

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виробництва
деталі «Диск упорний валу зчеплення» в середовищі CAD/CAM-
технологій

Виконав: здобувач групи ПМ-23ск
Крюгир С.О.

Керівник випускної роботи:
доцент, к.т.н., Цивінда Н.І.

Кривий Ріг
2026 р

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виробництва
деталі «Диск упорний валу зчеплення» в середовищі CAD/CAM-
технологій

Виконав здобувач гр. ПМ-23ск

Сергій КРЮГИР

Керівник роботи

Наталія ЦИВІНДА

Нормоконтроль

Василь НЕЧАСЬ

Завідувач кафедри

Антон РЯЗАНЦЕВ

м.Кривий Ріг
2026 р

Криворізький національний університет
Факультет механічної інженерії та транспорту
Кафедра: технології машинобудування
Освітній рівень: бакалавр
Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Затверджую

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

(дата)

(підпис)

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну бакалаврську роботу

Здобувача гр. ПМ-23ск Сергія Олександровича Крюгира

Тема: Конструкторсько-технологічна підготовка виробництва деталі «Диск упорний валу зчеплення» в середовищі CAD/CAM-технологій

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

Тема затверджена наказом по КНУ № 130с від “ 04 ” 03 2026 р.

2. Термін подання студентом закінченого проекту 12 червня 2026 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. ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

2. МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ОПЕРАЦІЇ В СЕРЕДОВИЩІ FEATURESAM

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

4. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА

5. Перелік графічного матеріалу: 1. Креслення деталі. 2. Креслення заготовки 3. Креслення верстатно – інструментальних налагоджень.

4. Креслення верстатного оснащення 5. Креслення контрольного оснащення

6. Календарний план:

Етап роботи	Термін виконання
1ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА ВИРОБУ Службове призначення вузла Проектування технологічного процесу складання Службове призначення деталі. Вибір матеріалу і варіантів замін Аналіз якості поверхонь деталей Технічний контроль робочого креслення Аналіз технологічності деталі Якісний аналіз технологічності Кількісний аналіз технологічності Вибір типу виробництва. Задачі проектування Вибір типу виробництва та методу роботи Вибір діючого заводського чи типового технологічного процесу. Задачі проектування Вибір, техніко-економічне обґрунтування та проектування заготовок	До 28.01 2026р.
2. МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ОПЕРАЦІЇ В СЕРЕДОВИЩІ FEATURECAM	02.02 2026р.- 20.05.2026р.
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА	з 31.03.2026р.
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА 5.1 Охорона праці та екологія 5.2 Техніко-економічне обґрунтування процесу обробки	до 03.04 2026р.
Попередній захист	10 .06 2026р.

Дата видачі завдання: “08” 01 2026 р.

Студент _____/ Крюгир С.О./

Керівник роботи _____/Цивінда Н.І./

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	При- мітка			
1								
2			Документація					
3								
4	A4	КНУ.КБР.131.26.2-03.ПЗ	Пояснювальна записка					
5			Альбом технологічних карт					
6			Графічні матеріали					
7								
9	A1	КНУ.КБР.131.26.2-03.ДУ	Диск упорний	1				
10	A1	КНУ.КБР.131.26.2-03.ДУЗ	Диск упорний (відливка)	1				
11	A0	КНУ.КБР.131.26.2-03.ЕО	Ескізи операцій	1				
12	A1	КНУ.КБР.131.26.2-03.ВІН	Верстатно-інструментальне	1				
13			налагодження					
14	A0	КНУ.КБР.131.26.2-03.ЕТІ	Ескізи траєкторій	1				
15			інструменту					
16	A2	КНУ.КБР.131.26.2-03.СП	Спеціальне пристосування	1				
17	A1	КНУ.КБР.131.26.2-03.КП	Контрольне пристосування	1				
18	A2	КНУ.КБР.131.26.2-03.ПД	План діляниці	1				
19								
20								
24								
25								
26								
27								
29								
30								
			КНУ.КБР.131.26.2-03.ВМКБР					
Зм	Арк.	№ документа				Підпис	Дата	
Розроб.		Крюгир			ВІДОМОСТІ МАТЕРІАЛІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Цивінда					1	1
Реценз.								
Н.Контр.		Нечаєв				Каф.ТМ гр.ПМ-23ск		
Затверд.		Рязанцев						

РЕФЕРАТ

до кваліфікаційної бакалаврської роботи на тему: «Конструкторсько-технологічна підготовка виробництва деталі «Диск упорний валу зчеплення» у середовищі CAD/CAM-технологій»

Пояснювальна записка випускної роботи містить ____ сторінок, ____ рисунків, ____ таблиць, ____ джерел та ____ додатків. Графічна частина виконана на ____ аркушах формату A1 (або представлена у вигляді графічних додатків).

Об'єкт проєктування — процес конструкторсько-технологічної підготовки виробництва (КТПВ) деталі «Диск упорний валу зчеплення з гальмами ТКП-600». Зазначена деталь є відповідальним сильнонавантаженим елементом привода сортових кривошипних ножиць холодного різання із зусиллям 800 т, які функціонують у складі сортової дротової лінії безперервного дрібносоротно-дротового прокатного стану 250/150-6.

Мета роботи — розробка раціональних, прогресивних маршрутних та операційних технологічних процесів механічної обробки упорного диска та складання вузла валу зчеплення на базі сучасних інтегрованих CAD/CAM-систем для забезпечення високої точності, експлуатаційної надійності, скорочення виробничого циклу та зниження собівартості виготовлення.

Методи та інструменти проєктування: системний аналіз машинобудівного виробництва, принципи та методи теорії базування і розмірних ланцюгів, автоматизоване тривимірне параметричне моделювання в CAD-середовищі, комп'ютерно-інтегроване проєктування технологічних операцій та автоматична генерація кодів ЧПК у САМ-системі.

Основний зміст та отримані результати:

У роботі проведено детальний аналіз службового призначення та умов експлуатації упорного диска у складі валу зчеплення з гальмами сортових кривошипних ножиць із зусиллям 800 т. Дане обладнання працює в циклічному ударному режимі та призначене для обрізання переднього і заднього кінців прутків, а також їхнього точного розрізання на задані мірні довжини у сортової дротовій лінії стану 250/150-6.

Виконано комплексний аналіз технологічності конструкції деталі, виявлено резерви для оптимізації геометричних елементів та запропоновано інженерні рішення щодо підвищення її технологічності. Математично та економічно обґрунтовано раціональний спосіб отримання заготовки, що забезпечує високе значення коефіцієнта використання матеріалу (КВМ).

Розроблено прогресивний маршрутний технологічний процес механічної обробки диска та операційну технологію складання вузла валу зчеплення. Здійснено раціональний вибір сучасного високопродуктивного верстатного обладнання, зокрема токарних та фрезерних верстатів з ЧПК, а також прогресивного різального інструменту провідних світових виробників.

Проведено аналітичні розрахунки міжопераційних припусків, розраховано оптимальні та безпечні режими різання, виконано технічне нормування часу для всіх технологічних операцій. Для забезпечення жорсткого базування і виконання

технічних вимог креслення спроектовано спеціальне верстатне пристосування та виконано його перевірочний розрахунок на точність (визначено похибки базування та закріплення).

У практичній CAD/CAM-частині за допомогою сучасного програмного забезпечення створено точні тривимірні цифрові моделі заготовки та деталі. Виконано комп'ютерне моделювання критичних операцій механічної обробки, проведено верифікацію траєкторій руху інструменту з метою виключення колізій із робочими органами верстата та автоматично згенеровано надійну керуючу програму для обладнання з ЧПК.

У організаційно-економічному розділі наведено розрахунки техніко-економічного обґрунтування, які підтвердили високу доцільність впровадження розробленої КТПВ за рахунок значного зменшення штучно-калькуляційного часу, мінімізації браку та зниження собівартості деталі.

Практичне значення отриманих результатів полягає у створенні готового до виробничого впровадження цифрового технологічного комплексу виготовлення високонавантаженої деталі металургійного обладнання, що дозволяє суттєво підвищити гнучкість та ефективність виробництва.

**КРИВОШИПНІ НОЖИЦІ, ДИСК УПОРНИЙ, ВАЛ ЗЧЕПЛЕННЯ,
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ЗАГОТОВКА, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, ВЕРСТАТНЕ
ПРИСТОСУВАННЯ, CAD/CAM-ТЕХНОЛОГІЇ, КЕРУЮЧА ПРОГРАМА,
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ.**

ABSTRACT

to the bachelor's thesis on the topic: "Design and manufacturing engineering for the
“Clutch Shaft Thrust Disk” part using CAD/CAM systems

The explanatory note of the bachelor's thesis contains ____ pages, ____ figures, ____ tables, ____ references, and ____ appendices. The graphical part is executed on ____ sheets of A1 format (or presented in the form of graphical appendices).

Object of design is the process of design and technological preparation of production (DTPP) for the part "Thrust disc of the clutch shaft with ТКР-600 brakes". This part is a critical, highly-loaded element of the drive of section crank shears for cold cutting with an 800-ton capacity, operating within the section wire line of the 250/150-6 continuous light-section and wire rolling mill.

Aim of the work is to develop rational, progressive routing and operational technological processes for machining the thrust disc and assembling the clutch shaft unit based on modern integrated CAD/CAM systems to ensure high accuracy, operational reliability, reduction of the production cycle, and decrease in manufacturing cost.

Design methods and tools: systems analysis of machine-building production, principles and methods of locating theory and dimensional chains, automated three-dimensional parametric modeling in a CAD environment, computer-integrated design of technological operations, and automatic generation of CNC codes in a CAM system.

Main Content and Obtained Results:

The work provides a detailed analysis of the functional purpose and operating conditions of the thrust disc within the clutch shaft with brakes assembly of section crank shears with an 800 t capacity. This equipment operates in a cyclic impact mode and is designed for cropping the front and back ends of bars, as well as cutting them precisely to specified lengths in the section wire line of the 250/150-6 mill.

A comprehensive analysis of the part's design for manufacturability (DFM) was performed, identifying potential areas for optimizing geometric elements and proposing engineering solutions to improve its production efficiency. A rational method for blank (workpiece) production was mathematically and economically justified, ensuring a high material utilization factor.

A progressive routing technological process for machining the disc and an operational technology for assembling the clutch shaft unit have been developed. A rational selection of modern high-performance machine tools was made, specifically CNC turning and milling machines, alongside progressive cutting tools from leading global manufacturers.

Analytical calculations of inter-operational allowances were conducted, optimal and safe cutting parameters were determined, and time norming was performed for all technological operations. To ensure rigid locating and fulfillment of drawing specifications, a special machine fixture was designed, and its verification accuracy calculation was performed (determining locating and clamping errors).

In the practical CAD/CAM section, accurate three-dimensional digital models of the blank and the final part were created using modern software. Computer simulation of critical machining operations was conducted, verifying tool paths to eliminate collisions with machine components, and a reliable CNC control program was automatically generated.

The financial and economic section provides technical and economic justification calculations, which confirmed the high feasibility of implementing the developed DTPP due to a significant reduction in unit calculation time, minimization of defects, and lowering of the part's production cost.

Practical significance of the obtained results lies in creating a production-ready digital technological package for manufacturing a highly-loaded component of metallurgical equipment, which significantly increases manufacturing flexibility and efficiency.

THRUST DISC, CLUTCH SHAFT, TECHNOLOGICAL PROCESS, BLANK,
CUTTING PARAMETERS, MACHINE FIXTURE, CAD/CAM TECHNOLOGIES,
CONTROL PROGRAM, TECHNICAL AND ECONOMIC JUSTIFICATION.

	Вступ
1	ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА ВИРОБУ
1.1	Службове призначення вузла
1.2	Проектування технологічного процесу складання
1.3	Службове призначення деталі. Вибір матеріалу і варіантів заміन
1.4	Аналіз якості поверхонь деталей
1.5	Технічний контроль робочого креслення
1.6	Аналіз технологічності деталі
1.6.1	Якісний аналіз технологічності
1.6.2	Кількісний аналіз технологічності
1.7	Вибір типу виробництва. Задачі проектування
1.7.2	Вибір типового технологічного процесу. Задачі проектування
1.9	Вибір, техніко-економічне обґрунтування та проектування заготовок
1.10	Вибір і обґрунтування баз
1.11	Розробка маршруту обробки деталі
1.12	Розрахунок міжопераційних розмірів і припусків на обробку
1.12.1	Аналітичний розрахунок припусків на одну зовнішню (внутрішню) циліндричну поверхню
1.12.2	Розрахунок міжопераційних лінійних розмірів
1.13	Розробка технологічних операцій
1.14	Розрахунок і вибір режимів різання, нормування технологічних операцій
3	КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА
3.1	Проектування верстатного спеціального пристосування
3.1.2	Вибір конструкції установчих елементів
3.1.3	Розрахунок похибки базування
3.1.4	Розробка схеми закріплення
3.1.5	Вибір конструкції затискного механізму
3.1.6	Вибір або проектування базових та допоміжних елементів пристрою
3.1.7	Вибір засобів встановлення і визначення похибки розташування пристрою на верстаті
3.1.8	Розрахунок на точність верстатного пристрою
3.2	Проектування контрольного пристосування
3.2.1	Розробка технічного завдання

					<i>КНУ.КБР.131.26.2-03.3</i>			
<i>Змін</i>	<i>Аркв</i>	<i>№</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>	<i>ЗМІСТ</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Крюгир</i>							
<i>Перевір.</i>	<i>Шивінда</i>							
<i>Н. контр.</i>	<i>Нечаєв</i>							
<i>Затверд.</i>	<i>Рязанцев</i>							
						<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркхвіл</i>
						<i>Кафедра ТМ</i>		
						<i>зп ПМ-23ср</i>		

- 3.2.2 Етапи проектування пристрою
- 3.2.3 Розрахунок точності контрольного пристрою
- 4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА
- 4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору обладнання з ЧПК
- 4.2 Проектування механоскладального цеху
- 4.3 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях
- Висновок
- Список використаних джерел

ВСТУП

Машинобудівна галузь становить фундамент важкої промисловості та відіграє визначальну роль у розвитку національної економіки, оскільки ключові виробничі процеси у промисловому секторі, на транспорті та в агропромисловому комплексі забезпечуються саме машинами та механізмами. Рівень технологічного потенціалу машинобудування безпосередньо задає вектор розвитку іншим галузям, що зумовлює необхідність його випереджального зростання. Забезпечуючи технічне переоснащення промисловості, машинобудівний комплекс виступає головним рушієм науково-технічного прогресу та відіграє вирішальну роль у формуванні сучасної матеріально-технічної бази країни.

До машинобудівної продукції, яка проектується та виготовляється на сучасному етапі, висуваються жорсткі вимоги щодо її відповідності найвищим світовим стандартам. Цього досягають завдяки реалізації таких чинників:

- інтенсифікації виробничих процесів шляхом підвищення потужності, робочих швидкостей, тисків та загальної продуктивності машин;
- збільшення коефіцієнта корисної дії (ККД) обладнання;
- оптимізації масогабаритних характеристик (раціонального зниження маси та зменшення габаритів);
- впровадження розгалужених систем автоматизації та цифрового керування;
- підвищення показників надійності, безвідмовності та довговічності конструкцій;
- мінімізації собівартості виготовлення за одночасного зростання економічної ефективності в процесі експлуатації;
- забезпечення ергономічності, зручності та безпеки обслуговування;
- відповідності сучасним вимогам промислового дизайну та технічної естетики.

Зважаючи на це, до окремих деталей машин висуваються суворі вимоги щодо гарантування їхньої працездатності протягом усього нормативного терміну служби за умов мінімальних витрат на виробництво та технічне обслуговування. Надійність машини є комплексним показником, що закладається на стадії конструювання, реалізується завдяки застосуванню прогресивних технологій виготовлення і підтримується раціональними режимами експлуатації.

Сучасний машинобудівний комплекс України орієнтований на масштабне впровадження високих технологій та цифровізацію. Стратегічні напрями розвитку промисловості передбачають високі темпи зростання обсягів виробництва за рахунок підвищення продуктивності праці на основі комплексної механізації та автоматизації.

					КНУ.КБР.131.26.2-03.В							
Змін	Аркв	№	Підпис	Дат	ВСТУП				Літ.		Арк.	Аркшів
Розроб.	Крюгир											
Перевір.	Шивінда											
Н. контр.	Нечаєв								Кафедра ТМ зв ПМ-23св			
Затверд.	Рязанцев											

Ключовим інструментом для реалізації цих завдань є гнучкі виробничі системи (ГВС). Вони забезпечують рентабельний випуск оптимальних партій однотипних деталей, оперативне переналагодження устаткування на виготовлення нових виробів із заданої номенклатури, мінімальні терміни підготовки виробництва, а також тривале функціонування обладнання в автоматичному режимі без безпосереднього втручання оператора, що дозволяє впроваджувати концепцію «безлюдної технології».

Важливим вектором розвитку верстатобудування є інтеграція верстатів із числовим програмним керуванням (ЧПК) у єдині автоматизовані дільниці з використанням обчислювальної техніки та мікропроцесорних систем. При цьому суттєво полегшуються умови праці обслуговуючого персоналу та кардинально підвищується загальна культура виробництва. Досягнення високого рівня продуктивності обробки також стає можливим завдяки застосуванню інноваційних конструкцій різального інструменту та його раціональній експлуатації на базі наукового підходу.

Головне завдання інженерної спільноти полягає в забезпеченні прискорення науково-технічного прогресу, переведенні економіки на інтенсивний шлях розвитку, раціональнішому використанні виробничого потенціалу, всебічній економії всіх видів ресурсів та безперервному підвищенні якості роботи.

Метою даної випускної бакалаврської роботи є розробка інноваційного, конкурентоспроможного технологічного процесу виготовлення деталі «Диск упорний» на основі модернізації чинного виробництва із широким впровадженням інтегрованих CAD/CAM-технологій та науково обґрунтованого підходу до конструкторсько-технологічної підготовки виробництва.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

1.1 Службове призначення виробу

Ножиці сортові кривошипні холодної різки є складовою частиною сортової проволочної лінії безперервного мілкосортно-проволочного стану 250/150-6. Мілкосортно-проволочний стан 250/150-6 призначений для виробництва прокату в мотках з вуглецевих і легованих сталей.



Рисунок 1.1-Продукція мілкосортно-проволочного стану 250/150-6

Вал зчеплення з гальмами входить до складу ножиць холодної різки з зусиллям 800 т (рис. 1.2), які служать для обрізки кінців прутків та порізки їх на вказані довжини.

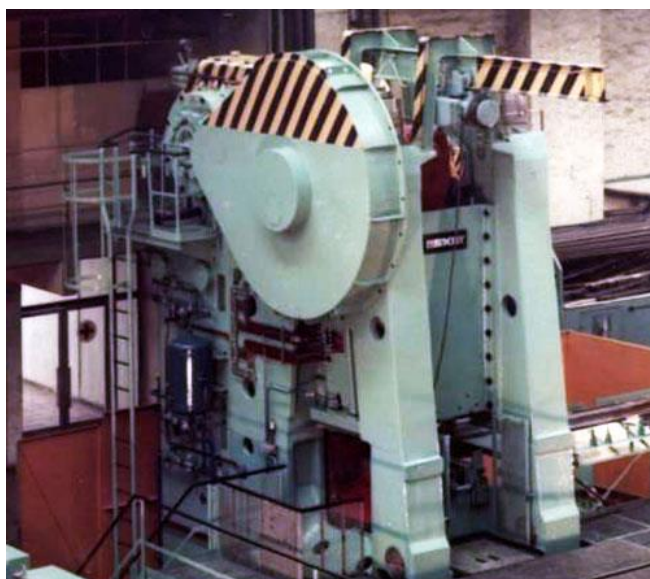


Рисунок 1.2- Ножиці холодної різки

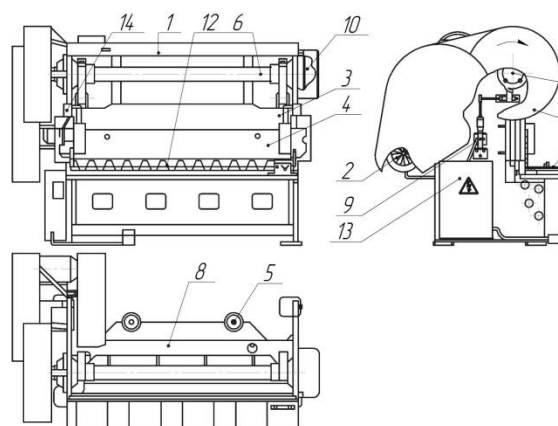


Рисунок 1.3 – Загальний вигляд ножиць із вказанням складових частин

					КНУ.КБР.131.26.2-03..01.ТПВ				
Змін	Аркв	№	Підпис	Дат	ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЙ ІТРА	Літ.	Арк.	Аркшів	
Розроб.	Крюгир								
Перевір.	Цивінда								
Н. контр.	Нечаєв					Кафедра ТМ зв ПМ-23св			
Затверд.	Рязанцев								

На кришці діафрагми змонтовано головку підведення робочого середовища, через яку в пневматичну порожнину подається стиснене повітря. Фіксація кришки до маховика 5 здійснюється за допомогою шпильок 28. Маховик має консольне розташування на валу, при цьому передача крутного моменту на вал реалізується через ведений диск 6, встановлений на його шліцах.

Ведений диск 6 оснащений фрикційними вставками, виготовленими на основі ретинаксу. У момент подачі стисненого повітря мембрана зміщує натискний диск 4, який базується та спрямовується по шліцах циліндра 9. Фрикційні вставки, розміщені у гніздах веденого диска за ходовою посадкою, затискаються між опорним (упорним) та натискним дисками, внаслідок чого генерується необхідний момент тертя, який надалі транслюється на вал.

Під час скидання тиску (випуску повітря) поворотні пружини відводять натискний диск у вихідне положення, розмикаючи фрикційний контакт зі вставками. Характерною кінематичною особливістю даної конструкції є те, що під час вмикання муфти прискоренню підлягає виключно ведений диск, тоді як решта її конструктивних елементів постійно обертається разом із маховиком, що суттєво зменшує динамічні втрати. Компактні габаритні розміри муфти уможливають її консольне встановлення на валу.

Вузол вирізняється високим рівнем ремонтпридатності: для заміни зношених фрикційних вставок достатньо демонтувати кришку, діафрагму та натискний диск без потреби повного розбирання чи демонтажу всього механічного привода. Проте, через обмежену площу поверхні тепловіддачі та відносно низьку металомісткість, існує ризик термічного перевантаження (перегріву) вузла, особливо за високої частоти вмикань в одиницю часу.

Експлуатаційна надійність муфти суттєво залежить від конструктивного виконання та фізико-механічних властивостей фрикційних елементів. Традиційно високу ефективність демонструють вставки з ретинаксу марок ФК-16Л та ФК-24А, а також сучасні модифікації на основі більш еластичного матеріалу 8-45-62. Знос ретинаксу відбувається не лише по робочих торцевих поверхнях, а й по бічних гранях. З огляду на це, геометрична висота вставок і товщина веденого диска розраховуються таким чином, щоб їхнє сумарне зношення перебувало в межах регламентованих допусків.

Для мінімізації бічного зносу ведені диски часто проєктують литими, з додатковим оребрением та підсиленою структурою маточини в зоні посадочних гнізд під вставки, а самі вставки піддають додатковому бандажуванню. Фрикційна пара рухомого контакту формується шляхом поєднання фрикційних вставок із дисками, виготовленими зі сталі Ст5 або сірого чавуну марки СЧ 25. Зазначена однодискова муфта здатна витримувати значні питомі тиски в межах 1,5–1,8 МПа та забезпечує стабільно високий коефіцієнт тертя.

Силовий блок, технологія виготовлення якого досліджується у цій кваліфікаційній роботі, призначений для надійної передачі крутного моменту від приводного двигуна до робочого барабана. Головний вал вузла функціонує в умовах складного напруженого стану (сумісна дія згину та кручення), а також піддається інтенсивним циклічним та ударним навантаженням.

					КНУ.КБР.131.26.2-03.01.ТПВ	Арку

Механізм експлуатується у високошвидкісних режимах та відповідає за трансляцію значних за величиною крутних моментів.

Таблиця 1.1 – Послідовність розбирання вузла

№ з/п	Ключове слово переходу розбирання	Деталі, що знімаються чи залишається при розбиранні, та їх кількість	Вузли, що знімаються чи залишаються при розбиранні, та їх кількість
1	2	3	4
А Загальне розбирання виробу – валу зчеплення 0зб5			
	Зняти, відгвинтити, розпресувати	Шліцьова гайка 19, шайба 45, шків 18, кільце 20, стакан 14, кільце з 2-х половин 15, шнур 50 (2 шт.), шпонка 37, роликотідшипник рад однорядний 33, втулка 22, втулка 21, шарикотідшипник рад однорядний 47. Базова деталь – пола вісь	Кришка 24 в зборі-1зб24, маховик 10 в зборі 1зб10, кришка 16 в зборі 1зб16, вал 3 в зборі 1зб3, кришка 29 в зборі 1зб29, кришка 7 в зборі-1зб7.
Б Розбирання вузлів першого порядку, 1) розбирання кришки 1зб24 (1 шт.)			
1	Згвинтити	болт 35 (12 шт.). Базова деталь – кришка 24	
2) розбирання маховика 1зб10			
12	Зняти	пробка 6 (4 шт.) мастильна трубка 23. Базова деталь – кришка 10	
3) розбирання кришки 1зб16			
1	Згвинтити, зняти	Болт 32 (4 шт.), манжета 46, пароніт 53, болт 41 (12 шт.), штифт циліндричний 42 (2 шт.), шайба 36 (24 шт.) Базова деталь – кришка 16	
4) розбирання валу в зборі 1зб3			
12	Відгвинтити, випресувати	Розпирне кільце 17, запобіжний бугель 11 (2 шт.), шліцьова гайка 10 (2 шт.), сферичний роликотідшипник 40, розпирне кільце 13, шестерня прямозуба 12, шпонка 39 (2 шт.), кільце 4, циліндричний роликотід-	

1	2	3	4
		підшипник 34, кільце 25, проміжне кільце 26, запобіжний бугель 11, шліцьова гайка 10, сферичний роликпідшипник 38. Базова деталь – вал 3	
5) розбирання кришки 1зб29 (1 шт.)			
1	Зняти Залишилась	Болт 32 (4 шт.), манжета 31 (3 шт.), пробка 30. Базова деталь-кришка 29	-
5) розбирання кришки 1зб7 (1 шт.)			
	Відгвинтити Випресувати Залишився	Болт 35 (12 шт.), шайба 36 (12 шт.), втулка 8. Базова деталь-кришка 7	

1.2 Розробка загальної технологічної схеми складання вузла

При складанні вузла необхідний наступний слюсарний інструмент і пристосування: ключі, молоток, оправки для установки зубчастих коліс і втулок; викрутка, а також пристосування для контролю паралельності торців валів, биття циліндричних поверхонь валів, і контроль зачеплення зубчастих коліс.

Крім того, необхідний контрольнo-вимірювальний інструмент; мікрометр, штангенциркуль, калібр-скоба, калібр-пробка.

Порядок складання ножиць показана на рисунку 1.5.

