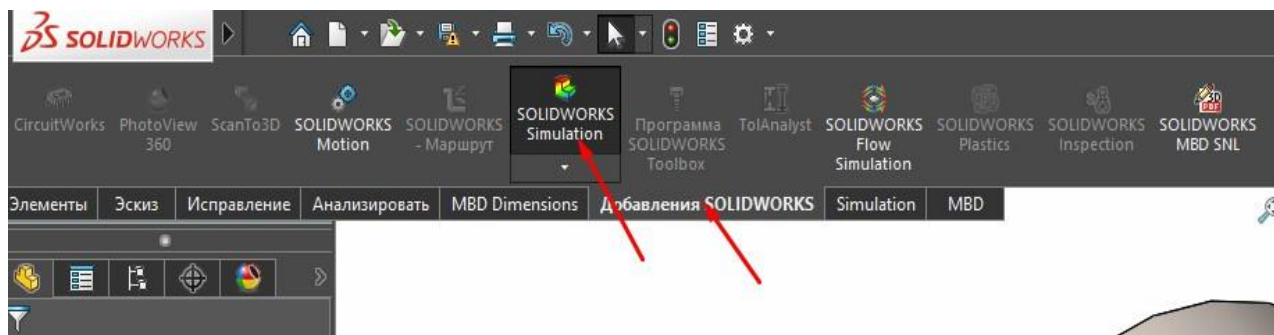


Рисунок 1.10 – Відкриття вкладки інженерних розрахунків «Simulation»

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

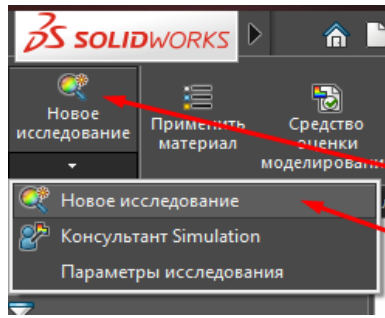


Рисунок 1.11 – Виклик нового дослідження

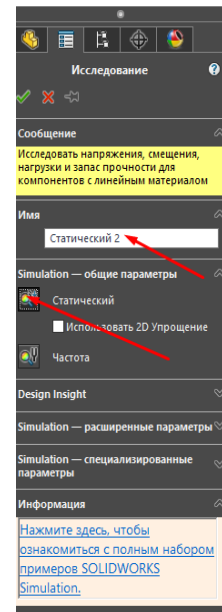
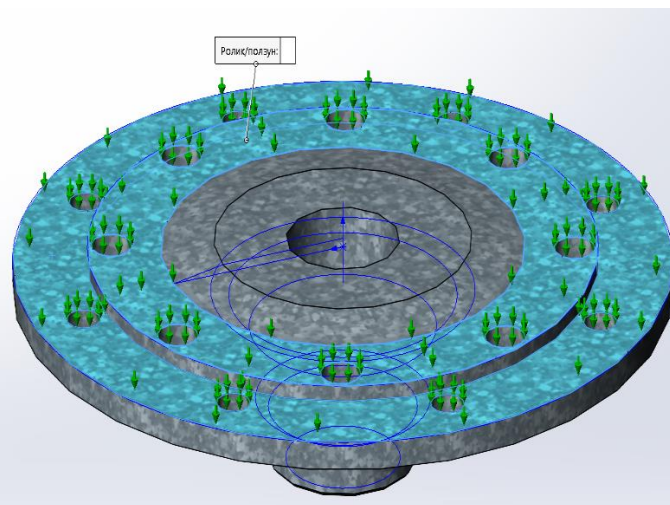
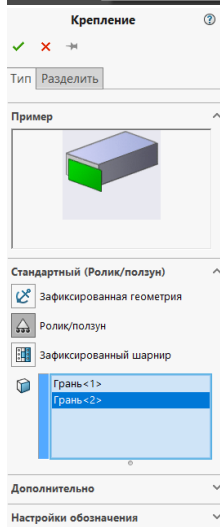
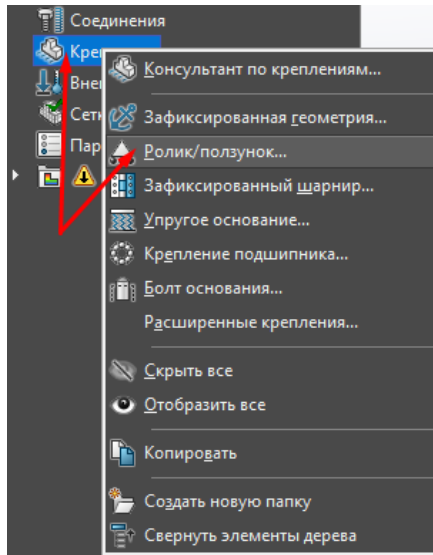
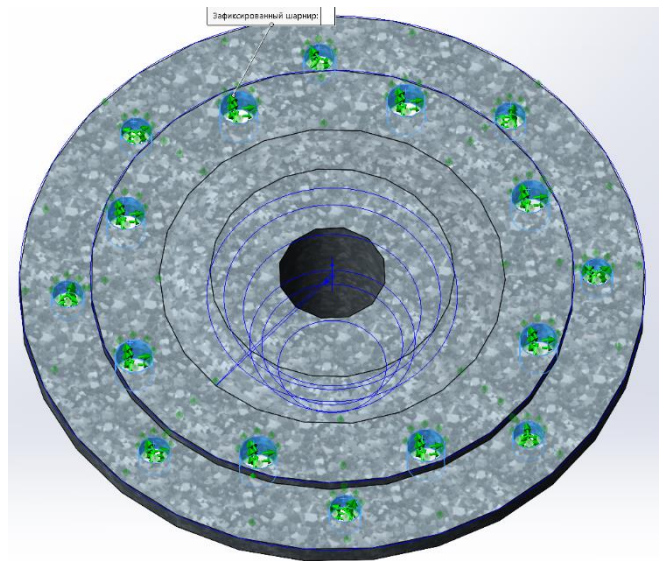
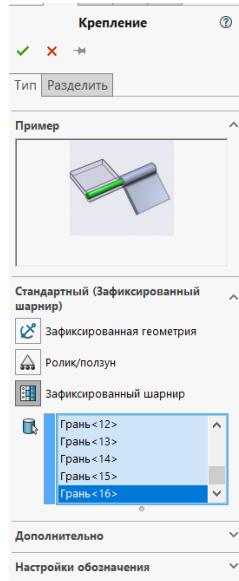
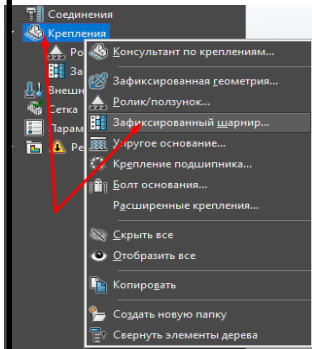


Рисунок 1.12 – Приклад створення статичного дослідження







а

б

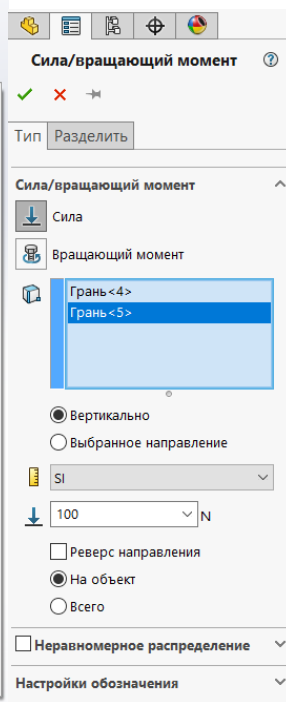
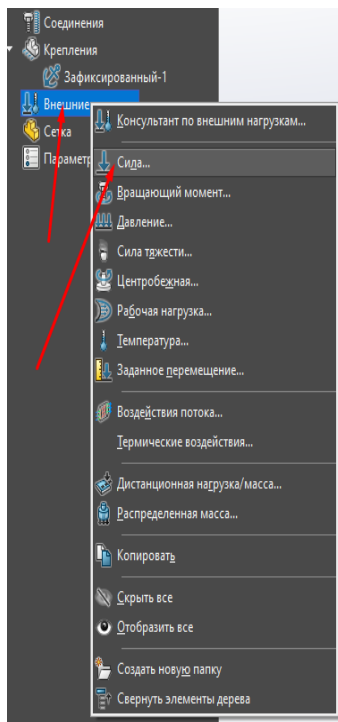
в

г

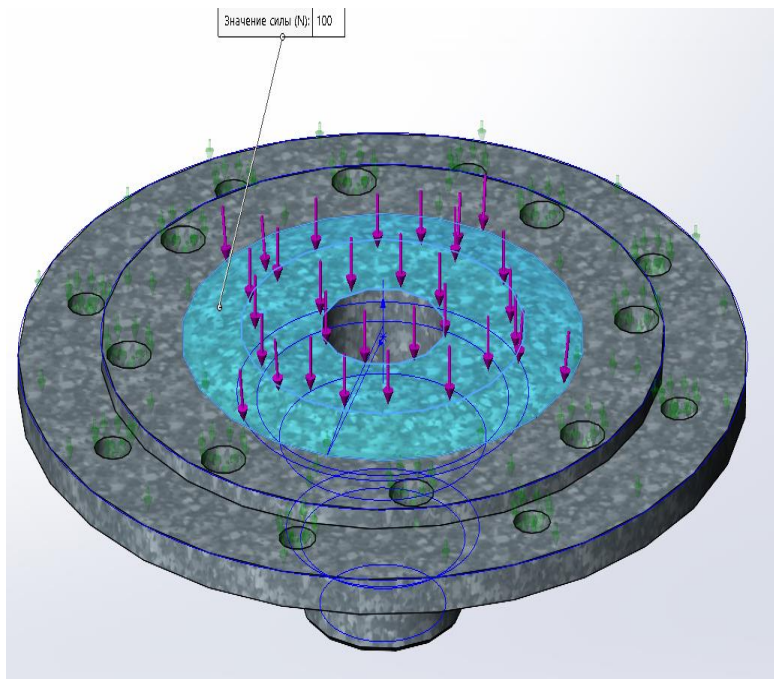
д

е

Рисунок 1.13 – Створення кріплення



					КНУ.КБР.131.24. 1-02.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



а

б

в

Рисунок 1.14 – Задання сили

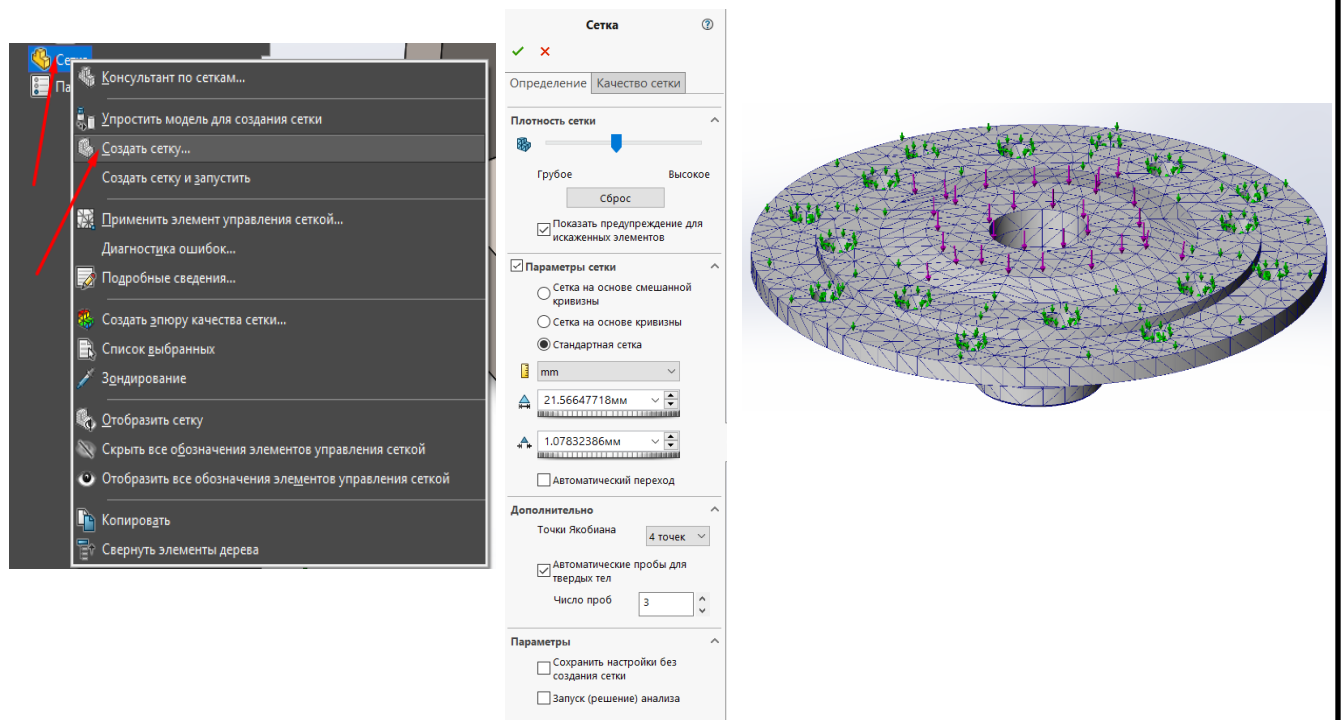


Рисунок 1.15 – Створення сітки

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

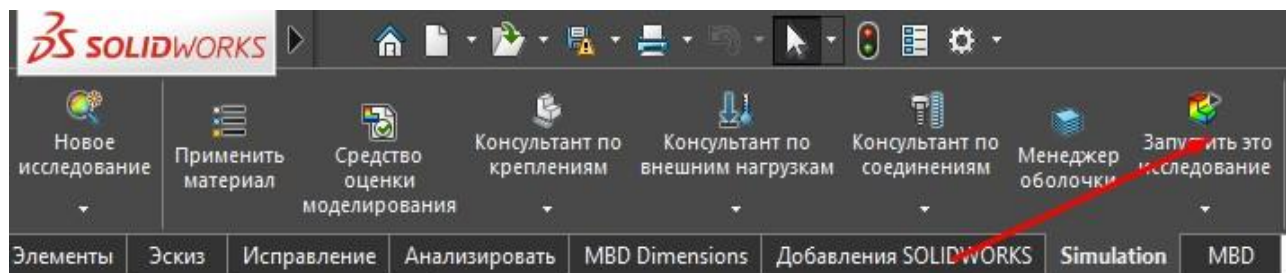


Рисунок 1.16 – Запуск дослідження

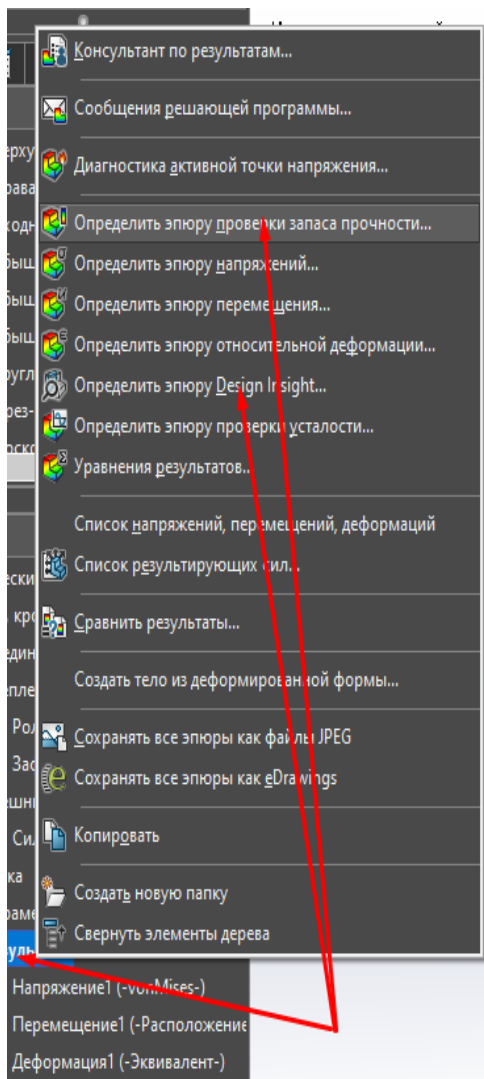


Рисунок 1.17 – Генерація додаткових епюр

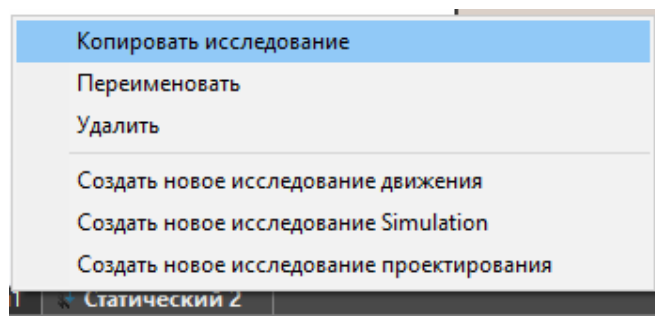


Рисунок 1.18 – Копіювання дослідження

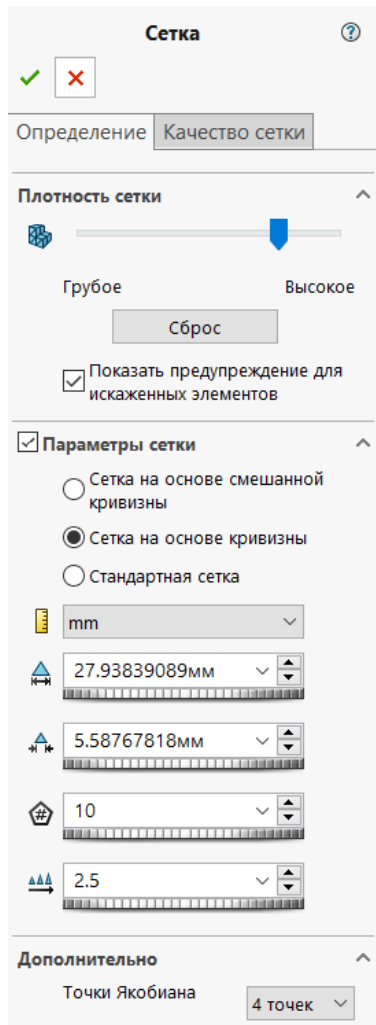


Рисунок 1.20 – Точніші налаштування Сітки

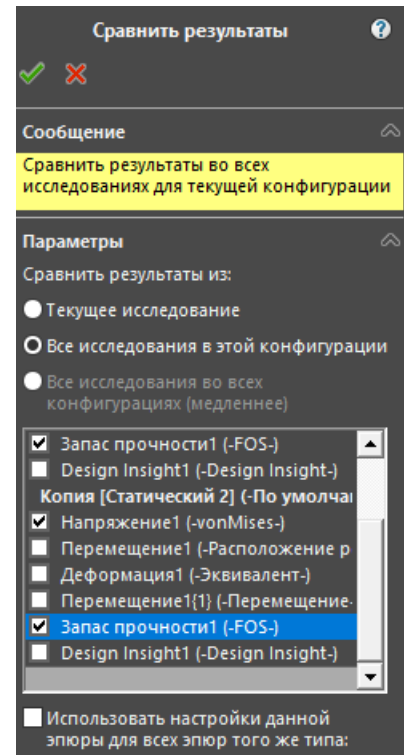


Рисунок 1.21 – Налаштування режиму порівняння

Досягаємо збіжності сітки для свого дослідження і генеруємо звіт на панелі Command Manager.

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

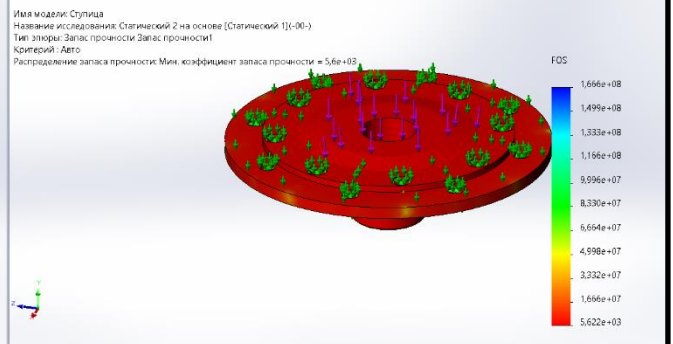
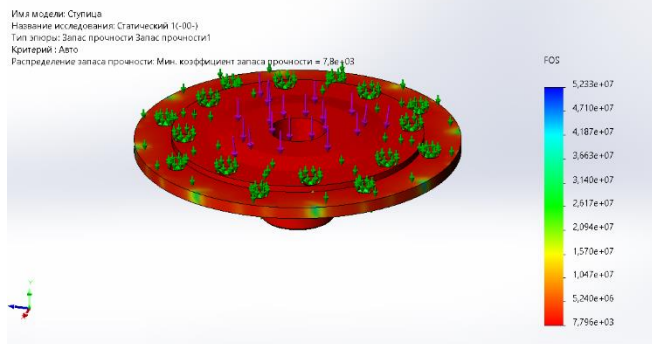
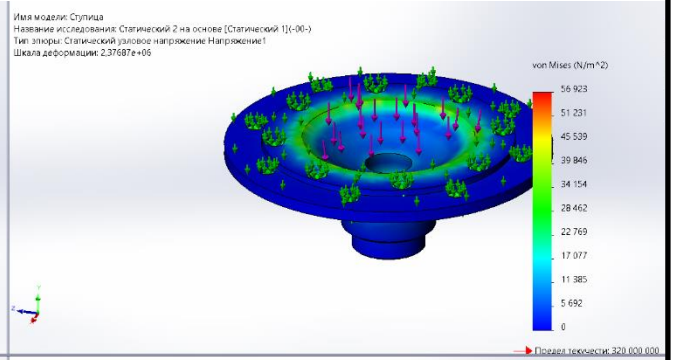
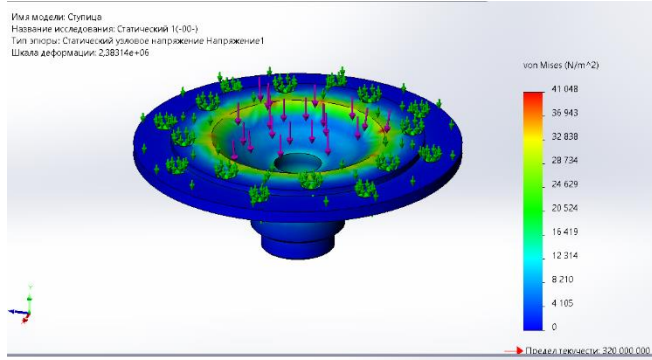


Рисунок 1.22 – Режим порівняння результатів

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

Ступиця - це центральна частина деталі, що обертається з отвором (маховика, шків, зубчастого колеса і т. д.) для насадки на вал або вісь. Ступиця призначена для установки колеса за допомогою підшипників на вісь обертання, яка називається цапфою. Ступиця встановлюються на конічних роликкових або кулькових радіально упорних підшипниках, які сприймають як радіальні, так і осьові навантаження, що передаються на ступицю від колеса.

В якості матеріалу вибираю Сталь 35 ДСТУ 7809:2015. Її можна замінити на Сталь 35Г ДСТУ 7809:2015.

Дані про властивості сталей приводяться у таблицях 2.1 та 2.2.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталей, %

Марка сталі	Si	Cu	As	Mn	Ni	P	Cr	S
Сталь 35	0,17-0,37	0,25	0,08	0,5-0,8	0,25	0,035	0,25	0,04
Сталь 35Г	0,17-0,37	0,3	-	0,7-1	0,3	0,035	0,3	0,035

Таблиця 2.2 – Механічні властивості сталі 35Г

Параметри	$\sigma_T$	$\sigma_{вр}$	$\sigma_{раз}$	$\Psi$
Од. вимір.	МПа			%
Сталь 35	340	580	15	60
Сталь 35Г	470	720	18	45

### 2.2 Аналіз якості поверхонь деталей

Заготовка – поковка штампована у підкладних штампах. Деталь має не складну конструкцію, що не заважає вільному підводу та відводу ріжучого інструмента у процесі її обробки. Досягнення необхідної точності розмірів можливо на універсальних верстатах з застосуванням стандартних інструментів та оснастки.