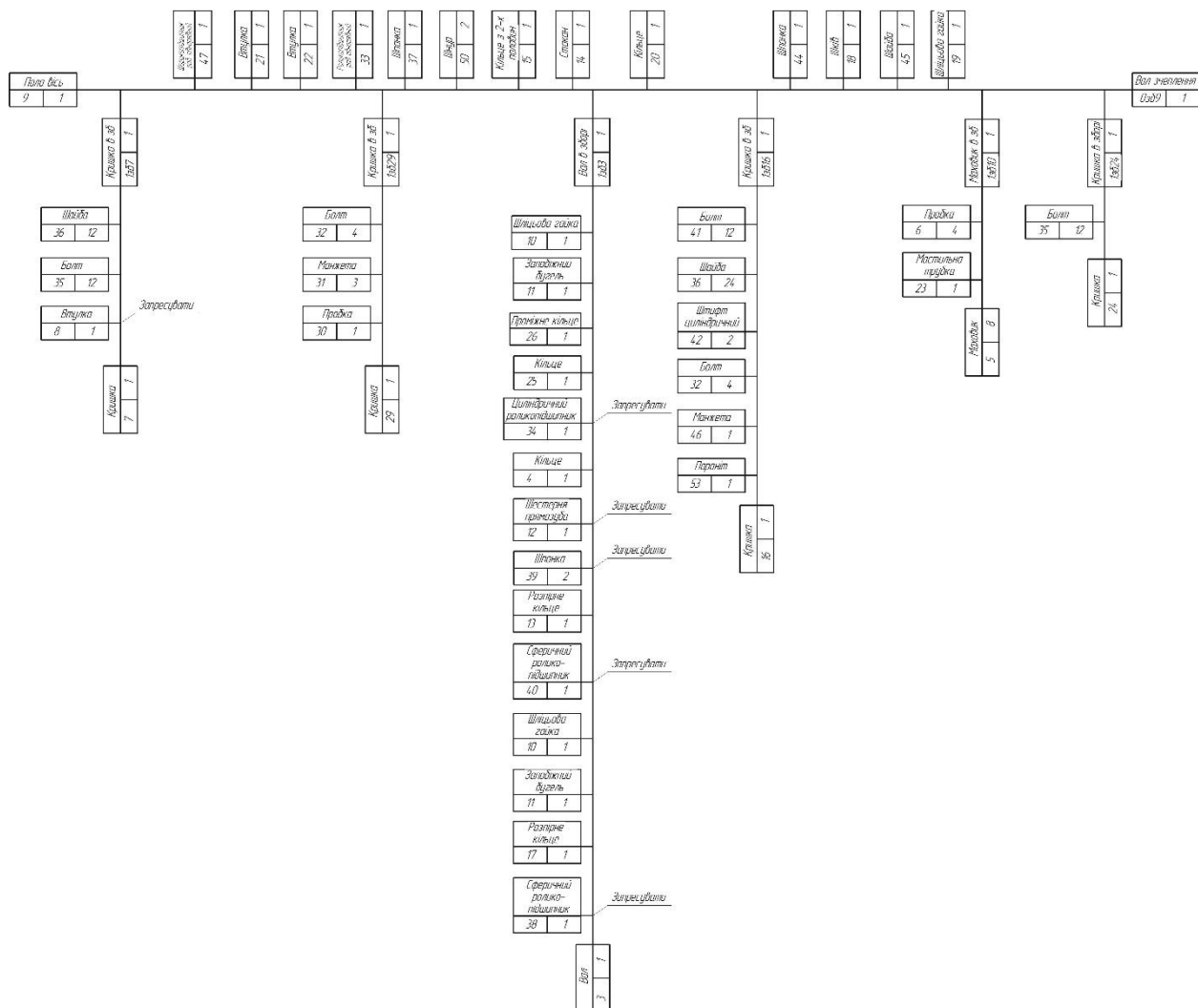


Рисунок 1.5– Схема складання вузла

Технічні вимоги на складання вузла:

1. Складання ножиць та їх складових частин виконується відповідно до вимог креслень.

Перед складанням перевіряється відповідність розмірів посадкових місць корпусів підшипників і зовнішнього діаметра підшипників (підшипник повинен вільно переміщатися в корпусі під натиском руки).

1.2. Нові запасні частини перед складанням промиваються гасом і перед установкою оглядаються.

1.3. Застосовувати для складання деталі, що не відповідають технічним вимогам на виріб не допускається.

Контроль складання. Для того щоб забезпечити правильне зачеплення зубчастої передачі, відстань між осями валів повинна дорівнювати половині суми діаметрів початкових кіл зубчастих коліс зачеплення; крім цього, осі валів повинні бути взаємно паралельними.

Порядок установки шпонки:

- Прийняти шпонку по пазу валу відповідно до посадки, зазначеної на кресленні;

- Встановити шпонку в паз валу за допомогою мідного молотка;

- Перевірити відсутність бічного зазору між шпонкою і паза за допомогою щупа;
- Перевірити наявність раціонального зазору між шпонкою і деталлю за допомогою щупа.

На основі схеми складання та складального креслення розробимо таблицю 1.2 послідовності складання вузла.

Таблиця 1.2 – Технологічний процес складання вузла

№з/п	Зміст переходу	Пристосування	Інструмент
1	2	3	4
1.	Встановити кришку 7 на стелажі	Консольний кран	—
2.	Запресувати втулку 8 в кришку	Гідравлічний прес	—
3.	Вставити болти 35 в отвори кришки 7	Напрямні	—
4.	Надіти шайби 36	Напрямні	—
5.	Встановити полу вісь на стелажі	Консольний кран	—
6.	З'єднати кришку в зборі 1зб7 з полою віссю 9	Консольний кран	Ключ
7.	Запресувати радіальний однорядний шарикопідшипник 47 на полу вісь 9	Гідравлічний прес	—
8	Запресувати втулку 21	Гідравлічний прес	—
9	Запресувати втулку 22	Гідравлічний прес	—
10	Запресувати радіальний однорядний роликпідшипник 33 на полу вісь 9	Гідравлічний прес	—
11	Встановити кришку 29 на стелажі	Консольний кран	—
12	Вставити пробку 30	Напрямні	—
13	Надіти манжети 31	Напрямні	—
14	Вставити болти 32 в отвори	Напрямні	—
15	Зєднати кришку в зборі 1зб29 з валом зчеплення 0зб9	Консольний кран	Ключ
16	Запресувати шпонку 37	—	Мідний молоток
17	Надіти шнури 50	Напрямні	—
18	Встановити кільце з 2-х половин 15	—	Гумовий молоток
19	Запресувати стакан 14	Гідравлічний прес	—

20	Встановити вал 3 на стелажі	Консольний кран	—
21	Запресувати сферичний роликopідшипник 38	Гідравлічний прес	—
22	Встановити розпiрне кільце 17	—	Плоскогубці, молоток
23	Загвинтити запобіжний бугель 11	Напрямні	Ключ
24	Закрутити шліцьову гайку 10	—	Гайковерт
25	Запресувати сферичний роликopідшипник 40	Гідравлічний прес	—
26	Встановити розпiрне кільце 13	—	Гумовий молоток
27	Запресувати шпонки 39	—	Мідний молоток
28	Запресувати шестерню прямозубу 12	Гідравлічний прес	—
29	Надіти кільце 4	Напрямні	Гумовий молоток
30	Встановити кільце 25	—	Гумовий молоток
32.	Вставити проміжне кільце 26	Напрямні	Гумовий молоток
33.	Загвинтити запобіжний бугель 11	Напрямні	—
34.	Закрутити шліцьову гайку 10	Напрямні	—
35.	З'єднати вал в зборі 1зб3 з валом зчеплення 0зб9	Консольний кран	Ключі
36.	Надіти кільце 20	—	Гумовий молоток
37.	Встановити кришку 16 на стелажі	Консольний кран	—
38.	Встановити пароніт 53	Напрямні	—
39.	Надіти манжету 46	Напрямні	—
40.	Вставити болти 32	Напрямні	—
41.	Встановити штифти циліндричні 42	Напрямні	—
42.	Надіти шайби 36	Напрямні	—
43.	Вставити в отвори кришки болти 41	Напрямні	—
44.	З'єднати кришку в зборі 1зб16 з валом зчеплення 0зб9	Консольний кран	Ключі
46.	Запресувати шпонку 44	—	Мідний молоток
47.	Запресувати шків 18	Гідравлічний прес	—

					КНУ.КБР.131.26.2-03.01.ТПВ	Арку

1	2	3	4
48.	Встановити шайбу 45	Напрямні	—
49.	Закрутити шліцьову гайку 19		Гайковерт
50.	Встановити маховик 10 на стелажі	Консольний кран	—
51.	Вставити мастильну трубку 23	Напрямні	—
52.	Встановити пробки 6	Напрямні	—
53.	З'єднати маховик в зборі 1зб10 з валом зчеплення 0зб9	Консольний кран	Ключі
54.	Встановити кришку 24 на стелажі	Консольний кран	—
55.	Вставити болти 35	Напрямні	—
56.	З'єднати кришку в зборі 1зб24 з валом зчеплення 0зб9	Консольний кран	Ключі

1.3 Службове призначення деталі. Вибір матеріалу і варіантів заміन

Диск упорний (рисунок 1.6) є проміжною деталлю у вузлі та служить для об'єднання деталей. У вузлі дана деталь працює під дією незначних динамічних навантажень.

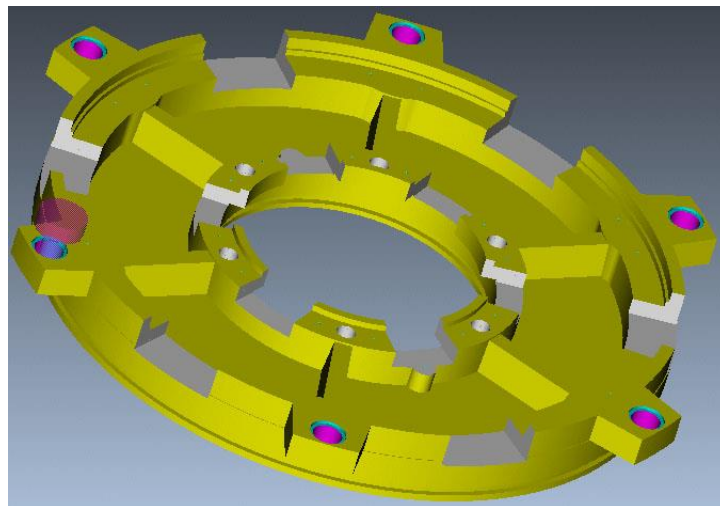


Рисунок 1.6- 3D модель диска упорного

В результаті цього матеріал для диска приймається сталь 35Л ДСТУ 8781:2018, хімічні та механічні властивості якої приводимо відповідно в таблицях 1.3 та 1.4

					КНУ.КБР.131.26.2-03.01.ТПВ	Арку

Таблиця 1.3- Хімічний склад сталі 35Л ДСТУ 8781:2018

C, %	Si, %	Mn, %	Cr, %	Ni, %	Cu, %	S, %	P, %
0,32 – 0,4	0,2 – 0,52	0,4 – 0,9	0,3	0,3	0,3	0,045	0,040

Таблиця 1.4- Фізико-механічні властивості сталі 35Л ДСТУ 8781:2018

σ_T , МПа	σ_B , МПа	НВ	δ , %	ψ , %
280	500	136–156	13–20	25

Дану сталь можна замінити на сталь 40Л ДСТУ 8781:2018. Хімічні та фізико-механічні властивості сталі 40 Л приведені в таблицях 1.5 і 1.6.

Таблиця 1,5- Хімічний склад сталі 40Л ДСТУ 8781:2018

C, %	Si, %	Mn, %	Cr, %	Ni, %	Cu, %	S, %	P, %
0,32 – 0,4	0,2 – 0,52	0,4 – 0,9	0,3	0,3	0,3	0,045	0,040

Таблиця 1.6- Фізико-механічні властивості сталі 40Л ДСТУ 8781:2018

σ_T , МПа	σ_B , МПа	НВ	δ , %	ψ , %
300	530	146–173	14	25

Результатом термообробки сталі 35Л повинні стати необхідні властивості і структура матеріалу: менша твердість, пластичність, в'язкість, рівномірна дрібнозерниста структура, а також зняття внутрішніх напружень метала.

Для цього застосовуємо нормалізацію (нагрів до 800 – 880°C, охолодження на повітрі до 300 – 350°C і витримка при цій температурі 2 години) і високий відпуск (нагрів до 600 – 620°C і витримка 3 години; охолодження 1 година в печі до 500°C, потім на повітрі).

Результатом цього є отримання рівномірної структури і необхідних властивостей.

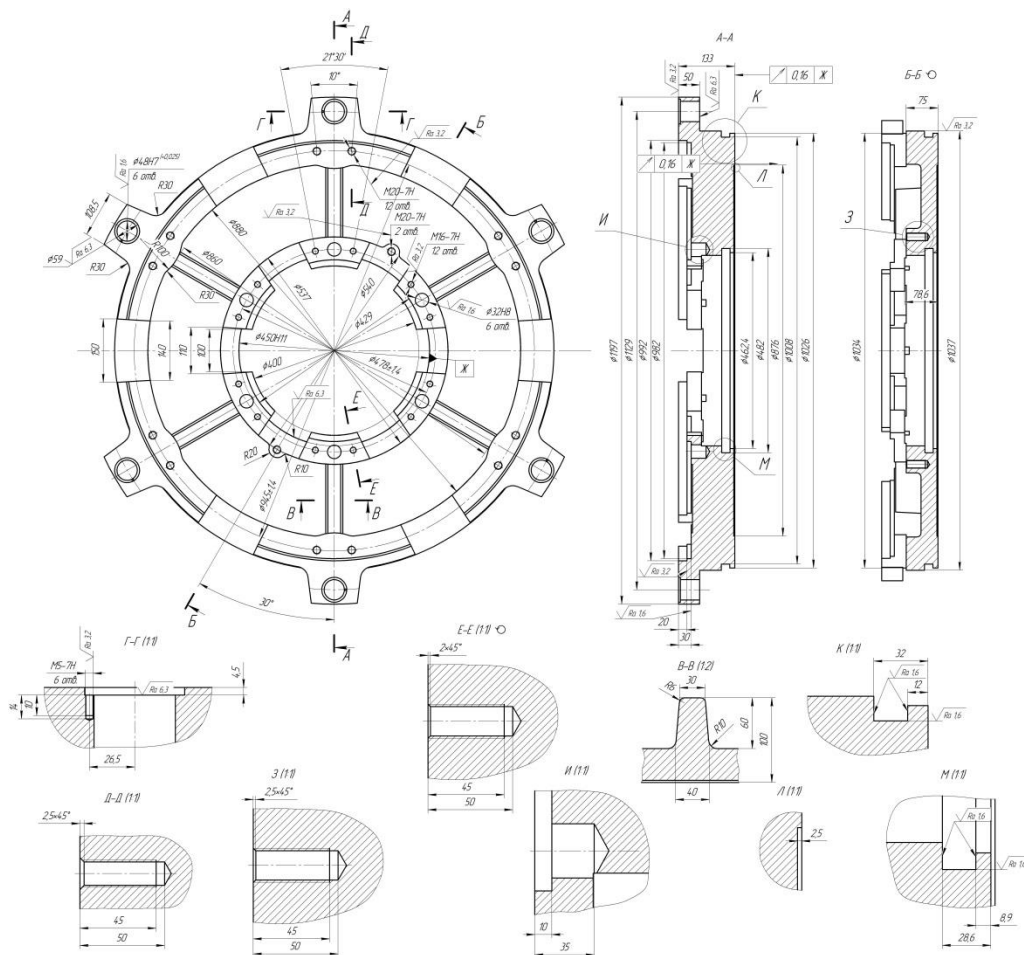


Рисунок 1.7- 2D Диск упорный

КНУ.КБР.131.26.2-03.01.ТПВ

Арку

1.4 Аналіз якості поверхонь деталей

На кресленні деталі пронумеровуємо поверхні (рисунок 1.8) і в наступному ці номери використовуємо для позначення їх у тексті.

Визначимо в деталі основні та допоміжні поверхні.

Основні поверхні: 9, 11.

Допоміжні поверхні: 1, 7, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22.

Точність основних поверхонь в диску – IT11, чистота цих поверхонь – Ra 3,2.

Точність допоміжних поверхонь – IT7, IT8, IT14, чистота цих поверхонь Ra 1,6, Ra 3,2.

Основні та допоміжні поверхні диска мають між собою взаємозв'язок у вигляді торцевого биття.

Якості поверхонь та взаємозв'язок між ними представляємо в таблиці 1.7.

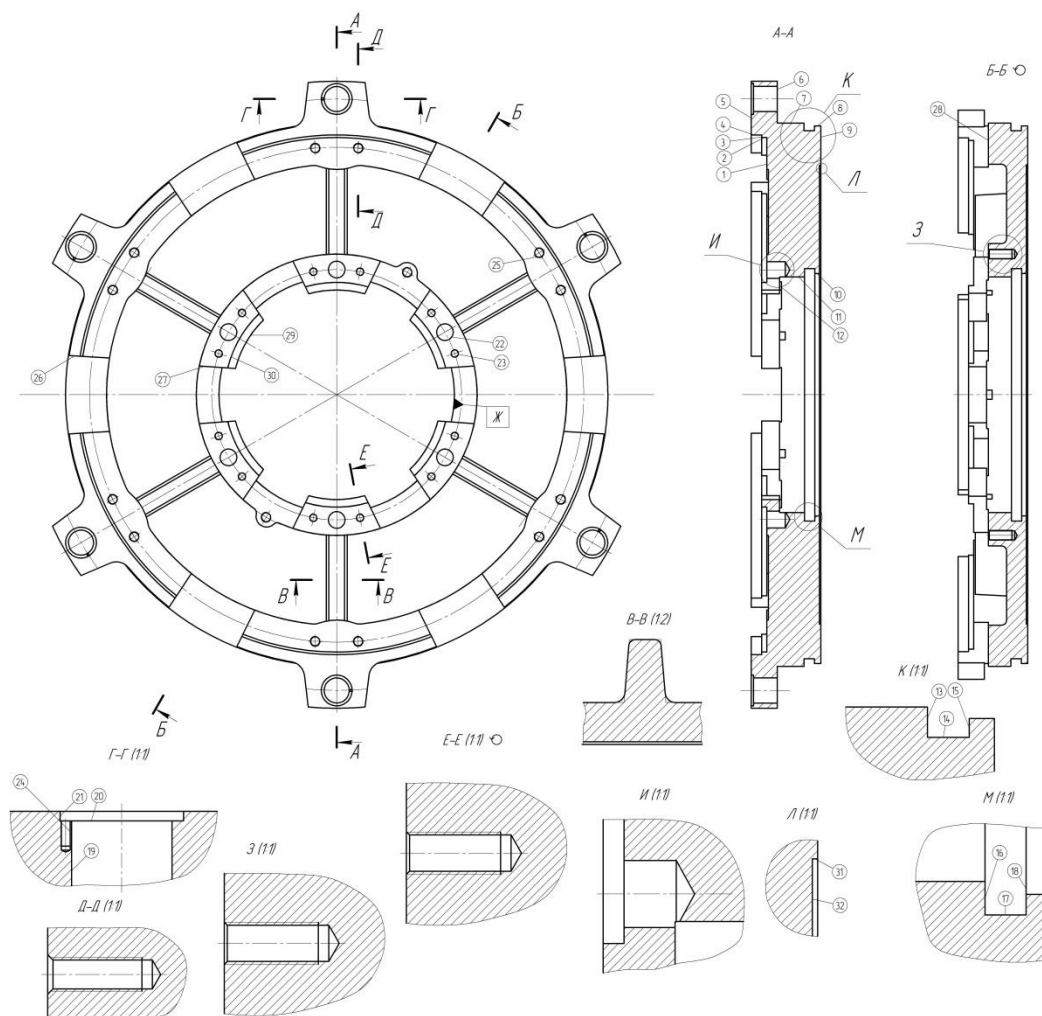


Рисунок 1.8- Диск упорний з пронумерованими поверхнями

Таблиця 1.7- Взаємозв'язок норм точності

№ поверхні	Номинальний розмір, мм	Квалітет IT	Допуск Т, мм	Шорсткість Ra	Відхилення форми та розташування поверхні
1	30	H14	0,52	1,6	
2	Ø982	H14	2,3	50	
3	20	H14	0,52	3,2	
4	Ø992	H14	2,3	50	
5, 9	133	h14	1	3,2/50	
6	50	h14	0,62	6,3	
7	Ø1037	h14	2,6	3,2	
8	Ø1026	h14	2,6	50	
10	Ø462,4	H14	1,55	50	
11	Ø450	H11	1,55	3,2	Ж
12	78,6	H14	0,74	50	
13	32	H14	0,62	1,6	
14	Ø1008	h14	2,62	1,6	
15	12	h14	0,43	1,6	
16	28,6	H14	0,52	1,6	
17	Ø482	H14	1,55	1,6	
18	8,9	h14	0,36	1,6	
19	Ø48	H7	0,025	1,6	
20	4,5	H14	0,3	6,3	
21	Ø59	H14	0,74	50	
22	Ø32	H8	0,039	1,6	
23	M16	7H	—	3,2	
24	M5	7H	—	3,2	
25	M20	7H	—	3,2	
26	140/150	H14	1	50	
27	100/110	H14	0,87	50	
28	75	h14	0,74	50	
29	Ø400	H14	1,4	50	
30	Ø429	h14	1,55	50	
31	Ø876	H14	2,3	50	
32	2,5	H14	0,25	50	

1.5 Технічний контроль робочого креслення

Деталь диск упорний представлений на кресленні одним головним видом, шістьма розрізами та чотирма виносними елементами. Цього досить для того аби мати уяву про її форму та геометрію.

					КНУ.КБР.131.26.2-03.01.ТПВ	Арку

Креслення містить всі розміри, які проставлені у вигляді номінального розміру та граничних відхилень або квалітету. Розміри з не вказаними граничними відхиленнями виконують за 14 квалітетом. Вказані розміри дають повну відомість про габарити і точність деталі.

Шорсткість на кресленні проставлена по діючому ДСТУ. Невказана шорсткість на поверхні стоїть у правому верхньому куті креслення, яка складає Ra 50.

На кресленні також проставлені конструкторські бази, про що свідчать затемнені трикутники. Відносно цих баз проставлене відносне розташування поверхонь.

Технічні вимоги та штамп креслення містить всю необхідну інформацію щодо матеріалу, маси, масштабу й найменування деталі, а також для її виготовлення з необхідною якістю.

1.6 Аналіз технологічності деталі

1.6.1 Якісний аналіз технологічності

Деталь диск упорний відноситься до класу «диск». Дана деталь є тілом обертання, що складається з концентрично розташованих поверхонь. Також деталь має значну кількість отворів, серед яких є і точні отвори, а ще має пази.

Заготовкою для даної деталі буде відливка в піщано-глиняні форми, так як деталь має велику масу.

Аналізуючи форму деталі робимо висновок, що вимірювальний і різальний інструмент в процесі обробки вільно підводиться до необхідної поверхні деталі.

Конфігурація деталі і вимоги щодо точності дозволяє вести обробку без використання спеціальних методів обробки (ЕХО, ЕФО, лазерна обробка тощо), тобто деталь буде оброблятися на металорізальних верстатах токарної, свердлильної групи або на багатоопераційному верстаті. Зважаючи на вимоги щодо точності і шорсткості деталі в умовах серійного виробництва металорізальні верстати нормальної точності дозволяють досягнути необхідних вимог точності і якості поверхонь деталі.

Обробка деталі буде проводитись за допомогою стандартного різального інструменту, так як форма деталі нескладна і не має елементів які б не можна було обробити стандартним різальним інструментом.

Із якісного аналізу деталь диск можна вважати технологічною. Для виготовлення деталі застосування спеціальних пристосувань і інструментів не потрібно.

1.6.2 Кількісний аналіз технологічності

Розраховуємо коефіцієнт використання матеріалу [3]

					КНУ.КБР.131.26.2-03.01.ТПВ	Арку

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{Q_0}{Q_3} \quad (1.1)$$

де $Q_0 = 370,7$ кг – маса деталі;

$Q_3 = 600$ кг – маса заготовки.

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{370,7}{600} = 0,61.$$

Розраховуємо коефіцієнт точності обробки. Для цього розрахуємо середню точність [3], яка дорівнює

$$T_{\text{cp}} = \frac{\sum T_i n_i}{\sum n_i} = \frac{7 + 8 + 11 + 25 \cdot 14}{28} = 13.$$

$$k_{\text{мч}} = 1 - \frac{1}{T_{\text{cp}}} \quad (1.2)$$

$$k_{\text{мч}} = 1 - \frac{1}{13} = 0,92$$

Це свідчить, що деталь є не досить точною.

Розраховуємо коефіцієнт шорсткості. Для цього розрахуємо середню шорсткість [3].

$$Ш_{\text{cp}} = \frac{\sum Ш_i n_i}{n_i} = \frac{9 \cdot 1,6 + 7 \cdot 3,2 + 2 \cdot 6,3 + 14 \cdot 50}{32} = 23,4 \text{ мкм.}$$

$$k_{\text{ш}} = \frac{1}{Ш_{\text{cp}}} \quad (1.3)$$

$$k_{\text{ш}} = \frac{1}{23,4} = 0,04$$

З визначеного коефіцієнту шорсткості видно, що деталь має середню шорсткість.

З кількісного аналізу технологічності видно, що диск упорний є досить технологічною, так як якісні показники деталі можна досягти на верстатах з нормальною точністю.

1.7 Вибір типу виробництва. Задачі проектування

1.7.1 Вибір типу виробництва та методу роботи

Для того, щоб визначити тип виробництва необхідно визначити коефіцієнт закріплення операцій $K_{\text{з.о.}}$. Ділянка для обробки диску упорного буде складатися з трьох верстатів. Річна програма випуску деталей – 500 шт. Виробництво припустимо серійне. Штучно-калькуляційний час на виконання операцій складає 196,9 хв. Місячна програма випуску 41 шт. Нормативний коефіцієнт завантаження обладнання $\eta_n = 0,9$.

Коефіцієнт закріплення операцій визначається за формулою:

					КНУ.КБР.131.26.2-03.01.ТПВ	Арку

$$K_{з.о.} = \frac{\sum P_{oi}}{\sum P_i}, \quad (1.4)$$

де $\sum P_{oi}$ – сумарне число різних операцій за місяць по дільниці з розрахунку на одного змінного майстра;

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

Можливе число операцій на кожному верстаті при їх умовному коефіцієнті завантаження $\eta_n = 0,9$ знаходиться за формулою

$$P_{oi} = \frac{13182 \cdot \eta_n}{T_{ш.к.} \cdot N_M}. \quad (1.5)$$

$$P_{o1} = \frac{13182 \cdot 0,9}{56,5 \cdot 41} = 5;$$

$$P_{o2} = \frac{13182 \cdot 0,9}{133,4 \cdot 41} = 2,6;$$

$$P_{o3} = \frac{13182 \cdot 0,9}{7 \cdot 41} = 40.$$

Загальне число операцій виконуваних на дільниці протягом одного місяця складає

$$\sum P_{oi} = 5 + 2,6 + 40 = 47,6.$$

Кількість робітників, що обслуговують кожен верстат окремо визначається за формулою

$$P_i = 0,96 \cdot \eta_n. \quad (1.6)$$

$$P_i = 0,96 \cdot 0,9 = 0,77.$$

Явочне число робітників на дільниці складає

$$\sum P_i = 3 \cdot 0,77 = 3$$

Таким чином коефіцієнт закріплення операцій складає

$$K_{з.о.} = \frac{47,6}{3} = 15,9.$$

З визначеного коефіцієнта закріплення операцій виходить, що підприємство середньосерійне ($10 < K_{з.о.} < 20$).

Для виготовлення деталей приймаємо змінно поточну форму виробництва. Змінно-поточна лінія характеризується тим, що різні деталі виготовляються серіями або партіями по черзі, тобто спочатку виготовлення деталі одного виду, потім на цій лінії виконується переналагодження обладнання і виготовлення деталей іншого виду. Розміщення обладнання на лінії виконується по групах технологічно однорідних верстатів, але обов'язково з урахуванням послідовності виконання технологічних операцій.

1.7.2 Вибір типового технологічного процесу. Задачі проектування

Типовим технологічним процесом на виготовлення деталі диск упорний є технологічний процес, який був розроблений на підприємстві ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг».

Типовий технологічний процес написаний для умов дрібного виробництва, так як в ньому маються маршрутно-операційні карти та ескізи операцій, в яких не вказані режими різання і відсутні норми часу на операції. Основні операції базового технологічного процесу приводимо в таблиці 1.8

Таблиця 1.8 – Операції базового технологічного процесу

№ операції	Найменування операції
005	Токарно-карусельна
010	Токарно-карусельна
015	Вертикально-фрезерна
020	Координатно-розточна
025	Горизонтально-розточна
030	Слюсарна

Головною метою модернізації базового (заводського) технологічного процесу виготовлення деталі є суттєве зниження її виробничої собівартості. Для реалізації цього завдання необхідно вирішити такі науково-технічні та організаційні задачі:

1. Забезпечити високу концентрацію технологічних переходів шляхом заміни традиційного універсального обладнання на сучасний багатоцільовий токарно-карусельний верстат з ЧПК. Це інженерне рішення дозволить об'єднати токарно-карусельні, вертикально-фрезерні та координатно-розточувальні переходи в межах однієї багатоопераційної сили (за один або мінімальну кількість установів). Впровадження такого обладнання забезпечить значне скорочення підготовчо-заключного, допоміжного та міжопераційного транспортного часу.

2. Замінити стандартний різальний інструмент на сучасний високопродуктивний інструмент провідних світових виробників. Зокрема, передбачено перехід від різців із напаяними твердосплавними пластинами до збірного інструменту з механічним кріпленням змінних багатогранних пластин (ЗБП). Це дозволить звести до мінімуму часові витрати на підналагодження, обслуговування та заміну зношених різальних елементів, повністю виключити потребу в їхньому переточуванні, а також значно інтенсифікувати режими різання (швидкість обробки та подачу).

1.9 Проектування заготовок

Єдиний спосіб отримання заготовки – це лиття в піщано-глиняні форми. Маса деталі 370 кг. Матеріал деталі – сталь 35Л ДСТУ8781:2018. Виробництво дрібносерійне.

					КНУ.КБР.131.26.2-03.01.ТПВ	Арку

Деталь складна за конструкцією. У неї не всі поверхні механічно оброблюються. Відливку отримуємо по роз'ємній моделі.

Всі дані по проектуванню заготовки заносимо в таблицю 2.7. Всі розрахунки ведемо згідно ДСТУ8781:2018.

Для відливок із сталі з найбільшим габаритним розміром – Ø1197 мм при відливанні у піщані форми, які затвердівають поза контактом з оснащенням отримуємо $\frac{9T-13}{3-6}$ (9, стор.47). Так як відливка виконується в умовах механізованого серійного виробництва, обираємо середнє значення класу точності розмірів та мас – 11 і ряду припусків – 5.

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

Таблиця 1.9- Проектування відливки

№ п/п	Ном. р-р деталі	Х-ка поверхні		Поле допуску	Гранич. відхил.	Припуск основ.	Припуск додат.	Розмір заготовки
		Квал	Шорст					
1	Ø1037	h14	Ra50	9	±4,5	7,5×2	—	Ø1052±4,5
2	Ø992	H14	Ra50	8	±4	6,9×2	—	Ø978,2±4
3	Ø450	H11	Ra6,3	7	±3,5	11,6×2	—	Ø426,8±3,5
4	Ø400	H14	Ra50	7	±3,5	6,5×2	—	Ø387±3,5
5	133	h14	Ra3,2/ Ra50	5	±2,5	6,7/5,2	—	144,9±2,5
6	78,6	h14	Ra50	4,4	±2,2	-4,8/5,2	—	79±2,2
7	50	h14	Ra3,2/ Ra6,3	4	±2	5,8/6,7	—	62,5±2
8	20	H14	Ra3,2	3,2	±1,6	-5,3/6,7	—	21,4±1,6

Граничні відхилення короблення для 5 ступеня короблення при найбільшому габаритному розмірі 1197 мм складає: ± 2 мм.

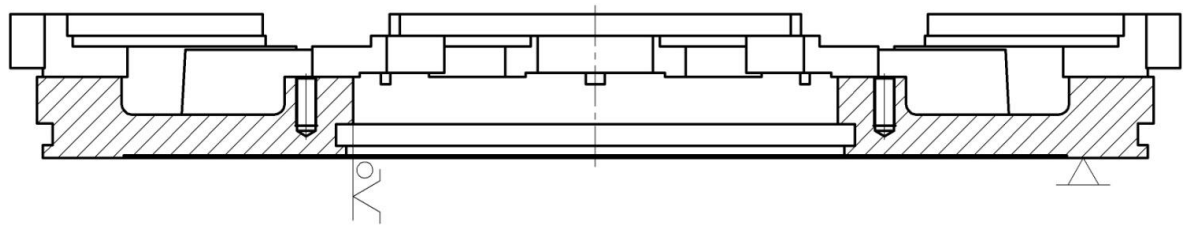
При 11 класу точності розмірів відливки і відстані між пристроями до 630 мм граничні відхилення зсуву дорівнюють ±1.

Маса відливки може бути визначена у інтервалі до 1000 кг. Верхнє граничне відхилення маси для 11 класу точності маси відливки – 8,0 %.

Невказані ливарні радіуси назначаємо 5 мм.

Невказані формовочні ухили – 0°46'.

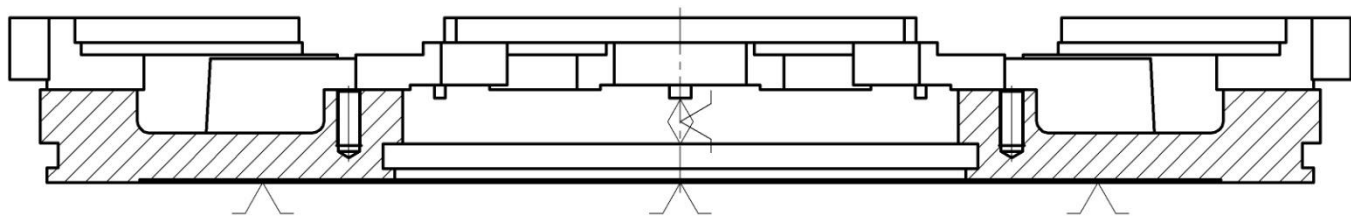
Спроектвану заготовку зображуємо на рисунку 1.9



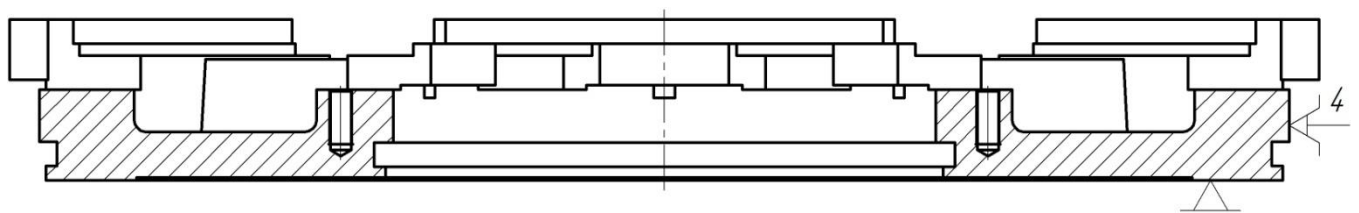
б)

Рисунок 1.11- Схема базування диску: а) теоретична; б) умовна

Також на токарній операції при обробці як технологічні бази будуть використовуватися поверхні 7 та 9 (рисунок 1.12). В цьому випадку поверхня 9 є установочною базою, а поверхня 7 – направляючою.



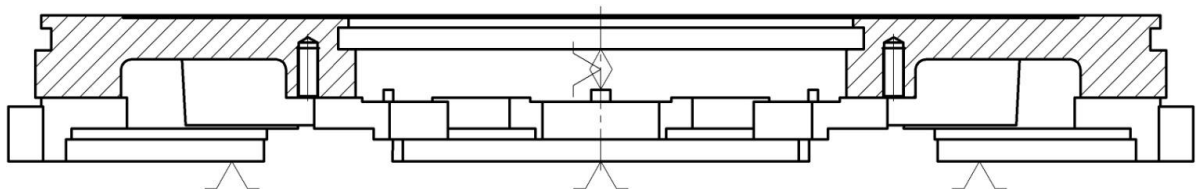
а)



б)

Рисунок 1.12- Схема базування диску: а) теоретична; б) умовна

Основною задачею першої операції є підготовка технологічних баз, тому на цій операції диск буде базуватись згідно 1.13



а)

[illegible]

1.12 Розрахунок міждоперацийних розмірів і припусків на обробку

1.12.1 Аналітичний розрахунок припусків на одну зовнішню (внутрішню) циліндричну поверхню

Розраховуємо припуски на технологічні переходи обробки внутрішньої поверхні $\varnothing 450H11^{(+0,4)}$ аналітичним методом. Всі розрахунки заносимо в таблицю 1.12.

Таблиця 1.12- Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічним переходам на обробку внутрішньої поверхні диска упорного $\varnothing 450H11^{(+0,4)}$

Маршрут обробки поверхні	Квалітет	Елементи припуску, мкм				Розрахункові величини		Допуск на виконання розміра T , мкм	Прийняті (округлені) розміри заготовлі на переходах, мкм		Граничний припуск, мкм	
		R_z	h	Δ_Σ	ε	Припуски z_i , мкм	Макимальний діаметр, мм		найбільші	найменші	$2z_{max}$	$2z_{min}$
Заготовка	—	320		2810	—	—	433,8978	7	433,8	426,8	—	—
Розточування чорнове	14	50	50	168,6	2000	4089,072	442,076	1,55	442,07	440,52	13720	8270
Розточування напівчистове	12	25	25	140,5	2000	2107,094	446,29	0,63	446,29	445,66	5140	4220
Розточування чистове	11	—	—	—	2000	2054,929	450,4	0,4	450,4	450	4340	4110
Разом											23200	16600

Визначаємо сумарне відхилення розташування поверхні Δ_{Σ_3} за формулою (2.7) [9, стор. 178]:

$$\Delta_{\Sigma_3} = \sqrt{\Delta_{\Sigma_K}^2 + \Delta_{CM}^2}, \quad (1.7)$$

Відхилення вісі від прямолінійності визначається за формулою (1.1) [9, стор. 178]

$$\Delta_{\Sigma_K} = 2 \cdot \Delta_K \cdot l_K, \quad (1.8)$$

де $l_K = 1197$ мм;

$\Delta_K = 0,7$ мкм/мм [9, стор. 186].

$\Delta_{\Sigma_K} = 2 \cdot 0,7 \cdot 1197 = 1675$ мкм.

Зсув вісі заготовки, внаслідок похибки центрування визначаємо за формулою (2.9) [9, стор. 186]

$$\Delta_{CM} = 0,25\sqrt{T^2 + 1}, \quad (1.9)$$

де $T = 9$ мм

$$\Delta_{cm} = 0,25\sqrt{9^2 + 1} = 2,26 \text{ мм}$$

$$\Delta_{\Sigma_3} = \sqrt{1,675^2 + 2,26^2} = 2,81 \text{ мм.}$$

$$\Delta_{cm} = 0,06 \cdot 2810 = 168,6 \text{ мкм.}$$

Після напівчистового точіння

$$\Delta_{cm} = 0,05 \cdot 2810 = 140,5 \text{ мкм.}$$

Після чистового точіння

$$\Delta_{cm} = 0,04 \cdot 2810 = 112,4 \text{ мкм.}$$

Похибка установки заготовки на виконуваний операції складає 2000 мкм [9, стор. 44].

Розрахунок мінімальних припусків на діаметральні розміри для кожного переходу виконуємо за формулою (2.10) [9, стор. 175]:

$$Z_{\min} = \left(R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right), \quad (1.10)$$

$$Z_{\min 1} = \left(320 + 320 + \sqrt{2810^2 + 2000^2} \right) = 4089,072 \text{ мкм};$$

$$Z_{\min 2} = \left(50 + 50 + \sqrt{168,6^2 + 2000^2} \right) = 2107,094 \text{ мкм};$$

$$Z_{\min 3} = \left(25 + 25 + \sqrt{140,5^2 + 2000^2} \right) = 2054,929 \text{ мкм.}$$

$$d_{\max} = d_p - 2 Z_{\min} \quad (1.11)$$

$$d_{\max 1} = 450,4 - 2 \cdot 2,054 = 446,29 \text{ мм};$$

$$d_{\max 2} = 446,29 - 2 \cdot 2,107 = 442,07 \text{ мм};$$

$$d_{\max 3} = 442,07 - 2 \cdot 4,089 = 433,8 \text{ мм.}$$

$$d_{\min 1} = 450,4 - 0,4 = 450 \text{ мм};$$

$$d_{\min 2} = 446,29 - 0,63 = 445,66 \text{ мм};$$

$$d_{\min 3} = 442,07 - 1,55 = 440,52 \text{ мм};$$

$$d_{\min 4} = 433,8 - 7 = 426,8 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max}^{np} = d_{\max i} - d_{\max i-1}, \quad (1.12)$$

$$2Z_{\min}^{np} = d_{\min i} - d_{\min i-1}, \quad (1.13)$$

Розрахунок загальних припусків складає

$$z_{0\max} = \sum z_{\max} = 23,2 \text{ мм};$$

$$z_{0\min} = \sum z_{\min} = 16,6 \text{ мм}.$$

Робимо перевірку розрахунків за формулою

$$z_{0\max} - z_{0\min} = T_3 - T_0 \quad (1.14)$$

$$z_{0\max} - z_{0\min} = 23,2 - 16,6 = 6,6 \text{ мм},$$

$$T_3 - T_0 = 7 - 0,4 = 6,6 \text{ мм}.$$

Розрахунки виконані вірно.

1.12.2 Розрахунок міжопераційних лінійних розмірів

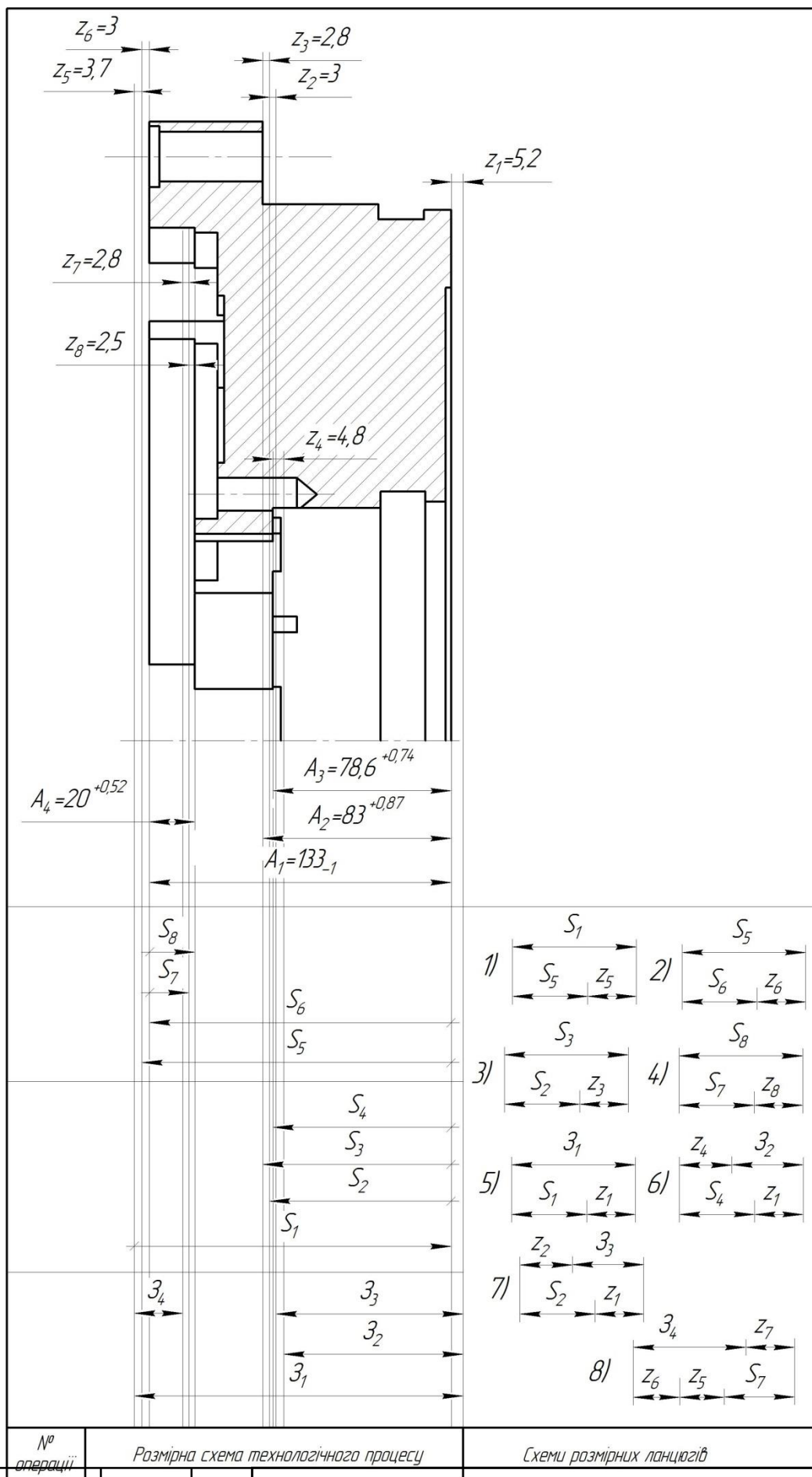
Розроблюємо послідовну обробку торців і зводимо її в таблицю 1.13

Таблиця 1.13- Послідовність обробки торцевих поверхонь

Позначення поверхні	Послідовність обробки поверхонь	Номінальний розмір	Шорсткість R_a	Точність IT	Допуск T	Припуск t	Позначення припуску, Z_i
9	1.Заготовка	144,9	Rz320	—	5	5,2	
	2. Підрізання чорнове	S_1	50	15	1,6	5,2	Z_1
6	1.Заготовка	82,4	Rz320	—	4	5,8	
	2. Підрізання чорнове	S_2	12,5	15	1,2	3	Z_2
	3. Підрізання напівчистове	83	6,3	14	0,74	2,8	Z_3
12	1.Заготовка	79	Rz320	—	4,4	4,8	
	2. Підрізання чорнове	78,6	50	14	0,74	4,4	Z_4
5	1.Заготовка	S_1	Rz320	15	1,6	6,7	
	2. Підрізання чорнове	S_5	12,5	14	1	3,7	Z_5
	3. Підрізання напівчистове	133	3,2	14	1	3	Z_6
3	1.Заготовка	21,4	Rz320	—	3,2	5,3	
	2. Підрізання чорнове	S_7	15	15	0,84	2,8	Z_7
	3. Підрізання напівчистове	20	14	14	0,52	2,5	Z_8

Після побудови розмірної схеми технологічного процесу проводимо розрахунок міжопераційних лінійних розмірів (таблиця 1.13).

Таблиця 1.14- Побудова розмірної схеми технологічного процесу обробки диска



№ р.ц.	Рівняння розмірного ланцюга	Вихідне значення	Номинальний технологічний розмір	Допуск технологіч- ного розміру	Технологічний розмір настроювання	Граничні значення припусків (уточнені)
1	$S_5 = S_6 + Z_6$	$S_6 = 133_{-1}$ $Z_6 = 3$	$S_5 = 133 + 3 = 136$	$IT14 = 1$	$S_5 = 136_{-1}$	$Z_6 = S_5 - S_6 = 136_{-1} - 133_{-1} = 3 \pm 1$
2	$S_1 = S_5 + Z_5$	$S_5 = 136_{-1}$ $Z_5 = 3,7$	$S_1 = 136 + 3,7 = 139,7$	$IT15 = 1,6$	$S_1 = 139,7_{-1,6}$	$Z_5 = S_1 - S_5 = 139,7_{-1,6} - 136_{-1} = 3,7^{+1}_{-1,6}$
3	$S_2 = S_3 - Z_3$	$S_3 = 83^{+0,87}$ $Z_3 = 2,8$	$S_2 = 83 - 2,8 = 80,2$	$IT15 = 1,2$	$S_2 = 80,2^{+1,2}$	$Z_3 = S_3 - S_2 = 83^{+0,87} - 80,2^{+1,2} = 2,8^{+0,87}_{-1,2}$
4	$S_7 = S_8 - Z_8$	$S_8 = 20^{+0,52}$ $Z_1 = 2,5$	$S_7 = 20 - 2,5 = 17,5$	$IT15 = 0,84$	$S_7 = 17,5^{+0,84}$	$Z_8 = S_7 - S_8 = 20^{+0,52} - 17,5^{+0,84} = 2,5^{+0,52}_{-0,84}$
5	$3_1 = S_1 + Z_1$	$S_1 = 139,7_{-1,6}$ $Z_1 = 5,2$	$3_1 = 139,7 + 5,2 = 144,9$	$IT = 5$	$3_1 = 144,9 \pm 2,5$	$Z_1 = 3_1 - S_1 = 144,9 \pm 2,5 - 139,7_{-1,6} = 5,2^{+4,1}_{-2,5}$
6	$3_2 = S_4 + Z_1 - Z_4$	$S_4 = 78,6^{+0,74}$ $Z_1 = 5,2^{+4,1}_{-2,5}$ $Z_4 = 4,8$	$3_2 = 78,6 + 5,2 - 4,8 = 79$	$IT = 4,4$	$3_3 = 79 \pm 2,2$	$Z_4 = S_4 + Z_1 - 3_2 = 78,6^{+0,74} + 5,2^{+4,1}_{-2,5} - 79 \pm 2,2 = 4,8^{+7,04}_{-4,7}$
7	$3_3 = S_2 + Z_1 - Z_2$	$S_2 = 80,2^{+1,2}$ $Z_1 = 5,2^{+4,1}_{-2,5}$ $Z_2 = 3$	$3_3 = 80,2 + 5,2 - 3 = 82,4$	$IT = 4$	$3_3 = 82,4 \pm 2$	$Z_2 = S_2 + Z_1 - 3_3 = 80,2^{+1,2} + 5,2^{+4,1}_{-2,5} - 82,4 \pm 2 = 3^{+3,3}_{-0,5}$
8	$3_4 = S_7 + Z_5 + Z_6 - Z_7$	$S_7 = 17,5^{+0,84}$ $Z_5 = 3,7^{+1}_{-1,6}$ $Z_6 = 3 \pm 1$ $Z_7 = 2,8$	$3_4 = 17,5 + 3,7 + 3 - 2,8 = 21,4$	$IT = 3,2$	$3_4 = 21,4 \pm 1,6$	$Z_7 = S_7 + Z_5 + Z_6 - 3_4 = 17,5^{+0,84} + 3,7^{+1}_{-1,6} + 3 \pm 1 - 21,4 \pm 1,6 = 2,8^{+1,84}_{-1,6}$

1.12.3 Вибір міжопераційних розмірів і припусків на обробку

На основі таблиці 1.14 заповнюємо таблицю 1.15

Таблиця 1.15- Міжопераційні розміри з допусками

№ пов., розмір	Найменування переходів	Шорсткість, R_a	Точність IT	Допуск T	Припуск t	Міжопераційний розмір з допуском
19, Ø48H7	1. Свердління	12,5	14	0,52	14,5	Ø29 ^{+0,52}
	2. Розсвердлення	6,3	12	0,25	8,5	Ø46 ^{+0,25}
	3. Розточування напівчистове	3,2	8	0,039	0,75	Ø47,5 ^{+0,039}
	4. Розточування чистове	1,6	7	0,025	0,25	Ø48 ^{+0,025}
22, Ø32H8	1. Свердління	12,5	14	0,52	15	Ø30 ^{+0,52}
	2. Розточування напівчистове	3,2	9	0,062	0,75	Ø31,5 ^{+0,062}
	3. Розточування чистове	1,6	8	0,039	0,25	Ø32 ^{+0,039}
11, Ø450H11	Розточування чорнове	12,5	14	1	6,6	Ø440 ^{+1,55}
	Розточування напівчистове	6,3	12		3,5	Ø448 ^{+0,63}
	Розточування чистове	3,2	11		1,5	Ø450 ^{+0,4}

1.13 Розробка технологічних операцій

Використовуючи попередні розрахунки та вказаний маршрут обробки, розробляємо на кожну з операцій послідовність виконання переходів, вибираємо пристосування для встановлення деталей, ріжучий і вимірювальний інструмент. Все це представляємо у вигляді таблиці 1.16

Таблиця 1.16- Послідовність виконання технологічних операцій

№ операції	1. Назва операції 2. Верстат 3. Зміст переходів технологічної операції	Верстатне пристосу- вання	Інструмент (ріжучий, допоміжний, вимірювальний)
1	2	3	4
005	1. Токарно-карусельна з ЧПК 2. BOST VTL 16 3.1. Установити і закріпити деталь в 4-х	4-х кулачковий патрон	

1	2	3	4
	3.2. Точити торець 1 в розмір 139,7 ^{-1,6}		Різець MCLNR 3232P19 Пластина CNMG190612-M3 TP2500 (SECO)
	3.3. Точити діаметр 2 в розмір 1042-3 з підрізкою торця 3		Штангенциркуль ШЦ-III-500-1600-0,1 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022
	3.4. Точити діаметр 2 остаточно з підрізкою торця 3		Штангенглибиномер ШГ-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022
	3.5. Точити діаметр 4 на довжині 30 мм		Різець CFIR3232P08JET Пластина LCMF 300808-0800-FT CP500 (SECO)
	3.6. Точити канавку , витримуючи розміри 5, 6, 7		Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022
	3.7. Розточити отвір 8 в розмір ф400 ^{+1,4} на прохід		Різець MCLNL 3232P19 Пластина CNMG190612-M3 TP2500 (SECO)
	3.8. Розточити отвір 9 в розмір ф446 ^{+0,5} з підрізкою торця 10		Нутромер НМ600 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022
	3.9. Розточити отвір 9 остаточно з підрізкою торця 10		Штангенглибиномер ШГ-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022
	3.10. Розточити отвір 11 на довжині 27 мм		Різець CFIL3232P08JET Пластина LCMF 300808-0800-FT CP500 (SECO)
	3.11. Підрізати торець 13 до діаметра 12		Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022
	3.12. Точити канавку , витримуючи розміри 14, 15, 16		Штангенглибиномер ШГ-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022
010	1. Токарно-карусельна з ЧПК 2. BOST VTL 16 3.1. Установити і закріпити деталь в 4-х кулачковому патроні	4-х кулачковий патрон	
	3.2. Точити торець 1 в розмір 136 ₋₁		Різець MCLNR 3232P19 Пластина CNMG190612-M3 TP2500 (SECO)
	3.3. Точити торець 1 остаточно		Штангенглибиномер ШГ-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022
	3.4. Розточити отвір 2 з підрізкою торця 3		Різець MCLNL 3232P19 Пластина CNMG190612-M3 TP2500 (SECO)
	3.5. Точити вибірку по торцю , витримуючи розміри 4, 5, 6		Нутромер НМ1000 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022
			Різець CFIR3225R500200-JET Пластина LCMF300808-0800-FTCP500 (SECO)
			Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022
			Штангенглибиномер ШГ-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022

1	2	3	4
	3.6. Фрезерувати 6 пазів, витримуючи розміри 7, 8, 11		Фреза Ø80 R220.96-0080-08-7A Пластина XNEX080608TR-ME09 F40M (SECO)
	3.7. Фрезерувати 6 пазів, витримуючи розміри 9, 10, 11		
	3.8. Центрувати 6 отв. 12, 6 отв. 15, 14 отв. 17, 12 отв. 21		Свердло 2317-0109 ДСТУГОСТ 14952-75
	3.9. Свердлити 6 отв. 12 в розмір 29 мм наскрізь		Свердло 2301-3669 ДСТУГОСТ 10903-77
	3.10. Розсвердлити 6 отв. 12 в розмір 46 мм наскрізь		Свердло 2301-3669 ДСТУГОСТ 10903-77
	3.11. Розточити 6 отв. 12 остаточно		Розточна головка A78030 (SECO) Калібр-пробка 8133-0288 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022
	3.12. Свердлити 6 отв. 15 в розмір 30 мм на глибину 16		Свердло 2301-3674 ДСТУГОСТ 10903-77
	3.13. Розточити 6 отв. 12 остаточно		Розточна головка A78010 (SECO) Калібр-пробка 8133-0275 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022
	3.14. Розфрезерувати 6 отв. 13 на глибину 14		Фреза Ø40 R217.96-3240.3S-08- 4A Пластина XNEX080608TR- ME09 F40M (SECO)
	3.15. Свердлити 14 отв. 17 в розмір 17,5 мм на глибину 18		Свердло 2301-3615 ДСТУГОСТ 10903-77
	3.16. Свердлити 12 отв. 21 в розмір 14 мм на глибину 22		Свердло 2301-3597 ДСТУГОСТ 10903-77
	3.17. Зенкувати фаски 20 і 24		Зенківка 2353-0112 ДСТУГОСТ 14953-80
	3.18. Нарізати різьбу M20-7H в 14 отв. 17 на глибину 19		Мітчик 2620-3531 ДСТУГОСТ 17933-72 Пробка 8221-3080 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022
	3.19. Нарізати різьбу M16-7H в 12 отв. 21 на глибину 23		Мітчик 2620-3499 ДСТУГОСТ 17933-72 Пробка 8221-3067 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022
015	3.20. Свердлити 6 отв. 25 в розмір 4,2 мм на глибину 26		Свердло 2300-5451 ДСТУГОСТ 4010-77
	3.21. Нарізати різьбу M5-7H в 6 отв. 25 на глибину 27		Мітчик 2620-3395 ГОСТ 17933-72 Пробка 8221-3027 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022
	1. Фрезерна з ЧПК 2. IP1400MF4 3. Установити, закріпити деталь	Пристосу- вання спеціальне	
	3.1. Свердлити 6 отв. 1 в розмір 9 мм наскрізь		Свердло 2300-5451 ДСТУГОСТ 4010-77
	3.2. Нарізати різьбу в 6 отв.1		Мітчик 2620-3395 ДСТУГОСТ 17933-72 Пробка 8221-3027 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022

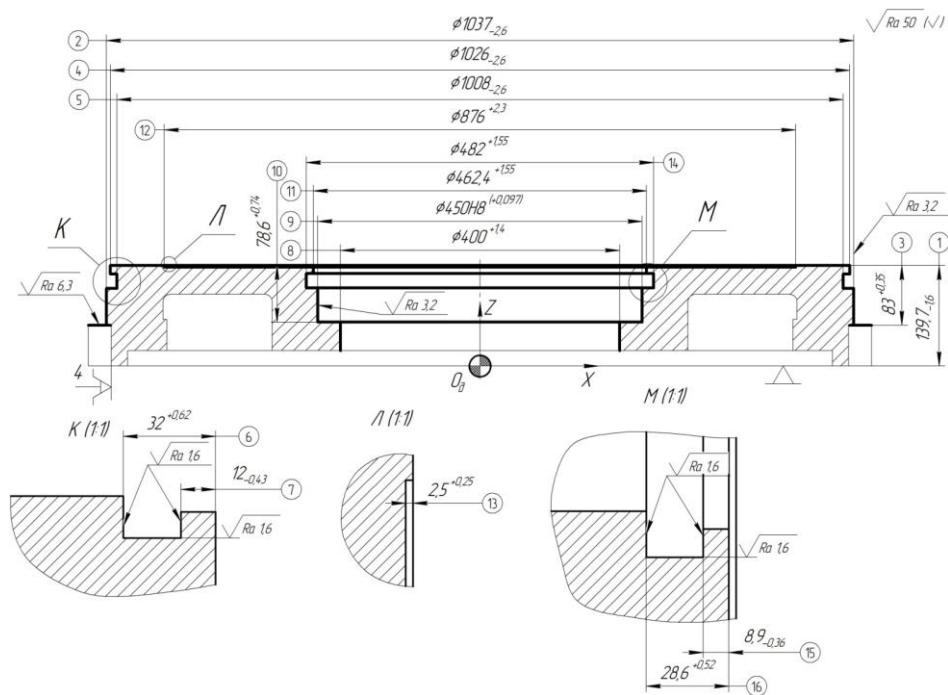
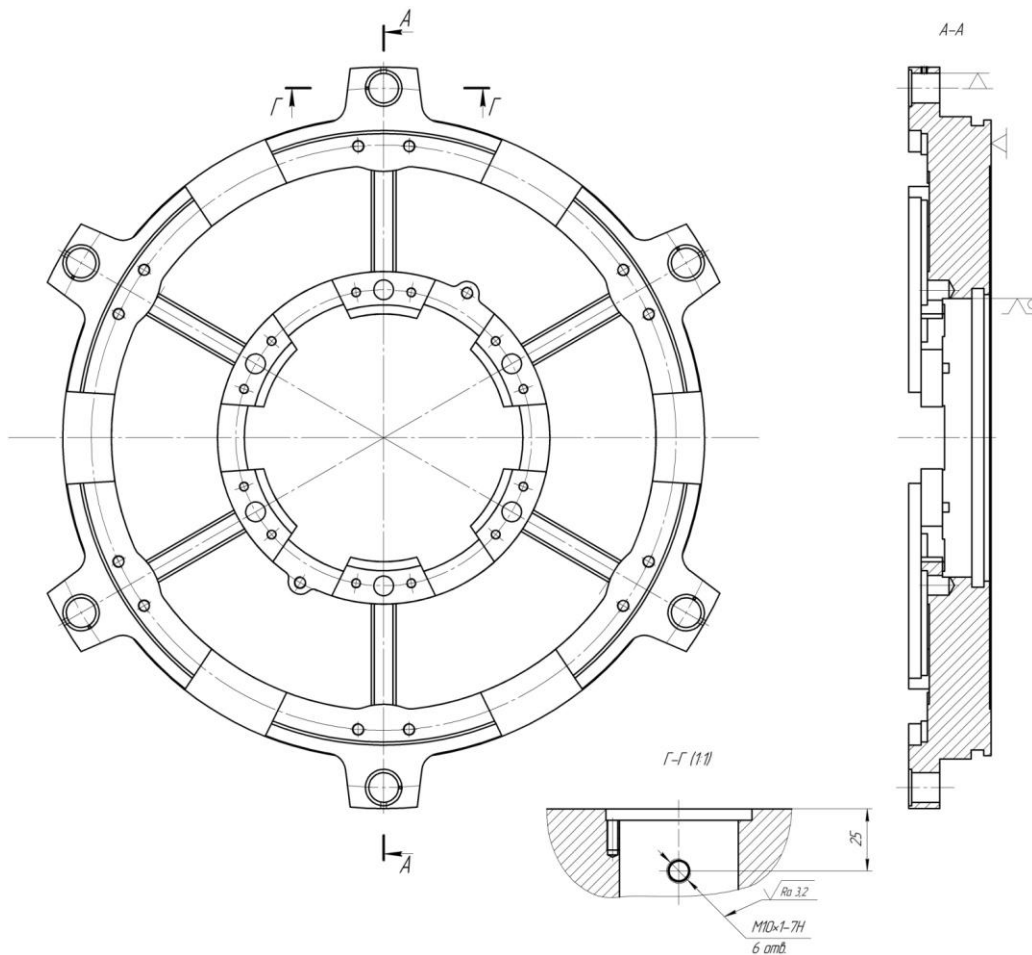


Рисунок 1.15- Ескіз операції 005 (до таблиці 1.16)



1.14 Розрахунок і вибір режимів різання, нормування технологічних операцій

					КНУ.КБР.131.26.2-03.01.ТПВ	Арху

Максимальне зусилля подачі Н: по осі координат x – 12000;
по осі координат z – 20000.