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.02.АСПД			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Богущ				АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕТАЛІ	Літ.	Арк.	Архів
Перевір.	Цивінда							
Н. Контр.	Рязанцев					Кафедра ТМ		
Затверд.	Нечасв					Гр.ПМ20		

Основні поверхні являються конструкторськими базами і визначають точність положення деталі в вузлі, такими є поверхні 4, 13,8.

Допоміжні поверхні являються базами для інших деталей, такими є поверхні 14,13.

Вільні поверхні служать для придання форми деталі та виготовляються найбільш грубо (IT=14-12, Ra=12,5-25), такими є поверхні 1,2,3.

Таблиця 2.3 – Аналіз якості поверхонь

№ пов.	Номинальний розмір	Квалітет IT	Допуск T чи відхилення розміру	Шорсткість Ra
1	2	3	4	5
1	ø550h14	h14	1,75	12,5
2	ø425h14	h14	1,55	12,5
3	ø240h14	h14	1,15	12,5
4	ø95H10	H10	0,14	6,3
5	ø175h14	h14	1	6,3
8	20	h14	0,52	12,5
9	78	h14	0,74	12,5
10	158	h12	0,4	12,5

## 2.3 Технічний контроль робочого креслення

Деталь представлена двома видами та одним виносним елементом.

На кресленні позначені усі необхідні діаметральні розміри з посадками та квалітетами точності. Розміри проставлені координатним та лінійним методом й утворюють замкнутий ланцюг. Біля декількох стоять граничні відхилення, а решта виконуються за 14 квалітетом точності, про що свідчить напис у технічних вимогах.

Шорсткість вказана на основних, виконавчих та допоміжних поверхнях. Решта поверхонь виготовляється Ra 12,5 мкм, про це свідчить напис у верхньому правому куті креслення.

На кресленні вказана база, у вигляді затемненого трикутника, якою є внутрішня циліндрична поверхня ø95H10.

Також задане відхилення радіального биття на торці 3 (0,1 мкм).

В технічних вимогах присутні невказані граничні відхилення.

У штампі приведена назва деталі, її маса, мається марка матеріалу, вказаний масштаб.

Таким чином, креслення виконано у повній відповідності з вимогами ЄСКД і має всю необхідну інформацію для повного представлення форми, розмірів та якості деталі.

## 2.4 Аналіз технологічності деталі

### 2.4.1 Якісний аналіз технологічності

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.02.АСПД	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо жорсткість деталі:  $l/d = 158/550=0,3$  – деталь жорстка. Є можливість одночасної обробки деталі декількома ріжучими інструментами, використання підвищених режимів різання. Є можливість вільного підведення ріжучого та вимірювального інструменту. Тому при обробці на токарній операції необхідно закріпити у чотирьохкулачковий патрон з незалежним переміщенням кулачків.

Необхідна точність та шорсткість поверхонь досягається на верстатах нормальної точності і не вимагає спеціального обладнання.

#### 2.4.2 Кількісний аналіз технологічності

Деталь буде технологічною за приведеними показниками, якщо виконуються умови нерівностей:

$$K > 0,6; K > 0,8; K < 0,2$$

Визначаємо коефіцієнт шорсткості за формулою:

$$Ra_{\text{сер.}} = \frac{\sum Ra_i}{n} \quad (2.2)$$

Таблиця 2.4 – Визначення коефіцієнта шорсткості

Шорсткість поверхонь $Ra_i$ , мкм	Кількість поверхонь $n_i$ , шт	$\sum Ra_i$ ,
12,5	22	275
6,3	2	12,6
Всього	24	287,6

$$Ra_{\text{сер.}} = \frac{287,6}{24} = 11$$

$$IT=0,1$$

Так як  $< 0,2$ , то за цим показником деталь є технологічною.

Визначаємо коефіцієнт точності за формулою:

$$IT=1-0,9 \quad (2.3)$$

де - середній коефіцієнт точності

Таблиця 2.5 – Визначення коефіцієнта шорсткості

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.02.АСПД	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Точність поверхонь , мкм	Кількість поверхонь $n_i$ , шт	$\Sigma$ ,
14	23	322
10	1	10
Всього	24	332

$$Ra = \frac{332}{24} = 13,8$$

$$IT = 1 - 0,08 = 0,92$$

Так як  $K > 0,8$ , то за цим показником деталь є технологічною.  
Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K = \frac{98,78}{61,74} = 1,6 \quad (2.4)$$

Незважаючи на те, що за якісними та кількісними показниками деталь вважається технологічною, беручи до уваги важкість отримання заготовки, наявність важко оброблюваних місць, приходимо до висновку, що деталь не технологічна.

## 2.5 Вибір типу виробництва

Вибір типу виробництва здійснюємо за умовною програмою, враховуючи завантаження верстатів.

Вихідні дані	
Річна програма $N_p$ , шт	<b>1000</b>
Штучно-калькуляційний час, хв	
$T_{шт.-к.1}$	<b>62,08</b>
$T_{шт.-к.2}$	<b>54,03</b>
$T_{шт.-к.3}$	<b>0</b>
$T_{шт.-к.4}$	<b>0</b>
$T_{шт.-к.5}$	<b>0</b>
Йомвірний тип виробництва (ДС=1, СС=2, ВС=3)	<b>2</b>
Кількість змін	<b>1</b>

### Коефіцієнт закріплення операцій

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

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

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

де  $\eta_H$  – плановий нормативний коефіцієнт завантаження верстата, прийнятий для велико-, середньо- та дрібносерійного виробництва відповідно рівним 0,75; 0,8; 0,9;

$N_M$  – місячна програма випуску заданої деталі, шт  $N_M = \frac{N_p}{s \cdot 12}$

$$\Pi_{o1} = \frac{13182 \cdot 0,8}{62,08 \cdot 83,33} = 2,038$$

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

$$\Pi_{o2} = \frac{13182 \cdot 0,8}{54,03 \cdot 83,33} = 2,342$$

$$P_i = 0,96 \cdot \eta_H = 0,96 \cdot 0,8 = 0,77$$

$$\sum P_i = 2 \cdot 0,768 = 1,536 = 2$$



$$K_{з.о.} = \frac{4,38}{2} = 2,19$$

### Розмір партії деталей

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

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

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

Виробництво буде середньосерійним. Серійне виробництво являється домінуючим в сучасній промисловості. В ньому повинні бути об'єднані гнучкість одиничного і автоматизація масового виробництва. Верстати з ЧПУ найбільш повно відповідають цим вимогам.

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.02.АСПД	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, в серійному виробництві, при економічному обґрунтуванні, можна використовувати обладнання і оснащення як одиничного, так і крупносерійного виробництва.

## 2.6 Вибір типового технологічного процесу

Таблиця 2.6 – Базовий технологічний процес обробки деталі «Ступиця колеса колісної пари»

операції	Найменування операції	Тип обладнання та оснастка	Тип, модель верстата	Інструмент
1	2	3	4	5
005	Відрізати заготовку			
010	Кувальна			
015	Термічна			
020	Токарна Установ А 1. Установити. закріпити, зняти. 2. Точити начорно. 3. Підрізати торець $\varnothing$ 240 мм. 4. Підрізати торець $\varnothing$ 425 мм. 5. Підрізати торець $\varnothing$ 550 мм. Установ Б 1. Переустановити. 2. Обточуємо зовнішню циліндричну поверхню $\varnothing$ 550 мм, $l=165$ мм 3. Обточуємо зовнішню циліндричну поверхню $\varnothing$ 240 мм, $l=4$ мм. 4. Обточуємо зовнішню циліндричну поверхню R15 мм. 5. Обточуємо зовнішню циліндричну поверхню $\varnothing$ 190 мм. $l=4$ мм.	Патрон чотирьохкулачковий з незалежним переміщенням кулачків ДСТУ ГОСТ 3890:2008	Токарний з ЧПК 16К30Ф3	Різець токарний прохідний з пластиною CNMG 120408-UD.  Різець токарний прохідний з пластиною CNMG 120408-UD.

	<p>6. Обточуємо зовнішню циліндричну поверхню <math>\varnothing 175</math> мм, <math>l=52</math> мм.</p> <p>7. Обточуємо зовнішню циліндричну поверхню <math>\varnothing 175</math> мм, <math>l=12,5</math> мм.</p> <p>8. Обточуємо зовнішню циліндричну поверхню <math>l=37</math> мм, <math>\varnothing 150</math> мм.</p> <p>9. Підрізати торець <math>\varnothing 150</math> мм, <math>l=27,5</math> мм.</p> <p>10. Обточуємо внутрішню циліндричну поверхню <math>\varnothing 95H10</math>, <math>l=158</math> мм.</p> <p>11. Точити фаски <math>2,5 \times 45^\circ</math>.</p>			
	<p>12. Нарізати різьбу <math>M150 \times 3</math>.</p> <p>13. Точимо канавку <math>L=6</math> мм.</p>			
025	<p>Свердлильна Установ А</p> <p>1. Установити, закріпити, зняти.</p> <p>2. Свердлити отвір <math>\varnothing 80</math> мм.</p> <p>3. Розсвердлити отвір <math>\varnothing 95H10</math>.</p> <p>4. Точити фаски <math>2,5 \times 45^\circ</math>.</p>	<p>Патрон чотирьохкулачковий з незалежним переміщенням кулачків ГОСТ 3890-82.</p> <p>Насаджуємо</p>	<p>Радіальний свердильний 2М55</p>	<p>Свердло спіральне <math>\varnothing 80</math> мм, ДСТУГОСТ 2034:2008.</p> <p>Свердло спіральне з конічним</p>
	<p>5. Свердлити 8 отв. <math>\varnothing 34</math> мм, зенкувати фаску під кутом <math>45^\circ</math> на <math>L=3</math> мм.</p> <p>6. Свердлити отвір <math>\varnothing 32</math> мм.</p> <p>Установ Б</p> <p>1. Переустановити.</p> <p>2. Свердлити 8 отв. <math>\varnothing 28</math> мм, зенкувати фаску під</p>	<p>деталь на оправку ER 4471 401 36100A=100 мм, <math>l_1=25</math> мм, <math>D_1=63</math> мм, <math>D_2=95</math> мм, конус DIN 50 AD</p>		<p>хвостовиком <math>\varnothing 34</math>, <math>\varnothing 32</math>, <math>\varnothing 28</math></p> <p>ДСТУГОСТ 2092:2008, зенківка <math>\varnothing 34</math>, <math>\varnothing 32</math>, <math>\varnothing 28</math></p> <p>ДСТУГОСТ 14953:2008.</p>

	кутом 45° на L=3 мм.			
030	Слюсарна. Зачистити заусенці			Напильник ДСТУГОСТ 1465:2008
035	Промити деталь			
040	Контрольна			

Базовий технологічний процес можна взяти за основу , використавши на токарній операції верстати з ЧПК.

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.02.АСПД	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 3 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ

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

Для обґрунтування варіантів одержання заготовки використовуємо матрицю впливу факторів, що представлена таблицею 3.1.

Таблиця 3.1 – Матриця впливу факторів

Спосіб виготовлення заготовки	Фактори				Сума
	Форма і розміри заготовки	Точність та якість поверхневого шару	Технологічні властивості матеріалу	Економія матеріалу	
Ковка на пресах	+	+	-	+	3
Ковка на молотах	+	-	+	-	2
Штампування	+	+	+	+	4

Можна зробити висновок, що найбільш оптимальним способом отримання заготовки є вільним куванням без отвору та поковкою штампованою з отвором. Розрахуємо приведені затрати, що виникнуть при отриманні заготовки без отвору вільним куванням.

*Приведені затрати, пов'язані з виготовленням деталі з заготовки одержаної поковкою без отвору(порівняння проводилось з поковкою штампованою з отвором), грн*

$$Z = A + Z_0 + E_n \cdot Z_c + O_2$$

2416 = 2374 + 35,14 + 0,15 \* 9,3 + 5,63

де

A - вартість заготовки:

$$A = M \cdot C \cdot K_c \cdot K_{оп} \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_T - (M - q) \cdot Ц$$

2374 = 98,75 \* 39 \* 1 \* 0,83 \* 0,74 \* 1,21 \* 1 \* 98,75 - 61,74 \* 13,2

M - маса заготовки, кг

C - вихідна оптова ціна 1кг заготовки, грн;

K<sub>c</sub>, K<sub>оп</sub>, K<sub>B</sub>, K<sub>M</sub>, K<sub>T</sub> - коефіцієнт, який враховує відповідно:

- \* групи складності заготовки
- \* обсяг виробництва заготовок (група серійності)
- \* вагу заготовки
- \* матеріал заготовки
- \* клас точності виливка

q - чиста маса деталі, кг

Ц - ціна 1 кг відходів, грн

КНУ.КБР.131.24. 1-02.03.ПТП				
Змн.	Лист	№ докum.	Підпис	Дата
Розроб.	Богущ			
Перевір.	Цивінда			
Н. Контр.	Рязанцев			
Затверд.	Нечасв			
ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ				
		Лім.	Арк.	Аркушів
Кафедра ТМ Гр.ПМ20				

Заготовки відрізняються центральним отвором та величиною припуску

$Z_0$  - зарплата по операціям механічної обробки, які відрізняються, грн:

$$Z_0 = \frac{26 \cdot 33,6 \cdot 1,4 \cdot 1,08 \cdot 1,14 \cdot 1,4}{60}$$

**35,14**

$T_{шт}$  - норма штучно-калькуляційного часу на токарну операцію, де отримуємо отвір та знімаємо припуск, хв

$C_p$  - часова тарифна ставка четвертого розряду роботи, грн

$K_1, K_2, K_3, K_4$  - коефіцієнти, які враховують відповідно:

- \* преміальні доплати станочників ( $K_1 = 1,4$ )
- \* додаткову зарплату ( $K_2 = 1,08$ )
- \* відрахування на соціальне страхування ( $K_3 = 1,4$ )
- \* зарплату наладчиків верстатів ( $K_4 = 1,4$ )

$O_3$  - поточні затрати по експлуатації верстата, грн:

$$O_3 = \frac{15,2 \cdot 26}{60 \cdot 1,17}$$

**5,63**

\* Прямокутний фрагмент

$C_1$  - годинні поточні затрати по експлуатації верстата, грн;  $C_1 = 0,003 \cdot C_0$

$K_5$  - коефіцієнт виконання норм ( $K_5 = 1,17$ )

$E_n$  - нормативний коефіцієнт ефективності ( $E_n = 0,15$ )

$Z_k$  - питомі капітальні затрати на операцію, грн

$$Z_k = \frac{16906 \cdot 500 \cdot 26}{60 \cdot \Phi \cdot \eta_v}$$

**9,3**      **4015**      **0,202**

$B$  - балансова вартість верстата, грн

$K_d$  - вартість площі цеха під верстат, грн

$$K_d = \Pi \cdot \varphi \cdot \gamma$$

**36969**      **500**      **29,58**      **2,5**

$\Pi$  - вартість  $1m^2$  площі механічного цеха, грн

$\varphi$  - габаритні розміри верстата (довжина \* ширину),  $m^2$

$\gamma$  - коефіцієнт, який враховує додаткову площу

$\Phi$  - річний фонд часу роботи верстата, годин

$\eta_v$  - коефіцієнт використання верстата:

$$\varphi = 5,495 \cdot 4,55$$

$$\eta_v = \frac{26 \cdot 1000}{60 \cdot \Phi \cdot K_5 \cdot m}$$

**0,093**      **3975**      **1,17**      **1**

$B$  - річна програма випуску деталей, шт

$m$  - кількість верстатів, зайнятих на одній операції

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.03.ПТП	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховані приведені затрати показують доцільність отримувати заготовку приближену за формою до готової деталі.

### 3.1.2 Проектування заготовки

а) Проектуємо поковку штамповану за ДСТУ ГОСТ 7505:2008.  
Нагрів заготовки – індукційний.

Вихідні дані деталі

Матеріал - Сталь 35 ДСТУ 7809:2015: 0,17-0,37%Si; 0,25Cu; 0,08As; 0,5-0,8 Mn; 0,25Ni; 0,035P; 0,25Cr; 0,04S.

Маса деталі – 61,74 кг.

Вихідні дані для розрахунку

Маса поковки (розрахункова) – 98,78 кг:

Розрахунковий коефіцієнт  $K=1,6$

Клас точності – Т4 (додаток 1 ).

Група сталі – М1 (табл. 1 ).

Ступінь складності – С4 (додаток 2 ).

$$C = 3,14 \times 550^2 / 4 = 237462,5 \text{ мм}^2 \quad (3.1)$$

Припуски та кувальні напуски

Основні припуски на розміри назначаємо за табл. 3:

Ø550 – Ra12,5 – 2,7 мм – товщина

Ø150 – Ra 12,5 – 2 мм – товщина

L158 – Ra 12,5 – 1,7 мм

L20 – Ra12,5 – 1,2 мм

3.7.2 Додаткові припуски, що враховують:

- зміщення поверхні роз'єму штампі – 1,2 мм (табл. 4);
- відхилення від прямолінійності – 1 мм (табл. 5).

Номінальні розміри поковки:

Ø550 –  $550 + 1 \cdot 2 + 2 \cdot 7 \cdot 2 = 557,4$  мм; приймаємо 557 мм

Ø150 –  $150 + 1 \cdot 2 + 2 \cdot 2 = 156$  мм; приймаємо 156 мм

L158 –  $158 + 1,2 \cdot 2 + 1,7 \cdot 2 = 163,8$  мм; приймаємо 164 мм

L20 –  $20 + 1,2 \cdot 2 + 1,2 \cdot 2 = 24,8$  мм; приймаємо 25 мм.

Штампувальний ухил на зовнішню поверхню  $7^\circ$ , на внутрішню  $-10^\circ$  (табл. 17).

Розміри поковки та їх допустимі відхилення.

Радіус закруглень зовнішніх кутів 8 мм (табл. 7), внутрішніх кутів 20 мм.

Допуск радіусів закруглень внутрішніх кутів – 3 мм, а зовнішніх – 8 мм (табл. 17).

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.03.ПТП	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Допустима величина залишкового облою 1,8 мм (табл. 10 ).  
 Допустима величина заусенців не більше ніж 5 мм ( п.5.10 ).  
 Допустима величина заусенців не більше ніж 5 мм ( п.5.10 ).

б) Проектування заготовки, що виконується ковкою на молотах за ДСТУ ISO 10250-2-2008.

Призначення основних та додаткових припусків і граничних відхилень:

а) основні припуски і граничні відхилення на діаметри уступів і виступів деталі назначаємо за таблицею 2 .

б) припуски і граничні на довжину уступів і загальну довжину деталі назначаємо у відповідності з п.15 , при цьому довжина уступів вказується від єдиної бази :

- припуск  $\delta$  на загальну довжину деталі приймаємо рівним 2,5 припуску на діаметр найбільшого перетину;

- граничне відхилення  $\pm \frac{\Delta}{2}$  на загальну довжину деталі приймаємо рівним 2,5 граничному відхиленню на діаметр найбільшого перетину;

- припуск  $\delta$  на загальну довжину уступів і виступів приймаємо кратним припуску на діаметр найбільшого перетину

- граничне відхилення  $\pm \frac{\Delta}{2}$  на довжину уступів і виступів приймаємо рівним 1,5 граничному відхиленню на діаметр найбільшого перетину.

в) додаткові припуски на не співвісність призначимо попередньо на всі діаметри поковки.

Прийняті значення вносимо до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Таблиця основних, додаткових припусків та граничних відхилень

№ п/п	Номінальний розмір	Основний припуск	Граничне відхилення	Додатковий припуск	Кінцевий розмір	Примітка
1	ø550	17	±4	-	ø 567±4	
2	ø150	12	±4	10	ø 162±4	
3	158	12	±4	-	170±4	
4	20	9	±3	-	29±3	

Після призначення основних та додаткових припусків за ДСТУ ISO 10250-2-2008 виконую креслення заготовки з основними припусками.

Визначаємо основний перетин, для чого розраховуємо площі повздовжніх перетинів ступеней:

$$F_{max} = D_{max} \times L^{max} \quad , \text{ мм} \quad (3.4)$$

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.03.ПТП	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $D_{\max}$  - найбільший діаметр;

$L_{\max}$  - довжина перетину з найбільшим діаметром.

$$F_{\max} = 567 \times 29 = 16443 \sim 16,443 \cdot 10^3, \text{ мм}$$

$$F_i = D_i \times L_i, \text{ мм} \quad (3.5)$$

де  $D_i$  - діаметри перетинів;

$L_i$  - довжина кожного перетину.

$$F_i = D_i \times L_i = 162 \cdot (170 - 29) = 22,842 \cdot 10^3, \text{ мм}^2$$

За основний перетин приймаємо ступінь діаметром 567 мм.

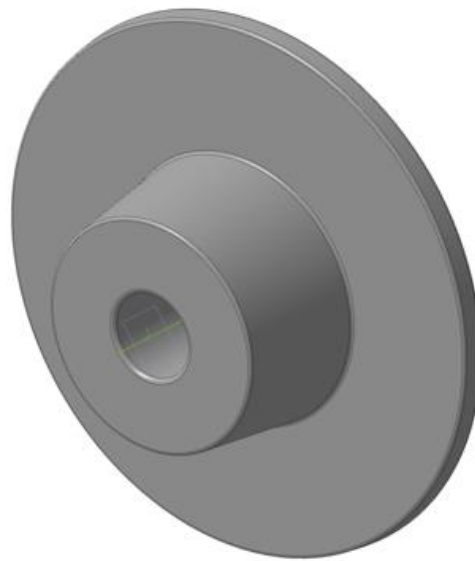


Рисунок -3D модель заготовки

### 3.2 Вибір і обґрунтування баз

Основними конструкторськими базами для даної ступиці, є внутрішня циліндрична поверхня 4, торець поверхні 13. Допоміжними конструкторськими базами деталі, які визначають положення приєднувальних до неї деталей є поверхні 14, 8. Технологічними базами, є внутрішня циліндрична поверхня 4, торець поверхні 13. Для даної ступиці можна прийняти схему базування зображену на рисунку 3.1. При токарній обробці вона встановлюється в трьошкулачковий патрон, а при свердлінні насаджується на оправку.

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.03.ПТП	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

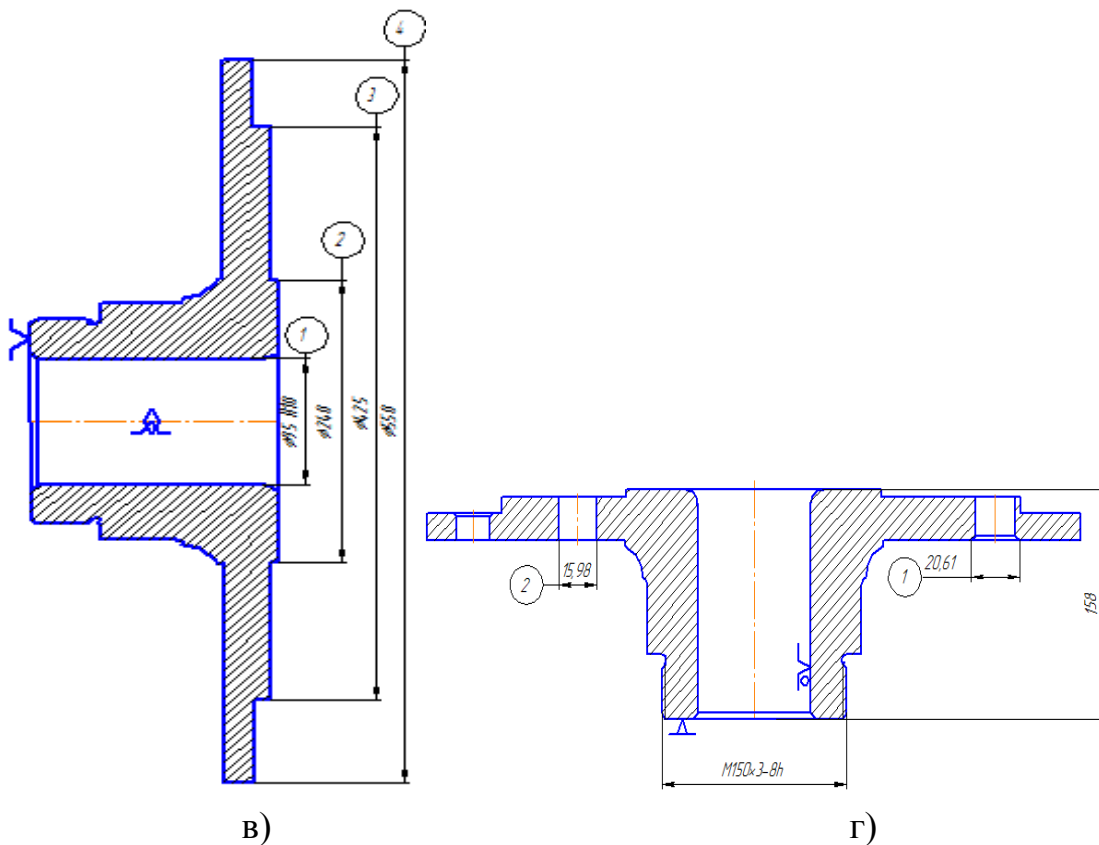
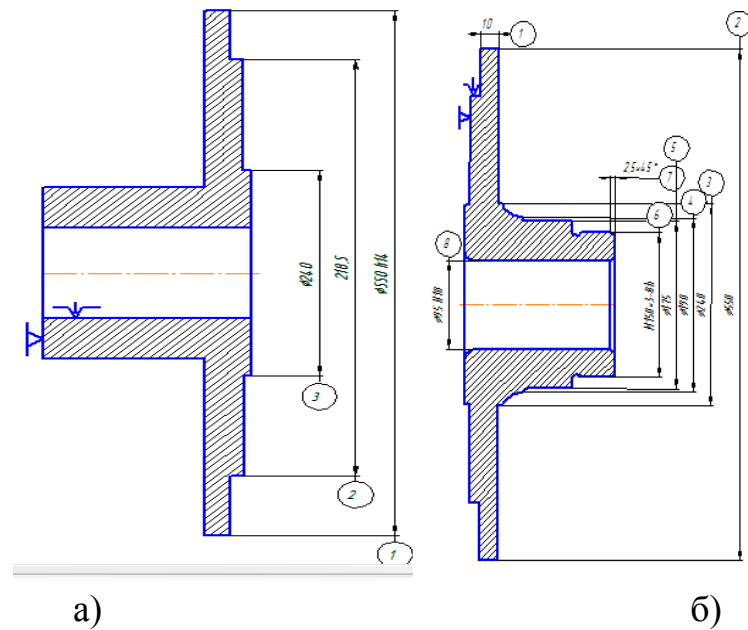


Рисунок 3.1 – Схема базування ступиці: а), б), г) умовна; в) теоретична.

### 3.3 Вибір і обґрунтування послідовності обробки поверхонь

На зовнішні, внутрішні і торцеві поверхні визначаємо кількість послідовних переходів з поступовим наближенням до необхідної точності і шорсткості. Дані представлені у вигляді таблиці 3.3. При складанні таблиці користувалася нумерацією поверхонь, використаною при аналізі якості поверхонь деталі.

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.03.ПТП	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3 – Послідовність обробки поверхонь

№ пов.	Розмір	Найменування переходів	Шорсткість Ra	Точність IT	Допуск T
1	2	3	4	5	6
1	ø550h14	Заготовка Точіння чорнове	25 12,5	16 h14	4,4 1,75
2	ø425h14	Заготовка Точіння чорнове	25 12,5	16 h14	4 1,55
3	ø240h14	Заготовка Точіння чорнове	25 12,5	16 h14	2,9 1,15
4	ø95H10	Заготовка Точіння чорнове Точіння напівчистове Точіння чистове	25 12,5 6,3 3,2	16 14 12 H10	2,2 0,87 0,35 0,14
5	ø175h14	Заготовка Точіння чорнове Точіння напівчистове	25 12,5 6,3	16 15 h14	2,5 1,6 1
8	20	Заготовка Точіння чорнове	25 12,5	16 h14	1,3 0,52
9	78	Заготовка Точіння чорнове	25 12,5	16 h14	1,9 0,74
10	158	Заготовка Точіння чорнове	25 12,5	14 h12	1 0,4

## 3.4 Розробка маршруту обробки деталі

На основі типового ТП і задач проектування розробляю технологічну послідовність обробки деталі і заповнюю таблицю 3.4. Використовую ту саму нумерацію поверхонь, що й при аналізі якості поверхонь деталі.

Таблиця 3.4 – Маршрут обробки деталі

№ операції	Найменування операції	№ оброблюваної поверхні	№ базової поверхні i	Тип, модель верстата
1	2	3	4	5
005	Багатоцільова Установ А 1 Установити, закріпити, зняти		15,10	

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.03.ПТП	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

	2 Підрізати торець 3 Обточити зовнішню циліндричну поверхню 4 Розточити внутрішню поверхню Установ Б 1 Переустановити 2. Підрізати торець 3 Обточити зовнішню циліндричну поверхню	7,6,8a 1, 2, 3  4  10  13, 14,15,16	7, 4	Багатоцільовий DMG CTX beta 800 TC.
	4 Точити радіуси 5 Точити фаску 5 Нарізати різьбу 6 Точити канавку	5 12,20,21,22 13 13	4 8 4	
010	Свердлильна з ЧПК Установ А 1 Установити, закріпити, зняти 1 Центрувати 8 отворів 2 Свердлити 8 отворів 3 Розсвердлити 8 отворів 4 Зенкувати 5 Центрувати отвір 6 Свердлити отвір 7 Розсвердлити отвір Установ Б 1 Переустановити 2 Центрувати 8 отворів 3 Свердлити 8 отворів 4 Розсвердлити 8 отворів 4 Зенкувати 8 отворів	   18 18 18 19 19 19  17 17 17 17 17	4	Свердлильний з ЧПК 2Н55НЦФ2

### 3.5 Розробка технологічних операцій

Згідно зі змістом операції та моделлю верстата вибираю ріжучий, допоміжний та вимірювальний інструмент. Дані заносяться в таблицю 3.5.

Таблиця 3.5 – Послідовність виконання технологічних операцій

Операція та перехід	Назва операції Верстат Зміст переходів технологічної операції	Верстатне пристосування	Інструмент

1	2	3	4
005 Багатоцільова	Багатоцільовий DMG CTX beta 800 TC.	Патрон чотирикулачковий з незалежним переміщенням кулачків ДСТУ ГОСТ 3890-2008	Різець PCLNR 2525 M12 Пластина CNMG120408-M3 TP2000 (фірма SECO)
Установ А	Підрізати торець 7,6,8		
	Обточити зовнішню циліндричну поверхню 1,2,3		Різець PCLNR 2525 M12 Пластина CNMG120408-M3 TP2000 (фірма SECO)  Різець PCLNR 2525 M12 Пластина CNMG120408-M3 TP2000 (фірма SECO) відігнутий з кутом в плані 90° ГОСТ 2092-73
	Розточити внутрішню циліндричну поверхню 4		
Установ Б	Підрізати торець 13	Патрон чотирикулачковий з незалежним переміщенням кулачків ДСТУ ГОСТ 3890-2008	Різець токарний прохідний упорний відігнутий з кутом в плані 90° ГОСТ 2092-73
	Обточити зовнішню циліндричну поверхню 13,14,15,16		
	Точити радіуси 5		
	Точити фаски 2,5×45°; 3×45°; 0,5×45° в розмір 21,20,22,12		
	Точити канавку		
	Нарізати різьбу 13		

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.03.ПТП	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

010 Свердлильна	Свердлильний з ЧПК 2Н55ЦФ2	Насаджуємо на оправку ER 4471 401 36100	Свердло центровочне типу А ДСТУ ГОСТ14952:2008
Установ А	Центрувати пов 18	А=100 мм, l <sub>1</sub> =25 мм, D <sub>1</sub> =63 мм, D <sub>2</sub> =95 мм, Конус DIN50AD	Свердло центровочне типу А ДСТУ ГОСТ14952:2008
	Свердлити поверхню 18		Свердло 2301-3579 ДСТУ ГОСТ 10903:2008 ø20
	Розсвердлити пов18		Свердло 2301-3579 ДСТУ ГОСТ 10903:2008 ø34
	Зенкувати поверхню 18		Зенківка ø34 ДСТУ ГОСТ 14953:2008
	Центрувати пов19		Свердло центровочне типу А ДСТУ ГОСТ14952- 2008
	Свердлити поверхню 19		Свердло 2301-3579 ДСТУ ГОСТ 10903:2008 ø20
	Розсвердлити пов 19		Свердло 2301-3579 ДСТУ ГОСТ 10903:2008 ø32
Установ Б	Центрувати пов17		Свердло центровочне типу А ДСТУ ГОСТ14952- 2008
	Свердлити поверхню 17		Свердло 2301-3579 ДСТУ ГОСТ 10903:2008 ø20
	Розсвердлити пов17		Свердло 2301-3579 ДСТУ ГОСТ 10903:2008ø28
	Зенкувати поверхню 17		Зенківка ø 34 2353- 0109 ДСТУГОСТ 14953:2008

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.03.ПТП	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.6 Аналітичний розрахунок припусків на зовнішню (внутрішню) циліндричну поверхню

За кресленням деталі «Ступиця» визначаю, що самою точною і чистою поверхнею буде поверхня діаметром  $\varnothing 95H10\left(\frac{+0,140}{0}\right)$  мм.

Таблиця 3.6 – Послідовність обробки поверхні  $\varnothing 95H10$  мм

Технологічні переходи	Квалітет точності	Шорсткість, мкм	Граничні відхилення, мм	Допуск Т
Заготовка	16	50	+0,85 -0,85	2,2
Чорнове точіння	12	12,5	0 -0,25	0,87
Чистове точіння	10	6,3	0 -0,1	0,14

Для зручності ведення розрахунків всі довідкові та розрахункові величини заносимо у таблицю 3.7.

Таблиця 3.7 – Припуски і граничні відхилення

Техн. перехід	Квалітет	Елементи припуску, мкм				$Z_{min}^2$ , мкм	$D_{\square}$ , мм	Допуск на виконуваний розміри, мкм	Граничні розміри		Граничний припуск, мм	
		$R_Z$	$h$	$\Delta_z$	$\varepsilon$				$D_{min}$	$D_{max}$	$Z_{max}$	$Z_{min}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Штампування	16	800		11 25	60 0	4150	100,6 3	2,2	96,48	98,6 8	-	-
Точіння:												
Чорнове	12	25 0	24 0	67, 5	10 0	1221, 29	96,48	0,87	95,26	96,1 3	1,22	2,55
Чистове	10	40	40	2,7	50	260,1 5	95,26	0,14	95	95,4	0,26	0,99

Мінімальний припуск для зовнішньої циліндричної поверхні визначаємо за формулою:

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.03.ПТП							Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата								



$$zZ_{min} = 2 \left( Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{i-1}}^2 + \varepsilon_i^2} \right) \quad (3.6)$$

де  $Rz$ ,  $h$  – якість поверхні, мкм;  
 $\Delta_{\Sigma}$  - сумарне відхилення розташування поверхні, мкм;  
 $\varepsilon$  – похибка встановлення заготовки на виконуваному переході, мкм.  
 Якість поверхні після механічної обробки за табл.24 с.187 [1]:  
 після чорнового точіння  $h=240$  мкм,  $Rz = 250$  мкм;  
 після чистового точіння  $h=40$  мкм,  $Rz = 40$  мкм.  
 Сумарне відхилення визначаємо за формулою:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\Sigma k}^2 + \Delta_{\varepsilon}^2}, \text{ мкм} \quad (3.7)$$

де  $\Delta_{\Sigma k}$  - загальне відхилення осі від прямолінійності, мкм;  
 $\Delta_{\varepsilon}$  - зміщення вісі заготовки в результаті похибки центрування, мкм.

$$\Delta_{\varepsilon} = 0,25 \quad (3.8)$$

$$\Delta_{\varepsilon} = 0,25 \sqrt{440^2} + 1 = 1100$$

$$\Delta_{\Sigma k} = \Delta_k \cdot l \quad (3.9)$$

де  $\Delta_k$  - відхилення осі деталі від прямолінійності, мкм  
 $l$  - загальна довжина заготовки, мм.

$$\Delta_{\Sigma k} = 1,4 \cdot 170 = 238 \text{ (мкм)}$$

$$\Delta_{\Sigma_{заг}} = \sqrt{238^2 + 1100^2} = 1125, \text{ мкм}$$

Для подальших методів обробки загальне відхилення осі деталі від прямолінійності визначається за формулою:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{\Sigma i} - 1 \cdot K_y \quad (3.10)$$

де  $K_y$  - коефіцієнт уточнення табл. 29с. 190 .

$$\Delta_{\Sigma_{чорн.точ.}} = 1125 \cdot 0,06 = 67,5 \text{ (мкм)}$$

$$\Delta_{\Sigma_{чист.точ.}} = 67,5 \cdot 0,04 = 2,7 \text{ (мкм)}$$

Якщо загальне відхилення осі деталі від прямолінійності менше за 20 мкм, то воно у розрахунках не враховується.

При встановленні у трикулачковий патрон похибка встановлення  $\varepsilon=600$  мкм (Табл.4.10 ст.75)

$$zZ_{min \text{ чор.точ.}} = 2 \cdot \left( 250 + 240 + \sqrt{(67,5^2 + 100^2)} \right) = 1221,29 \text{ (мкм)}$$

$$zZ_{min \text{ чист.точ.}} = 2 \cdot \left( 40 + 40 + \sqrt{(2,7^2 + 50^2)} \right) = 260,15 \text{ (мкм)}$$

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.03.ПТП	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$2Z_{\min \text{ загот.}} = 2 \cdot (800 + \sqrt{(1125^2 + 600^2)}) = 4150 \text{ (мкм)}$$

Визначаємо мінімальні розміри для зовнішньої циліндричної поверхні діаметром 95мкм за формулою:

$$D_p = D_{pi-1} + 2Z_{pi-1} \quad (3.11)$$

$$D_p \text{ загот.} = 96,48 + 4,15 = 100,63 \text{ (мм)}$$

$$= 95,26 + 1,221 = 96,48 \text{ (мм)}$$

$$= 95 + 0,26 = 95,26 \text{ (мм)}$$

Для визначення мінімальних граничних розмірів розрахункові розміри округляємо до тієї кількості знаків після коми, яку має допуск.

Максимальні значення граничних розмірів визначаємо шляхом додавання до мінімальних величин допуску:

$$D_{\max} = D_{\min} + Td \quad (3.12)$$

$$= 95 + 0,14 = 95,14 \text{ (мм)}$$

$$= 95,26 + 0,87 = 96,13 \text{ (мм)}$$

$$D_{\max \text{ заг.}} = 96,48 + 2,2 = 98,68 \text{ (мм)}$$

Мінімальні граничні припуски визначаємо за формулою:

$$2Z_{\min i}^{zp} = D_{\min i-1} - D_{\min i}, \text{ мм} \quad (3.13)$$

$$2Z_{\min \text{ чор.точ.}}^{zp} = 96,48 - 95,26 = 1,22 \text{ (мм)}$$

$$2Z_{\min \text{ чис.точ.}}^{zp} = 95,26 - 95 = 0,26 \text{ (мм)}$$

Максимальні граничні припуски визначаємо за формулою:

$$2Z_{\max i}^{zp} = D_{\max i-1} - D_{\max i}, \text{ мм} \quad (3.14)$$

$$2Z_{\max \text{ чор.точ.}}^{zp} = 98,68 - 96,13 = 2,55 \text{ (мм)}$$

$$2Z_{\max \text{ чис.точ.}}^{zp} = 96,13 - 95,14 = 0,99 \text{ (мм)}$$

Перевірку вірності розрахунків виконуємо за формулою:

$$\Sigma 2Z_{\max}^{zp} - \Sigma 2Z_{\min}^{zp} = Td_{\text{заг.}} - Td_{\text{чор.}} \quad (3.15)$$

$$7,69 - 5,63 = 2,2 - 0,14$$

$$2,06 = 2,06$$

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.03.ПТП	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.7 Розрахунок і вибір режимів різання, нормування технологічних операцій

Для розрахунку режимів різання розрахунково-аналітичним методом візьмемо токарну операцію 005 на Багатоцільовий DMG CTX beta 800 TC.

Різець PCLNR 2525 M12 Пластина CNMG120408-M3 TP2000 (фірма SECO).

Глибина різання приймається рівною припуску на обробку при параметрі шорсткості обробленої поверхні Ra12,5 мкм, t=0,1-0,4 мм. Приймаємо t=0,3 мм.

Подача приймається максимально допустимою по потужності обладнання, міцності ріжучої пластини та міцності державки. Також вона залежить від необхідних параметрів шорсткості обробленої поверхні та радіусу при вершині різця. Приймаємо S=0,19 мм/об.

Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} k_v, \text{ м/хв.} \quad (3.16)$$

де  $C_v$  - коефіцієнт,  $C_v=420$  (табл. 17)  
x, y, m – показники степені, x=0,15, y=0,2, m=0,2 (табл. 17);  
де T – середнє значення стійкості, T=45 хв.  
t – глибина різання, t = 0,3 мм;

$$V = \frac{420}{45^{0,2} \cdot 0,3^{0,15} \cdot 0,19^{0,2}} 0,8 = 262,04 \text{ (м/хв.)}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot D} \frac{\text{об}}{\text{хв}} \quad (3.17)$$

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 262,04}{3,14 \cdot 240} = 347,7 \text{ (об./хв.)}$$

Приймаємо за паспортом верстату  $n_1=315$  об./хв.

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 262,04}{3,14 \cdot 425} = 196,36 \text{ (об./хв.)}$$

Приймаємо за паспортом верстату  $n_2=180$  об./хв.

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 262,04}{3,14 \cdot 550} = 151,7 \text{ (об./хв.)}$$

Приймаємо за паспортом верстату  $n_3=150$  об./хв.

Дійсна швидкість різання:

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.03.ПТП	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\partial} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \frac{\text{м}}{\text{хв}} \quad (3.18)$$

$$V_{\partial_1} = \frac{3,14 \cdot 240 \cdot 315}{1000} = 237,4 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

$$V_{\partial_2} = \frac{3,14 \cdot 425 \cdot 180}{1000} = 240,2 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

$$V_{\partial_3} = \frac{3,14 \cdot 550 \cdot 150}{1000} = 259,1 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Сили різання:

$$P_{z,y,x} = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \text{Н} \quad (3.19)$$

x, y, n – показники степені, x=0,9, y=0,6, n=-0,3;

$$P = 10 \cdot 243 \cdot 0,3^{0,9} \cdot 0,19^{0,6} \cdot 262,04^{-0,3} \cdot 0,41 = 0,23 \text{ (кН)}$$

x, y, n – показники степені, x=1,0, y=0,5, n=-0,4 ;

Потужність різання:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{кВт.} \quad (3.20)$$

$$N_e = \frac{930 \cdot 259,1}{1020 \cdot 60} = 3,94, \text{кВт.}$$

Нормування технологічних операцій

Основний машинний час обробки:

$$T_o = \frac{L}{S_M} \cdot i = \frac{l+l_1}{n \cdot S} \cdot i \quad (3.23)$$

де l - довжина оброблюваного пазу;

i – число робочих ходів;

l<sub>1</sub> - довжина врізання інструмента;

S – подача за оберт, мм/об;

n – число оборотів шпинделя, об/хв;

$$T_o = \frac{145+4}{315 \cdot 0,19} \cdot 6 = 2,48 \text{ хв}$$

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.03.ПТП	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_o = \frac{185 + 4}{180 \cdot 0,19} = 5,52 \text{ хв}$$

$$T_o = \frac{125 + 4}{150 \cdot 0,19} = 4,53 \text{ хв}$$

Розрахунок технічної норми часу. Визначаємо норму штучного часу:

$$T_{шт} = T_o + T_{в} + T_{об} + T_{от} \quad (3.21)$$

де  $T_o$  – основний час, хв.;

$T_{доп}$  – допоміжний час, хв.

Визначаємо допоміжний час за формулою 3.10

$$T_{доп} = T_{\epsilon_{уст.}} + T_{\epsilon_{оп}} + T_{\epsilon_{вим}} \quad (3.22)$$

де  $T_{\epsilon_{уст.}}$  - допоміжний час на установку і зняття деталі,  $T_{\epsilon_{уст.}} = 3,5 \text{ хв}$  ;

$T_{\epsilon_{оп}}$  - допоміжний час, пов'язаний з операцією,  $T_{\epsilon_{оп}} = 0,04 \text{ хв}$  ;

$T_{\epsilon_{вим}}$  - допоміжний час на контрольні вимірювання,  $T_{\epsilon_{вим}} = 0,4 \text{ хв}$  .

$$T_{доп} = 3,5 + 0,04 + 0,4 = 3,94 \text{ хв.}$$

Сумарний основний час:

$$T_{со} = 2,48 + 5,52 + 4,53 = 12,53 \text{ (хв)}$$

Таким чином, оперативний час:

$$T_{оп} = T_o + T_{доп}, \text{ хв.} \quad (3.23)$$

$$T_{оп} = 12,53 + 3,94 = 16,47 \text{ хв.}$$

Час на відпочинок та обслуговування визначається у відсотках від оперативного часу.

Норма штучно-виробничого часу:

$$T_{шт} = T_o + T_{доп} + T_{відп.} + T_{обсл.}, \text{ хв.} \quad (3.24)$$

$$T_o = 12,53 + 3,94 + 2,44 = 18,91 \text{ (хв.)}$$

Норму штучно-калькуляційного часу визначаємо за формулою:

$$T_{д} = 18,91 + \frac{22,5}{500} = 18,96 \text{ (хв.)}$$

Для всіх інших операцій режими різання та норми часу зводимо в таблицю 3.7.

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.03.ПТП	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Побудуємо математичну модель процесу різання і визначимо оптимальні режими різання для точіння ступиці діаметром  $D=550\text{мм}$  і довжиною  $L=88\text{мм}$ , матеріал – сталь 35, необхідна шорсткість  $R_a=12,5\text{мкм}$ , глибина різання  $t=3\text{мм}$ .

Ми обрали Багатоцільову Багатоцільовий DMG CTX beta 800 TC.

Точіння відбувається токарним контурним різцем з ромбічною пластиною з твердого сплаву T5K10 (ТУ2-035-892-82) PDINR 2020K15 ( $20\times 20$ ;  $\varphi=93$  ;  $\varepsilon=55$  ) з охолодженням

Виділимо найбільш важливі обмеження:

*Обмеження 1.* Різучі можливості інструмента, визначаємі періодом стійкості.