Потужність привода руху (у кВт) – 60.

Вибір стадій обробки:

Стадія обробки даної поверхні представлена в таблиці 1.17

Вибір глибини різання:

Для чорнової стадії обробки глибина різання становить $t_1 = 6,6$ мм Для напівчистої стадії обробки глибина різання – $t_2 = 3$, мм, для чистої стадії обробки глибина різання $t_3 = 1,5$ мм.

Вибір інструмента:

Приймаємо різець із перетину 32×32 мм.

Відповідно до рекомендацій додатка 1 [23] обробку робимо пластинами із твердого сплаву ТН20 для напівчистої і чистої стадій.

По додатку 6 [23] вибираємо твердосплавну пластину ромбічної форми; спосіб кріплення пластини – двуплечим прихватом.

Для обробки приймаємо кути в плані $\varphi = 95^\circ$, $\varphi_1 = 5^\circ$

Геометричні параметри ріжучої частини інструмента вибираємо з додатка 8 [23]. Для чистої й напівчистої стадій:

$\alpha = 8^\circ$ – задній кут;

$\gamma = 15^\circ$ – передній кут;

$f = 0,3$ – ширина фаски ріжучої кромки, мм (форма передньої поверхні різця плоска з фаскою):

$\rho = 0,25$ – радіус округлення ріжучої кромки, мм;

$r_\phi = 0,8$ – радіус вершини різця, мм.

Нормативний період стійкості приймаємо $T=30$ хв (додаток 13 [14]).

Вибір подачі:

На чорновій стадії обробки подачу вибираємо по карті 9 [14]. При глибині різання $t_1 = 6,6$ мм – подача $S_o = 0,6$ мм/об. На напівчистовій стадії обробки подачу вибираємо по карті 10 [23]. При глибині різання $t_2 = 3,5$ мм – подача $S_o = 0,36$ мм/об. На чистовій стадії обробки значення подачі визначаємо по карті 12. Для глибини різання $t_3 = 1,5$ мм подача становить $S_o = 0,32$ мм/об. Обране значення подачі на чорновій та напівчистовій стадії коректуємо з урахуванням поправочних коефіцієнтів, які вибираємо по карті 11 [14] для змінених умов залежно від:

інструментального матеріалу $K_{Su} = 1,1$;

стану поверхні заготовки $K_{Sn} = 0,85$;

способу кріплення пластини $K_{Sp} = 1$;

діаметра деталі $K_{SD} = 1,2$;

геометричних параметрів різця $K_{S\phi} = 1$;

механічних властивостей оброблюваного матеріалу $K_{Sm} = 1$.

Остаточні значення подач визначаємо по формулі [14, стор. 30]

$$S_o = S_{O_T} K_{Su} K_{Sn} K_{Sp} K_{SD} K_{S\phi} K_{Sm} \quad (1.15)$$

Подача на чорновій стадії обробки:

					КНУ.КБР.131.26.2-03.01.ТПВ	Арку

$$S_o = 0,6 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 0,67 \text{ мм/об.}$$

Подача на напівчистовій стадії обробки

$$S_o = 0,36 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 0,4 \text{ мм/об.}$$

Прийняте значення подачі на чорновій стадії обробки перевіряємо по осьовій P_x і радіальній P_y складовим сили різання, які припустимі міцністю механізму подач.

Табличні значення складових сил різання при обробці поверхні із глибиною різання $t_1 = 6,6$ мм і подачею $S_o = 0,67$ мм/об визначаємо по карті 32 [14]: $P_{xm} = 3700$ Н, $P_{ym} = 780$ Н. По карті 33 [14] визначаємо поправочні коефіцієнти на сили різання для змінених умов залежно від:

механічних властивостей оброблюваного матеріалу $K_{PxM} = K_{PyM} = 1$;

головного кута в плані $K_{Px\phi} = K_{Py\phi} = 1$;

переднього кута $K_{Px\gamma} = K_{Py\gamma} = 1$;

кута нахилу кромки $K_{Px\lambda} = 1$, $K_{Py\lambda} = 1$.

Значення складових зусилля різання P_x , P_y визначаємо за формулами:

$$P_x = P_{xm} K_{PxM} K_{Px\phi} K_{Px\gamma} K_{Px\lambda}, \quad (1.16)$$

$$P_y = P_{ym} K_{PyM} K_{Py\phi} K_{Py\gamma} K_{Py\lambda}. \quad (1.17)$$

З урахуванням поправочних коефіцієнтів сили різання приймаємо наступні значення:

$$P_x = 3700 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 3700 \text{ Н,}$$

$$P_y = 780 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 780 \text{ Н.}$$

Розраховані значення складових зусилля різання менше припустимих механізмом подач верстата у відповідному напрямку.

По карті 14 [14] визначаємо поправочні коефіцієнти на подачу чистової стадії обробки для змінених умов залежно від:

механічних властивостей оброблюваного матеріалу $K_{SM} = 1$;

радіуса вершини різця $K_{Sr} = 0,85$;

квалітету оброблюваної деталі на чистовій стадії $K_{Sk} = 0,8$;

кінематичного кута в плані $K_{S\phi k} = 0,95$.

Значення подач для чистової стадії обробки визначаємо за формулою

$$S_o = S_{oT} K_{SM} K_{Sl} K_{Sr} K_{Sk} K_{S\phi k}. \quad (1.18)$$

$$S_o = 0,32 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot 0,95 = 0,2 \text{ мм/об.}$$

Вибір швидкості різання:

Швидкість різання на чорновій та напівчистовій стадії обробки вибираємо по карті 21. Чорновій стадії обробки відповідає швидкість різання $V_{T1} = 262$ м/хв. Напівчистовій стадії обробки відповідає швидкість різання $V_{T2} = 342$ м/хв. Так само по карті 21 вибирають поправочні коефіцієнт залежно від інструментального матеріалу $K_{Vu} = 0,9$.

					КНУ.КБР.131.26.2-03.01.ТПВ	Арку

По карті 23 вибираємо поправочні коефіцієнти на швидкість різання чорнової та напівчистої стадії обробки для змінених умов залежно від:

групи оброблюваності матеріалу $K_{Vc} = 1$;

виду обробки $K_{Vo} = 1$;

жорсткості верстата $K_{Vj} = 1,1$;

механічних властивостей оброблюваного матеріалу $K_{Vm} = 1$;

геометричних параметрів різця $K_{V\phi} = 1$;

періоду стійкості ($T=30$ хв) ріжучої частини $K_{VT} = 1$;

наявності охолодження $K_{Vж} = 1$.

Значення швидкості для чорнової й напівчистої стадій обробки визначаємо по формулі

$$V = V_T K_{Vu} K_{Vc} K_{Vo} K_{Vj} K_{Vm} K_{V\phi} K_{VT} K_{Vж}. \quad (1.19)$$

З урахуванням поправочних коефіцієнтів швидкість на чорновій і напівчистовій стадіях

$$V_1 = 262 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 259 \text{ м/хв.};$$

$$V_2 = 342 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 338 \text{ м/хв.}$$

Швидкість різання на чистовій стадії обробки вибираємо по карті 22 [23] і вона становить $V_T = 295$ м/хв. У цій же карті швидкість різання коректуємо з урахуванням інструментального матеріалу $K_{Vu} = 0,9$.

Коефіцієнти на швидкість різання чистової стадії обробки для змінених умов вибираємо аналогічно напівчистовій стадії обробки по карті 23.

Скоректована швидкість різання становить

$$V_3 = 295 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 259 \text{ м/хв}$$

Частоту обертання шпинделя визначаємо за формулою

$$n = \frac{1000V}{\pi D} \quad (1.20)$$

На чорновій стадії обробки

$$n = \frac{1000 \cdot 259}{3,14 \cdot 442} = 186 \text{ об/хв.}$$

На напівчистовій стадії обробки

$$n = \frac{1000 \cdot 342}{3,14 \cdot 447} = 243 \text{ об/хв.}$$

На чистовій стадії обробки

$$n = \frac{1000 \cdot 259}{3,14 \cdot 450} = 183 \text{ об/хв.}$$

Для чистової стадії обробки робимо перевірку подачі по забезпеченню необхідної шорсткості. При обробці сталі в діапазоні швидкостей понад 100 м/хв різцем з радіусом вершини $r_\phi = 0,8$ мм по карті 25 рекомендується подача $S_o = 0,17$ мм/об. Коректуючи подачу по шорсткості з урахуванням поправочних коефіцієнтів (карта 26) для змінених умов залежно від:

механічних властивостей оброблюваного матеріалу $K_{S_M} = 1,3$;

інструментального матеріалу $K_{S_u} = 1$;

виду обробки $K_{S_o} = 1$;

наявності охолодження $K_{S_{жс}} = 1$;

одержимо

$$S_o = 0,17 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,22 \text{ мм/об.}$$

Подачі, розраховані для чистової стадії обробки не перевищують цього значення.

Перевірка обраних режимів різання по потужності привода головного руху.

Для напівчистової стадії обробки потужність різання визначаємо по карті 21 [14] $N_T = 10$ кВт і коректуємо залежно від твердості оброблюваного матеріалу $K_N = 1$ (карта 24 [14]).

Розрахунок потужності, необхідної для різання, виконуємо за формулою

$$N = N_T \cdot \frac{V_\phi}{V_T} \cdot K_N. \quad (1.21)$$

$$N = 10 \cdot 1 \cdot 1 = 10 \text{ кВт.}$$

Визначення хвилинної подачі.

Хвилинну подачу розраховуємо за формулою

$$S_M = S_o \cdot n_\phi \quad (1.22)$$

Для чорнкової стадії обробки

$$S_M = 0,67 \cdot 186 = 124,6 \text{ мм/хв.}$$

Для напівчистової стадії обробки

$$S_M = 0,4 \cdot 243 = 97,2 \text{ мм/хв.}$$

Для чистової стадії обробки

$$S_M = 0,2 \cdot 183 = 36,6 \text{ мм/хв.}$$

Визначення часу циклу автоматичної роботи верстата по програмі.

Для верстата BOST VTL 16, на якому виконується обробка деталі, час фіксації револьверної головки $t_{u\phi} = 2$ с і час повороту револьверної головки на одну позицію $t_{un} = 1$ с.

Автоматична робота верстата визначається по формулі

$$T_{ц.а.} = \sum T_o + \sum T_{м\phi} \quad (1.23)$$

де T_o – основний час, що визначається по формулі

$$T_{oi} = \frac{L_i}{S_M} \quad (1.24)$$

		$T_{м\phi}$ – машиннодопоміжний час, що визначається по формулі	Арку
		КНУ.КБР.131.26.2-03.01.ТПВ	

$$T_{\text{мд}} = \frac{L}{S_{M \text{ x-x}}}, \quad (1.25)$$

де $S_{M \text{ x-x}}$ – хвилинний час холостого ходу ($S_{M \text{ x-x}} = 2000$ мм/хв)

$$T_o = \frac{78,6}{124,6} + \frac{78,6}{97,2} + \frac{78,6}{36,6} = 3,57 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{мд}} = \frac{2 \cdot 53 + 2 \cdot 70}{2000} = 0,12 \text{ хв.}$$

Тоді

$$T_{\text{ц.а.}} = 3,57 + 0,12 = 3,69 \text{ хв.}$$

Визначення норми штучного часу.

Норми штучного часу визначаємо по формулі

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{ц.а.}} + T_{\text{в}}) \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{тех}} + a_{\text{орг}} + a_{\text{отл}}}{100} \right). \quad (1.26)$$

Допоміжний час $T_{\text{в}}$ визначається по формулі

$$T_{\text{в}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{в.оп}} + T_{\text{из}}. \quad (1.27)$$

Допоміжний час на установку й зняття деталі $T_{\text{уст}} = 3,47$ хв (карта 13 [14]).

Допоміжний час, пов'язаний з операцією $T_{\text{в.оп}}$, містить у собі час на включення вимикання верстата, перевірку повернення інструмента в задане місце після обробки, установку й зняття щитка, що охороняє від забризкування емульсією (карта 14 Ч. 1 [14]):

$$T_{\text{в.оп}} = 0,15 + 0,03 = 0,18 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на контрольні виміри ($T_{\text{из}}$) містить час на вимір нутромером: $T_{\text{из}} = 0,42$ хв.

Сумарний допоміжний час:

$$T_{\text{в}} = 3,47 + 0,18 + 0,42 = 4,07 \text{ хв.}$$

Час на організаційне й технічне обслуговування робочого місця, відпочинок й особисті потреби наведений у відсотках від оперативного часу (ч. I, карта 16 [14]): $a_{\text{тех}} + a_{\text{орг}} + a_{\text{отл}} = 8\%$

Остаточна норма штучного часу дорівнює

$$T_{\text{шт}} = (3,69 + 4,07) \cdot (1 + 0,08) = 8,38 \text{ хв.}$$

Всі розраховані режими різання та норми часу заносимо в таблицю 1.17

На всі інші поверхні розраховуємо режими різання табличним способом [14]. Всі розрахунки заносимо в таблицю 1.17

В таблиці 1.17 $\sum T_{\text{в}}$ – сумарний допоміжний час на операцію, який враховує час на установку, час на зміну інструмента, час на вимірювання.

Таблиця 1.17- Зведена таблиця режимів різання та з нормами часу

№ операції	1. Назва операції 2. Верстат 3. Зміст переходів технологічної операції	Верстат-не пристосування	Інструмент (ріжучий, допоміжний, вимірювальний)	Режими різання							Норми часу					
				D	l	t	S	V	n	i	T_o	$\sum T_e$	T_{on}	$\frac{T_{отд}}{T_{обс}}$	$T_{шт}$	$T_{шт-к}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
005	1. Токарно-карусельна з ЧПК 2. BOST VTL 16 3.1. Установити і закріпити деталь в 4-х кулачковому патроні	Патрон 4-х кулачковий														
	3.2. Точити торець 1 в розмір 139,7 _{-1,6}		Різець MCLNR 3232P19 Пластина CNMG190612-M3 TP2500 (SECO)	1037	300	5,2	0,4	195,47	60	1	12					
	3.3. Точити діаметр 2 в розмір 1042 ₋₃ з підрізкою торця 3		Штангенциркуль ШЦ-III-500-1600-0,1 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022	1042	83	5	0,4	196,4	60	1	3,7					
	3.4. Точити діаметр 2 остаточно з підрізкою торця 3		Штангенглибиномір ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90	1037	83	2,5	0,25	260,6	80	1	4,4					
	3.5. Точити діаметр 4 на довжині 30 мм		Різець CFIR3232P08JET Пластина LCMF 300808-0800-FT CP500 (SECO)	1026	30	5,5	0,4	193,4	60	1	1,5					
	3.6. Точити канавку , витримуючи розміри 5, 6, 7		Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022	1026	7	7	0,33	161	50	3	2,2	24	50,9	4	54,9	56,5
	3.7. Розточити отвір 8 в розмір ф400 ^{+1,4} на прохід		Різець MCLNL 3232P19 Пластина CNMG190612-M3 TP2500 (SECO)	400	50	6,5	0,33	176	140	1	1,2					
	3.8. Розточити отвір 9 в розмір ф446 ^{+0,5} з підрізкою торця 10		Нутромір НМ600 ГОСТ 10-88	446	78,6	6	0,33	196	140	2	3,6					
	3.9. Розточити отвір 9 остаточно з підрізкою торця 10		Штангенглибиномір ШГ-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022	450	78,6	2	0,2	254,5	180	1	2,3					
	3.10. Розточити отвір 11 на довжині 27 мм			462,4	27	6,2	0,33	203,4	140	1	0,63					
	3.11. Підрізати торець 13 до діаметра 12			462	120	2,5	0,25	145,1	100	1	3,1					
	3.12. Точити канавку , витримуючи розміри 14, 15, 16		Різець CFIL3232P08JET Пластина LCMF 300808-0800-FT CP500 (SECO)	462,4		7	0,33	145	100	3	2,1					

Продовження таблиці 1.17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
010	1. Токарно-карусельна з ЧПК 2. BOST VTL 16 3.1. Установити і закріпити деталь в 4-х кулачковому патроні	Патрон 4-х кулачковий															
	3.2. Точити торець 1 в розмір 136 ₋₁		Різець MCLNR 3232P19 Пластина CNMG190612-M3 TP2500 (SECO) Штангенглибиномір ШГ-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022	1197	150	3,7	0,4	225	60	1	5,3						
	3.3. Точити торець 1 остаточно			1197	150	3	0,25	225,6	60	1	8,5						
	3.4. Розточити отвір 2 з підрізкою торця 3		Різець MCLNL 3232P19 Пластина CNMG190612-M3 TP2500 (SECO) Нутромір HM1000 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022	992	20	3,9	0,4	187	60	2	2,1						
	3.5. Точити вибірку по торцю , витримуючи розміри 4, 5, 6		Різець CFIR3225R500200-JET ПластинаLCMF300808-0800-FTCP500 (SECO) Штангенциркуль ШЦ-ІІ-125-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022 Штангенглибиномір ШГ-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022	982	5	2	0,33	185	60	2	28	31	121,3	9,7	131	133,4	
	3.6. Фрезерувати 6 пазів, витримуючи розміри 7, 8, 11		Фреза ф80 R220.96-0080-08-7A Пластина	80	280	5	800	251	1000	12	5,4						
	3.7. Фрезерувати 6 пазів, витримуючи розміри 9, 10, 11		XNEX080608TR-ME09 F40M (SECO)	80	280	5	800	251	1000	12	5,4						
	3.8. Центрувати 6 отв. 12, 6 отв. 15, 14 отв. 17, 12 отв. 21		Свердло 2317-0109 ДСТУГОСТ 14952	6,3	2	3,15	0,315	19,8	1000	55	1						
	3.9. Свердлити 6 отв. 12 в розмір Ø29 мм наскрізь		Свердло 2301-3669 ДСТУГОСТ 10903	29	50	14,5	0,315	36,44	400	12	0,4						
	3.10. Розсвердлити 6 отв. 12 в розмір Ø44 мм наскрізь		Свердло 2301-3719 ДСТУГОСТ 10903	44	50	7,5	0,45	43	315	12	0,4						

A	1	Продовження таблиці 1.17															
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
КНУ.КБР.131.26.2-03.01.ТТВ	Друк	3.11. Розточити 6 отв. 12 остаточно		Розточна головка A78030 (SECO) Калібр-пробка 8133- 0288 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022	46	50	1	0,16	180,6	1250	12	0,3					
		3.12. Свердлити 6 отв. 15 в розмір Ø30 мм на глибину 16		Свердло 2301-3674 ДСТУГОСТ 10903	30	25	15	0,315	37,7	400	6	0,2					
		3.13. Розточити 6 отв. 12 остаточно		Розточна головка A78010 (SECO) Калібр-пробка 8133- 0275 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022	32	25	1	0,16	125	1250	6	0,13					
		3.14. Розфрезерувати 6 отв. 13 на глибину 14		Фреза ф40 R217.96- 3240.3S-08-4A Пластина XNEX080608TR-ME09 F40M (SECO)	40	50	5	800	250	2000	6	1,4					
		3.15. Свердлити 14 отв. 17 в розмір Ø17,5 мм на глибину 18		Свердло 2301-3615 ДСТУГОСТ 10903	17,5	50	8,75	0,315	27	500	14	0,33					
		3.16. Свердлити 12 отв. 21 в розмір Ø14 мм на глибину 22		Свердло 2301-3597 ДСТУГОСТ 10903	14	50	7	0,315	27	630	12	0,26					
		3.17. Зенкувати фаски 20 і 24		Зенківка 2353-0112 ДСТУГОСТ 14953	17	2,5	8,5	0,315	33,6	630	1	0,02					
		3.18. Нарізати різьбу M20-7H в 14 отв. 17 на глибину 19		Мітчик 2620-3531 ДСТУГОСТ 17933 Пробка 8221-3080 ДСТУ EN ISO 13385- 1:2022	20	45	1,25	2,5	5	80	14	0,25					
		3.19. Нарізати різьбу M16-7H в 12 отв. 21 на глибину 23		Мітчик 2620-3499 ГОСТ 17933 Пробка 8221-3067 ДСТУ EN ISO 13385- 1:2022	16	45	1	2	4	80	12	0,3					
		3.20. Свердлити 6 отв. 25 в розмір Ø4,2 мм на глибину 26		Свердло 2300-5451 ДСТУГОСТ 4010	4,2	14	2,1	0,16	13	1000	6	0,1					
		3.21. Нарізати різьбу M5-7H в 6 отв. 25 на глибину 27		Мітчик 2620-3395 ДСТУГОСТ 17933-72 Пробка 8221-3027 ДСТУ EN ISO 13385- 1:2022	5	10	0,4	0,8	2	80	6	0,2					

Продовження таблиці 1.17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
015	1. Фрезерна з ЧПУ 2. IP1400MF4 3. Установити, закріпити деталь	Пристосування спеціальне														
	3.1. Центрувати і свердли 6 отв. 1 в розмір Ø9 мм наскрізь		Свердло 2300-5451 ДСТУГОСТ 4010	9	14	4,5	0,16	13	1000	6	1,6	3	6,1	0,5	6,6	7
	3.2. Нарізати різьбу в 6 отв.1		Мітчик 2620-3395 ДСТУГОСТ 17933 Пробка 8221-3027 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022	10	10	0,5	1	2	80	6	1,5					

2 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ОПЕРАЦІЇ В СЕРЕДОВИЩІ FEATURECAM

Верстатно-інструментальне налагодження розробляється для фрезерної багатоцільової операції. Як базове технологічне обладнання обрано сучасний токарно-фрезерний оброблювальний центр моделі BOST VTL 16, оснащений системою числового програмного керування (СЧПК) SINUMERIK 840D.

Повний комплекс вихідних даних щодо специфікації різального інструменту та розрахованих режимів різання, необхідних для кодування керуючої програми (КП), систематизовано та наведено в таблиці 2.1.

Наступним етапом проектування є побудова розрахунково-технологічної карти (рис. 2.1). У процесі її розробки обґрунтовано вибір нульових точок (початків координат) верстата, пристосування, деталі та інструменту, а також визначено просторові координатні зв'язки між цими базами [23]. На розрахунково-технологічній карті графічно відображено послідовність зміни інструментів та їхнє фактичне положення у шпинделі верстата під час виконання відповідних технологічних переходів.

Для автоматизації процесу підготовки виробництва та генерації керуючої програми використано інтегровану CAD/CAM-систему FeatureCAM. Процедура автоматизованого програмування в даному програмному середовищі передбачала:

1. Побудову тривимірної (3D) твердотільної моделі деталі з геометрією, що відповідає поточній операції (рис. 2.2).

2. Створення 3D-моделі напівфабрикату (попередньої обробки деталі) для оптимізації стратегій видалення надлишкового матеріалу (рис. 2.3).

Розраховані у САМ-системі траєкторії руху робочих органів верстата, а також результати верифікації та твердотільної симуляції процесу механічної обробки представлено на рисунках 2.4–2.12.