Згідно залежності (2.18) знаходимо значення періоду стійкості інструмента і коефіцієнтів, що входять в рівняння для  $v$ :

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s^{y_v}} \cdot k_v; \quad v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (3.25)$$

де  $T$  – період стійкості інструмента -60 хв, хв;  $m$  – показник відносної стійкості - 0,2;  $t$  – глибина різання-3мм, мм;  $D$  – діаметр заготовки 550 мм, мм;  $C_v$ ,  $x_v$ ,  $y_v$  – коефіцієнти, що характеризують умови обробки;  $C_v=350$ ;  $x_v=0,15$ ;  $y_v=0,35$ ;  $K_v$  – загальний поправочний коефіцієнт.

$$K_v = K_{Mv} K_{nv} K_{\varphi v} K_{rv} K_{qv} K_0^v = 1,44. \quad (3.26)$$

Тоді

$$nS^{0,35} \leq \frac{318 \times 350}{130 \times 60^{0,2} \times 3^{0,15}} \times 1,44 \quad \text{або} \quad nS^{0,35} \leq 461,016$$

Приведемо отриману нерівність до лінійного виду логарифмуванням і після позначення отримаємо

$$x_1 + 0,35x_2 \leq b_1; \quad \text{де} \quad b_1 = \ln(461,016 \times 100^{0,35}) = 7,745.$$

*Обмеження 2.* Потужність електродвигуна привода головного руху верстата. Це обмеження виражається умовою  $N_{\text{еф}} \leq N_{\eta}$ . Де  $N$  – потужність електродвигуна головного приводу, кВт;  $\eta$  – ККД кінематичної ланки від електродвигуна до інструменту.

Ефективна потужність, кВт, що витрачається на процес різання

$$N_{\dot{a}\dot{o}} = \frac{P_z \cdot v}{102 \cdot 60}, \quad (3.27)$$

де  $P_z$  – сила різання, котра відповідно знаходиться як

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.03.ПТП	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_z = C_{Pz} \cdot t^{X_{Pz}} \cdot S^{Y_{Pz}} \cdot v^{n_{Pz}} \cdot K_p$$

Підставляючи у вираз значення складової сили різання  $P_z$ , отримаємо для другого технічного обмеження.

$$n^{n_{Pz}+1} \cdot S^{Y_{Pz}} \leq \frac{6120 \cdot (10^3)^{n_{Pz}+1} \cdot N \cdot \eta}{C_p \cdot t^{X_{Pz}} \cdot D^{n_{Pz}+1} \cdot \pi^{n_{Pz}+1} \cdot K_p} \quad (3.28)$$

Значення коефіцієнтів:

$$C_{Pz} = 300; x_{Pz} = 1,0; y_{Pz} = 0,75; n_{Pz} = -0,15;$$

$$K_v = K_{Mp} K_{np} K_{\varphi p} K_{rp} K_{qp} K_0^p = 1,05.$$

Потужність електродвигуна для верстата Багатоцільовий DMG CTX beta 800 TC  $N=35$  кВт,  $\eta=0,85$ . Тоді

$$n^{0,85} \times S^{0,35} \leq \frac{6120 \times (10^3)^{0,85} \times 35 \times 0,85}{300 \times 3^1 \times 130^{0,85} \times 3,14^{0,85} \times 1,05} \leq 412,634$$

Після приведення до лінійного виду і введенням позначень отримаємо

$$0,85x_1 + 0,75x_2 \leq b_2, \quad \text{де } b_2 = \ln(412,634 \cdot 100^{0,75}) = 9,476$$

*Обмеження 3.* Найменша допустима швидкість різання обмежується або умовами стружкоутворення (збільшення шорсткості обробленої поверхні, викрашування ріжучих кромки), або частотою що існує на верстаті, тобто визначається кінематикою верстата. Для частоти обертів шпинделя верстата  $n$  це обмеження має вид  $n \geq n_{ct\ min}$ . Для верстата Багатоцільовий DMG CTX beta 800  $n_{ct\ min} = 10$  об/хв. Тоді  $x_1 \geq b_3$ , де  $b_3 = \ln 10 = 2,303$ .

*Обмеження 4.* Найбільша допустима швидкість різання обмежується або умовами різання (розмірний знос, погіршення якості виробу), або швидкістю оберту виробу верстату, тобто визначається кінематикою верстата. Аналогічно попередньому, для частоти оберту шпинделя верстата  $n$  це обмеження має вид  $n \leq n_{ct\ max}$ . Для верстата Багатоцільовий DMG CTX beta 800  $n_{ct\ max} = 250$  об/хв. Тоді  $x_1 \leq b_4$ , де  $b_4 = \ln 250 = 5,521$

*Обмеження 5.* Найменша подача, що допускається кінематикою верстату,  $S \geq S_{ct\ min}$ . Для верстата Багатоцільовий DMG CTX beta 800  $S_{ct\ min} = 0,064$  мм/об. Тоді  $x_2 \geq b_5$ , де  $b_5 = \ln(0,064 \cdot 100) = 1,856$ .

										Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

*Обмеження 6.* Найбільша подача, що допускається кінематикою верстату,  $S \leq S_{ст. max}$ . Для верстата Багатоцільовий DMG CTX beta 800  $S_{ст. max} = 26,08$  мм/об. Тоді  $x_2 \leq b_6$ , де  $b_6 = \ln(26,08 \cdot 100) = 7,86$ .

Обмеження 1-10 утворюють математичну модель процесу різання в аналітичному вигляді. Окрім технічних обмежень, що представлені у вигляді системи нерівностей, в склад моделі входить оцінна функція  $f_0$ .

$$[x_1 + 0,35x_2 \leq 7,745] \quad y_1(x)$$

$$[0,85x_1 + 0,75x_2 \leq 9,476] \quad y_2(x)$$

$$[x_1 \geq 2,303] \quad y_3(x)$$

$$[x_1 \leq 5,521] \quad y_4(x)$$

$$[x_2 \geq 1,856] \quad y_5(x)$$

$$[x_2 \leq 7,86] \quad y_6(x)$$

$$f_0 = (x_1 + x_2)_{max}$$

Для побудови математичної моделі в MathCad треба система нерівностей яку складають обмеження. Кількість обмежень відповідає кількості нерівностей у системі. В даному випадку маємо 6 обмежень, що характеризують: період стійкості інструменту, потужність електродвигуна приводу головного руху, найменша допустима швидкість, найбільша допустима швидкість, найбільша та найменша подача.

Методика побудови графічної математичної моделі в програмі MathCad:

На відкритому новому документі записуємо рівняння у вигляді,

$$y_1(x) := 7.745 - 0.35x$$

$$y_2(x) := \frac{9.476 - 0.75x}{0.85}$$

$$y_4(x) := 5.52$$

$$y_3(x) := 2.30$$

кожне обмеженню, привели до вигляду рівняння з двома невідомими. За допомогою функції у MathCad  $Graph \rightarrow X-YPlot$  побудували графік, у якому вісь  $x$  – відповідала значенню  $(-5, 20)$ , а вісь  $y$  –  $(-5, 15)$ . Ці значення обираються довільно, в залежності від того, де знаходиться багатокутник значень.

Після внесення усіх необхідних значень по вісі  $x$ , ми отримаємо наступний вигляд графіку

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.03.ПТП	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



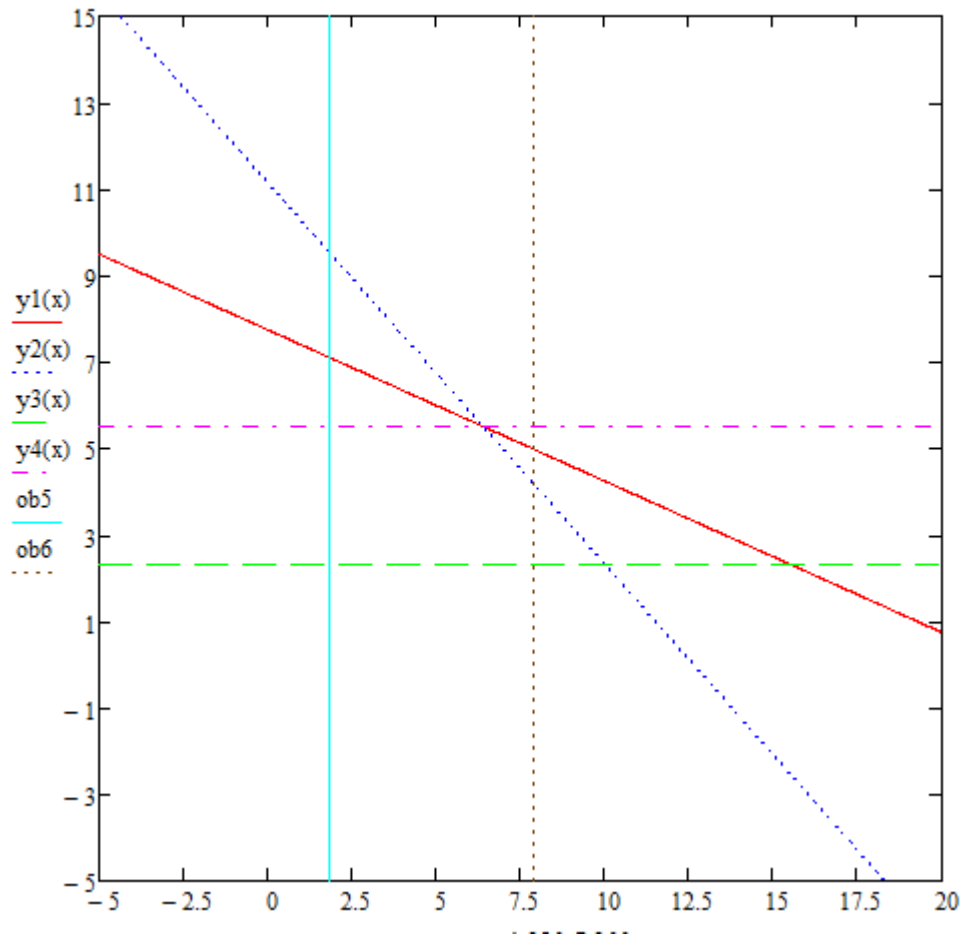


Рисунок 3.2 – Графічна побудова рівнянь по вісі  $x$

Кожне технічне обмеження представляється граничною прямою, яка відображає напівплощину, де можливе існування рішення системи нерівностей. Гранична прями, перетинаючись, утворюють багатогранник рішень  $ABCDE$  (рисунок 2.8), всередині якого люба точка задовольняє усім без винятку нерівностям. Для знаходження оптимальних значень  $x_{1\text{opt}}$  і  $x_{2\text{opt}}$  під кутом  $45^\circ$  до вісі  $x_1$  і  $x_2$  будується вектор максимізації  $M$  для оцінної функції  $f_0 = (x_1 + x_2)$ , яка відображується прямою, перпендикулярною цьому вектору. В точці, де пряма оцінної функції торкнеться багатогранника рішень, функція приймає мінімальне значення  $f_{0\text{min}}$ , а в точці «opt» крайній правій – максимальне  $f_{0\text{max}}$ . Координати цієї точки є оптимальними значеннями  $x_{1\text{opt}}$  і  $x_{2\text{opt}}$ , вони знаходяться графічно з урахуванням прийнятого масштабу  $x_{1\text{opt}}=5$  і  $x_{2\text{opt}}=7,5$ .

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.03.ПТП	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

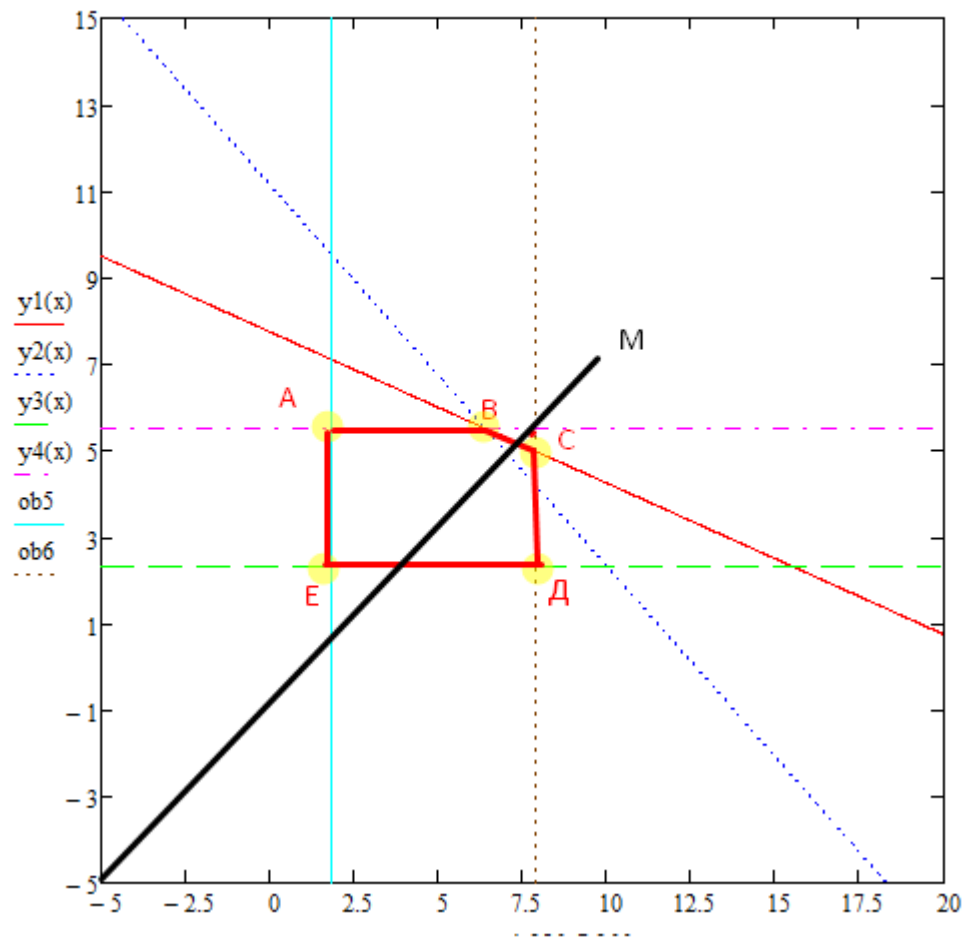


Рисунок 3.3 – Графічна побудова математичної моделі виявлення оптимальних режимів різання

Максимальні цифрові значення оптимального режиму різання вираховується по наступним залежностям:

$$x1_{opt} := 5$$

$$x2_{opt} := 7.5$$

$$n_{opt} := e^{x1_{opt}} = 148.413$$

$$S_{opt} := \frac{1}{100} \cdot e^{x2_{opt}} = 18.08$$

$$n_{onm} = e^{x1_{onm}} = e^5 = 148,413 \text{ об/хв}$$

$$S_{onm} = \frac{1}{100} \cdot e^{x2_{onm}} = \frac{1}{100} \cdot e^{7.7} = 18,08 \text{ мм/об.}$$

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.03.ПТП	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КБР.131.24.1-02.03.ПТШ	Арк.	1.Найменування операції	Інструмент	Режими різання						Норми часу							
							D		<i>l</i>	t	S	V	n	<i>i</i>	T <sub>o</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>o п.</sub>	T <sub>отд</sub> T <sub>обслу</sub> жив.	T <sub>ш</sub> т	T <sub>ш</sub> т.к.		
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
							005 Токарна Токарний верстат з ЧПК 16К30Ф3 Установ 1: Встановити, закріпити, зняти	Різець прохідний упорний с механічним кріпленням пластини CNMG 120408-M3														
							Підрізати торець 3		550	145	1	0,5	259,1	150	1	4,6 3	1,4	2,9	0,12	3,02	20,0 7	
							Підрізати тоерць 2		425	185	1	0,5	240,2	180	1	5,5 2						
							Пірізати торець 1		240	125	1	0,4	237,4	315	1	2,4 8						
							Установ Б															
							Обточити зовнішню циліндричну поверхню 23		550	165	3	0,5 5	172	210, 6	1	1,5 5	4,7	7,8	0,3	8,1	44,1 5	

Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КБР.131.24. 1-02.03.ПТТ										Арк.			
					Обточити зовнішню циліндричну поверхню 4	95	158	5	0,4	153	221,4	1	1,69					
					Обточити зовнішню циліндричну поверхню 5	15	26	5	0,38	110	134,7	1	5,01					
					Обточити зовнішню циліндричну поверхню 15	175	52	5	0,45	140	92,5	1	8,6					
					Обточити зовнішню циліндричну поверхню 24	175	52	5	0,4	153	221,4	1	1,69					
					Обточити зовнішню циліндричну поверхню 13	150	37	5	0,4	115	140,9	1	3,19					
					Підрізати тоєць 13	150	27,5	10	0,38	125	180,9	1	3,17					
					Обточити зовнішню циліндричну поверхню 4	95	158	5	0,4	115	76,05	1	12,9					

Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КБР.131.24.1-02.03.ПТТ											Арк.		
Точити фаски 12,20,21,22					550	165	3	0,5 5	172	210, 6	1	1,5 5						
Точити канавку 13						6	5	0,4	115	140, 8	1	4,8						
010 Свердлильна Установ А Вертикально- свердлильний 2P135Ф2					Свердло спіральне з конічним хвостовиком Ø 34 22317-0108 ГОСТ 149-75													
Свердлити пов. 18					34	31	7,5	0,6	18	382. 1	1	0,3 7	0,6	1,1	0,04	1,14	4,85	
Зенкувати пов 18					34	31	7,5	0,2 8	16,7	118, 5	1	0,1						
Свердлити пов 19					32	31	15	0,6	18	191. 1	1	0,7						
Установ Б																		
Свердлити пов 17					28	20	15	0,6	18	191, 1	1	0,7						
Зенкувати пов 17					28	20	7,5	0,2 8	16,7	118, 5	1	0,1						



## 4РОЗРОБКА КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ СВЕРДЛЕННЯ ОТВОРІВ Feature CAM

Для створення керуючої програми застосовуємо CAD/CAM систему –  
Feature CAM.

N1 G40 G17 G94 G90 G71 G54 N2 G64 N3 D1 N4 M6 T1 N5 S1200 M3 N6 M8 N7 G0 Z50. N8 X-214.802 Y-88.974 N9 Z-15. N10 G1 Z-19.5 F30. N11 G0 Z50. N12 Y88.974 N13 Z-15. N14 G1 Z-19.5 F30. N15 G0 Z50. N16 X-88.974 Y214.802 N17 Z-15. N18 G1 Z-19.5 F30. N19 G0 Z50.	N39 G0 Z50. N40 X-136.118 Y-136.118 N41 Z-4. N42 G1 Z-8.5 F30. N47 G0 Z50. N48 X-136.118 Y136.118 N49 Z-4.N43 G0 Z50. N44 X-192.5 Y0. N45 Z-4. N46 G1 Z-8.5 F30. N50 G1 Z-8.5 F30. N51 G0 Z50. N52 X0. Y192.5 N53 Z-4. N54 G1 Z-8.5 F30. N55 G0 Z50. N56 X136.118 Y136.118 N57 Z-4. N58 G1 Z-8.5 F30.
20 X88.974 N21 Z-15. N22 G1 Z-19.5 F30. N23 G0 Z50. N24 X214.802 Y88.974 N25 Z-15. N26 G1 Z-19.5 F30. N27 G0 Z50. N28 Y-88.974 N29 Z-15. N30 G1 Z-19.5 F30. N31 G0 Z50. N32 X88.974 Y-214.802 N33 Z-15.	N59 G0 Z50. N60 X192.5 Y0. N61 Z-4. N62 G1 Z-8.5 F30. N63 G0 Z50. N64 X136.118 Y-136.118 N65 Z-4. N66 G1 Z-8.5 F30. N67 G0 Z50. N68 X0. Y-192.5 N69 Z-4. N70 G1 Z-8.5 F30. N71 G0 Z-4. N72 Z50. N73 M9 N74 M5 N75 M30

Рисунок 4.1-Текст керуючої програми на обробку отворів

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.04.РКП					
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	РОЗРОБКА КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ СВЕРДЛЕННЯ ОТВОРІВ Feature CAM			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркциф</i>
<i>Розроб.</i>		Богуш								
<i>Перевір.</i>		Цивінда								
<i>Н. Контр.</i>		Рязанцев						Кафедра ТМ		
<i>Затверд.</i>		Нечасєв						Гр.ПМ20		

Отримані траєкторії при створенні керуючої програми, а також твердотільну симуляцію обробки зображуємо на рисунках 4.2–4.5.