					КНУ.КБР.131.26.2-03..02.МПО		
<i>Змін</i>	<i>Архв</i>	<i>№</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>	МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ		
<i>Розроб.</i>	<i>Крюгир</i>						
<i>Перевір.</i>	<i>Шивінда</i>						
<i>Н. контр.</i>	<i>Нечаєв</i>						
<i>Затверд.</i>	<i>Рязанцев</i>				Кафедра ТМ зв ПМ-23св		

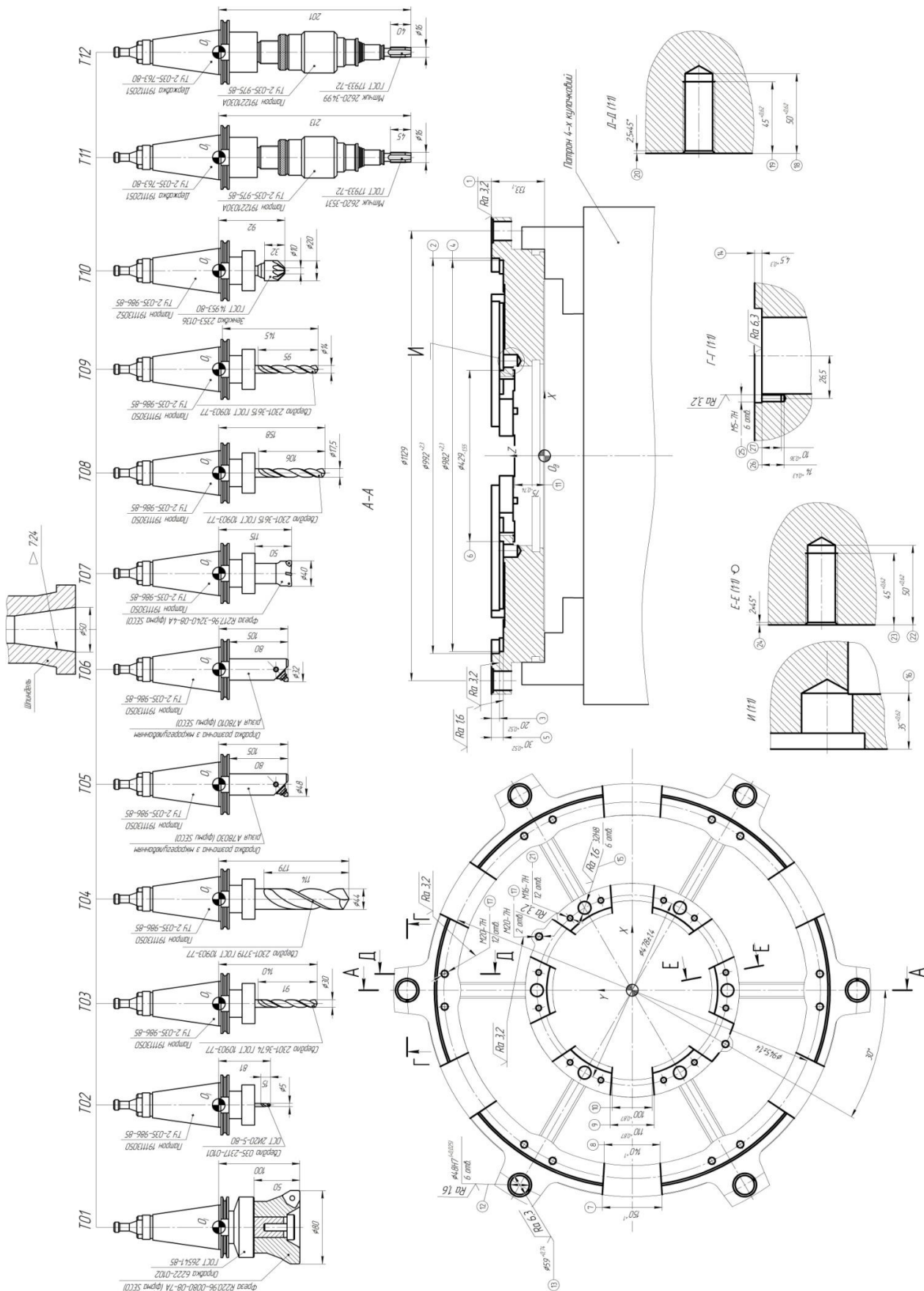


Рисунок 2.1- Верстатно-інструментальне налагодження на верстат BOST VTL 16

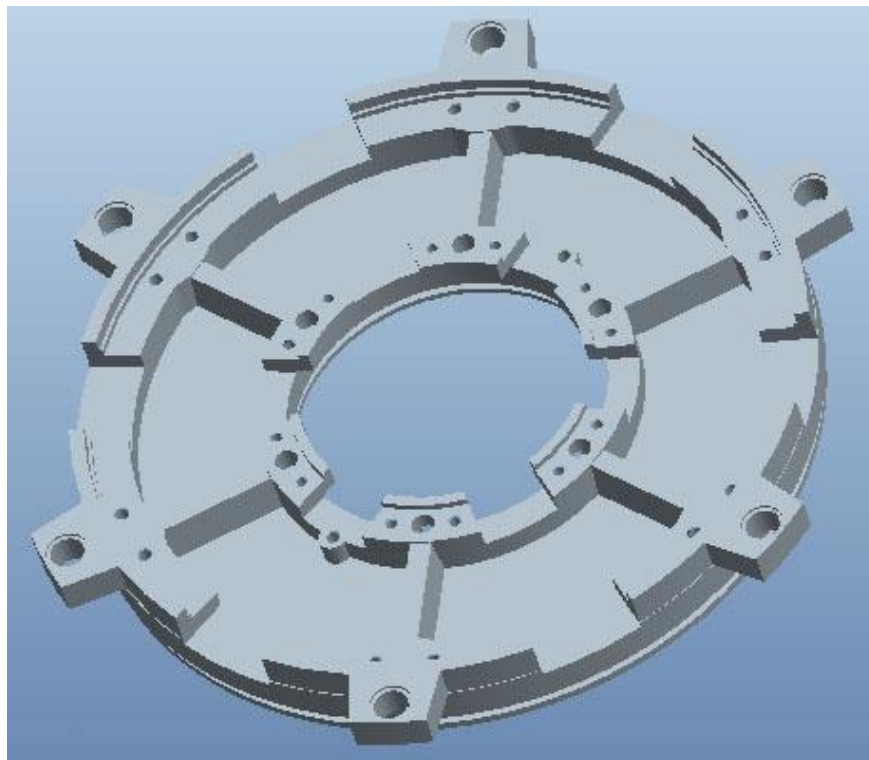


Рисунок 2.2- 3D модель деталі – диск упорний

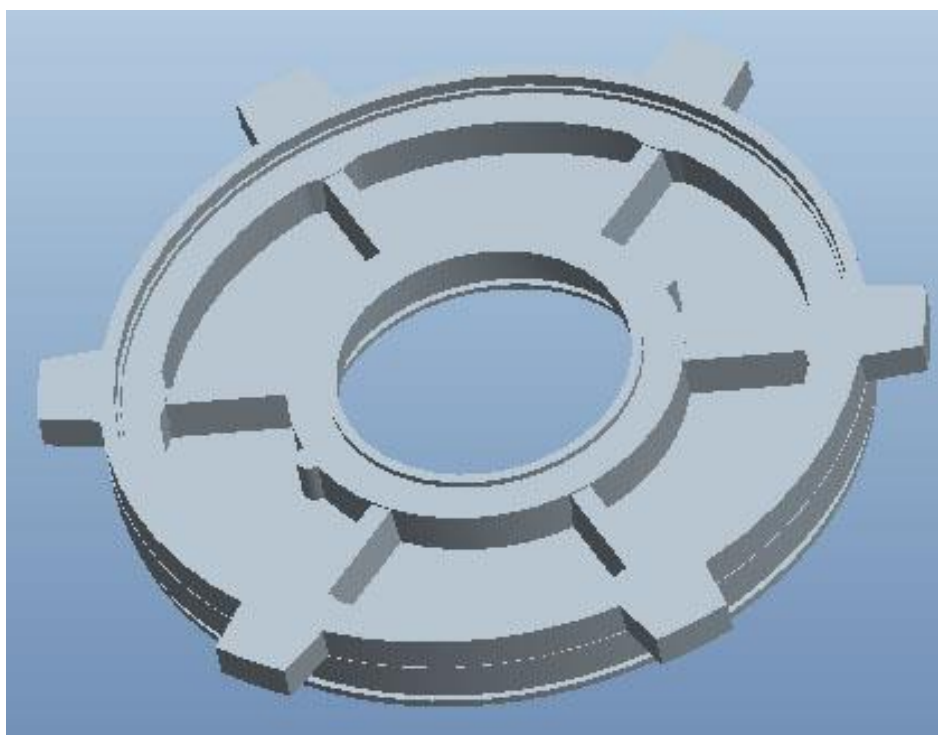
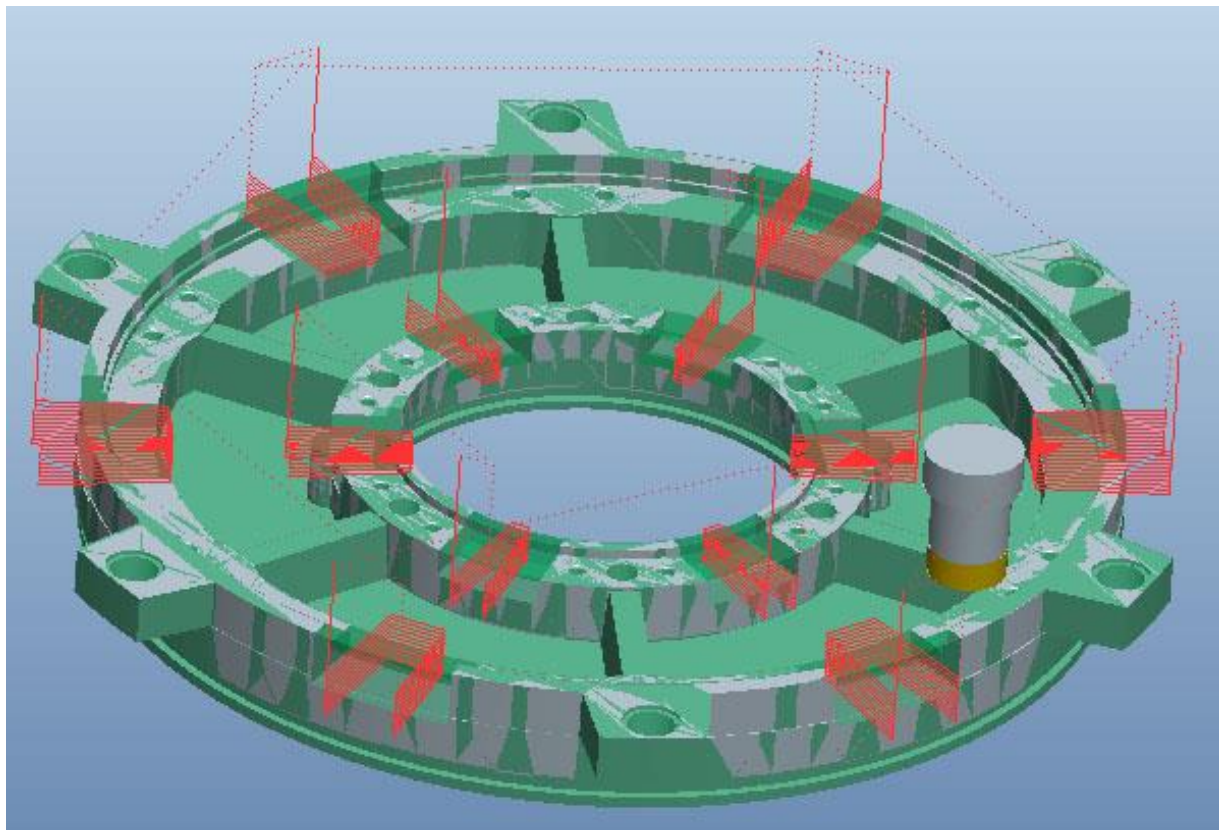
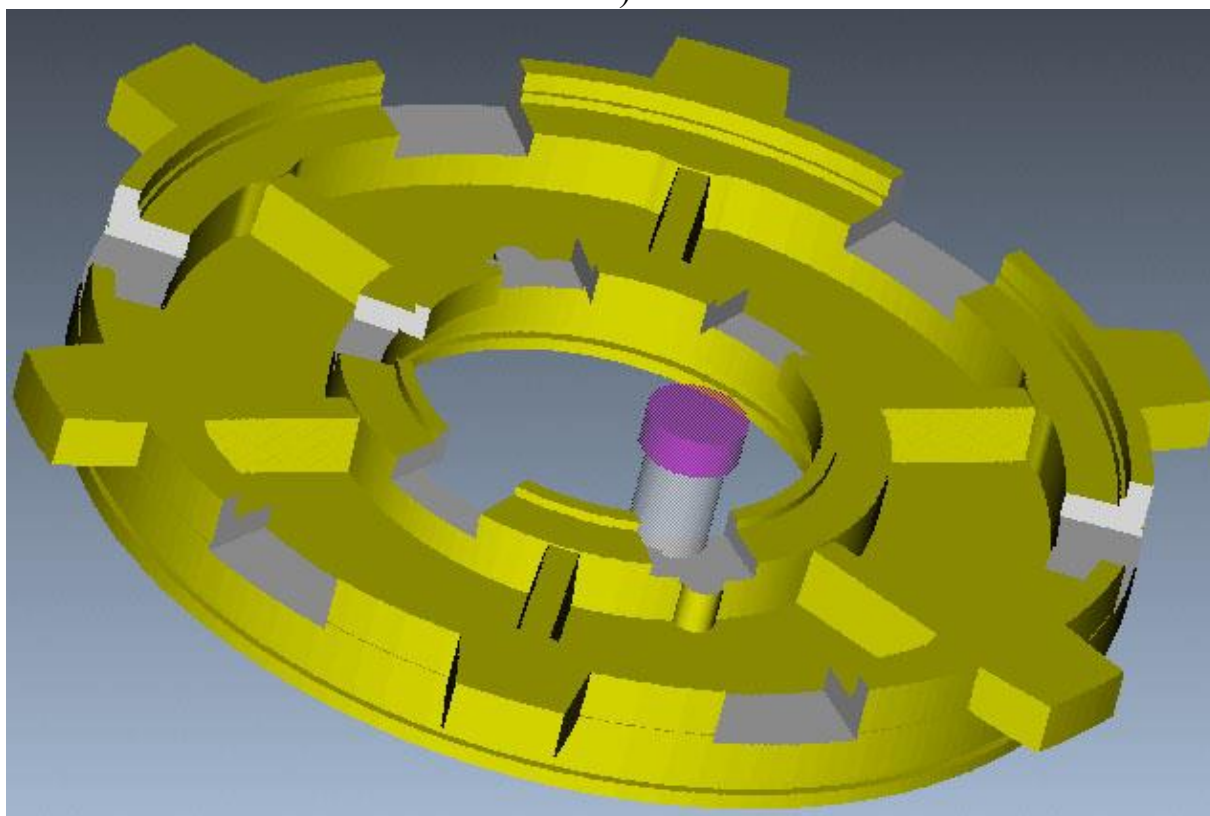


Рисунок 2.3- 3D модель деталі з попередньої обробки

					КНУ.КБР.131.26.2-03.02.М	Арку
Зроб	Апроб	МД	Підпис	Дата		

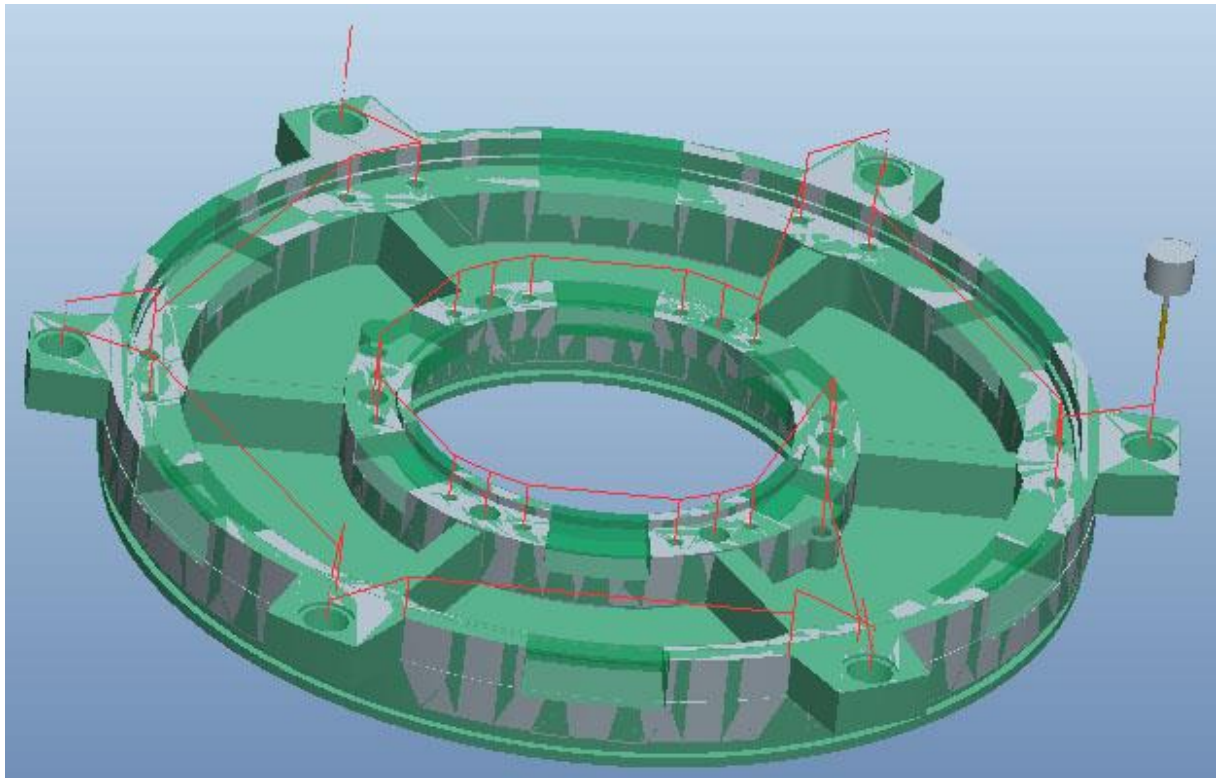


а)

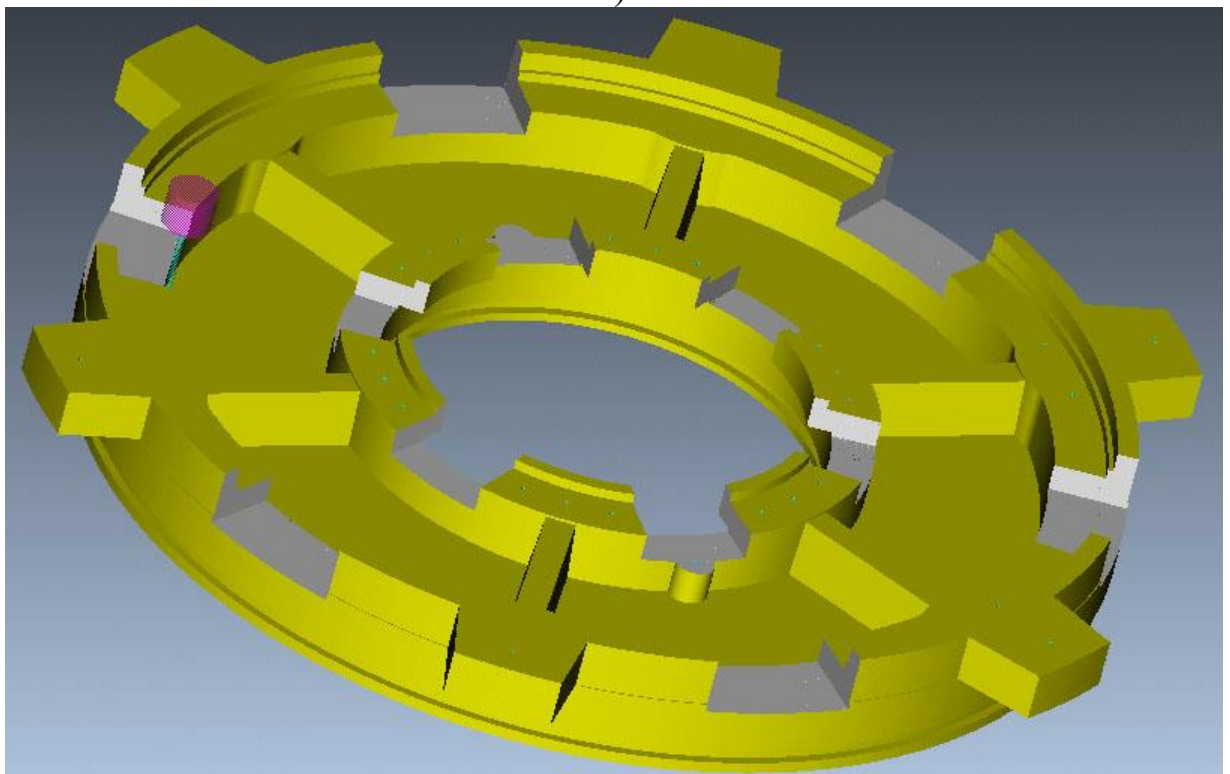


б)

Рисунок 2.4- Фрезерування пазів: а) траєкторія руху; б) твердотільна симуляція

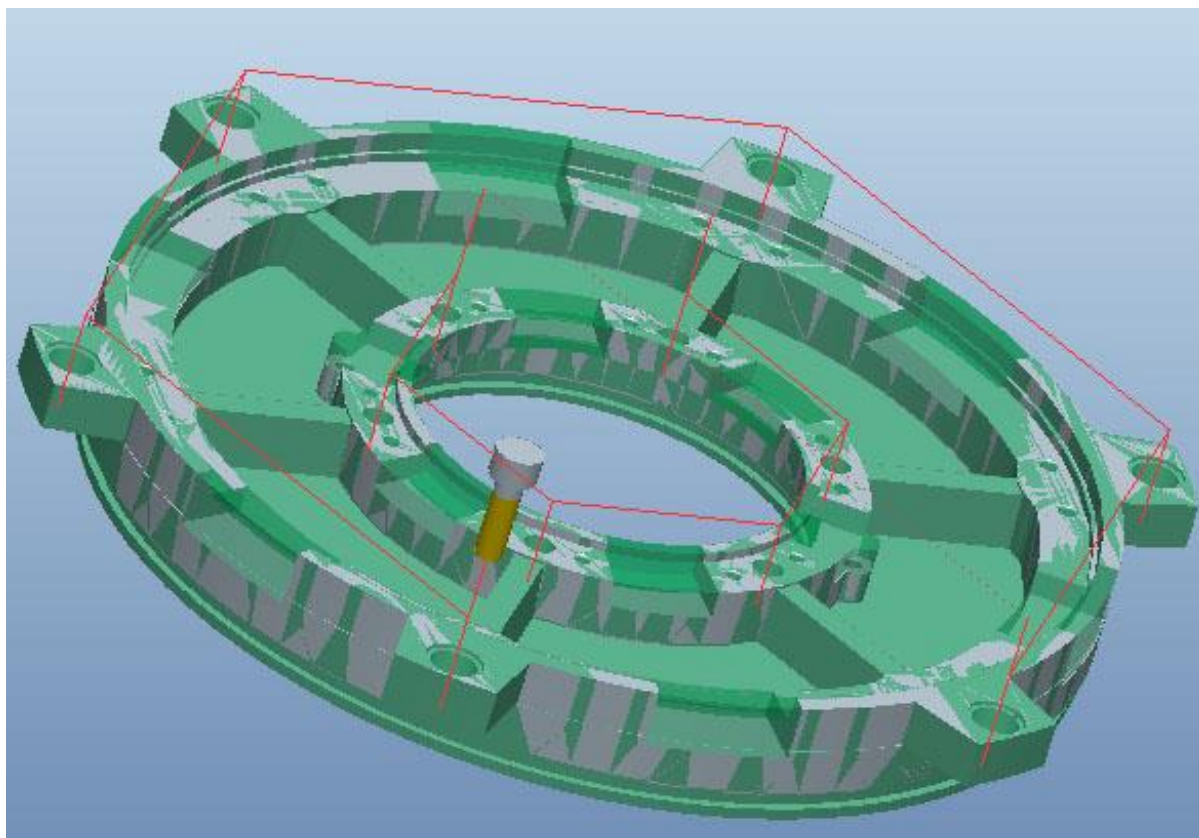


а)

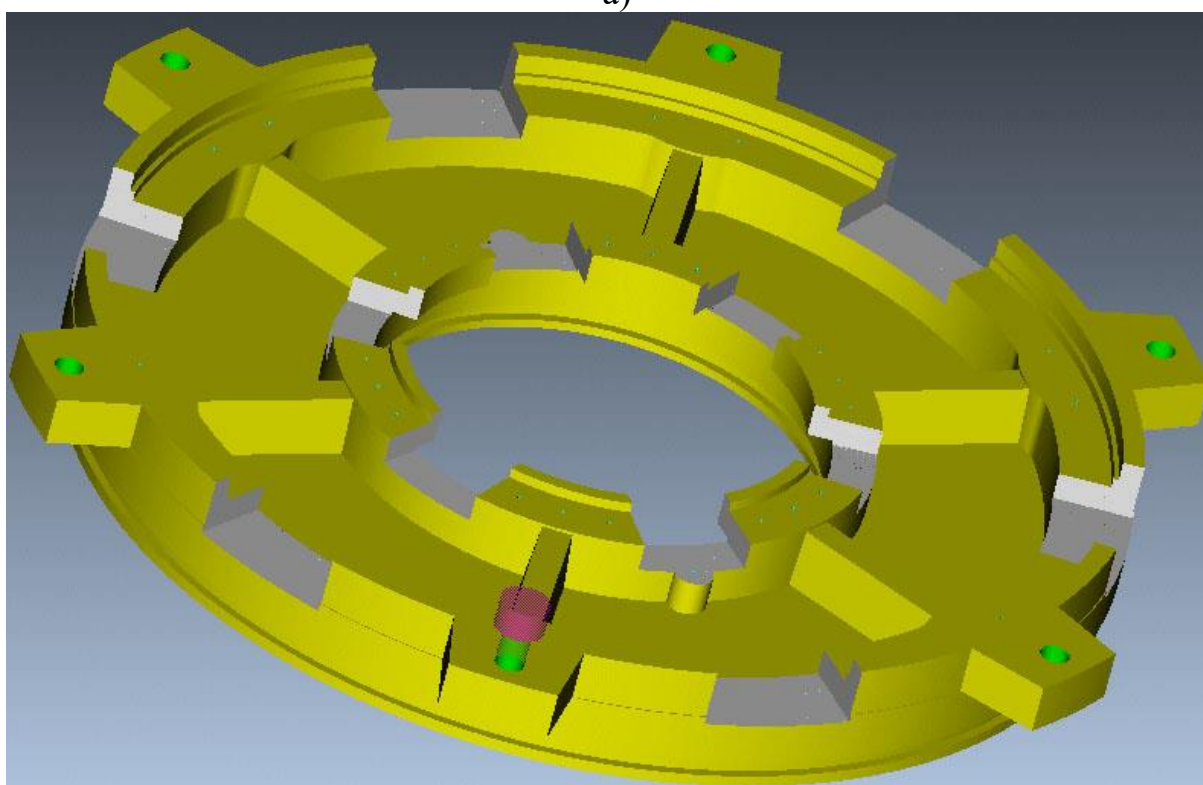


б)

Рисунок 2.5- Центрування отворів: а) траєкторія руху; б) твердотільна симуляція

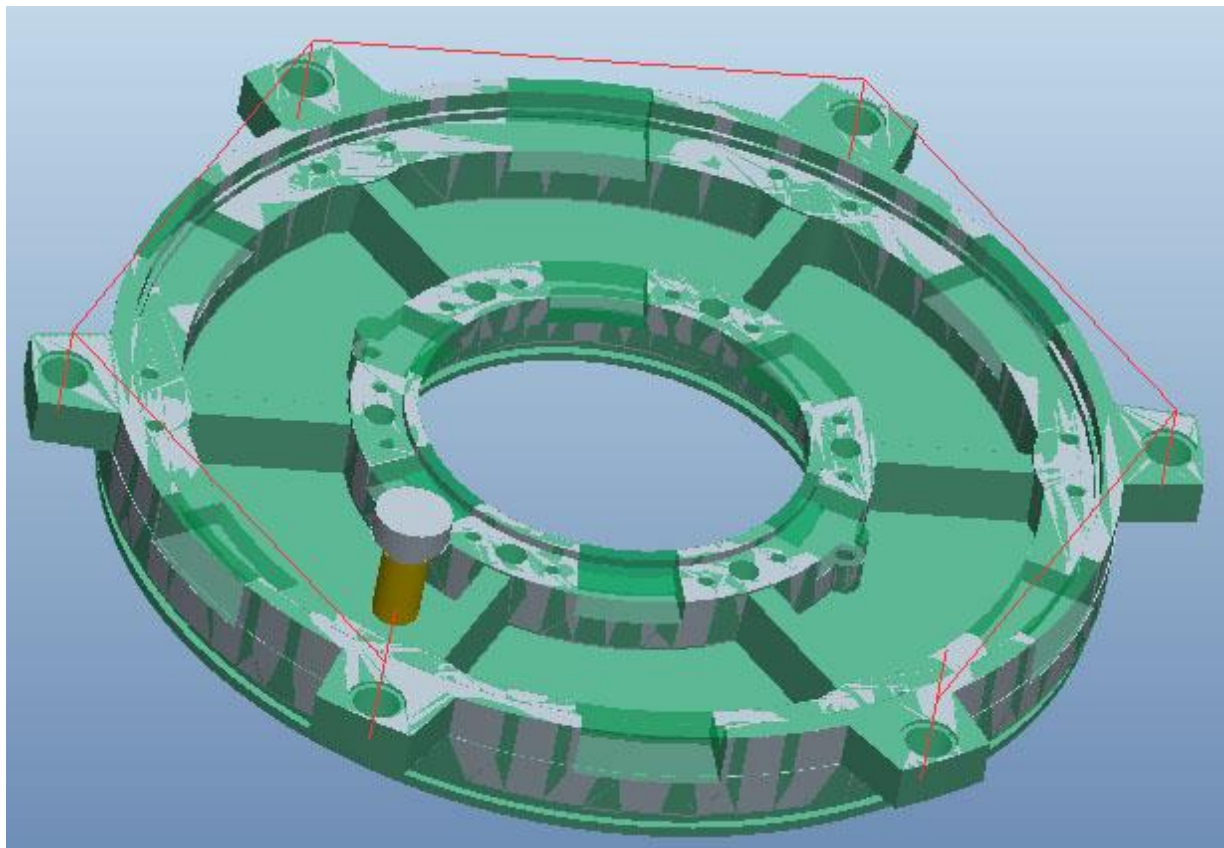


а)