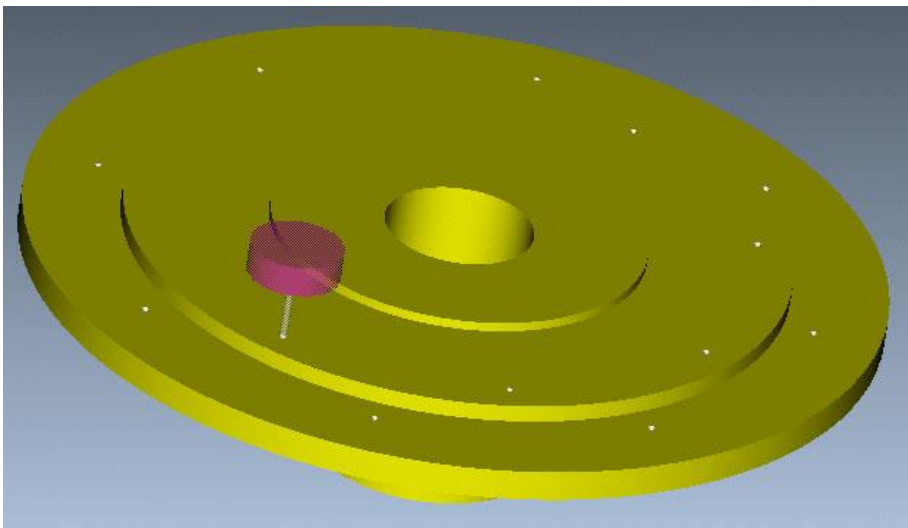
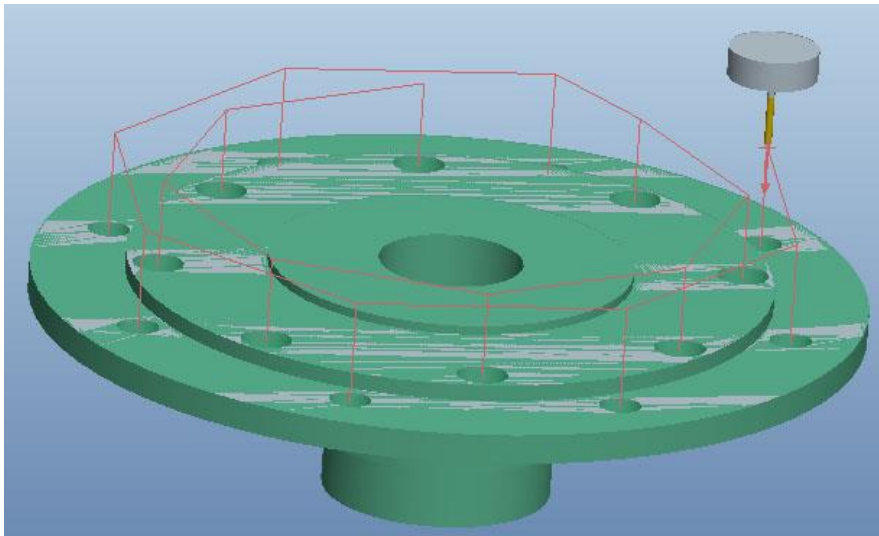


Рисунок 4.2- Центрування отворів а) траєкторія руху; б) твердотільна симуляція

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата



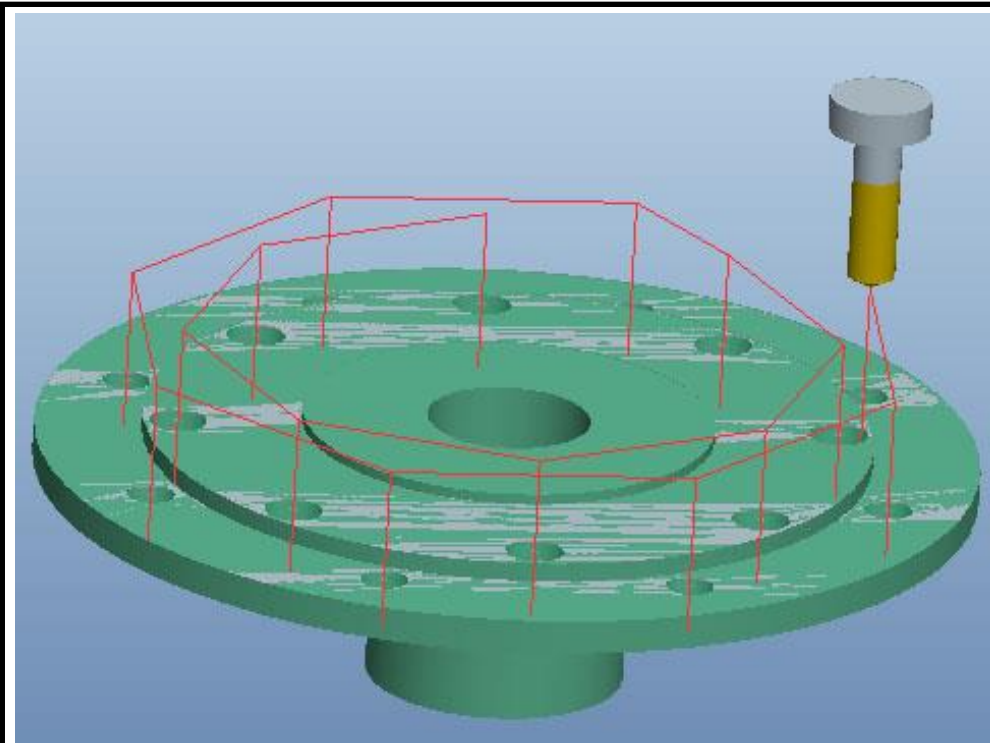


Рисунок 4.3- Свердління отворів свердлом Ø28: а) траєкторія руху

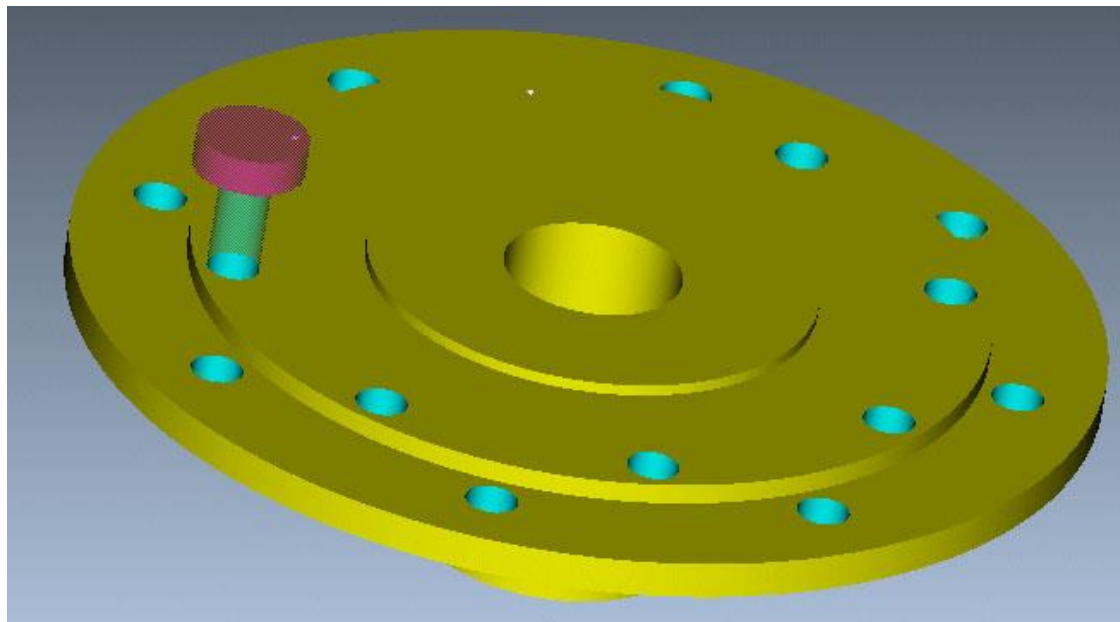


Рисунок 4.4- Свердління отворів свердлом Ø28: б) твердотільна симуляція

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КБР.131.24. 1-02.04.РКП

Арк.

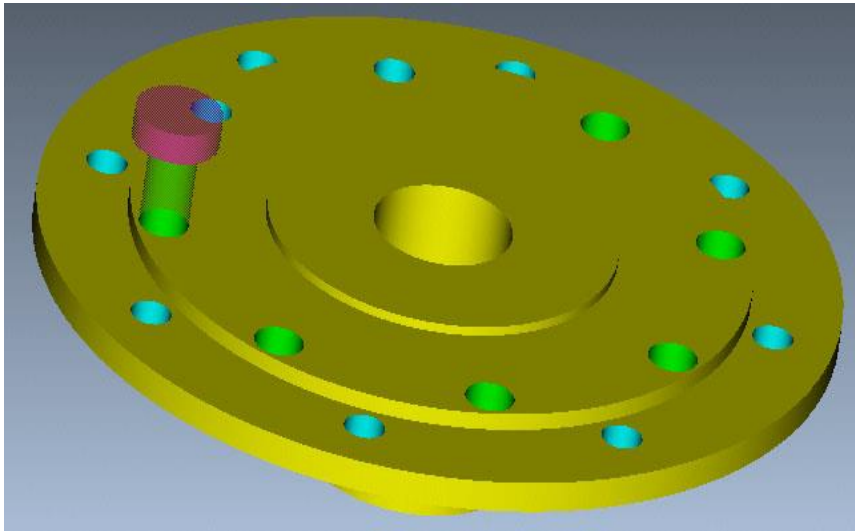
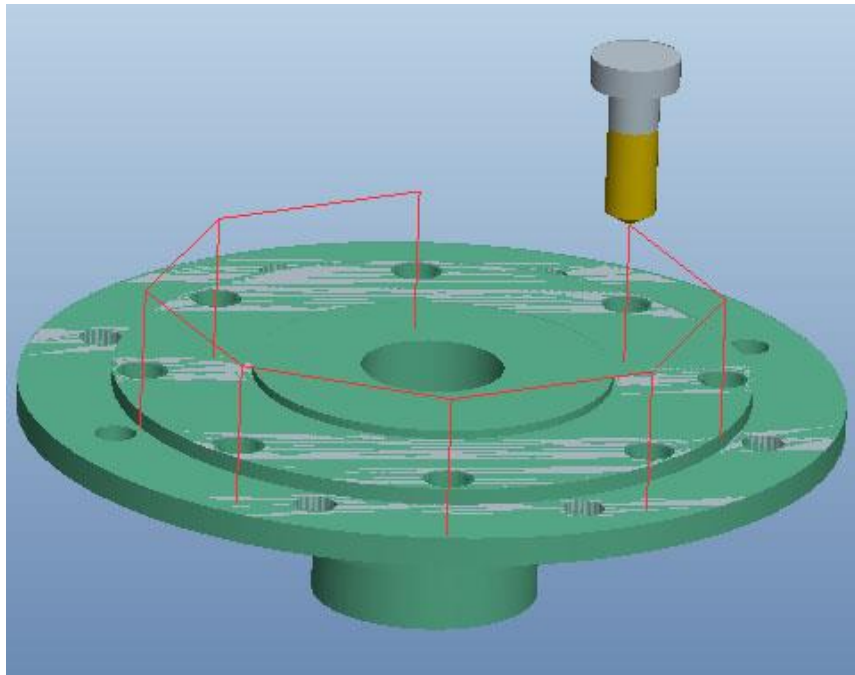


Рисунок 4.5- Розсвердлення отворів Ø34: а) траєкторія руху; б) твердотільна симуляція

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.04.РКП	Арк.
Змн.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата		

## 5 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ

### 5.1 Проектування верстатного пристосування

Спеціальне пристосування проектуємо на операцію свердлення 8 отворів  $\varnothing 34_{-0,10}^{+0,62}$  мм, на вертикально свердлильному верстаті верстаті з ЧПК моделі 2Н55ЦФ2. Розміри столу 630\*800мм.

У пристосуванні застосовуємо класичну схему базування з установкою деталі на площину й палець. В якості опорної бази застосовуємо круглу плиту, виготовлену за одне ціле з напрямною базою - циліндричним пальцем.

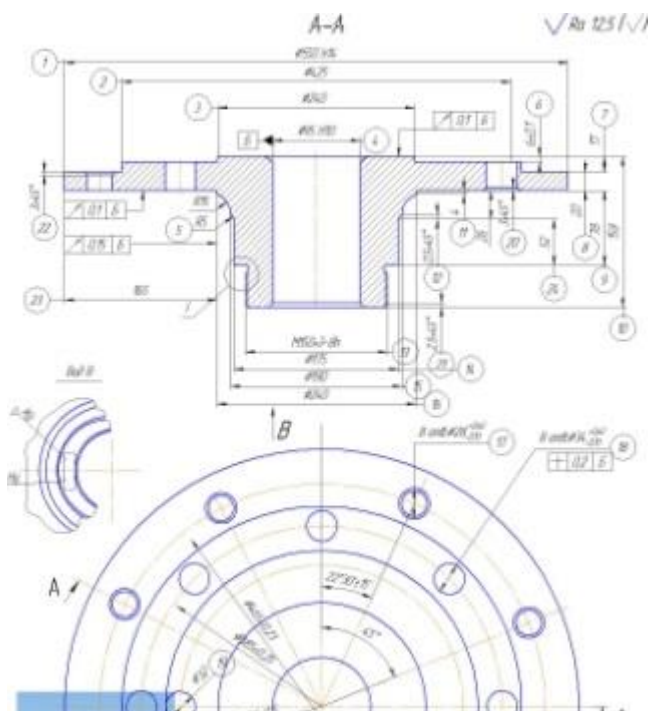


Рисунок 5.1-Ескіз деталі

Плита встановлюється на корпусі пристосування, у якому вбудований гідроциліндр затискача. Затиск заготовки здійснюється через шток і швидко знімну шайбу.

Пристосування кріпиться до планшайби верстата через пази за допомогою спеціальних болтів з гайками. Погрішність базування  $E_6=0$  т.к. настановна (циліндричний палець) база й вимірювальна база збігаються.

У процесі обробки на заготовку впливає, крутний момент при свердлінні, що прагне повернути її навколо осі свердла.

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.05.ПТО		
Змн.	Лист	№ докum.	Підпис	Дата			
Розроб.	Богуш				ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ		
Перевір.	Цивінда						
Н. Контр.	Рязанцев				Кафедра ТМ Гр.ПМ20		
Затверд.	Нечаєв						

Отже необхідно прикласти таке зусилля затискачу, щоб момент від сили тертя на опорній поверхні заготовки був більшим від моменту при свердлінні деталі.

Крутний момент і осьову силу різання при свердлінні визначаємо, відповідно по формулах (5.1) та (5.2):

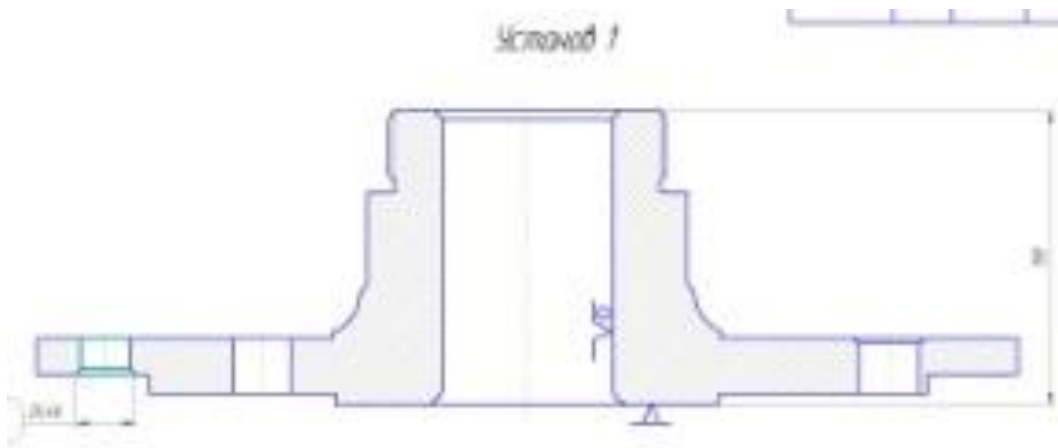


Рисунок 6.2-Ескіз установки деталі на свердлильній операції

$$M_{KP} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P \quad (5.1)$$

$$P_O = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P \quad (5.2)$$

де  $D$  - діаметр свердла  $D=20\text{мм}$

$S$  - подача, мм/об

$C_p$  – емпіричні коефіцієнти властивості матеріалу  $K_p = K_{mp} = 0,79$

$$M_{KP} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 20^2 \cdot 0,6^{0,8} \cdot 0,79 = 72,4 \text{ Нм}$$

$$P_O = 10 \cdot 68 \cdot 20 \cdot 0,6^{0,7} \cdot 0,79 = 7514 \text{ Н}$$

Необхідне зусилля закріплення визначаємо по формулі (6.3)

$$P_3 = \left[ KM - 0,33 f_{on} \frac{P(D^3 - d^3)}{D^2 - d^2} \right] / \left[ \frac{(D^3 - d^3)}{3(D^2 - d^2) + D_1 f_{3M}} \right] \quad (5.3)$$

де  $K$  - коефіцієнт безпеки 1,5

$f_{on}$  – коефіцієнт тертя в зоні контакту опор пристосування із заготовкою [20]

$D_2^1 d$  - діаметри опорних поверхонь заготовка

$D_1$  – діаметр затискної шайби

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.05.РКП	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$f_{з.м}$  - коефіцієнт тертя в зоні контакту затискної шайби із заготівлею  
Коефіцієнт безпеки визначаємо по формулі (6.4):

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (5.4)$$

тут  $K_0=1,5$  – гарантований коефіцієнт запасу,  $K_0=1,5$

$K_1$  – урахує збільшення сил різання, при свердлінні в суцільному металі  $K_1=1$ ,

$K_2$  – урахує збільшення сил різання через затуплення інструмента, при свердлінні  $K_2=1,51$

$K_3$  – враховує переривчастий характер різання  $K_3=1$

$K_4$  – враховує сталість сили затискача  $K_4=1$

$K_5$  – враховує ергономіку пристосування  $K_5=1$

$K_6$  – враховує наявність моментів  $K_6=1,5$

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,51 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 2,6$$

$$f_{он} = f_{з.м} = 0,16$$

$$D = 430; d = 250; D_1 = 280 \text{ мм}$$

$$P_3 = \frac{2,6 \cdot 72,4 \cdot 10^3 - 0,33 \cdot 0,16 \cdot \frac{7514(430^3 - 250^3)}{430^2 - 250^2}}{\frac{(430^3 - 250^3) \cdot 0,16}{3(430^2 - 250^2)} + 0,5 \cdot 280 \cdot 0,16} = 3600 \text{ Н}$$

Пневмоциліндр пристосування при тиску 16 МПа, розвиває зусилля в 4000Н.

Найбільш навантажена деталь пристосування - тяги затискного механізму, вони працюють на розтягання, необхідну умову міцності розраховуємо по формулі:

$$\sigma_p = \frac{P_z}{F} \leq [\sigma_p] \quad (5.5)$$

де:  $F$  - площа поперечного переріза тяги штока небезпечний переріз у місці установки затискної шайби, приймаємо з конструкторських рішень діаметр перетину 30мм .

$$\sigma_p = \frac{4000 \cdot 4}{\pi \cdot 30^2} = 5,7 \text{ МПа}$$

Допустиме напруження матеріалу штока (сталь 45)

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.05.РКП	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$[\sigma_p] = 250 \text{ МПа}$ , умови міцності дотримується.

Розраховуємо похибку базування. Так як базування ведемо в самоцентруючому пристрою, то похибка базування дорівнюватиме  $E = 0,03 \text{ мм}$  – Зазор між підпружиненим конусом та валом.

### 5.1.2 Розрахунок пристосування на точність

При обробці деталі сумарна похибка перевищувати значення допуску  $T$

$$\varepsilon_\varepsilon \leq T \quad (5.6)$$

Для розрахунку точності пристосування використовуємо формулу [20]:

$$\varepsilon_{np} = T - K_T \cdot \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_\delta)^2 + \varepsilon_s^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_{n1}^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2} \quad (5.7)$$

де  $T$  – допуск розміру, який оброблюється;

$\xi_\delta, \xi_s, \xi_y, \xi_{n1}$  – відповідно похибки: базування, закріплення, установки пристрою на верстаті, положення деталі із-за зносу установчих елементів пристосувань.

$k_T = 1 \dots 1,2$  – коефіцієнт враховуючий відхилення розсіювання значень складових величин від закону нормального розподілу.

$k_{T1} = 0,8 \dots 0,85$  – коефіцієнт враховуючий зменшення граничного похибки базування при роботі на налаштованих верстатах.

$k_{T2} = 0,6 \dots 0,8$  – коефіцієнт враховуючий долю похибки, обробки в сумарній похибці.

$$\xi_\delta = 0,03, \xi_s = 0$$

$$\xi_y = l \cdot S / l_{\text{цил}} = 780 \cdot 0,074 / 1000 = 0,058 \text{ мм}$$

$S$  – зазор між установчими шпонками та пазами на столі верстата.  $S = 0,074 \text{ мм}$

$$\varepsilon_{np} = T - 1,2 \cdot \sqrt{(0,85 \cdot 0,03)^2 + 0,058^2} = 1,6 - 0,076 = 1,52 \text{ мм}$$

### 5.1.3 Розрахунок зусиль затиску

Розраховуємо зусилля затиску по формулі:

$$W r_2 f_1 + W r_1 f_2 + P r_1 f_2 = k M k p \Rightarrow W = \frac{(k M k r - f_2 P r_1)}{(f_1 r_2 + f_2 r_1)} \quad (5.8)$$

де  $k$  – коефіцієнт запасу  $k = 2,5$ ;

$M_{kp}$  – крутний момент; Н·м;

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.05.РКП	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$P$  – сила різання; Н;

$f_1, f_2$  – коефіцієнти тертя  $f_1=0,25; f_2=0,15$ ;

$r_1=r_2=300$  мм.

Момент, що крутить розраховуємо за формулою :

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^{q_m} \cdot t^{x_m} \cdot S^{y_m} \cdot K_p; \text{ Н} \quad (5.9)$$

де  $D$  – діаметр оброблює мого отвору:  $D=39$  мм;

$t$  – глибина різання

$S$  – подача;  $S=1,12$  мм/об

$C_m=0,0085; q_m=1; x_m=0,75; y_m=0,8; K_p=1$ .

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,085 \cdot 39^1 \cdot 6,3^{0,75} \cdot 1,12^{0,8} = 144,5 \text{ Н.}$$

Розраховуємо силу різання:

$$P = 10 \cdot C_p \cdot t^{x_p} \cdot S^{y_p} \quad (5.10)$$

Де  $C_p=23,5; x_p=1,2; y_p=0,4$ . [12]

$$P = 10 \cdot 23,5 \cdot 6,3^{1,2} \cdot 1,12^{0,4} = 235 \cdot 9,1 \cdot 1,05 = 2245,425 \text{ Н}$$

Тоді зусилля затиску буде дорівнювати:

$$W = \frac{(2,5 \cdot 144,5 - 0,15 \cdot 2245,425 \cdot 0,6)}{(0,25 \cdot 0,3 + 0,15 \cdot 0,3)} = 2168,4 \text{ Н}$$

Розраховуємо зусилля котре необхідно прикласти до прихвату:

$$Q = \frac{2W}{\eta} \quad (5.11)$$

де  $\eta$  – коефіцієнт корисної дії,  $\eta=0,95$ .

$$Q = \frac{2 \cdot 2168,4}{0,95} = 4565,1 \text{ Н}$$

Розраховуємо зусилля котре необхідно прикласти до важеля:

$$Q_1 = \frac{Q}{\eta} \quad (5.12)$$

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.05.РКП	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q = \frac{4565,1}{0,95} = 4805,3 \text{ Н}$$

Визначаємо діаметр пневмоциліндра за формулою [20]:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q_1}{P\eta}}; \quad (5.13)$$

де  $P$  – тиск повітря в системі;  $P=0,5$ МПа;

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{4805,3}{0,5 \cdot 0,95}} = 114 \text{ мм}$$

Обираємо стандартний пневматичний циліндр:

Діаметр циліндра –  $D=125$  мм; Діаметр штока –  $d=30$  мм; Діаметр різьби на штоці – М20; Товщина стінок –  $t=10$ мм.

Розраховуємо на міцність декотрі деталі приладу.

Виконуємо перевірку штока на розривання в опарному перетині по внутрішньому діаметру різьби на його кінці. Діаметр різьби на штоці М20.

$$\sigma_p = \frac{Q_{max}}{F_{min}} \leq [\sigma_p] \quad (5.14)$$

де  $Q_{max}$  – максимальне зусилля, розвинуте пневмоциліндром:

$F_{min}$  – площа небезпечного перетину:

$$F = \frac{\pi d^2 b}{4}; \quad (5.15)$$

де  $d_b=17,5$

$$F = \frac{3,14 \cdot 17,5^2}{4} = 240,4 \text{ мм}^2$$

Визначаємо максимально можливе зусилля на штоку пневмоциліндра.

$$Q_{max} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot \eta$$

$$Q_{max} = \frac{3,14}{4} (125^2 - 30^2) \cdot 4 \cdot 0,8 = 39301,03 \text{ Н}$$

$$[\sigma]=200 \text{ МПа}$$

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.05.РКП	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



$$\sigma_p = \frac{3901,03}{240,4} = 163,5 \text{ МПа}$$

$$\sigma_p < [\sigma]$$

$$163,5 < 200$$

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.05.РКП	Арк.
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

### 6.1 Оцінка техніко-економічної ефективності виробництва

Оцінка ефективності проводиться за розрахунком собівартості по приведеним затратам

Вихідні дані					
Дані	Базовий варіант				Новий варіант
	16K20	16K20	3-ій верстат	4-ий верстат	DMC CTX beta 800 TC.
<i>Деталі</i>					
Річний обсяг випуску деталей N, шт.	1000				1000
Кількість запусків партій деталей в рік, шт	12				12
Тривалість випуску деталей Z, років	3				3
Штучний час обробки деталі t <sub>шт</sub> , хв.	32,3	43,68			44,15
Час наладки верстата, хв.	33	33			27
Розряд:					
контролера	5				5
верстатника	4	3			2
наладчика	3	3			5
наладчика інструменту		4			4
Кількість кадрів програми, шт.					600
Вартість заготовки S <sub>заг</sub> , грн.	2374				2374
Вартість комплексу спец. пристосувань К <sub>пр</sub> , грн	500	500			0
Оптова ціна на прокат одного УСП Ц <sub>усп</sub> , грн					500
Середній час налагодження за прибором одного інструменту поза верстатом, хв.	0	0			10
Середній період стійкості інструменту, хв.	45	45			90
Середня кількість граней пластинки, шт.	1	1			3

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.06.ОЕПВ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Богуш				ОРГАНІЗАЦІЙНО- ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА	Літ.	Арк.	Аркцилів
Перевір.	Цивінда							
Н. Контр.	Рязанцев					Кафедра ТМ Гр.ПМ20		
Затверд.	Нечаєв							

Коефіцієнт, що враховує питому вагу основного часу в штучному К <sub>г</sub>	0,083	0,083			0,083
Вартість одного кадру ПК, грн.					8,9
Вартість розробки ПК К <sub>пк</sub> , грн.					2300
Середньочасова зарплатня робітника, грн:					
верстатника Н <sub>ст</sub>	33,6	32,3			30,1
наладчика Н <sub>нал</sub>	33,6	28,2			34,3
наладчика інструмента Н <sub>ін</sub>	0	0			31,1
контролера Н <sub>к</sub>	29,8				29,8
<b>Верстати</b>					
Клас точності верстата	<b>H</b>	<b>H</b>			<b>A</b>
Маса верстата, т	<b>30</b>	<b>30</b>			<b>50</b>
Габарити верстата (довжина x ширина), м.	5,495 x 4,55	5,495 x 4,55			9,4 x 6,4
Габарити пристрою ЧПК, м					0,5 x 0,5
Тип пристрою ЧПК					FANUC 0iMF
Строк служби верстата до капітального ремонту Т <sub>рц</sub> , років	7	7			10
Встановлена потужність всіх електродвигунів головного руху, кВт	20	20			50
Категорія складності ремонту верстата ЕРС:					
механічної частини R <sub>м</sub>	<b>51</b>	<b>51</b>			<b>60</b>
електротехнічної частини R <sub>е</sub>	<b>43</b>	<b>43</b>			<b>70</b>
Кількість верстатів, що обслуговує один робочий d, шт	<b>1</b>	<b>1</b>			<b>2</b>
Оптова ціна верстата П, грн.	<b>110000</b>	<b>1100000</b>			<b>2200000</b>

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КБР.131.24. 1-02.06.ОЕПВ

Арк.