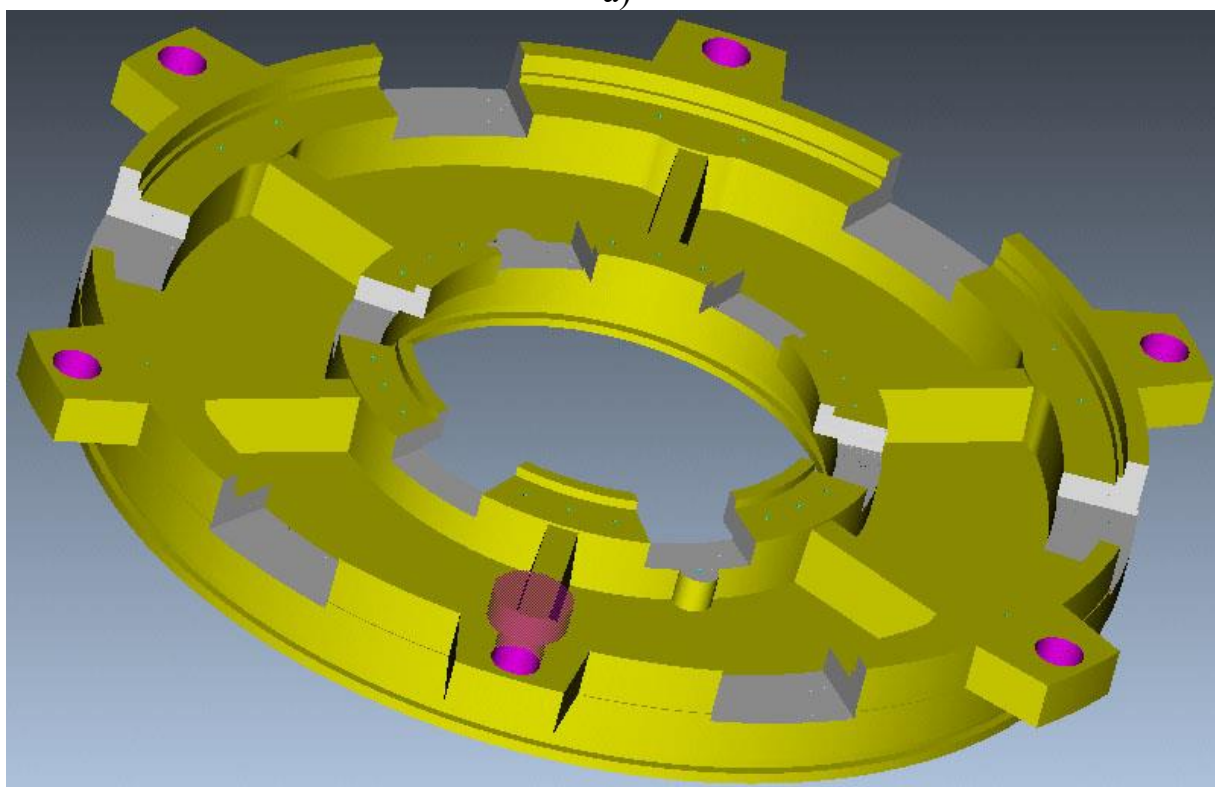


б)

Рисунок 2.6- Свердління отворів свердлом Ø30 мм: а) траєкторія руху; б) твердотільна симуляція



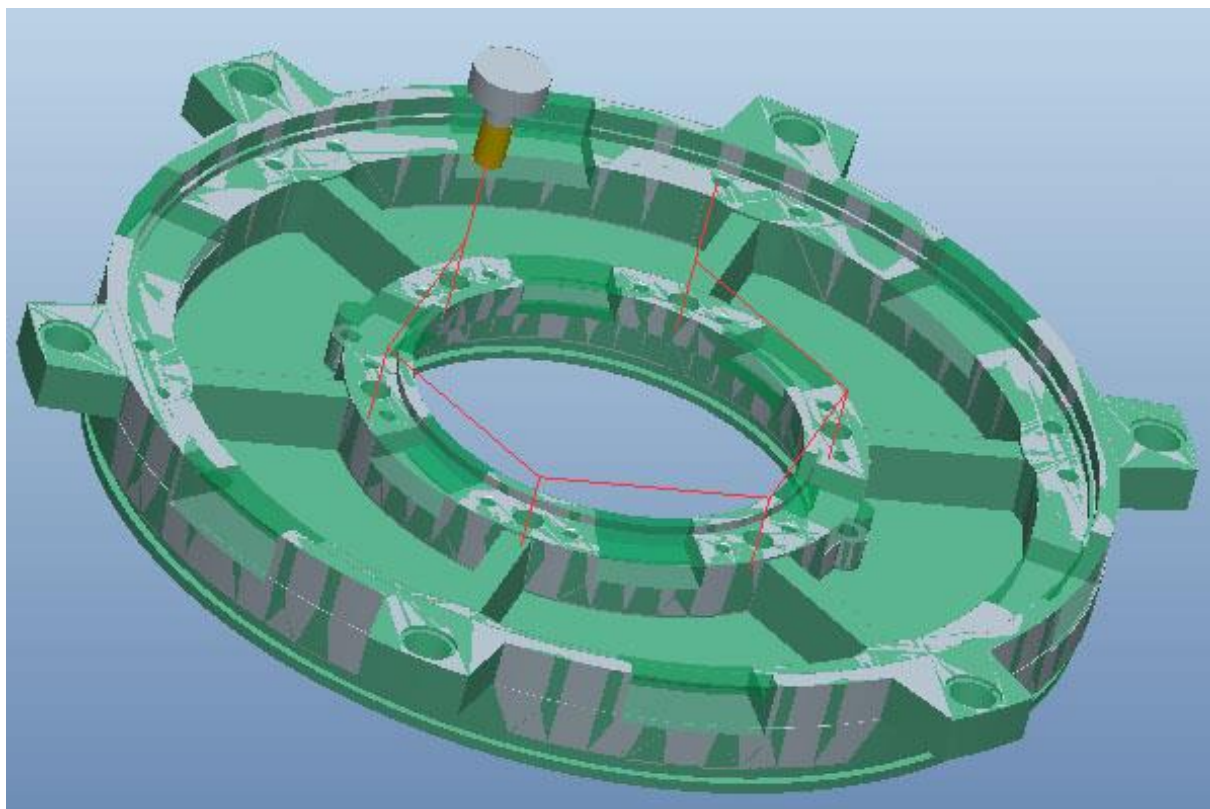
а)



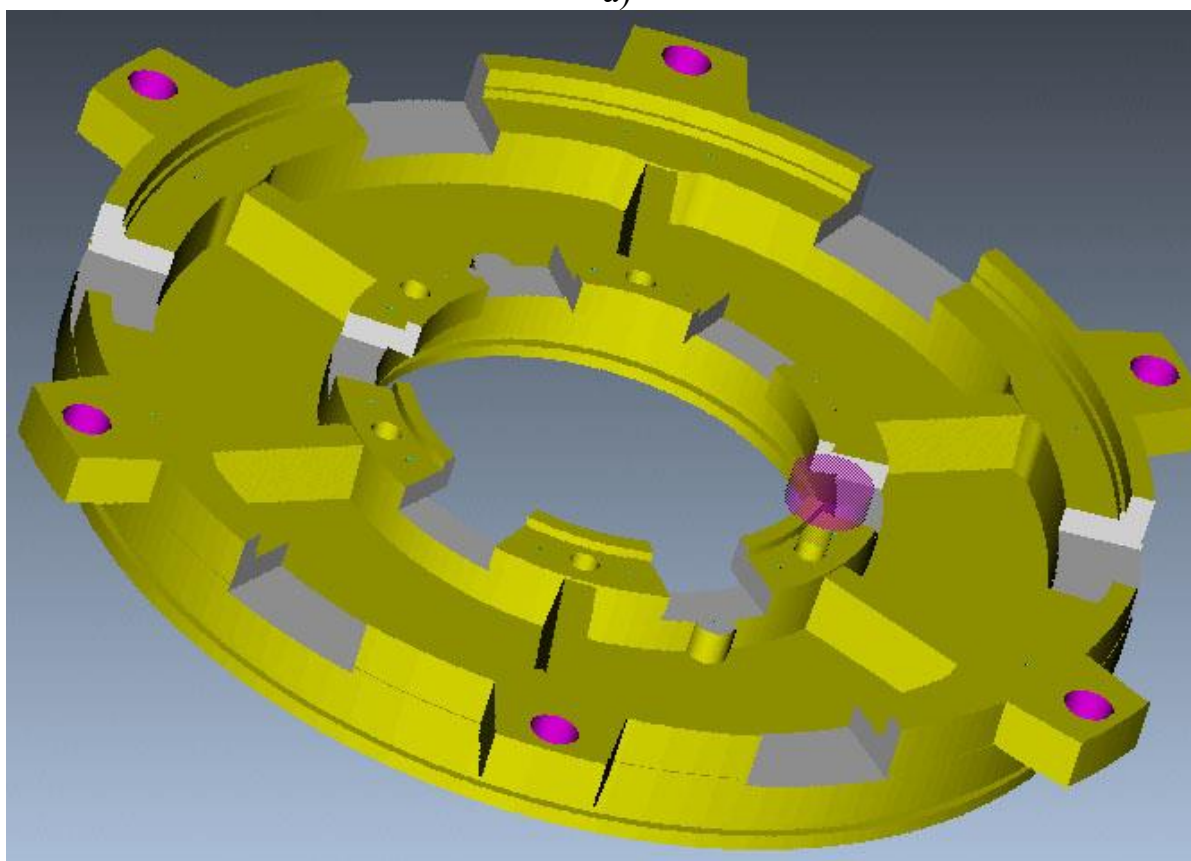
б)

Рисунок 2.7- Розточування отворів Ø48H7: а) траєкторія руху; б) твердотільна симуляція

					КНУ.КБР.131.26.2-03.02.М	Арку
Зроб.	Апроб.	МД	Підпис	Дат		



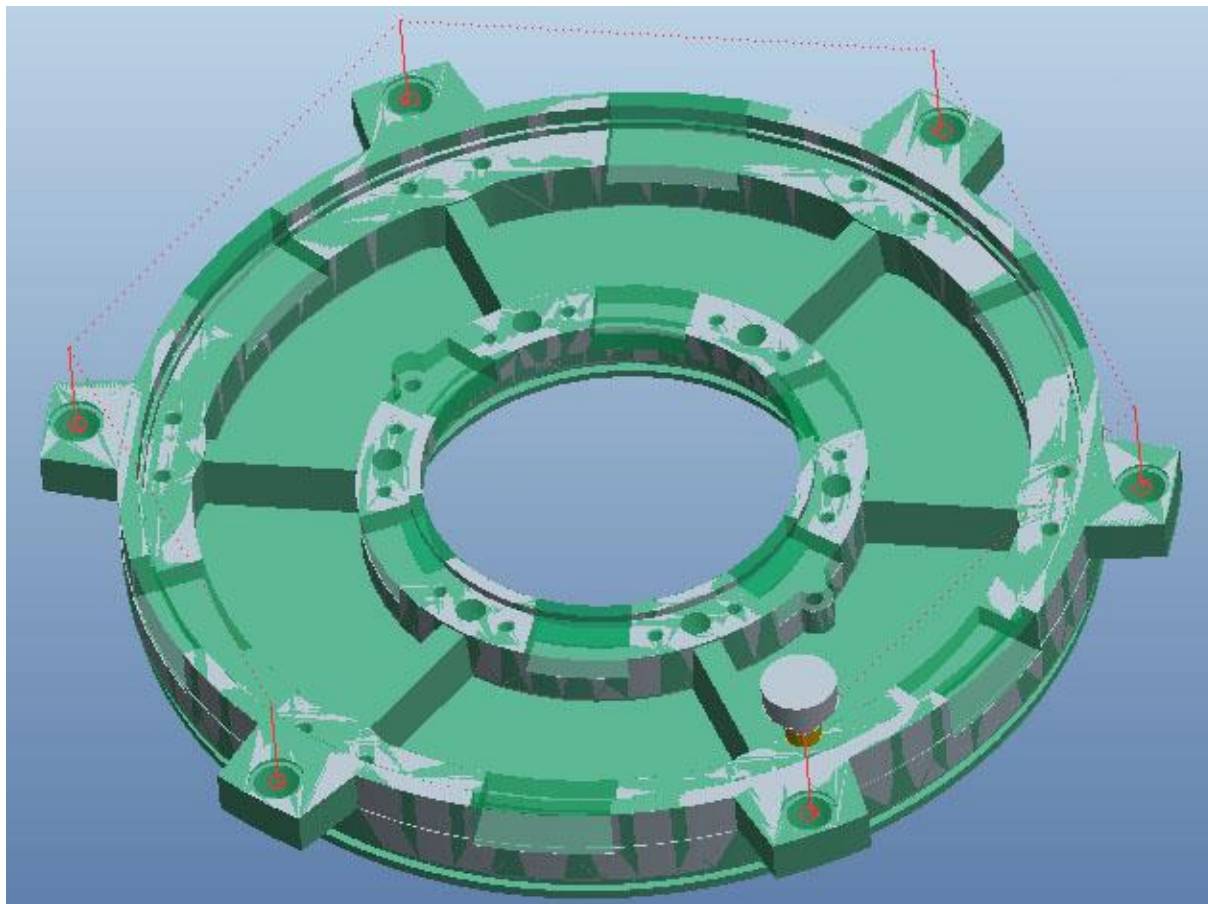
а)



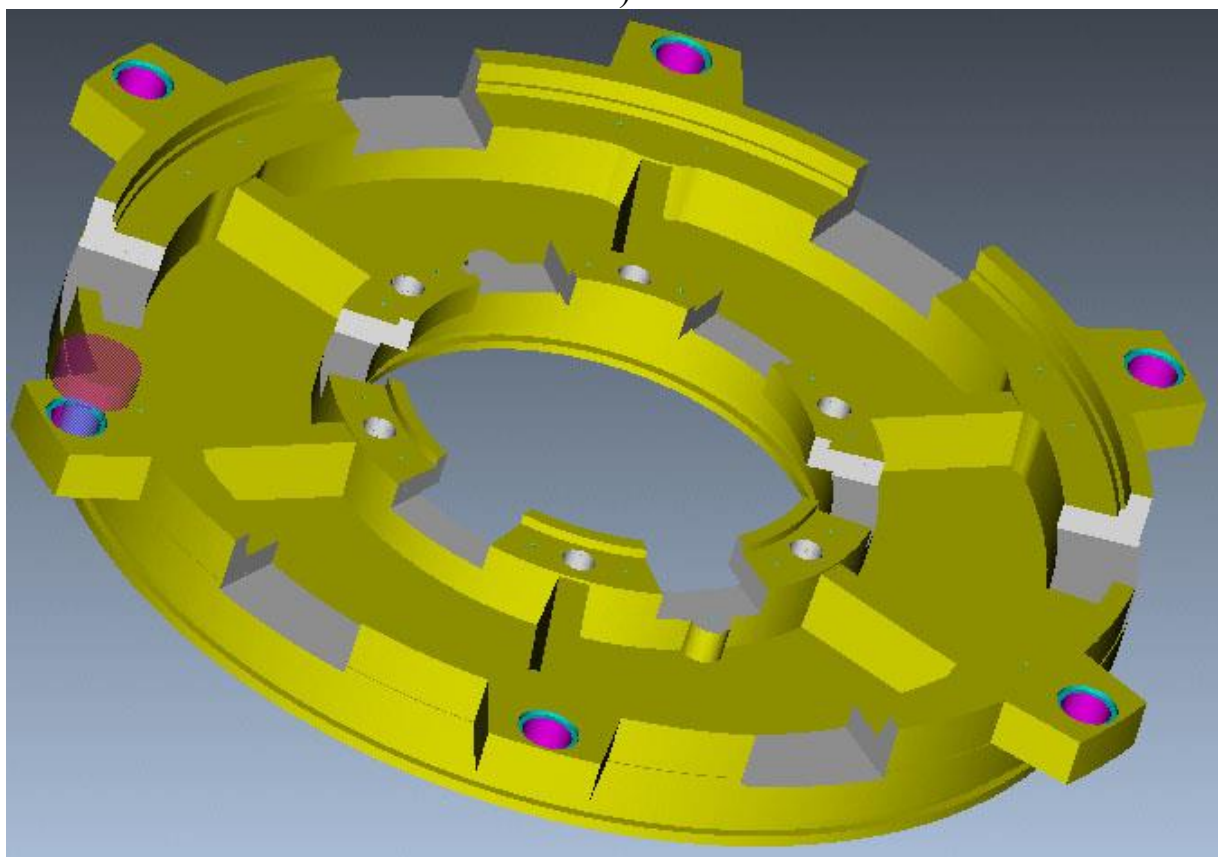
б)

Рисунок 2.8- Розточування отворів Ø32H8: а) траєкторія руху; б) твердотільна симуляція

					КНУ.КБР.131.26.2-03.02.M	Арку
Зроб.	Апроб.	МД	Підпис	Дата		



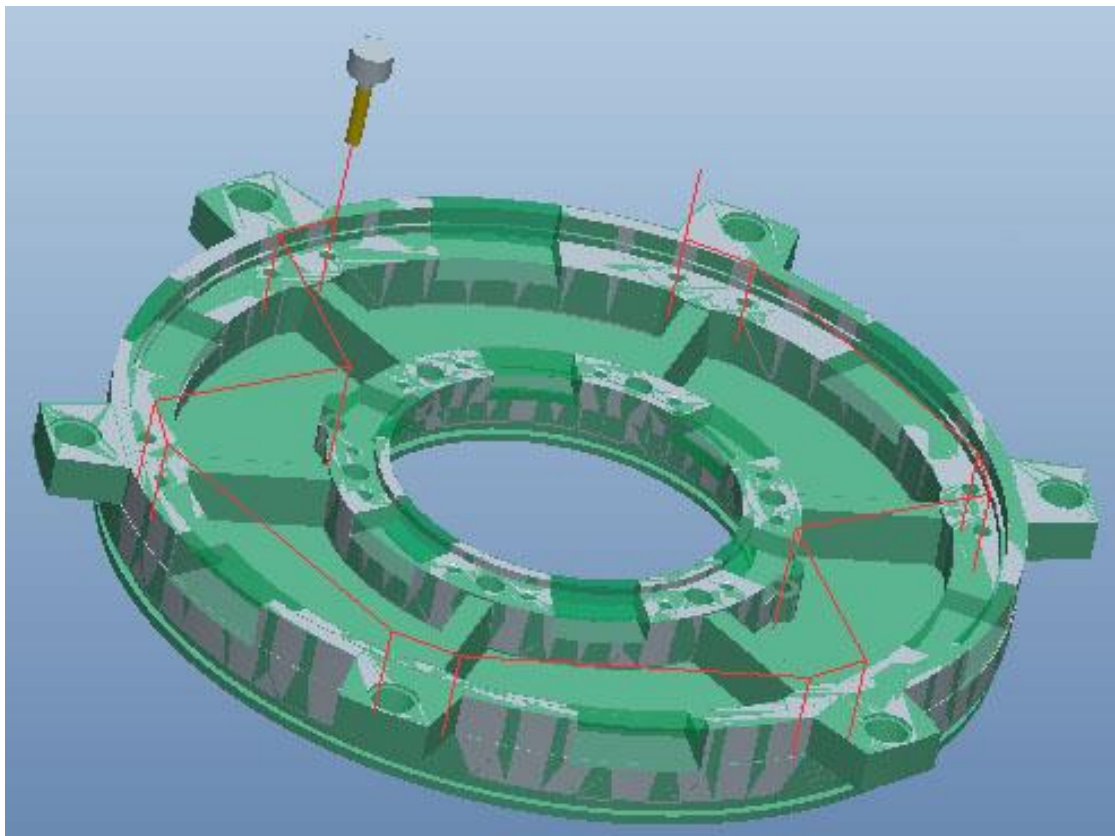
а)



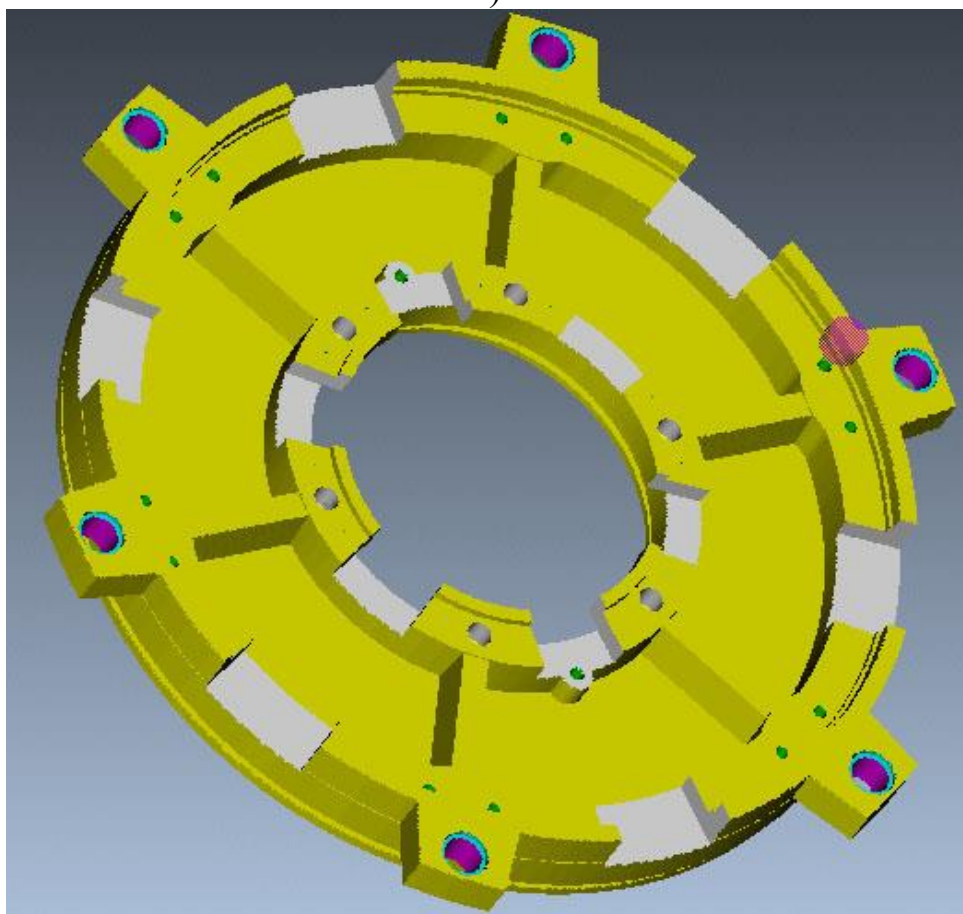
б)

Рисунок 2.9- Розфрезерування підторцовки Ø59: а) траєкторія руху; б) твердотільна симуляція

					КНУ.КБР.131.26.2-03.02.М	Арку
Зроб.	Апроб.	МД	Підпис	Дата		



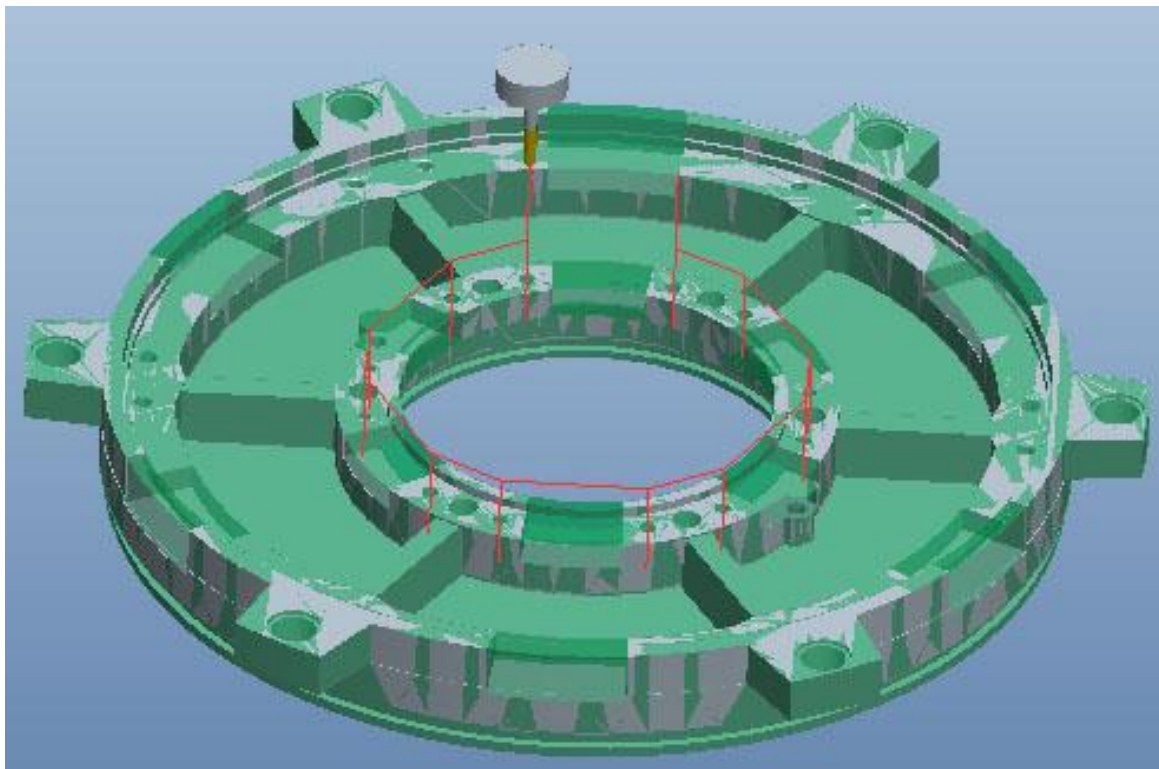
а)



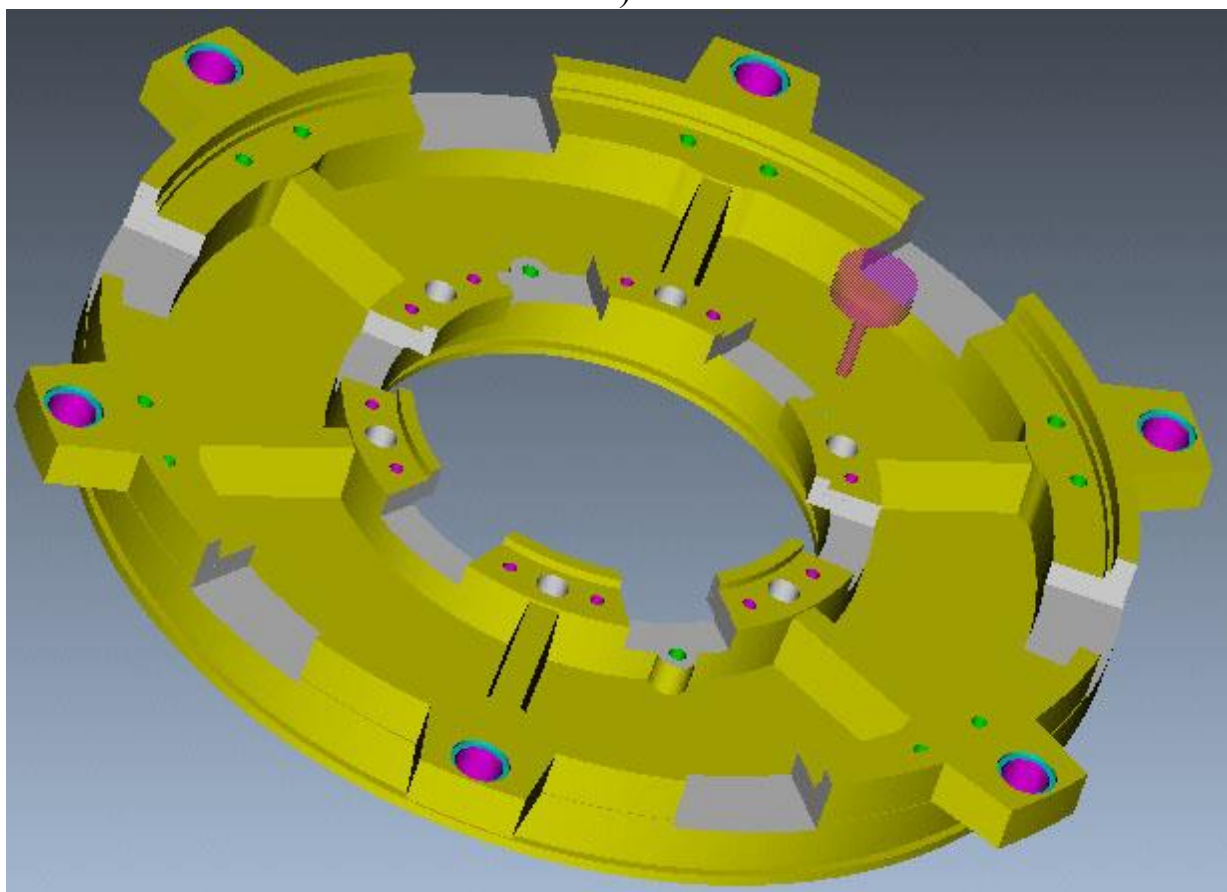
б)

Рисунок 2.10- Свердління отворів під різьбу М20-7Н: а) траєкторія руху; б) твердотільна симуляція

					КНУ.КБР.131.26.2-03.02.М	Арку
Зроб.	Апроб.	МД	Підпис	Дата		



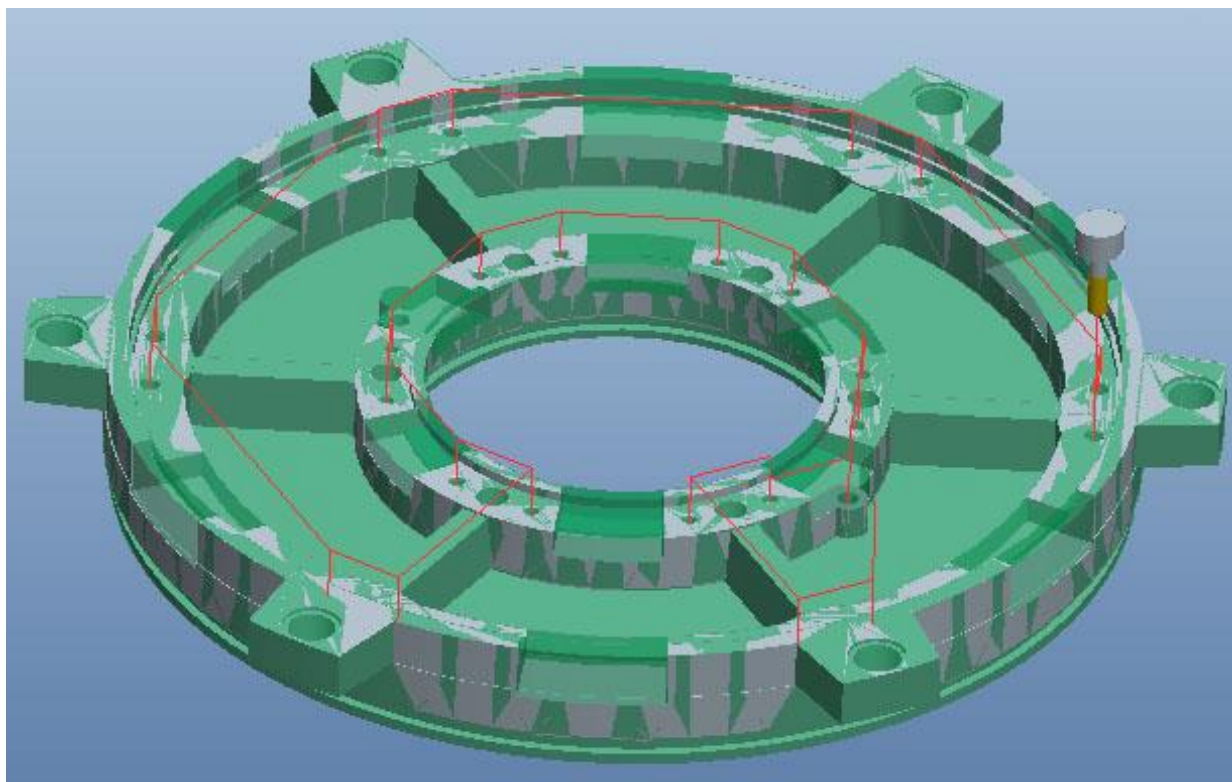
а)



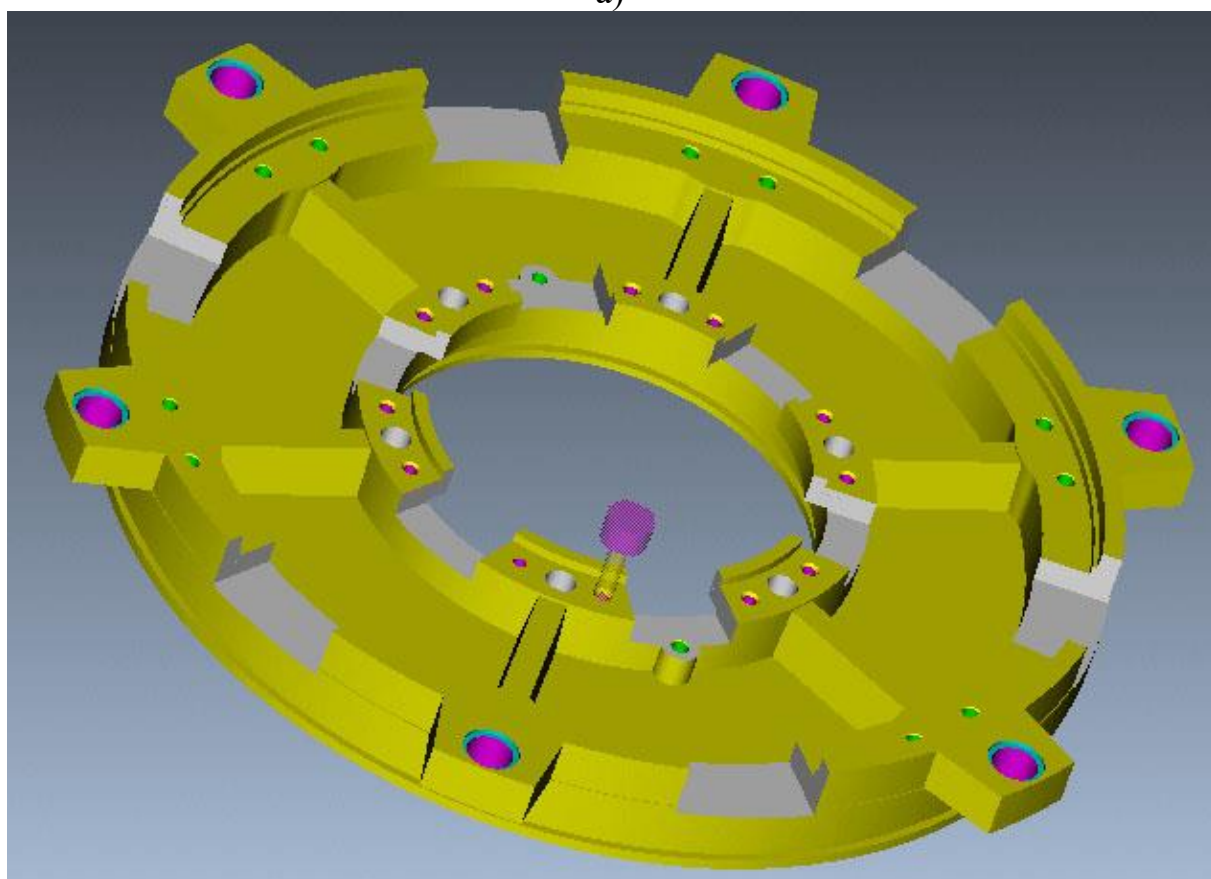
б)

Рисунок 2.11- Свердління отворів під різьбу М16-7Н: а) траєкторія руху; б) твердотільна симуляція

					КНУ.КБР.131.26.2-03.02.М	Арку
Зроб.	Апроб.	МД	Підпис	Дата		



а)



б)

Рисунок 2.12- Зенкування фасок: а) траєкторія руху; б) твердотільна симуляція

Виводимо фрагмент тексту керуючої програми на фрезерування одного пазу:

N1 G40 G17 G94 G90 G71 G54
 N2 G64
 N3 T1
 N4 M6
 N5 D1
 N6 S1000 M3
 N7 M8
 N8 G0 Z250.
 N9 X37.936 Y-560.494
 N10 Z127.
 N11 G1 Z125. F200.
 N12 X29.576 Y-429. F800.
 N13 X-29.576
 N14 X-37.936 Y-560.494
 N15 Z250. F5000.
 N16 G0 X37.936
 N17 Z122.
 N18 G1 Z120. F200.
 N19 X29.576 Y-429. F800.
 N20 X-29.576
 N21 X-37.936 Y-560.494
 N22 Z250. F5000.
 N23 G0 X37.936
 N24 Z117.
 N25 G1 Z115. F200.
 N26 X29.576 Y-429. F800.
 N27 X-29.576
 N28 X-37.936 Y-560.494
 N29 Z250. F5000.
 N30 G0 X37.936
 N31 Z112.
 N32 G1 Z110. F200.
 N33 X29.576 Y-429. F800.
 N34 X-29.576
 N35 X-37.936 Y-560.494
 N36 Z250. F5000.
 N37 G0 X37.936
 N38 Z107.
 N39 G1 Z105. F200.
 N40 X29.576 Y-429. F800.
 N41 X-29.576
 N42 X-37.936 Y-560.494
 N43 Z250. F5000.
 N44 G0 X37.936
 N45 Z102.
 N46 G1 Z100. F200.
 N47 X29.576 Y-429. F800.
 N48 X-29.576
 N49 X-37.936 Y-560.494
 N50 Z250. F5000.

N51 G0 X37.936
 N52 Z97.
 N53 G1 Z95. F200.
 N54 X29.576 Y-429. F800.
 N55 X-29.576
 N56 X-37.936 Y-560.494
 N57 Z250. F5000.
 N58 G0 X37.936
 N59 Z92.
 N60 G1 Z90. F200.
 N61 X29.576 Y-429. F800.
 N62 X-29.576
 N63 X-37.936 Y-560.494
 N64 Z250. F5000.
 N65 G0 X37.936
 N66 Z87.
 N67 G1 Z85. F200.
 N68 X29.576 Y-429. F800.
 N69 X-29.576
 N70 X-37.936 Y-560.494
 N71 Z250. F5000.
 N72 G0 X37.936
 N73 Z82.
 N74 G1 Z80. F200.
 N75 X29.576 Y-429. F800.
 N76 X-29.576
 N77 X-37.936 Y-560.494
 N78 Z250. F5000.
 N79 G0 X37.936
 N80 Z77.
 N81 G1 Z75. F200.
 N82 X29.576 Y-429. F800.
 N83 X-29.576
 N84 X-37.936 Y-560.494
 N85 Z250. F5000.
 N86 M5 M9
 N87 M30

					КНУ.КБР.131.26.2-03.02.М	Арку

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

3.1 Проектування верстатного спеціального пристосування

3.1.1 Розробка технічного завдання на проектування

На рисунку 3.1 зображено ескіз механічної обробки диска упорного на свердлильну операцію, на якому зображено деталь у тому положенні, в якому вона буде розташовуватись на верстаті під час обробки, показано умовну схему базування відповідно до існуючих стандартів, нанесені розміри з вимогами по точності та шорсткості на поверхні, що оброблюються.

Згідно ескізу на операцію, установочною базою буде являтися поверхня 1, яка лишає деталь трьох ступенів свободи. Поверхня 2 є направляючою базою і лишає деталь двох ступенів свободи, а поверхня 3 – упорною базою – лишає деталь однієї ступені свободи. Прижимати деталь необхідно зверху.

Свердлильна операція буде виконуватися на фрезерному багатоцільовому верстаті IP1400ПМФ4 (рисунок 3.2). Його технічні характеристики наводимо в таблиці 3.1. Пристосування буде встановлюватися на стіл верстата (рисунок 3.3).

На операції, для якої проектується верстатне пристосування, свердлиться отвір Ø9.

Отвір оброблюється свердлом Ø9 2301-3574 ДСТУГОСТ 10903. Режими різання на дану поверхню представлені в таблиці 3.11 і мають такі значення:

- припуск $t = 4,5$ мм;
- подача $S = 0,16$ мм/об;
- швидкість різання $V = 13$ м/хв.;
- частота обертів шпинделя $n = 1000$ об/хв.

Складові сили різання мають такі значення:

- $P_o = 1773$ Н;
- $M_{кр} = 6,9$ Н·м.

Річна програма випуску деталі диск упорний, як вже раніше зазначалося, складає 500 шт., а виробництво – середньосерійне .

					КНУ.КБР.131.26.2-03..03.КПВ					
Змін	Аркв	№	Підпис	Дат						
Розроб.	Крюгир				КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИИ ІТРА			Літ.	Арк.	Аркшів
Перевір.	Цивінда									
								Кафедра ТМ зв ПМ-23св		
Н. контр.	Нечаєв									
Затверд.	Рязанцев									

Таблиця 3.1- Технічна характеристика верстату ІР1400ПМФ4

Характеристика	Значення
Найбільша маса виробу, що оброблюється, кг	16000
Конус для кріплення інструменту в шпинделі (конусність 7:24)	50
Найбільший діаметр (при автоматичній зміні інструменту), мм: <u>розточуваного отвору</u>	160
Частота обертання шпинделя, об/хв	5–1600
Швидкість швидких установочних переміщень всіх рухомих вузлів, мм/хв	1600
Кількість інструменту, що встановлюється в магазині	40
Час зміни інструменту, с	25
Розміри робочої поверхні стола, мм	1600x2000
Ширина Т-образного пазу стола, мм	18
Кількість Т-образних пазів стола	7
Відстань між Т-образними пазами	200
Потужність приводу головного руху, кВт	40
Габарит верстату, мм	9000×10000×6800
Маса верстату, кг	58000

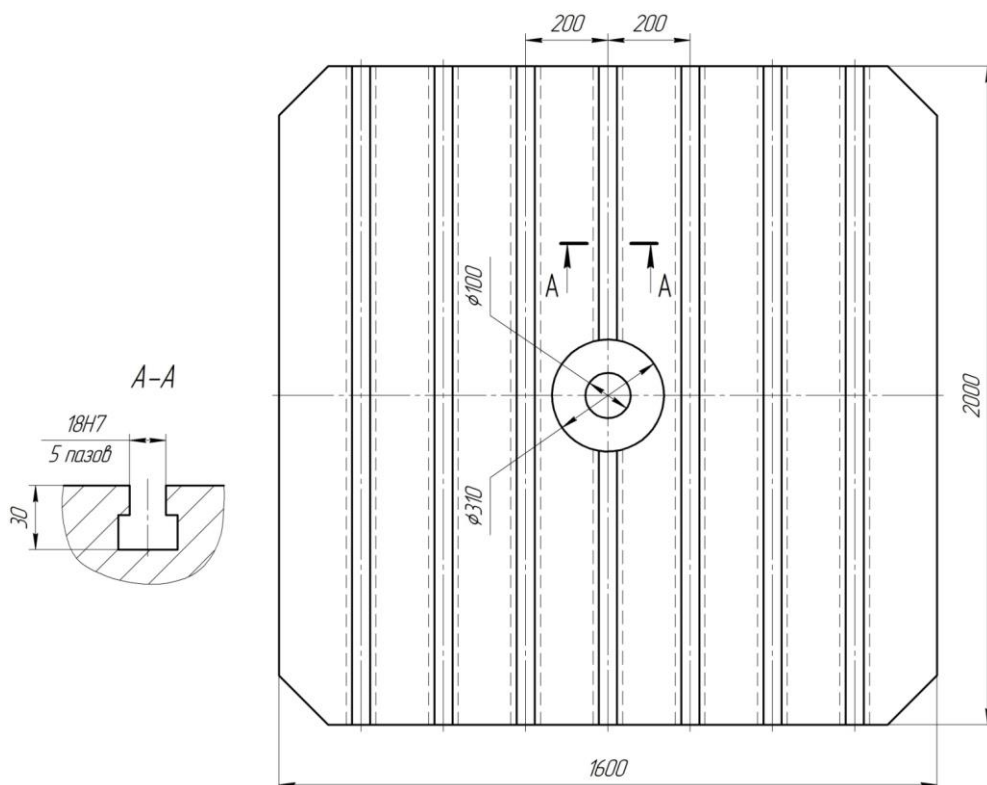


Рисунок 4.3- Стіл верстата ИР1400ПМФ4

3.1.2 Вибір конструкції установчих елементів

При проектуванні верстатного пристосування в якості установочного

елементу буде являтися оправка (рисунок 3.4) та зрізаний палець (рисунок 3.5).

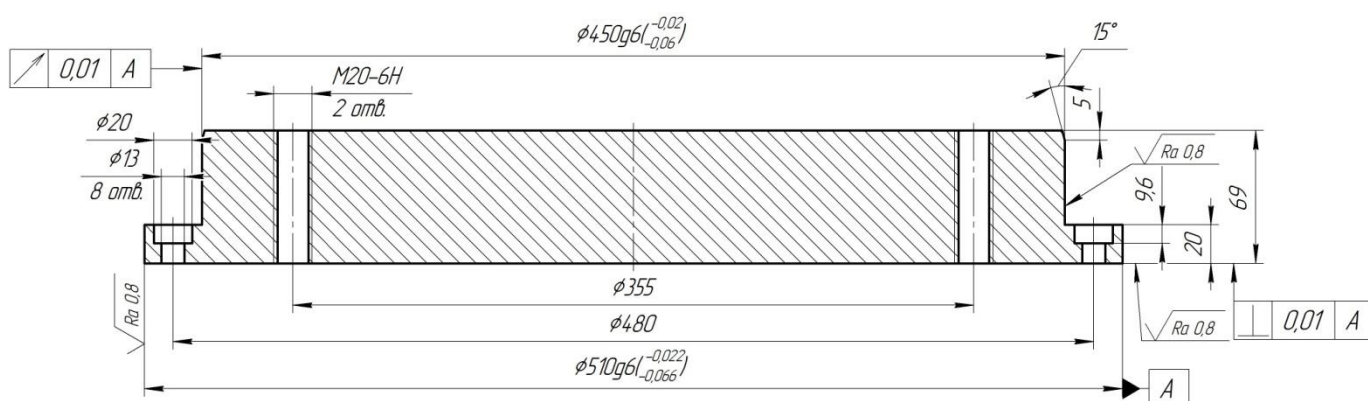


Рисунок 3.4- Оправка

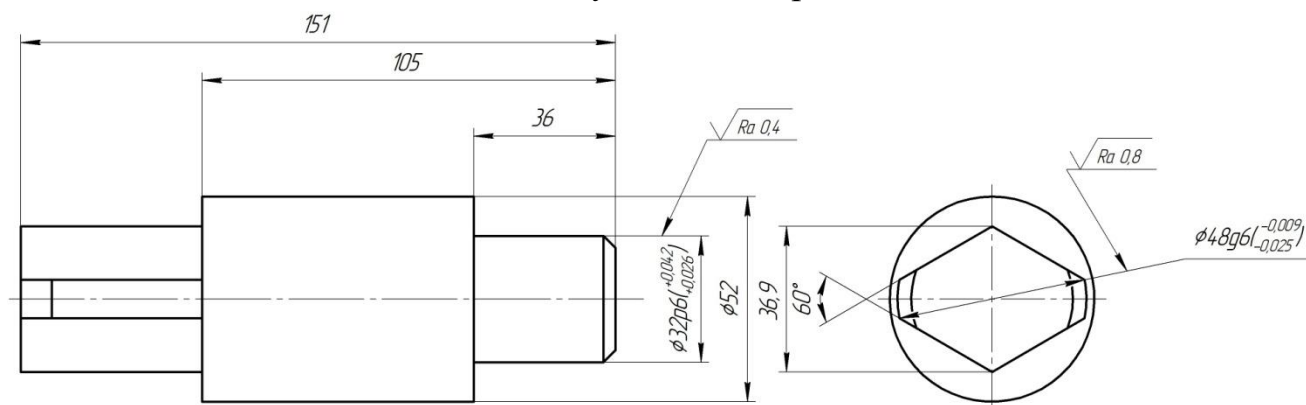


Рисунок 3.5- Палець зрізаний

3.1.3 Розрахунок похибки базування

Згідно до аналізу схем базування деталі виконуємо розрахунок дійсного значення похибки базування.

Похибка базування буде виникати в наслідок установки деталі на оправку та палець. В такому випадку похибка базування буде складати

$$\varepsilon_{\bar{o}} = \Delta + \delta_1 + \delta_2, \quad (3.1)$$

де Δ – мінімальний зазор посадки заготовки на оправку ($\Delta = 0,02$ мм);

δ_1 – допуск на діаметр отвору ($\delta_1 = 0,09$ мм);

δ_2 – допуск на діаметр оправки ($\delta_2 = 0,04$ мм).

$$\varepsilon_{\bar{o}} = 0,02 + 0,09 + 0,04 = 0,15 \text{ мм.}$$

3.1.4 Розробка схеми закріплення

На підставі способу базування деталі та розміщення установчих елементів, визначаємо місце прикладання сил затиску деталі та виконуємо розрахунок її величини.

Виконуємо схему закріплення деталі (рисунок 3.6).

Згідно рішення задачі статички на рівновагу твердого тіла під дією всіх прикладених до нього сил і моментів, визначаємо величину сили затиску деталі в залежності від сили різання, моментів, сил тертя.

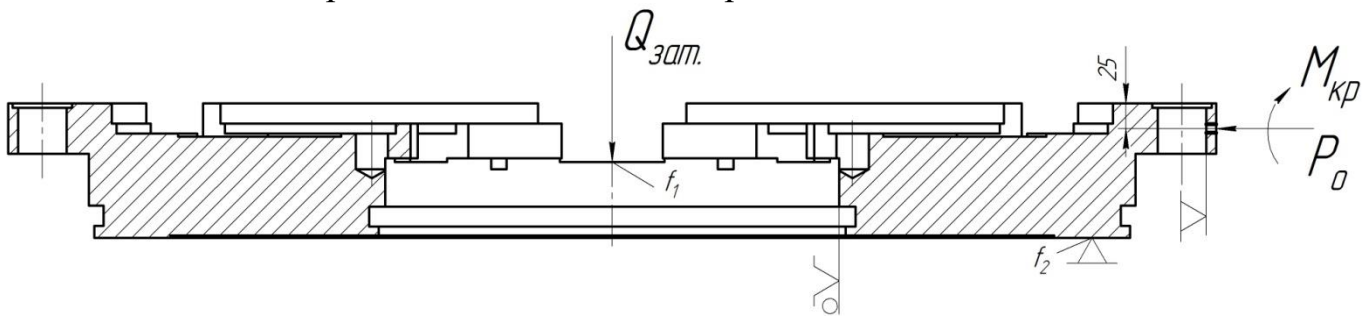


Рисунок 3.6- Схема закріплення деталі

Як видно з рисунку 3.6 сила затиску буде дорівнювати

$$Q_{\text{зат}} = \frac{k \cdot P_o}{2f} \quad (3.2)$$

де k – коефіцієнт надійності закріплення ($k=1,5$);

f – коефіцієнти тертя ($f = 0,15$).

$$Q_{\text{зат}} = \frac{1,5 \cdot 1773}{2 \cdot 0,15} = 8865 \text{ Н.}$$

Так як деталь прижимається двома прижимами, тому сила затискання від одного прижиму буде складати $Q_{\text{зат}} = 4432 \text{ Н.}$

3.1.5 Вибір конструкції затискного механізму

Розрахунок затискних зусиль пристрою проводять з метою визначення вихідної сили (моменту) на рукоятці або силовому вузлі приводу та визначення основних розмірів цих механізмів.

Для закріплення деталі використовуємо комбінований затискний механізм, який складається з гвинтового та важільного затискних елементів (рисунок 3.7).

Розраховуємо силу, яку необхідно придати затискному елементу, щоб отримати необхідну силу затискання [15, с. 226]:

$$W = Q_{\text{зат}} \frac{l + l_1}{l_1} \eta, \quad (3.13)$$

де η – ККД важільного механізму ($\eta = 0,85 \div 0,95$).

$$W = 4432 \cdot \frac{60 + 75}{75} \cdot 0,85 = 6780 \text{ Н.}$$

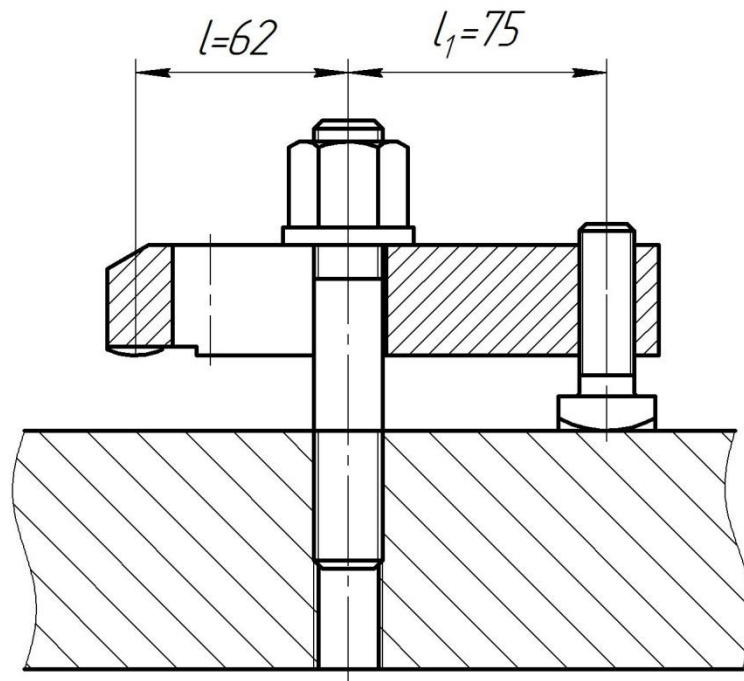
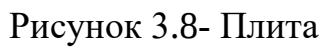


Рисунок 3.7- Конструкція затискного механізму

3.1.6 Вибір або проектування базових та допоміжних елементів пристрою

Базовими елементом для проектує мого пристосування буде плита на яку кріпляться всі елементи пристосування. Пливу зображуємо на рисунку 3.8.

Згідно вибраних базових та установочних елементів, а також механізму закріплення виконуємо ескіз компоновки пристрою з вказівкою габаритних, приєднувальних та основних посадкових розмірів (рисунок 3.9).



					КНУ.КБР.131.26.2-03.03.КПВ	Арху
3	4	№	Б/з	5		

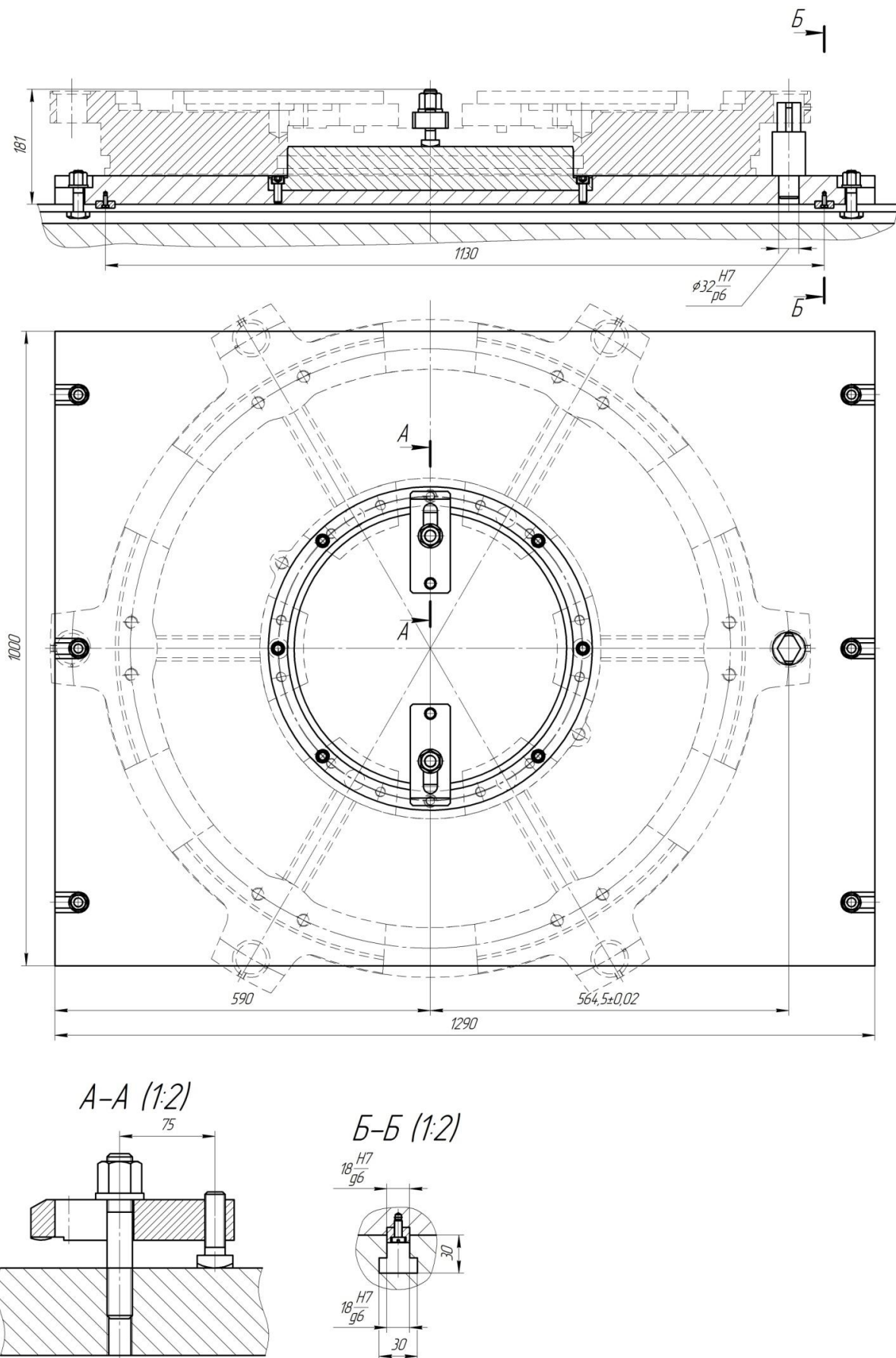


Рисунок 3.9- Компонівка верстатного пристрою

КНУ.КБР.131.26.2-03.03.КПВ

Арку

3.1.7 Вибір засобів встановлення і визначення похибки розташування пристрою на верстаті

Пристрій встановлюється на стіл верстата моделі IP1400ПМФ4 та центрується за допомогою двох П-подібних шпонок (рисунок 3.9). Кріпиться пристрій до стола за допомогою шести різьбових з'єднань. Пристрій повністю вміщується на столі верстату.