Коефіцієнт завантаження верстата $\eta$	0,75	0,75			0,95
Площа верстата за габаритами А, м. кв.	25,0	25,0			60,0
Площа пристрою ЧПК А <sub>у</sub> , м. кв.					0,25
Витрати на одну одиницю ЕРС верстата, грн.					
механічної частини Н <sub>м</sub>	401	401			272
електротехнічної частини Н <sub>е</sub>	86	86			60
Норматив річних витрат на поточне обслуговування та ремонт ПЧПК Q, грн.	0	0			11950
Коеф., що враховує додаткову площу верстата, $\gamma$	2,5	2,5			2
Коеф., що враховує клас точності верстата, $\mu$	1	1			1,8
Ефективний річний фонд часу роботи верстата Ф <sub>еб</sub> , год	3975	3975			3845
<b>Виробничі та інші площі</b>					
Вартість 1 м. кв. площі механічної Ц <sub>мх</sub> , грн		500			500
Вартість 1 м. кв. площі, що займають службово-побутові приміщення Ц <sub>сл. поб.</sub> , грн		1000			1000
Площа службово-побутових приміщень, що приходяться на одного робочого А <sub>б</sub> , м. кв.		7			7
Витрати на утримання та амортизаційні витрати на 1 м. кв. цеху Н <sub>цх</sub> , грн.	180	180			200

Розрахунок допоміжних показників					
Дані	Базовий варіант				Новий варіант
	16K20	16K20	3-ій верстат	4-ий верстат	DMG-CTX beta 800 TC.
Трудомісткість обробки $T_{шт}$ , год	538,33	728	0	0	735,833333
Час наладки верстата впродовж року $T_n$ , год	6,6	6,6	0	0	5,4
Час наладки інструмента поза верстатом впродовж року $T_{ин}$ , год	0	0,00	0	0	20,00
Час контролю деталей впродовж року $T_k$ , год	44,682	60,424	0	0	61,0741667
Кількість верстатників $R_{ст}$ , чол. (розрах.)	0,29	0,39	0,00	0,00	0,20
(дійсна)	1	1	0	0	1
Кількість налачників верстатів $R_k$ , чол. (розрахункова)	0,0035	0,0035	0,0000	0,0000	0,0029
(дійсна)	1	1	0	0	1
Кількість налачників інструмента поза верстатом $R_{кин}$ , чол. (розрахункова)	0	0,0000	0	0	0,01075
(дійсна)	0	0	0	0	1
Кількість контролерів $R_k$ , чол. (розрах.)	0,02	0,03	0,000	0,00	0,03
(дійсна)	1				1
Додаткова кількість робочих по обслуговуванню верстатів з ЧПК $R_{дод}$ , чол (розрахункова)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
(дійсна)	0	0	0	0	1
Загальна кількість працівників на річну програму випуску деталей, чол.	5				5
Частка завантаження верстата					



Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	2. Зарплатня за налашку верстата $I_{н2}$									
					$I_{н2} = N_{нал2} \cdot T_{н2}$ де $N_{нал2}$ – середньочасова зарплатня наладчиків з усіма нарахуваннями, грн; $T_{н2}$ – час налашки верстата впродовж року, год									
					$N_{нал2} = N_{нал} + Z_{д} + C_{випр} + C_{прем}$ де $N_{нал}$ – тарифна ставка наладчика, грн; $Z_{д}$ – додаткова заробітна платня, 8% $C_{випр}$ – відрахування на соціальне страхування, 12% $C_{прем}$ – преміальні доплати, 30%									
					$T_{н2} = t_{н2} \cdot j_p / 60$ де $t_{н2}$ – час налашки верстата для обробки партії деталей, хв; $j_p$ – кількість запусків партій деталей за рік									
					Базовий варіант		Новий варіант							
					16K20	$I_{н2} = N_{нал} \cdot T_{н2}$	348,71	52,84	6,6	DMG CTX beta 800 TC.	$I_{н2} = N_{нал} \cdot T_{н2}$	291,25	53,94	5,4
					16K20	$I_{н2} = N_{нал} \cdot T_{н2}$	292,67	44,34	6,6	Всього $I_{н2}$	291,25			
					3-ій верстат	$I_{н2} = N_{нал} \cdot T_{н2}$	0,00	0,00	0					
					4-ий верстат	$I_{н2} = N_{нал} \cdot T_{н2}$	0,00	0,00	0					
					Всього $I_{н2}$		641,38							
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	3. Зарплатня наладжувальника інструмента поза верстатом, $I_{н3}$									
					$I_{н3} = N_{н3} \cdot T_{н3}$ де $N_{н3}$ – середньочасова зарплатня наладчика, грн; $T_{н3}$ – час, який затрачується на налагодження інструмента поза верстатом, хв $T_{н3} = 1,3 \cdot t_{н3} \cdot T_{шт} \cdot k_T / (T \cdot n_T)$ де 1,3 – коеф., що враховує випадкову втрату інструменту та його вихід з ладу; $t_{н3}$ – середній час налагодження за прибором одного інструмента, хв; $T_{шт}$ – час обробки деталей в обсязі їх річного									
					Базовий варіант		Новий варіант							
					16K20	$I_{н3} = N_{н3} \cdot T_{н3}$	0	0	0	DMG CTX beta 800 TC.	$I_{н3} = N_{н3} \cdot T_{н3}$	1112,00	55,6	20,00
					16K20	$I_{н3} = N_{н3} \cdot T_{н3}$	0,00	31,1	0,00	Всього $I_{н3}$	1112,00			
					3-ій верстат	$I_{н3} = N_{н3} \cdot T_{н3}$	0,00	0	0					
							..	..	..					

КНУ.КБР.131.24. 1-02.06.ОЕПВ

Змін.

Лист

№ докум.

Підпис

Дата

КНУ.КВР.131.24.1-02.06.ОЕПВ

Арк.

4. Витрати на підготовку та поновлення керуючої програми $I_{пк}$				Базовий варіант			Новий варіант		
$I_{пк} = K_{пк} / Z$	3-ий верстат	$I_{пк} = K_{пк} / Z$		16К20	$I_{пк} = K_{пк} / Z$		DMG CTX beta 800 TC.	$I_{пк} = K_{пк} / Z$	
		0 0 1000			0 0 3		766,667 2300 3		
	4-ий верстат	$I_{пк} = K_{пк} / Z$		16К20	$I_{пк} = K_{пк} / Z$		Всього $I_{пк2}$	766,666667	
		0 0 1000			0,00 0 3				
				Всього $I_{пк1}$	0,00				
5. Витрати на ремонт та утримання спеціальних пристосувань $I_{пр}$				Базовий варіант			Новий варіант		
$I_{пр} = K_{пр} (1/Z + 0,04)$ де 0,04 – коэф., що враховує витрати на ремонт спеціальних пристосувань	16К20	$I_{пр} = K_{пр} \cdot (1/Z + 0,04)$		16К20	$I_{пр} = K_{пр} \cdot (1/Z + 0,04)$		DMG CTX beta 800 TC.	$I_{пр} = K_{пр} \cdot (1/Z + 0,04)$	
		186,66667 500 0,3333			186,66667 500 0,3333		Всього $I_{пк2}$	0	
				16К20	$I_{пр} = K_{пр} \cdot (1/Z + 0,04)$			0	
				3-ий верстат	$I_{пр} = K_{пр} \cdot (1/Z + 0,04)$				
				4-ий верстат	$I_{пр} = K_{пр} \cdot (1/Z + 0,04)$				
					0 0 0,3333				
					0 0 0,3333				



Зміст  
Лист  
№ докум.  
Підпис  
Дата  
КНУ.КБР.131.24.1-02.06.ОЕПВ  
Арк.

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

$I_{усп} = Ц_{усп} \cdot j_p$   
де  $Ц_{усп}$  – оптова ціна за прокат одного пристосування, грн

Базовий варіант			Новий варіант		
16К20	$I_{усп} = Ц_{усп} \cdot j_p$	0 0 12	DMG CTX beta 800 TC	$I_{усп} = Ц_{усп} \cdot j_p$	6000 500 12
16К20	$I_{усп} = Ц_{усп} \cdot j_p$	0 0 12	<b>Всього <math>I_{усп2}</math></b>	<b>6000</b>	
3-ій верстат	$I_{усп} = Ц_{усп} \cdot j_p$	0 0 12			
4-ий верстат	$I_{усп} = Ц_{усп} \cdot j_p$	0 0 12			
<b>Всього <math>I_{усп1}</math></b>		<b>0</b>			

8. Амортизаційні відрахування на повне відновлення обладнання  $I_A = K_6 \cdot A$

де  $A$  – норма амортизаційних відрахувань на повне відновлення верстата, що приймається:  
• для верстатів масою до 10 т, які оброблюють деталі металевими та абразивними інструментами, відповідно – 0.053 та 0.056;  
• для верстатів масою вище 10 т – 0.04 та 0.042 відповідно

Базовий варіант			Новий варіант		
16К20	$I_A = K_6 \cdot A$	884,69 22117 0,04	DMG CTX beta 800 TC	$I_A = K_6 \cdot A$	17424,00 435600 0,04
16К20	$I_A = K_6 \cdot A$	8712,00 217800 0,04	<b>Всього <math>I_{A2}</math></b>	<b>17424,00</b>	
3-ій верстат	$I_A = K_6 \cdot A$	0,00 0 0			
4-ий верстат	$I_A = K_6 \cdot A$	0,00 0 0			
<b>Всього <math>I_{A1}</math></b>		<b>9596,69</b>			

8. Витрати на утримання приміщення, яке займає верстат  $I_{пз}$

$I_{пз} = H_{пз} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$   
де  $H_{пз}$  – 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		
16К20	$I_{пз} = H_{пз} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$	2056,64 180 25,002 0 2,5 0,18	DMG CTX beta 800 TC.	$I_{пз} = H_{пз} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$	4890 200 60 0,25 2 0,20
16К20	$I_{пз} = H_{пз} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$	2025,18 180 25,002 0 2,5 0,18	<b>Всього <math>I_{пз2}</math></b>	<b>4890,49</b>	
3-ій верстат	$I_{пз} = H_{пз} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$	0,00 0 0 0 0 0,00			
4-ий верстат	$I_{пз} = H_{пз} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$	0,00 0 0 0 0 0,00			
<b>Всього <math>I_{пз1}</math></b>		<b>4081,72</b>			

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

$I_{сз} = H_{сз} \cdot A_6 \cdot (P_{ст} + P_к + P_{роз} + P_к)$

Базовий варіант			Новий варіант		
35000	$I_{сз} = H_{сз} \cdot A_6 \cdot (P_{ст} + P_к + P_{роз} + P_к)$	1000 7 2 2 0 1			
<b>Всього <math>I_{сз1}</math></b>		<b>35000</b>			
35000	$I_{сз} = H_{сз} \cdot A_6 \cdot (P_{ст} + P_к + P_{роз} + P_к)$	1000 7 1 2 1 1			
<b>Всього <math>I_{сз2}</math></b>		<b>35000</b>			

Змін.	
Лист	
№ Докум.	
Підпис	
Дата	
КНУ КБР.131.24.1-02.06.ОЕПВ	
Арк.	

4. Витрати на ремонт та технічне обслуговування обладнання І<sub>р</sub> = (Н<sub>м</sub> · R<sub>м</sub> + Н<sub>с</sub> · R<sub>с</sub>) · μ · β  
 де Н<sub>м</sub>, Н<sub>с</sub> – витрати на однією ремонтної складності відповідного механічної та електротехнічної частин, грн.;  
 R<sub>м</sub>, R<sub>с</sub> – 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								
		I <sub>р</sub> = (Н <sub>м</sub> · R <sub>м</sub> + Н <sub>с</sub> · R <sub>с</sub> ) · μ · β						I <sub>р</sub> = (Н <sub>м</sub> · R <sub>м</sub> + Н <sub>с</sub> · R <sub>с</sub> ) · μ · β								
16К20		4414,1	401	51	86	43	1	0,18	DMG CTX beta	7495,2	272	60	60	70	1,8	0,20
16К20		4346,8	401	51	86	43	1	0,18	800 TC							
3-й верстат		0,0	0	0	0	0	0	0,00	Всього І <sub>р2</sub>	7495,2						
4-ий верстат		0,0	0	0	0	0	0	0,00								
Всього І <sub>р1</sub>		8760,9														

5. Витрати на технічне обслуговування і ремонт ЧПК І<sub>у</sub> = Q · β  
 де Q – річні витрати при експлуатації у дві зміни і повній загрузці верста з ЧПК, грн

		Базовий варіант			Новий варіант		
		I <sub>у</sub> = Q · β			I <sub>у</sub> = Q · β		
16К20		0	0	0,18	FOUR-STAR FD	11950	0,20
16К20		0	0	0,18	Всього І <sub>у2</sub>	2425,0	
6610		0	0	0,00			
4-ий верстат		0	0	0,00			
Всього І <sub>у1</sub>		0,0					

Змін.				
Лист				
№ докум.				
Підпис				
Дата				
КНУ.КБР.131.24. 1-02.06.0ЕПВ				
				Арк.

### 12. Зарплатня контролера $I_k$

$$I_k = N_k \cdot T_k$$

де  $N_k$  – середньочасова заробітна платня контролера 5-го розряду, грн.;

$T_k$  – час контролю деталей впродовж року, год.

Для базових верстатів:

$$T_{k1} = 0,083 \cdot T_{шт}$$

де 0,083 – середньостатистична частка трудомісткості контрольних

Для обробки на верстатах з ЧПК

$$T_{k1} = 0,2 \cdot T_{шт}$$

	Базовий варіант			Новий варіант			
	$I_k$	$N_k$	$T_k$	$I_k$	$N_k$	$T_k$	
16К20	1331,51	29,8	44,68	DMG CTX beta 800	1820,01	29,8	61,074
16К20	1800,64	29,8	60,42	<b>Всього <math>I_k</math></b>	<b>1820,010167</b>		
6610	0,00	29,8	0,00				
4-ий верстат	0,00	29,8	0,00				
<b>Всього <math>I_{к1}</math></b>	<b>3132,15</b>						

### Капітальні вкладення споживач:

$$K = K_b + K_{зд} + K_{сл} + K_{мез} + K_{пр} + K_{п.у.}$$

де  $K_b$  – балансова вартість верстата, грн;

$K_{зд}$  – вартість приміщення, яке займає верстат, грн.;

$K_{сл}$  – вартість службово-побутових приміщень, грн.;

$K_{мез}$  – обігові кошти в незакінченому виробництві, грн.;

$K_{пр}$  – вартість комплексу спеціальних пристосувань, які використовуються на верстатах при обробці деталей, грн.;

$K_{п.у.}$  – витрати на створення керуючої програми (КП), грн.

	$K_b$	$K_{зд}$	$K_{сл}$	$K_{мез}$	$K_{пр}$	$K_{п.у.}$		
$K_1 =$	239917	+ 11338	+ 35000	+ 221211	+ 1000	+ 0	=	508467
$K_2 =$	435600	+ 10845,00	+ 28000	+ 217340	+ 0	+ 2300	=	694584,91

Змін.				
Лист				
№ докум.				
Підпис				
Дата				
КНУ.КБР.131.24. 1-02.06.0ЕПВ				
Арк.				

**1. Балансова вартість верстата К**

$$K_6 = Ц \cdot \alpha \cdot \beta$$

де Ц – оптова ціна верстата, грн  
 $\alpha$  – коєф., що враховує витрати на доставку та встановлення верстата та приймається рівним 1,1;  
 $\beta$  – частка завантаження верстата

$$\beta = T_{шт} + T_k / (\Phi_{об} \cdot \eta_p)$$

	Базовий варіант				Новий варіант								
16К20	$K_6 =$	Ц	$\cdot$	$\alpha$	$\cdot$	$\beta$	DMG CTX beta 800 TC.	$K_6 =$	Ц	$\cdot$	$\alpha$	$\cdot$	$\beta$
	22117	110000,00		1,1		0,18	435600	2200000,00		1,1		0,18	
16К20	$K_6 =$	Ц	$\cdot$	$\alpha$	$\cdot$	$\beta$	Всього Кк1	435600					
	217800	1100000,00		1,1		0,18							
3-ій верстат	$K_6 =$	Ц	$\cdot$	$\alpha$	$\cdot$	$\beta$							
	0	0		1,1		0,00							
4-ий верстат	$K_6 =$	Ц	$\cdot$	$\alpha$	$\cdot$	$\beta$							
	0	0		1,1		0,00							
<b>Всього Кк1</b>	<b>239917</b>												

**2. Вартість приміщення, які займає верстат К**

$$K_{зд} = Ц_{пл.м} (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$$

де  $Ц_{пл.м}$  – вартість 1 м. кв. площі механічного цеху;

A – площа, яку займає верстат по габаритах, м. кв.;

$A_y$  – площа, яку займають виносні, допоміжні пристрої, м. кв.;

$\gamma$  – коефіцієнт, який враховує додаткову площу

	Базовий варіант						Новий варіант								
16К20	$K_6 =$	$Ц_{пл.м}$	(A + A <sub>y</sub> )	$\cdot$	$\gamma$	$\cdot$	$\beta$	DMG CTX beta 800 TC.	$K_6 =$	$Ц_{пл.м}$	(A + A <sub>y</sub> )	$\cdot$	$\gamma$	$\cdot$	$\beta$
	5713	500	25,002		0		2,5	0,18	10845	500	60		0,25	2	0,18
16К20	$K_6 =$	$Ц_{пл.м}$	(A + A <sub>y</sub> )	$\cdot$	$\gamma$	$\cdot$	$\beta$	Всього Кк2	10845,00						
	5626	500	25,002		0		2,5	0,18							
3-ій верстат	$K_6 =$	$Ц_{пл.м}$	(A + A <sub>y</sub> )	$\cdot$	$\gamma$	$\cdot$	$\beta$								
	0	500	0		0		0	0,00							
4-ий верстат	$K_6 =$	$Ц_{пл.м}$	(A + A <sub>y</sub> )	$\cdot$	$\gamma$	$\cdot$	$\beta$								
	0	500	0		0		0	0,00							
<b>Всього Кк2</b>	<b>11338</b>														

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

$$K_{сл} = C_{пл.б} \cdot A_б \cdot (P_{ст} + P_н + P_{рок} + P_х)$$

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

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

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

$P_х$  – кількість контролерів

Базовий варіант						
$K_{сл} =$	$C_{пл.б}$	$\cdot A_б$	$\cdot (P_{ст} +$	$P_н +$	$P_{рок} + P_х)$	
35000	1000	7	2	2	0	1
<b>Всього <math>K_{сл1}</math></b>						<b>35000</b>

Новий варіант						
$K_{сл} =$	$C_{пл.б}$	$\cdot A_б$	$\cdot (P_{ст} +$	$P_н +$	$P_{рок} + P_х)$	
28000	1000	7	1	2	0	1
<b>Всього <math>K_{сл2}</math></b>						<b>28000</b>

**4. Обігові кошти в незакінченому виробництві  $K_{мез}$**

$$K_{мез} = 3 \cdot n'' \cdot (S_{зар} + C / N_{р\text{ічн}} \cdot 0,5) \cdot \beta$$

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

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

$$n'' = N_{р\text{ічн}} / j_p$$

Базовий варіант						
$K_{мез} =$	3	$\cdot n''$	$\cdot (S_{зар} +$	$C / N_{р\text{ічн}} \cdot 0,5) \cdot \beta$		
221211,50	83,33	2374	130048,71	1000	0,36	
<b>Всього <math>K_{сл1}</math></b>						<b>221211</b>

Приведені витрати			
$3_1 =$	$C_1 + E_н \cdot K_1$		
<b>206319</b>	130049	0,15	508467
$3_2 =$	$C_2 + E_н \cdot K_2$		
<b>197075</b>	92887	0,15	694585

Строк окупності				
$T_{ок} =$	$(K_2 - K_1) / (C_1 - C_2)$			
<b>5,008</b>	694584,91	508467	130048,71	92886,91

Річний економічний ефект		
$E =$	$3_1 - 3_2$	
<b>9244,08859</b>	206319	2E+05

## 6.2 Охорона праці

Таблиця 6.1 – Основні потенційно небезпечні та шкідливі виробничі фактори

№ п/п	Назва фактора	Джерела виникнення	Характер дії
1	2	3	4
1.	Небезпечні фактори	Обертальні та рухомі частини обладнання	Травмуючий
2.	Небезпечні фактори	Електроустановки, електрообладнання	Ураження електричним струмом
3.	Виробничий пил	Незахищена зона обробки	Пневмоконіози
4.	Шкідливі речовини	Аерозоль із вмістом мастил і МОР, газів	Враження шкіри рук, обличчя, очей
5.	Вібрація	Механічне обладнання, вентилятори, насоси	Операторські помилки, віброхвороба
6.	Шум	Верстати механо-оброблювальні, обладнання технологічне	Операторські помилки, погіршення слуху
7.	Виробничі випромінювання	Електромагнітні поля, лазерні випромінювання	Професійні захворювання
8.	Мікроклімат	Перепади температур	Втомлення
9.	Освітлення	Недостатнє освітлення	Втомлення

Таблиця 6.2 – Карта умов праці

№ за/п	Фактори виробничого середовища	ГДК (ГДР)	Факт. знач.
1	2	3	4
1.	Шкідливі речовини, мг/м <sup>3</sup>		
	Пил	2	4
	Оксиди кремнію	6	9
	Оксиди заліза	8	9
	Вуглецевий	20	35
	Гази: оксид вуглецю	5	6
	Гази: двооксид вуглецю	6	7
	Оксид азоту	1	1,1
2.	Освітлення		
	Природне, %	1,5	1,2

## ВИСНОВКИ

Об'єктом проектування є технологічний процес складання вузла колеса колісної пари та механічної обробки деталі ступиця.

Досягнута мета розробки – конструкторсько-технологічна розробка виготовлення деталі вузла колісної пари та виготовлення деталі ступиця, включаючи всі стадії підготовки виробництва від заготовки до готового виробу

Проведено розмірний аналіз вузла та визначений метод складання – методом регулювання за допомогою компенсаторів однакової товщини.

Приведено розмірний аналіз конструкції та технологічності колісної пари. Вибрано оптимальний метод отримання заготовки – штампування. Проаналізовано типовий технологічний процес, вибрані режими різання та розраховані норми часу .

Розроблена технологічна наладка на операцію при обробці на багатоцільовому верстаті з ЧПК моделі DMG STX beta 800 TC.

Для створення керуючої програми застосовуємо CAD/CAM систему – Feature CAM.

Всі рішення економічно обгрунтовані.

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.В			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	Богун				ВИСНОВКИ	<i>Лит.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архів</i>
<i>Перевір.</i>	Цивінда							
<i>Н. Контр.</i>	Рязанцев				Кафедра ТМ Гр.ПМ20			
<i>Затверд.</i>	Нечаєв							

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Боженко, Л.І. Технологія виробництва заготовок у машинобудуванні [Текст] / Л.І. Боженко. – К.: НМК ВО, 1990. – 264 с.
2. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А., Петраков Ю.В. Технологія машинобудування [Текст] : Навчальний посібник / ЖДТУ, – Житомир: 2005. – 835 с.
3. Ю.С. Рудь Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид., переробл. - Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.; з іл.
4. 5. Стандартизація, метрологія та кваліметрія у машинобудуванні. Навчальний посібник / Боженко Л.І.-Львів.:Світ, 2013, –328с.
5. Мазур М.П. Основи теорії різання матеріалів: підручник [для вищ. навч. закладів] / М.П. Мазур, Ю.М. Внуков, В.Л. Доброскок, В.О. Залога, Ю.К. Новосолов, Ф.Я. Якубов ; під заг. ред. М.П. Мазура. – 2-е вид. перероб. і доп. – Львів : Новий світ-2000, 2011. – 422 с.
  - а. С.Г. Бондаренко. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва. – Київ, 1993.
6. 46. Кіяновський М.В., Цивінда Н.І., Цівко Ф.В. Довідник нормувальника машинобудівного виробництва. – Кривий Ріг: Видавничий центр КТУ, 2008.
7. 47. Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) Григурко О.І, Брендуля МФ., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008, 576 с.
8. Дипломне проектування з технології машинобудування/ Григурко О.І, Брендуля МФ., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008,- 860 с.
9. Шеремет В.О., Каракаш О.І., Марунчак В.Ф. та ін. Довідниковий посібник керівника та спеціаліста гірничо-металургійного підприємства з охорони праці: Навчальний посібник.-Дніпропетровськ: ПП «Ліра ЛТД»,2005.-850с
10. Смирнов В.А. Безпека життєдіяльності [Текст]: навч. посібник / В.А. Смирнов, С. А. Дикань. – К. : Кафедра. 2012. – 304 с.

					КНУ.КБР.131.24.1-02.СВД							
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>								
<i>Розроб.</i>		Богвиш			СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуші</i>		
<i>Перевір.</i>		Пивінла										
<i>Реценз.</i>												
<i>Н. Контр.</i>		Рязанцев						КафТМ ПМ-20				
<i>Зав. каф.</i>		Нечасв										



11. ДСТУ 3.1102:2014 Єдина система технологічної документації. Стадії розробки та види документів. Загальні положення.
12. ДСТУ 3.1128:2014. Єдина система технологічної документації. Загальні правила виконання графічних технологічних документів.
13. ДСТУ ISO 2768-1-2001. Основні допуски. Частина 1. Допуски на лінійні та кутові розміри без спеціального позначення допусків (ISO 2768-1:1989, IDT). [Чинний від 2003-01-01] – К. :Держстандарт України, 2002. – 10 с.
14. ДСТУ ISO 2768-2-2001. Основні допуски. Частина 2. Допуски геометричні для елементів без спеціального позначення допусків (ISO 2768-2:1989, IDT). [Чинний від 2003-01-01] – К. :Держстандарт України, 2001. – 15 с.
15. ДСТУ ISO 286-1-2002. Допуски і посадки за системою ISO. Частина 1. Основи допусків, відхилень та посадок (ISO 286-1:1988, IDT). [Чинний від 2003-10-01] – К. :Держспоживстандарт України, 2003. – 37 с.
16. ДСТУ ISO 286-2-2002 Допуски і посадки за системою ISO. Частина 2. Таблиці квалітетів стандартних допусків і граничних відхилень отворів і валів. [Чинний від 2003-10-01] – К. :Держспоживстандарт України, 2004. – 47с.
17. ДСТУ 2974-95. Технологічне підготовлення виробництва. Основні терміни та визначення.
18. ДСТУ 2925-94. Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення.
19. ДСТУ ISO 286-1-2002 Допуски і посадки за системою ISO. Частина 1. Основи допусків, відхилів та посадок.
20. ДСТУ ISO 129.1: 2007 Кресленики технічні. Проставлення розмірів і допусків. Частина 1. Загальні принципи
21. ДСТУ 2.308:2013 ЄСКД. Зазначення допусків форми та розміщення поверхонь.
22. ДСТУ 2232-93 «Базування та бази в машинобудування. Терміни та визначення»
23. ДСТУ ГОСТ 2.307:2013Єдина система конструкторської документації . Нанесення розмірів і граничних відхилів (ГОСТ 2.307-2011, IDT)
24. ДСТУ 2860-94 Надійність у техніці. Терміни та визначення
25. ДСТУ 2.703:2014 ЄСКД. Правила виконання кінематичних схем.
26. ДСТУ 8781:2018 Виливки зі сталі. Загальні технічні умови
27. ДСТУ 2.610:2006 ЄСКД. Правила виконання експлуатаційних документів
28. ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила Оформлювання

					КНУ.КБР.131.24.1-02.СВД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

29. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання
30. ДСТУ EN ISO 7200:2005 Розроблення технічної документації. Графи у штампах та основних написах.
31. Методичні вказівки до виконання Кваліфікаційної бакалаврської роботи для здобувачів спеціальності 131 Прикладна механіка освітньо-професійної програми Прикладна механіка усіх форм навчання /Укладачі: М.В. Кіяновський, д-р. техн. наук, проф., В.П. Нечаєв, канд. техн.наук, доц., А. В. Пікільняк, канд. техн.наук, доц., Н.І. Цивінда, канд. техн.наук, доц., О.В. Бондар, канд. техн.наук, доц., А.О. Рязанцев канд. техн.наук, доц., Д.Ю.Кравцова канд.фіз.-мат.наук ,ст.викл., м. Кривий Ріг, КНУ 2024

					КНУ.КБР.131.24.1-02.СВД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ДОДАТКИ

					КНУ.КБР.131.24. 1-02.02.Д			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ДОДАТКИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архів</i>
<i>Розроб.</i>	Богуш							
<i>Перевір.</i>	Цивінда							
<i>Н. Контр.</i>	Рязанцев					Кафедра ТМ		
<i>Затверд.</i>	Нечасв					Гр.ПМ20		

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

**АЛЬБОМ КРЕСЛЕНЬ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ЗАСВІДЧУЮЧИХ  
АРКУШІВ**

**КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ**

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

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення  
деталі «Ступиця колеса колісної пари» та обґрунтування параметрів  
надійності процесу за допомогою CAD/CAM систем

Виконав:

ст. групи ПМ-20 \_\_\_\_\_

Богуш М.О.

Керівник роботи \_\_\_\_\_

к.т.н, доцент  
Цивінда Н.І.

Нормоконтроль \_\_\_\_\_

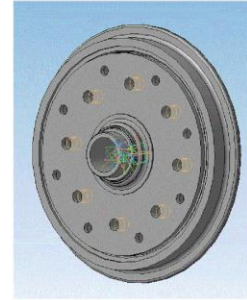
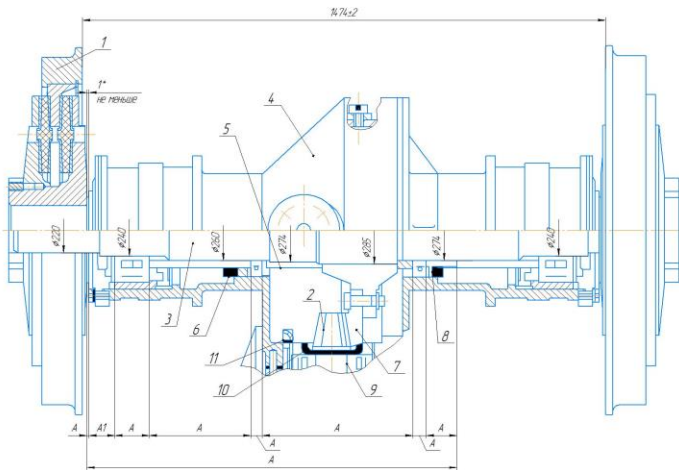
(підпис)

к.н.т., доцент  
Рязанцев А.О.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

к.т.н., доцент  
Нечаєв В.П.

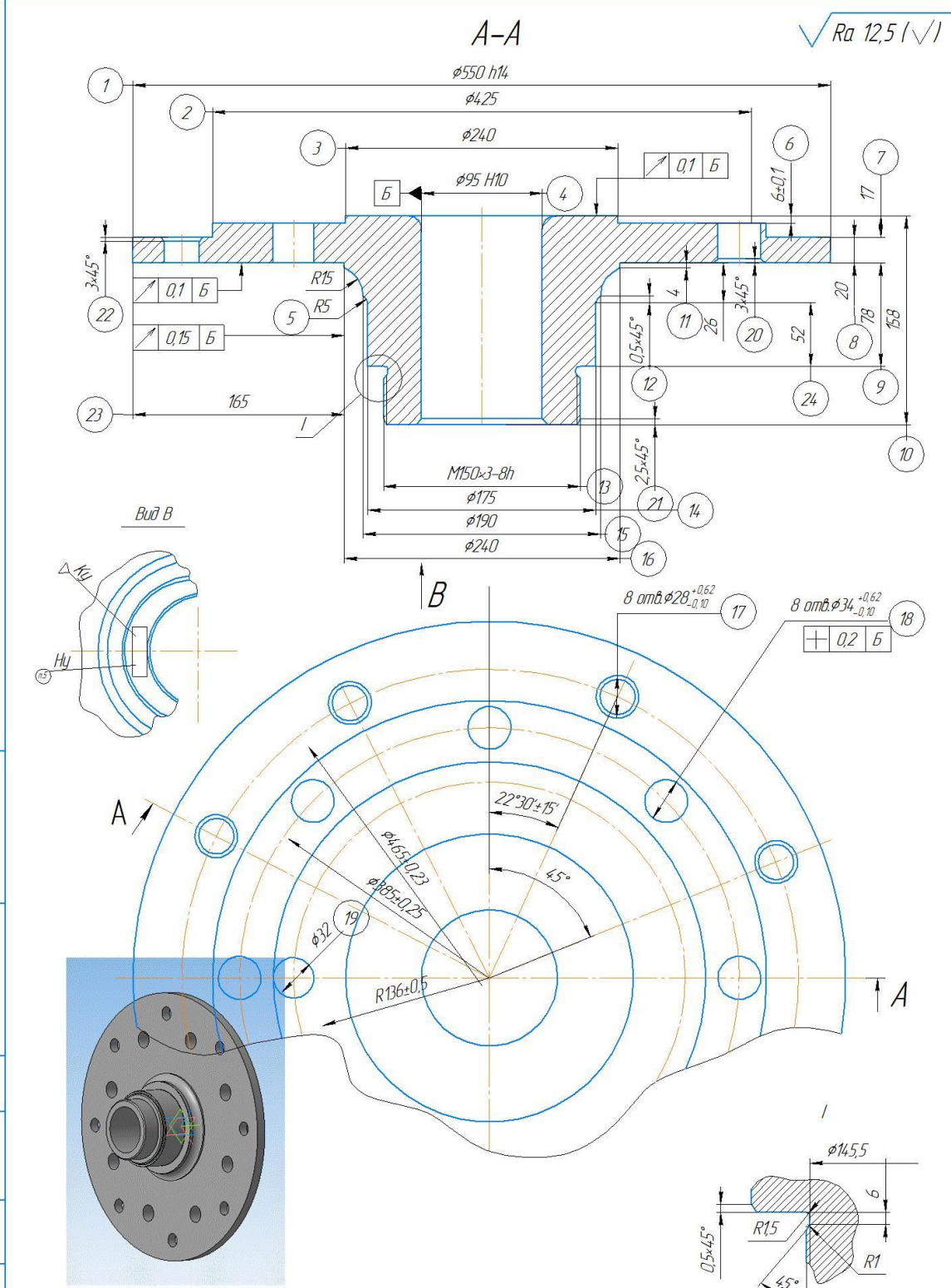
Кривий Ріг  
2024 р.



- 1 \* Резьба для сборки.
- 2 Поставлен полярный датчик по 2, по 4, по 6 перед нагретым эластом, охватом натуральной латекс ГОСТ 7971-2008.
- 3 Для установки шестерни в сборе по 3 зубчатых стальных термобусов шестерни по каталогу производителя. Допускается несоответствие  $\pm 0.5\text{мм}$ .
- 4 Бронза в сборе в зависимости от назначения изделия до диаметра  $11.0$  мм или  $12.0$  мм.
- 5 Нагретый датчик по 6 на весь диапазон с датчиком  $100\text{C}$ ,  $110\text{C}$ ,  $120\text{C}$  датчик маркировки 110-5344.
- 6 Резьба диаметра  $10$  мм, шаг  $1.0$  мм.
- 7 Допускается шлифовка в сборе 605.09.01.0001-01.
- 8 Допускается замена латекса для латекса - латекс маркировка МС-20, ГОСТ 2174.1-2008, для латекса маркировка МС-14, ГОСТ 2174.1-2008.
- 9 В сборе подшипник по 4, эластичный эластик маркировка 605.09.01.0001-01.
- 10 Для тех. вывоза по 605.09.01.0001-01.

КНУКБР.13.124.1-02.КП.20.30		№	Дата	Издание
Калина пара		12		
Корректор ТМ				
Эксперт				

КНУЧ.БР.131.24.1-02.КП.20.30



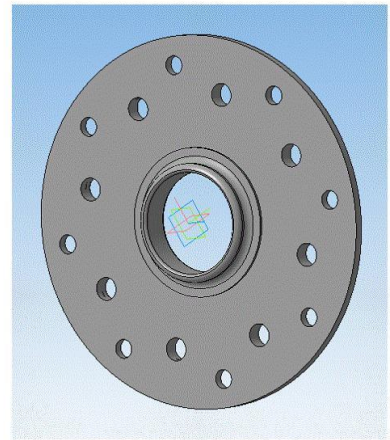
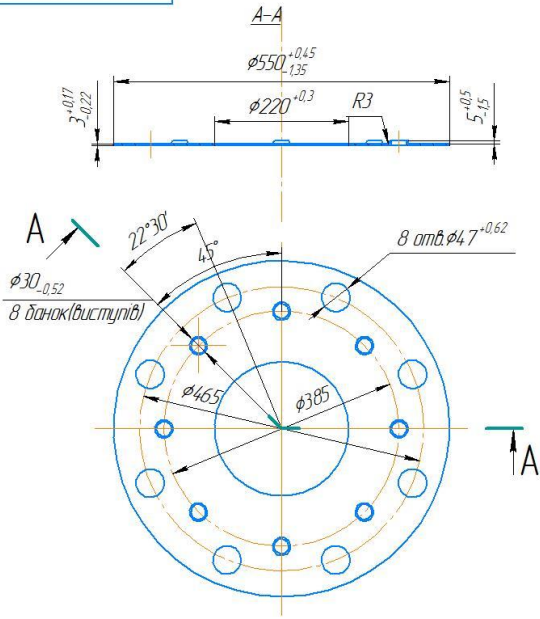
1. Міжосьове відхилення країв між осями двох лідих отворів  $\phi 28$  |  $34 \pm 0,2$  мм.
2. Маркувати. Шрифт П0-8 ГОСТ 2930-62.
3. Деталь, за виключенням різьби M150#3-8h | 175 і 95H10, покрити ґрунтом ФЛ-03-КК ГОСТ 9109-59.
4. Допускається штамповка зі сталі Ст 5 ГОСТ 380-71.
5. Небжані граничні відхилення оброблених поверхонь H14; h14; IT14/2.

КНУЧ.БР.131.24.1-02.КП.20.30				Лист			Маса			Масштаб		
Ступиця				5			61,74			1:2		
Сталь 35 ДСТУ 7809:2015				Лист			Листів			1		
Копіювати				Кафедра ТМ			гр. ПМ-20			Формат А2		

Лист № \_\_\_\_\_  
 Назва \_\_\_\_\_  
 Сторінка № \_\_\_\_\_  
 Вид \_\_\_\_\_  
 Дата \_\_\_\_\_

КНУ.КБР.131.24.1-02.ПС.20.3А

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  
Лист 21  
Лист 22  
Лист 23  
Лист 24  
Лист 25  
Лист 26  
Лист 27  
Лист 28  
Лист 29  
Лист 30  
Лист 31  
Лист 32  
Лист 33  
Лист 34  
Лист 35  
Лист 36  
Лист 37  
Лист 38  
Лист 39  
Лист 40  
Лист 41  
Лист 42  
Лист 43  
Лист 44  
Лист 45  
Лист 46  
Лист 47  
Лист 48  
Лист 49  
Лист 50  
Лист 51  
Лист 52  
Лист 53  
Лист 54  
Лист 55  
Лист 56  
Лист 57  
Лист 58  
Лист 59  
Лист 60  
Лист 61  
Лист 62  
Лист 63  
Лист 64  
Лист 65  
Лист 66  
Лист 67  
Лист 68  
Лист 69  
Лист 70  
Лист 71  
Лист 72  
Лист 73  
Лист 74  
Лист 75  
Лист 76  
Лист 77  
Лист 78  
Лист 79  
Лист 80  
Лист 81  
Лист 82  
Лист 83  
Лист 84  
Лист 85  
Лист 86  
Лист 87  
Лист 88  
Лист 89  
Лист 90  
Лист 91  
Лист 92  
Лист 93  
Лист 94  
Лист 95  
Лист 96  
Лист 97  
Лист 98  
Лист 99  
Лист 100



12,5 ✓(✓)

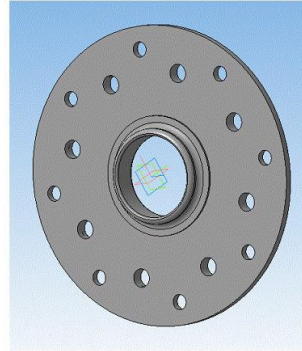
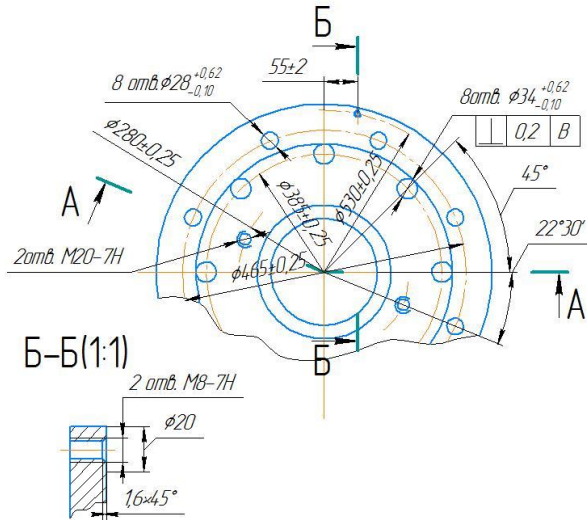
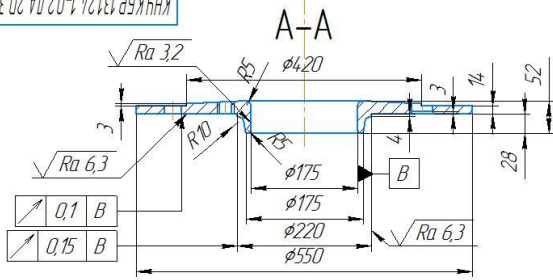
1. Лист Б-ПН-0-3±0,19 ГОСТ 19904-74. Гострі ребра притупити. R0,5 мм
2. Інші технічні вимоги по РТМ 38-40521-73.
3. Неплоскінність(1,5...1мм)
4. Допускається різноманітність по розміру В не більше 0,3мм.
5. Допускаються нерівності по висоті бурта в межах допуску.
6. Допускається зняття радіуса R0,5 та фаски 0,5×45° по товщині металу в отворах  $\phi 47^{+0.62}$  та в технологічних отворах під

відбуртовку з обох сторін.  
7. Граничні відхилення між вісями будь-яких двох банок  $\phi 30$  не більше  $\pm 0,2$  мм.  
8. Граничні відхилення між вісями будь-яких двох отворів  $\phi 47$  не більше  $\pm 0,2$  мм.

				КНУ.КБР.131.24.1-02.ПС.20.3А			
				Диск армований			
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	Лист	Масса	Носимост
Разработ		Богош				4,335	1,2
Проект		Цибенко			Лист	Листов	1
Технопр.					Сталь 8 КП-5-ІІ-Г		Кафедра ТМ
Нач.пр.		Резанцев			ДСТУ 2834-94		гр.ПМ-20
Учб.		Нечас			Копирвал		Формат А3

КНУ.КБР.131.24.1-02.ДА.20.3Д.3А

$\sqrt{Ra\ 12,5}$



1. Свердління отворів  $\phi 25 \begin{smallmatrix} +0,62 \\ -0,1 \end{smallmatrix}$  та  $\phi 34 \begin{smallmatrix} +0,62 \\ -0,1 \end{smallmatrix}$  виконувати по кондуктору, спареному з дет. 605.09.84.478 та збіркою 605.09.83.000
2. Граничні відхилення кроків між вісями обох дубль-яких отворів  $\phi 25 \begin{smallmatrix} +0,62 \\ -0,1 \end{smallmatrix}$  та  $\phi 34 \begin{smallmatrix} +0,62 \\ -0,1 \end{smallmatrix} \pm 0,2$  мм
3. Деталь, крім  $\phi 175$ , 2отв. M20-7H та 2 отв. M8-7H покрити ґрунтом Ф/Л-83 КК
4. Допускається виготовлення деталі з марки сталі 35 ГОСТ 1050-74

				КНУ.КБР.131.24.1-02.ДА.20.3Д.3А		
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	Лит	Масса
Разраб	Богач				Б	31,0
Проб	Цибина				Лист	Листов
Т.контр.						1
Исполн	Резанцев				Ст5 ДСТУ 2834-94	
Удп	Нечас				Кафедра ТМ гр. ПМ-20	
				Копировал		Формат А3

Лист 1 з 1

Стор. №

Лист 1 з 1

Взам. инв. №

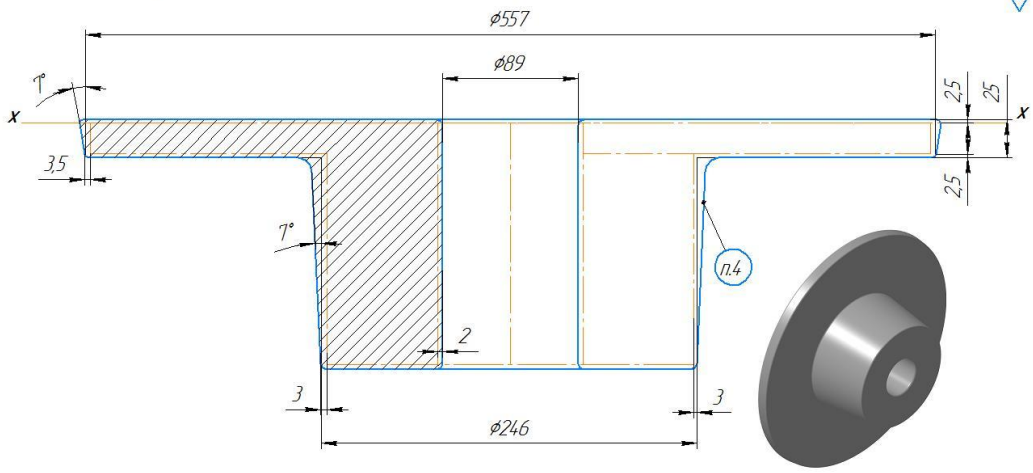
Лист 1 з 1

Лист 1 з 1



КНУ.КБР.131.24.1-02.СПШ.20.3Д

Rz 40

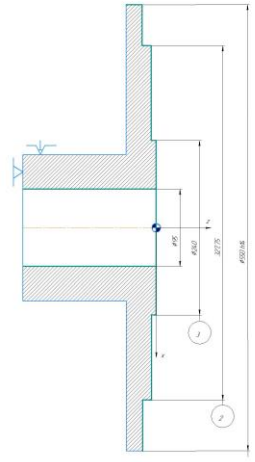


3. Відпалити до HB220
4. Поверхня для вимрювання твердості
5. Галтувати
6. Клас точності - T4, група сталі - M1, ступінь складності - C4, ДСТУ 7505:2008
7. Невказані ковачні уклони: зовнішні  $7^\circ$ , внутрішні  $10^\circ$
8. Невказані ковачні радіуси: зовнішні 3,5мм, внутрішні 5мм
9. Зміщення по поверхні роз'єму штампі не більше 1,2мм
10. Контролювати 20% заготовок

1. Поковка II групи складності
2. Можлива заміна матеріалу на сталь Ст4сп ДСТУ 7809:2015

				КНУ.КБР.131.24.1-02.СПШ.20.3Д		
Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Ступиця		
Розроб.	Богач			(поковка штампована)		
Проб.	Цибінда			Лист	Маса	Масштаб
Т.контр.				1	98,78	1:1
Н.контр.	Резанець			Сталь35 ДСТУ 7809:2015		
Уліб.	Нечас			Кафедра ТМ		
				ПМ20		
				Формат А3		

Устанав 1



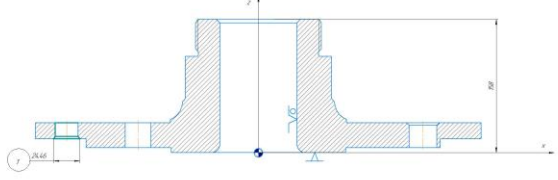
Токарна 005  
Багатоцилівий DMG CTX beta 800 TC

	$t$ , мм	$S$ , мм/об	$V$ , м/хв	$n$ , об <sup>-1</sup>
чорна	0,55	0,2	168,6	2236
чиста	0,4	0,2	572	8715

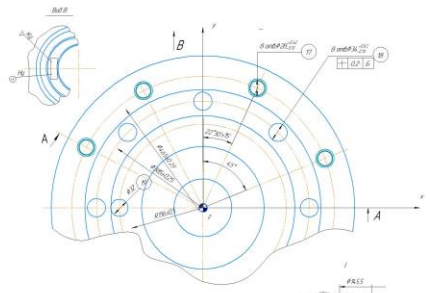
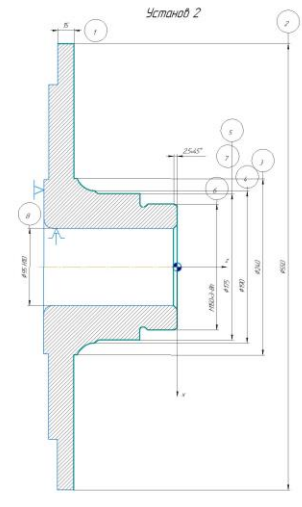
Свердильна 010  
Свердильний з ЧПК 2H551CF2

	$t$ , мм	$S$ , мм/об	$V$ , м/хв	$n$ , об <sup>-1</sup>
чорна	0,35	0,22	130	2957
чиста	0,4	0,26	130	440

Устанав 1



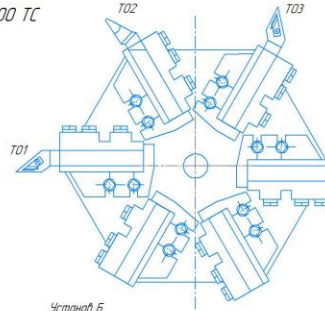
Устанав 2



КНАСП 0124 4-02Е0.20	
Ескі операції	1/1
Крило	1/1
Висота	1/1
Ширина	1/1
Товщина	1/1
Довжина	1/1
Маса	1/1
Об'єм	1/1
Середня ціна	1/1
Максимальна ціна	1/1
Мінімальна ціна	1/1
Середня ціна з податком	1/1
Максимальна ціна з податком	1/1
Мінімальна ціна з податком	1/1

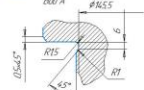
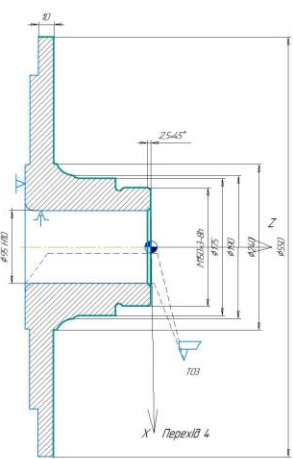
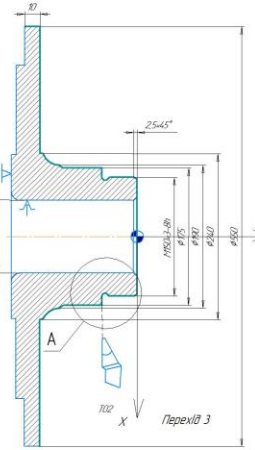
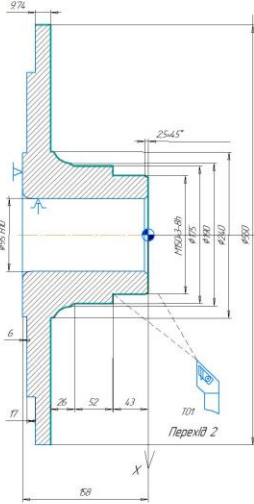
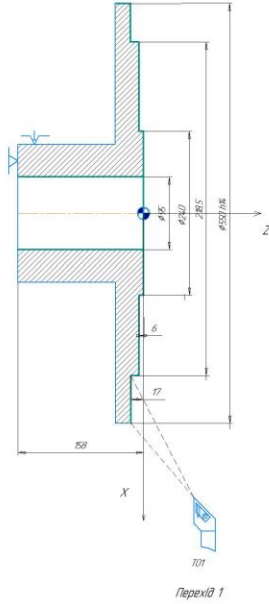
ОПЕРАЦІЯ Багатоцільова DMG CTX beta 800 TC

	t, мм	S, мм/об	V, м/хв	n, хв <sup>-1</sup>
чорнова	0,55	1,2	168,6	2236
чистова	0,4	0,2	572	10115



T01	Резьб. прорізки (середні) з різьбленим кроковим профілем	опт. 02.01.02
T02	Резьб. кроковий з різьбленим кроковим профілем	опт. 02.01.02
T03	Резьб. прорізки (середні) з різьбленим кроковим профілем	опт. 02.01.02

Установка А



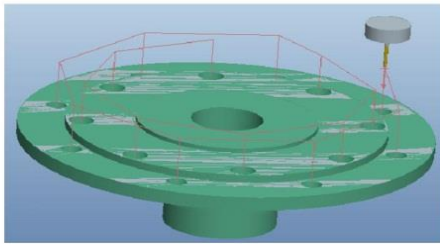
КНИЖКА ВІДНІВІ-02.Н10.20			
№ з/п	№ докум.	Назва	Вид
1	02.01.02	Налагодження	ТЗ
2	02.01.02	Програма	ТЗ
3	02.01.02	Інструкція	ТЗ
4	02.01.02	Специфікація	ТЗ
5	02.01.02	Специфікація	ТЗ
6	02.01.02	Специфікація	ТЗ
7	02.01.02	Специфікація	ТЗ
8	02.01.02	Специфікація	ТЗ
9	02.01.02	Специфікація	ТЗ
10	02.01.02	Специфікація	ТЗ
11	02.01.02	Специфікація	ТЗ
12	02.01.02	Специфікація	ТЗ
13	02.01.02	Специфікація	ТЗ
14	02.01.02	Специфікація	ТЗ
15	02.01.02	Специфікація	ТЗ
16	02.01.02	Специфікація	ТЗ
17	02.01.02	Специфікація	ТЗ
18	02.01.02	Специфікація	ТЗ
19	02.01.02	Специфікація	ТЗ
20	02.01.02	Специфікація	ТЗ
21	02.01.02	Специфікація	ТЗ
22	02.01.02	Специфікація	ТЗ
23	02.01.02	Специфікація	ТЗ
24	02.01.02	Специфікація	ТЗ
25	02.01.02	Специфікація	ТЗ
26	02.01.02	Специфікація	ТЗ
27	02.01.02	Специфікація	ТЗ
28	02.01.02	Специфікація	ТЗ
29	02.01.02	Специфікація	ТЗ
30	02.01.02	Специфікація	ТЗ
31	02.01.02	Специфікація	ТЗ
32	02.01.02	Специфікація	ТЗ
33	02.01.02	Специфікація	ТЗ
34	02.01.02	Специфікація	ТЗ
35	02.01.02	Специфікація	ТЗ
36	02.01.02	Специфікація	ТЗ
37	02.01.02	Специфікація	ТЗ
38	02.01.02	Специфікація	ТЗ
39	02.01.02	Специфікація	ТЗ
40	02.01.02	Специфікація	ТЗ
41	02.01.02	Специфікація	ТЗ
42	02.01.02	Специфікація	ТЗ
43	02.01.02	Специфікація	ТЗ
44	02.01.02	Специфікація	ТЗ
45	02.01.02	Специфікація	ТЗ
46	02.01.02	Специфікація	ТЗ
47	02.01.02	Специфікація	ТЗ
48	02.01.02	Специфікація	ТЗ
49	02.01.02	Специфікація	ТЗ
50	02.01.02	Специфікація	ТЗ
51	02.01.02	Специфікація	ТЗ
52	02.01.02	Специфікація	ТЗ
53	02.01.02	Специфікація	ТЗ
54	02.01.02	Специфікація	ТЗ
55	02.01.02	Специфікація	ТЗ
56	02.01.02	Специфікація	ТЗ
57	02.01.02	Специфікація	ТЗ
58	02.01.02	Специфікація	ТЗ
59	02.01.02	Специфікація	ТЗ
60	02.01.02	Специфікація	ТЗ
61	02.01.02	Специфікація	ТЗ
62	02.01.02	Специфікація	ТЗ
63	02.01.02	Специфікація	ТЗ
64	02.01.02	Специфікація	ТЗ
65	02.01.02	Специфікація	ТЗ
66	02.01.02	Специфікація	ТЗ
67	02.01.02	Специфікація	ТЗ
68	02.01.02	Специфікація	ТЗ
69	02.01.02	Специфікація	ТЗ
70	02.01.02	Специфікація	ТЗ
71	02.01.02	Специфікація	ТЗ
72	02.01.02	Специфікація	ТЗ
73	02.01.02	Специфікація	ТЗ
74	02.01.02	Специфікація	ТЗ
75	02.01.02	Специфікація	ТЗ
76	02.01.02	Специфікація	ТЗ
77	02.01.02	Специфікація	ТЗ
78	02.01.02	Специфікація	ТЗ
79	02.01.02	Специфікація	ТЗ
80	02.01.02	Специфікація	ТЗ
81	02.01.02	Специфікація	ТЗ
82	02.01.02	Специфікація	ТЗ
83	02.01.02	Специфікація	ТЗ
84	02.01.02	Специфікація	ТЗ
85	02.01.02	Специфікація	ТЗ
86	02.01.02	Специфікація	ТЗ
87	02.01.02	Специфікація	ТЗ
88	02.01.02	Специфікація	ТЗ
89	02.01.02	Специфікація	ТЗ
90	02.01.02	Специфікація	ТЗ
91	02.01.02	Специфікація	ТЗ
92	02.01.02	Специфікація	ТЗ
93	02.01.02	Специфікація	ТЗ
94	02.01.02	Специфікація	ТЗ
95	02.01.02	Специфікація	ТЗ
96	02.01.02	Специфікація	ТЗ
97	02.01.02	Специфікація	ТЗ
98	02.01.02	Специфікація	ТЗ
99	02.01.02	Специфікація	ТЗ
100	02.01.02	Специфікація	ТЗ

# Траєкторія руху та візуалізація свердильної обробки

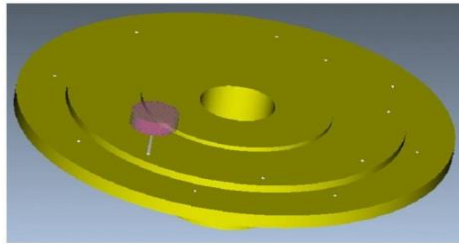
КНУ.КБР.131.24.1-02.ВТ.3Д

## Центрування отворів

Траєкторія руху

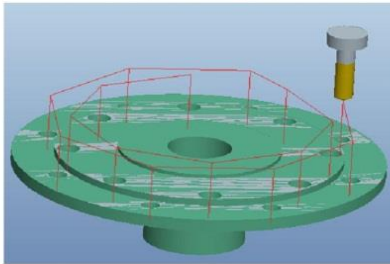


Твердотільна симуляція

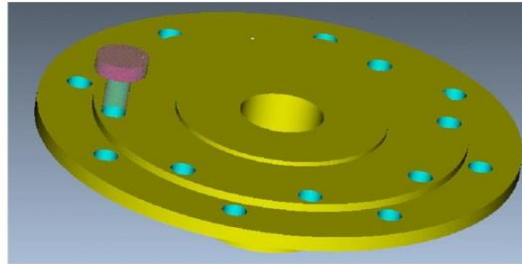


## Свердління отворів свердлом $\phi 28$

Траєкторія руху

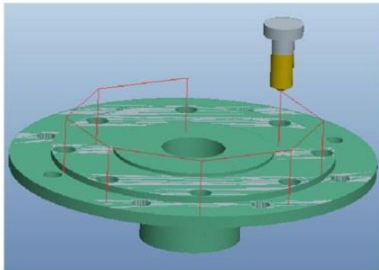


Твердотільна симуляція

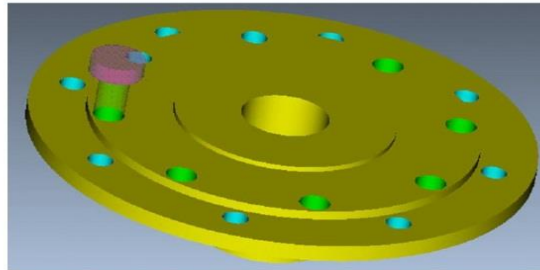


## Розсвердлення отвору $\phi 34$

Траєкторія руху



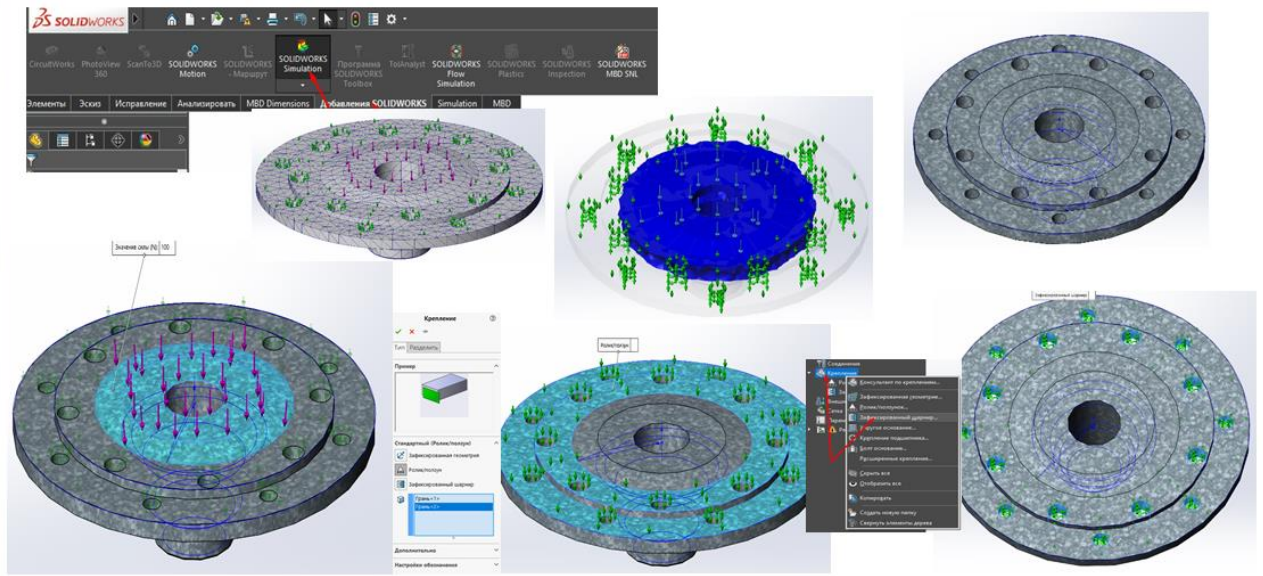
Твердотільна симуляція

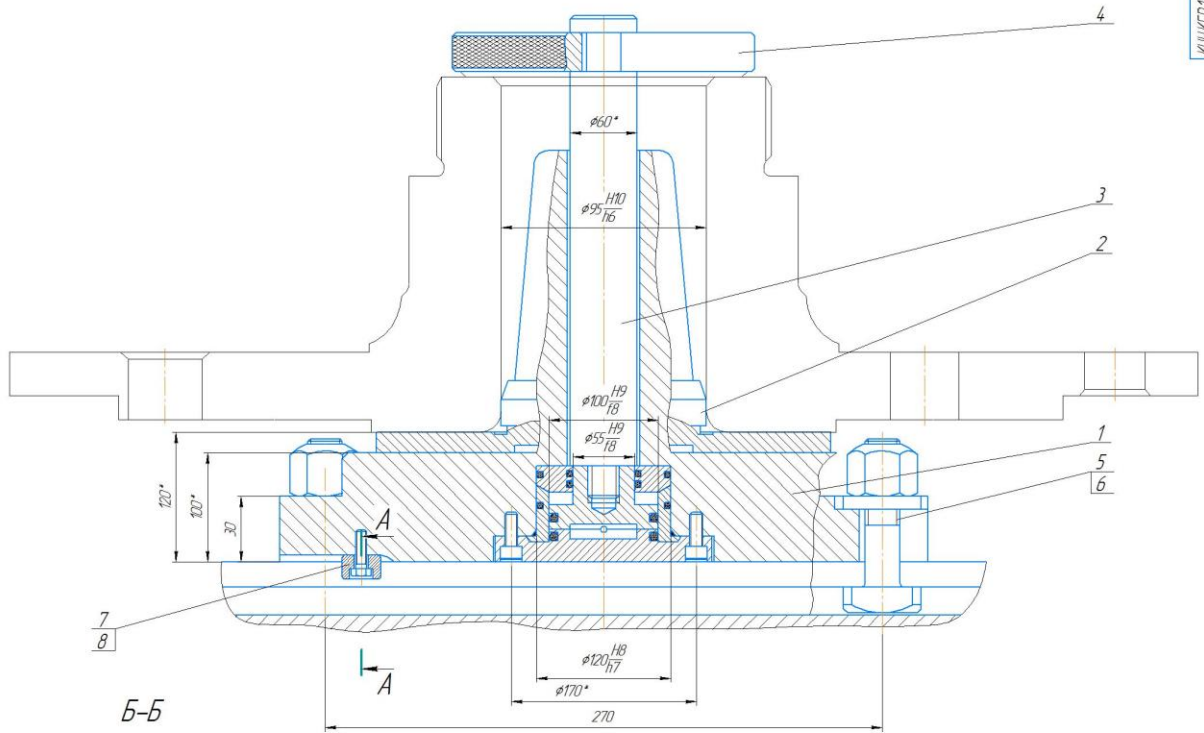


Лист паперу  
Стор. №  
Листів у збірці  
Всього листів у збірці  
Листів у збірці

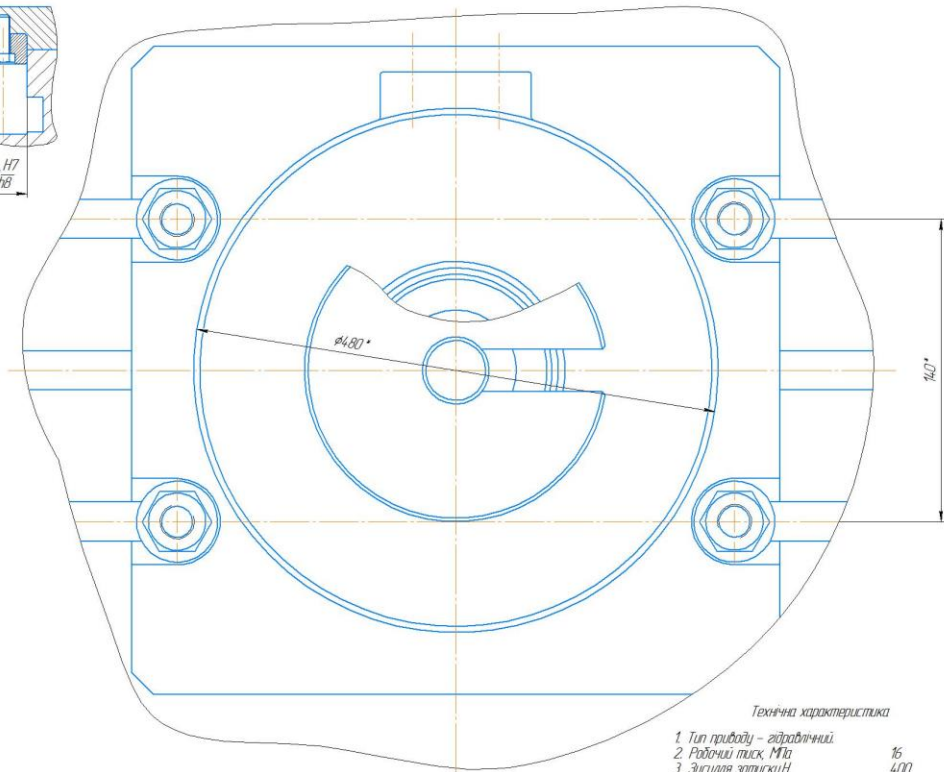
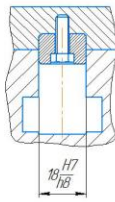
				<b>КНУ.КБР.131.24.1-02.ВТ.3Д.</b>		
Лист	№ докум.	Різдв.	Дата	Візуалізація траєкторії інструменту	Лист	Масштаб
Розроб.	Борисюк			в		1:1
Проєкт.	ЦРБ/СД			Feature CAM	Лист	Листів
Технік						1
Інженер	Розробка				Кафедра ТМ	
Зміст	Нечасо				ар.ТМ20	
				Копія/робот	Формат А2	

# Інженерний аналіз розрахунком напруги у деталі, до якої прикладено силу в SOLIDWORKS Simulation





Б-Б



Технічна характеристика

1. Тип приводу – гидравлічний
2. Робочий тиск, МПа 16
3. Зусилля запуску, Н 400
4. Хід штоку, мм 10
5. Пристосування призначено для свердління отворів в деталях.
6. \* Розміри для довідки

КНУКБР.13124.1-02.ПС.20				Пристосування свердильніве	
Лист	№ докум.	Розроб.	Листів	Лист	Кількість
					11
				Лист 6 з 11 листів 10	
				Кордони ТМ	
				ар. ПУ-20	
				Формат А1	