Виконуємо ескіз засобу встановлення пристрою на верстаті з вказівкою конструктивних параметрів. Проставляємо розміри і допуски, що визначають взаємне розташування посадкових і опорних поверхонь у пристрої.

Стіл має Т-подібний паз шириною 18 мм. Стіл та плита з'єднуються П-подібною шпонкою 18×18 мм.

При встановленні пристосування на стіл верстата виникає похибка його розташування внаслідок наявності зазору між пазом верстата і шпонкою верстатного пристрою. Дана похибка визначається за формулою:

$$\delta_{p.n.} = \frac{l \cdot S_{\max}}{L} \quad (3.3)$$

де l – довжина оброблюваної деталі;

L – відстань між шпонками;

$S_{\max}$ – максимальний зазор у сполученнях поверхонь, які базують.

Тоді

$$\delta_{p.n.} = \frac{564,5 \cdot 0,029}{1130} = 0,01 \text{ мм.}$$

3.1.8 Розрахунок на точність верстатного пристрою

Підсумкова похибка обробки є наслідком сукупного впливу різних факторів, що впливають на похибку обробки.

До їхнього числа відносяться: похибки виготовлення і зносу елементів верстата, пристрою, інструмента; похибки деформації пристрою і заготовки під дією сил різання та інші. Кожний з факторів породжує свою складову похибку обробки.

При обробці заготовок у пристроях на налаштованих верстатах можна виділити наступні незалежні основні складові похибки:

δ_b – похибка базування заготовки у верстатному пристрої;

$\delta_{p.n.}$ – похибка розташування пристрою на металорізальному верстаті;

$\delta_{n.n.}$ – похибка розташування направляючих елементів пристрою щодо базових поверхонь верстатного пристрою;

δ_z – похибка закріплення заготовки в пристрої;

δ_{zn} – похибка зносу елементів верстатного пристрою;

$\delta_{n.p.}$ – похибка взаємного розташування у верстатному пристрої опорних елементів з базовими поверхнями деталі.

					КНУ.КБР.131.26.2-03.03.КПВ	Арку

Сумарна похибка пристрою розраховується за формулою:

$$\delta_{\Sigma} = K \sqrt{\delta_{\delta}^2 + \delta_{p.n}^2 + \delta_{n.p}^2 + \delta_z^2 + \delta_{n.n}^2 + \delta_{zn}^2} \quad (3.4)$$

де K – коефіцієнт, що враховує відхилення розсіювання значень складових величин від закону нормального розподілу. $K = 1,1 \dots 1,2$.

Похибка базування деталі була знайдена вище і складає $\delta_{\delta} = 0,15$ мм.

Похибка розташування пристрою складає $\delta_{p.n.} = 0,01$ мм.

Похибка взаємного розташування у верстатному пристрої опорних елементів з базовими поверхнями деталі знаходиться згідно з виразом

$$\delta_{n.p} = (1/3 \dots 1/5) \cdot T, \quad (3.5)$$

де T – допуск розміру заготовки.

$$\delta_{n.p} = \frac{0,4}{5} = 0,02 \text{ мм.}$$

Похибка закріплення δ_z складається в зміні положення деталі в результаті додавання до неї зусилля закріплення і визначається як різниця між найбільшою і найменшою проекціями зсуву вимірювальної бази в напрямку виконуваного розміру. При виявленні похибки закріплення враховуються контактні переміщення в місцях сполучення деталі з опорними поверхнями пристрою. При використанні важільного затискного механізму похибка закріплення складає $\delta_z = 0,1$ мм [15, стор. 162].

На знос впливають розміри і конструкція установочних елементів, матеріал і маса оброблювальної деталі, стан її базових поверхонь і складає $\delta_{zn} = 0,02$ мм [15].

Обчислюємо сумарну похибку:

$$\delta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{0,15^2 + 0,01^2 + 0,02^2 + 0,1^2 + 0 + 0,02^2} = 0,18 \text{ мм.}$$

Знайдена сумарна похибка пристрою буде забезпечувати точність обробки деталі, так як позиційний допуск на отвори складає 0,4 мм, тобто маємо $0,18 < 0,4$. Таким чином спроектоване пристосування задовольняє вимогам точності обробки.

3.2 Проектування контрольного пристосування

3.2.1 Розробка технічного завдання

На рисунку 3.10 зображуємо ескіз деталі, на якому вказуємо вимоги точності по відхиленню форми або розташування поверхні.

Контрольне пристосування будемо проектувати для контролю торцевого биття відносно вісі отвору деталі згідно рисунку 3.10.

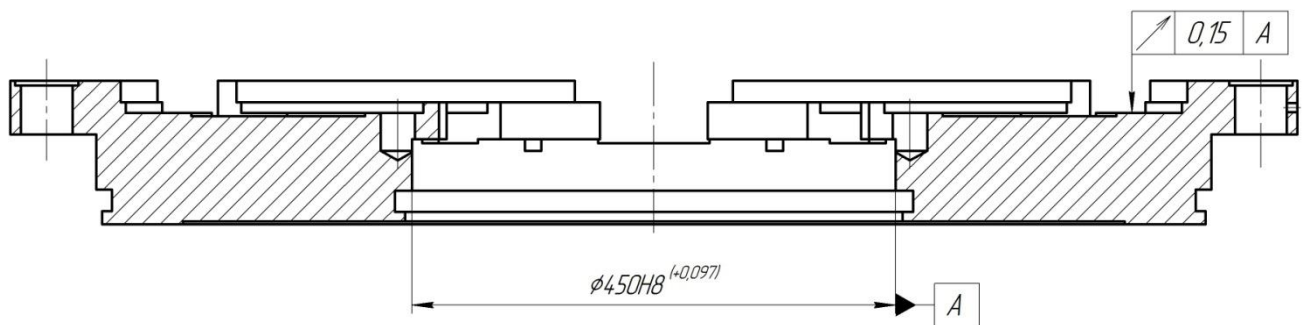


Рисунок 3.10- Ескіз деталі з вказівкою вимог точності по відхиленню розташування

3.2.2 Етапи проектування пристрою

Розроблюємо схему контролю торцевого биття (рисунок 3.11). Схему контролю виконуємо відносно вимог по точності відхилення форми і розташування поверхонь деталі.

Пристрій базується по внутрішній циліндричній поверхні і обертається навколо вісі деталі. Для забезпечення обертання деталі, із-за великої її ваги, пристосування необхідно розмістити на планшайбі токарно-карусельного верстата.

Таким чином контроль торцевого биття диска упорного будемо виконувати на токарно-карусельному верстаті 1512.

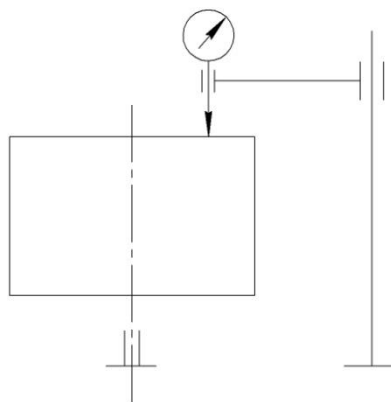


Рисунок 3.11- Ескіз схеми контролю торцевого биття

Розроблюємо схему базування деталі при виконанні контролю (рисунок 3.12). Деталь базується по торцю та отвору і встановлюється на оправку. Таким

					КНУ.КБР.131.26.2-03.03.КПВ	Арку

чином деталь позбавлена п'яти ступенів свободи, що є достатнім при виконанні контролю. Так як деталь має значну вагу, то її можна не закріплювати.

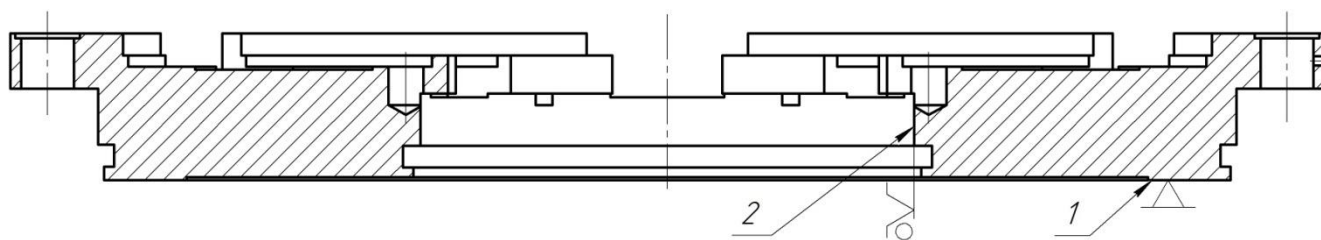


Рисунок 3.12- Схема базування деталі при контролі торцевого биття

Вибираємо контрольний прилад. Вибір засобів контролю варто проводити з урахуванням допустимої похибки контролю. Контрольний прилад вибирають на порядок точніше, ніж вимоги визначені на робочому кресленні деталі. Таким чином вибираємо індикатор ІЧ10 (рисунок 3.13), параметри якого приводимо в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.–Характеристика контрольного приладу

Найменування механізму	ГОСТ	Тип головки	Ціна поділки, мм	Діапазон вимірювання, мм	Похибка, мкм	
					Уся шкала	Дільниця
Індикатор ІЧ10	9696-75	Продольна багато-обертова	0,01	0–10	15	6

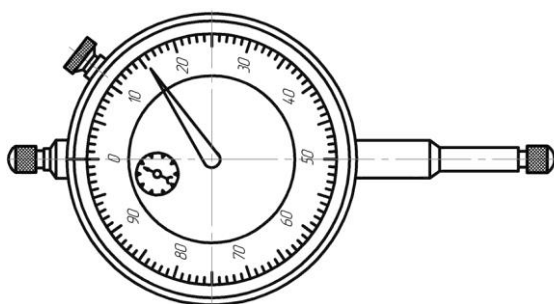


Рисунок 3.13- Ескіз контрольного приладу

Згідно вибраної схеми контролю, схеми базування деталі, а також вибраного контрольного приладу, виконуємо компоновку контрольного пристрою (рисунок 3.14).

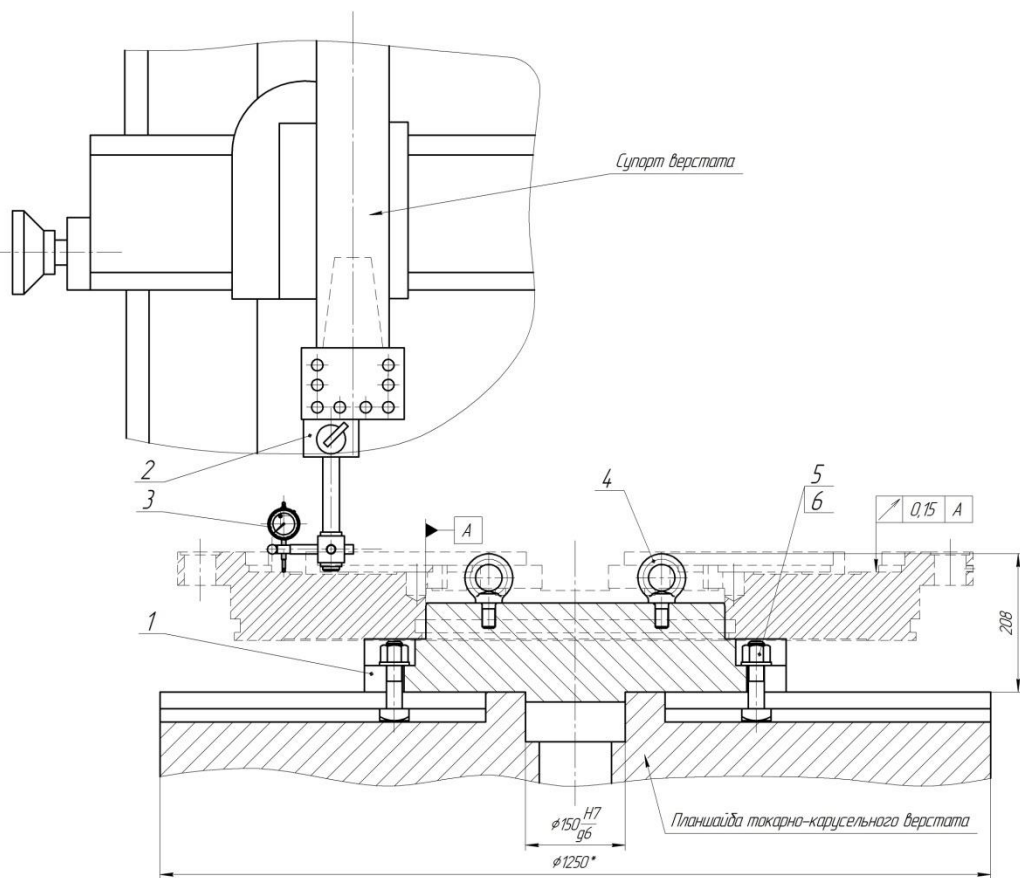


Рисунок 3.14-Компоновка контрольного пристрою для контролю торцевого биття

3.2.3 Розрахунок точності контрольного пристрою

Визначаємо допустиму похибку вимірювання, яка буде складати 25% допуску на контрольований розмір. Отже,

$$[\Delta] = 0,25 \cdot T = 0,25 \cdot 0,15 = 0,037 \text{ мм} \quad (3.6)$$

Визначаємо точність пристрою.

Після аналізу пристрою приходимо до висновку, що вираз для визначення сумарної похибки вимірювання приймає вид:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{y.э.} + \sqrt{\Delta_{сл}^2 + \Delta_{ин}^2}, \quad (3.18)$$

де $\Delta_{сл}$ – випадкова похибка, приймається від 3 до 5 % допуску вимірювального розміру

$$\Delta_{сл} = 0,03 \cdot T = 0,03 \cdot 0,15 = 0,0045 \text{ мм}; \quad (3.19)$$

$\Delta_{ин}$ – похибка вимірювального пристрою ($\Delta_{ин} = 0,006 \text{ мм}$);

Отже,

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{y.э.} + \sqrt{0,0045^2 + 0,006^2} = \Delta_{y.э.} + 0,0075, \text{ мм}$$

Прирівнюючи сумарну похибку до допустимої похибки, отримаємо

$$0,037 = \Delta_{y.э.} + 0,0075, \Delta_{y.э.} = 0,03 \text{ мм.}$$

Тобто перпендикулярність діаметра оправки до торця планшайби не повинно перевищувати 0,03 мм.

Висновок: розрахована похибка контрольного пристрою знаходиться в межах допустимої і тому спроектований контрольний пристрій може використовуватися для контролю торцевого биття з допуском 0,15 мм.

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА

4.1 Техніко-економічне обґрунтування варіантів маршруту технологічного процесу

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

Вихідні дані для розрахунку економічного ефекту:

Базовий варіант: токарно-карусельний верстат моделі 1512.

Новий варіант: токарно-карусельний верстат з ЧПК моделі BOST VTL 16.

Таблиця 4.1- Вихідні дані для розрахунку

Дані	Базовий варіант 1512	Новий варіант BOST VTL 16
1	2	3
По деталям – представникам		
Річний обсяг випуску деталей, шт.	150	500
Кількість запусків, шт.	12	12
Тривалість випуску деталей, років	3	5
Штучний час обробки деталі $t_{шт}$, хв.	120	51
Час наладки верстата, хв.	50	80
Розряд: контролера верстатника наладчика налагодження інструменту	5	5
	6	5
	3	5
	—	4
Кількість кадрів програми, шт:	—	500
Вартість заготовки $S_{заг.}$, грн.	3000	3000
Вартість комплексу спец, пристосувань $K_{пр}$, грн.	—	—
Оптова ціна на прокат одного УСП $C_{усп}$, грн.	—	—
Середній час налагодження за прибором одного інструменту поза верстатом, хв.	—	3
Середній період стійкості інструменту, хв.	30	90
Середня кількість граней пластинки, шт.	—	4
Коефіцієнт, що враховує питому вагу основного часу в штучному, K_m	—	0,8
Вартість одного кадру ПК, грн.	—	0,34

					КНУ.КБР.131.26.2-03..04.ОЕП		
Змін	Архв	№	Підпис	Дат			
Розроб.	Крюгир				ОРГАНІЗАЦІЙНО- ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА	Лім.	Арк.
Перевір.	Шивінда						Архивів
						Кафедра ТМ зв ПМ-ЗЗск	
Н. контр.	Нечаєв						
Затверд.	Рязанцев						

Вартість розробки ПК, грн.	0	450
Середньорічна зарплата, грн:		
– верстатника $H_{ст}$	5000	4500
– наладчика $H_{нал}$	–	3000
– наладчика інструмента $H_{ин}$	–	2500
– контролера H_k	2400	2400
По верстатам		
Клас точності верстата	Н	П
Маса верстата, т	19	27
Тип пристрою ЧПУ	–	Sinumeric 840D
Строк служби верстата до капітального ремонту $T_{рц}$, років	8	10
Встановлена потужність всіх електродвигунів головного руху, кВт	42	60
Категорія складності ремонту верстата ЕРС:		
– механічної частини H_m	10	20
– електротехнічної частини H_e	9	22

Кількість верстатів, що обслуговує один робочий d , шт	1	3
Оптова ціна верстата, грн.	150000	1200000
Коефіцієнт завантаження верстата η_z	0,5	0,85
Площа верстата за габаритами A , м ²	19	25
Витрати на одну одиницю ЕРС верстата, грн.		
– механічної частини H_m	830	830
– електротехнічної частини H_e	720	960
Норматив річних витрат на поточне обслуговування та ремонт ПЧПУ Q , грн.	–	500
Коеф., що враховує додаткову площу верстата, γ	2	2,5
Коеф., що враховує клас точності верстата, μ	1	1,2
Ефективний річний фонд часу роботи верстата, год	4055	3935
По виробничим та іншим площам		
Вартість 1 м ² площі механічної $C_{пл.зд.}$, грн.	595	595
Вартість 1 м ² площі, що займають службово-побутові приміщення $C_{сл-поб.}$, грн.	625	625

Продовження таблиці 4.1

1	2	3
Площа службово-побутових приміщень, що приходяться на одного робочого A_6 , м ²	7	7
Витрати на утримання та амортизаційні витрати на 1 м ² цеху $H_{пл}$, грн. (10% від вартості)	0,06	0,06

В результаті розрахунку були отримані дані:

- річний економічний ефект – 116655 грн.
- строк окупності – 2,61 років.

Висновок: згідно розрахунків техніко-економічного впровадження верстатів з ЧПК строк окупності верстата BOST VTL 16 складає 2,61 роки, що є менше нормативного значення для машинобудівних підприємств (5-6 років). Тому пропозиція заміни універсального верстату 1512 на верстат з ЧПК BOST VTL 16 є доцільною.

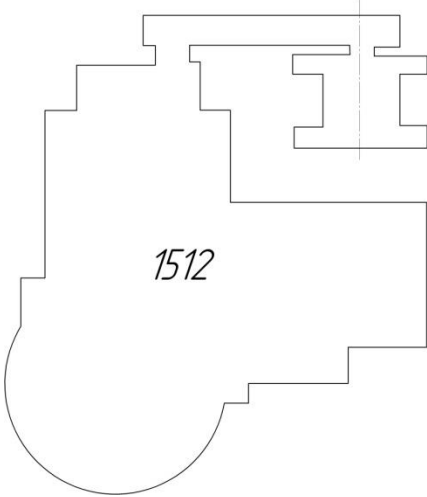
4.2 Проектування механоскладального цеху

4.2.1 Розробка вихідних даних для реконструкції цеху

Таблиця 4.1- Вихідні дані для проектування

Найменування деталі та матеріал	Річна програма випуску, шт	$T_{шт.к.}$, хв	Вага деталі	Найменування виробу
Диск упорний Сталь 35Л	500	196,9	370,7 кг	Вал зчеплення з гальмами

Таблиця 4.2- Відомості про основне технологічне обладнання

Модель верстата	Габаритні розміри верстата L×B×H, мм	Енергоємність верстата, кВт	Умовна позначка
BOST VTL 16	4545×3050×4100	60	
IP1400ПМФ 4	8500×5800×5930	40	
1512	2920×2705×4100	55	

Результати розрахунків зводимо в таблицю 4.3

Таблиця 4.3- Кількість та коефіцієнт завантаження основного технологічного обладнання

Модель верстата	T_p , год	C_p	C_{II}	η , %
BOST VTL 16	470,8	0,29	1	29
BOST VTL 16	1111,7	0,68	1	68
IP1400ПМФ4	58,3	0,04	1	4
1512	41,7	0,03	1	3
Всього			4	

Середній коефіцієнт завантаження дорівнює:

$$\eta_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n \eta}{n} = 26\% \quad (4.1)$$

Будуємо графік завантаження обладнання (рисунок 4.1).

Так як коефіцієнт завантаження обладнання має низькі значення, тому обладнання необхідно до завантажити виготовленням інших деталей. На графіку пунктирною лінією вказуємо можливе завантаження обладнання.

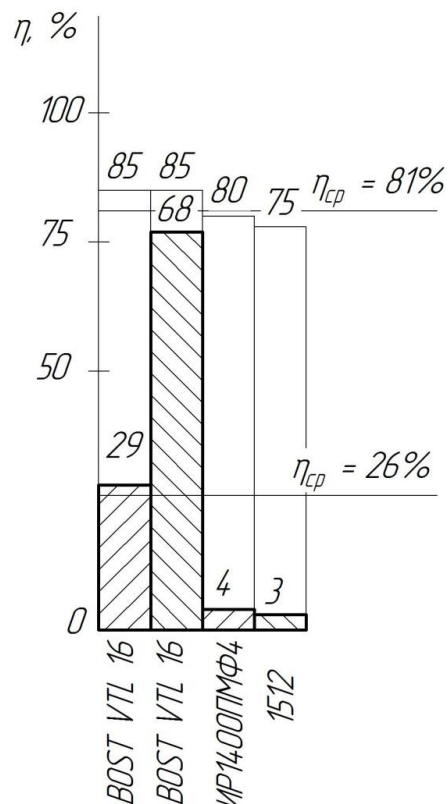


Рисунок 4.1- Графік завантаження основного технологічного обладнання

4.2.2 Визначення складу і числа працюючих у цеху

Розрахунок кількості верстатників даної професії виконується за формулою

$$S_o = \frac{T_p}{F_r \cdot k_m}, \quad (4.2)$$

Число основних працівників приймається найближчим більшим цілим числом.

Результати розрахунків зводимо в таблицю 4.4

Таблиця 4.4- Необхідна кількість верстатників

Модель верстата	T_p , год	k_m	Кількість працюючих	
			Розрахункова	Прийнята
BOST VTL 16	470,8	1	0,25	1
BOST VTL 16	1111,7	1	0,61	1
ИР1400ПМФ4	58,3	1	0,04	1
1512	41,7	1	0,03	1

Сумарна кількість основних робітників складає $\sum S_o = 4$ чол.

Кількість допоміжних робочих в середньо-серійному виробництві складає $S_o = 0,5 \cdot \sum S_o = 2$ чол.

Кількість допоміжних робітників за спеціальністю:

- контролер – 1 чол.;
- транспортний працівник – 1 чол.;

Розраховуємо кількість МОП

$$S_{МОП} = 0,03 \cdot (\sum S_o + S_o) \approx 1 \text{ чол.}$$

Розраховуємо кількість ІТР

$$S_{ІТР} = 0,15 \cdot (\sum S_o + S_o) \approx 1 \text{ чол.}$$

Розраховуємо кількість РКП

$$S_{РКП} = 0,05 \cdot (\sum S_o + S_o) \approx 1 \text{ чол.}$$

Розрахунки заносимо в зведену відомість загальної кількості працюючих у цеху (таблиця 4.5).

Таблиця 4.5- Зведена відомість загальної кількості працюючих у цеху

Категорія службовців		Всього	У % відношенні від кількості основних працюючих
Виробничі працівники		4	
Допоміжні	Контролер	1	50
	Транспортний працівник	1	
МОП		1	25
ІТР		1	25
РКП		1	25
Всього		9	

4.2.3 Визначення технологічної площі

Визначаємо основну площу укрупнено за формулою

$$S_o = n \cdot S_c, \quad (4.3)$$

де n – кількість верстатів, шт.;

S_c – площа зайнята верстатом, м².

$$S_o = 25 + 2 \cdot 40 + 45 = 150 \text{ м}^2.$$

Площа складу для заготовок:

$$S_{заг} = (0,1...0,15) \cdot S_o = 0,15 \cdot 150 = 22,5 \text{ м}^2.$$

Площа складу для готових деталей:

$$S_{дет} = (0,1...0,15) \cdot S_o = 0,15 \cdot 150 = 22,5 \text{ м}^2.$$

Площа інструментально-роздавальної комори:

$$S_{ІРК} = 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ м}^2.$$

Площа для комори пристосувань:

$$S_{КП} = 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ м}^2.$$

Площа для відділення приготування і регенерації ЗОР:

$$S_{ЗОР} = 35 \text{ м}^2.$$

Площа заточного відділення залежить від кількості заточних верстатів

$$n = (0,02...0,03) \cdot C_{II} = 0,03 \cdot 4 \approx 1.$$

Таким чином площа заточного відділення складає $S_{ЗВ} = 10 \text{ м}^2$.

					КНУ.КБР.131.26.2-03.04.ОЕП	Арку

Площа на бункери під стружку складає $S_{стр} = 65 \text{ м}^2$.

Площа складу мастил

$$S_{мас} = (0,1...0,12) \cdot C = 0,1 \cdot 8 = 0,8 \text{ м}^2.$$

Площа для кабіни майстра: $S_{маст} = 22 \text{ м}^2$.

Площа для ОТК:

$$S_{ОТК} = 1,75 \cdot 6 \cdot 1 = 10,5 \text{ м}^2.$$

Площа на магістральні проїзди:

$$S_{м.пр.} = (0,1...0,15) \cdot S_o = 0,15 \cdot 150 = 22,5 \text{ м}^2.$$

Загальна допоміжна площа складає:

$$S_{доп.} = S_{заг} + S_{дет} + S_{ІРК} + S_{КП} + S_{ЗОР} + S_{ЗВ} + S_{стр} + S_{мас} + S_{маст} + S_{ОТК} + S_{м.пр.}$$

$$S_{доп.} = 22,5 + 22,5 + 2 + 2 + 35 + 10 + 65 + 0,8 + 22 + 10,5 + 22,5 = 214,8 \text{ м}^2.$$

Технологічна площа дорівнює

$$S_{тех} = S_o + S_{доп.} = 150 + 214,8 = 364,8 \text{ м}^2.$$

4.2.4 Розробка транспортної системи

Ефективність функціонування виробничої логістики дільниці значною мірою залежить від раціональної організації внутрішньоцехового транспортування, оскільки транспортні операції забезпечують безперервний матеріальний зв'язок між окремими стадіями технологічного процесу. Проектована транспортна система повинна своєчасно, безперебійно та у чітко визначеній послідовності задовольняти потреби основного металорізального обладнання, проміжних накопичувачів та складських зон у вихідних заготовках, напівфабрикатах і готових виробах.

Враховуючи характер виробництва, габарити та масу оброблюваних деталей, а також планувальні особливості цеху, як підйомно-транспортне обладнання інтегровано:

- мостовий кран — для виконання вантажопідйомних операцій, обслуговування важкого обладнання та переміщення вантажів у межах всього прольоту;
- електрокару (підлоговий колісний транспорт) — для забезпечення високої мобільності та оперативного міжверстатного транспортування деталей і тари між технологічними дільницями.

					КНУ.КБР.131.26.2-03.04.ОЕП	Арку

Відповідно до нормативних інструкцій із проектування машинобудівних підприємств, на етапі орієнтовного розрахунку кількості засобів міжверстатного

транспорту для обслуговування механічних цехів приймається норматив: один мостовий кран на кожні 40–80 метрів довжини прольоту будівлі.

4.2.5 Компонування та планування цеха

Розробку компоновки починаємо з того, що приймаємо розташування ділянки в одноповерховому цеху з сіткою колон 18x12м. Так як в цеху передбачено мостовий кран, то висота цеху буде складати 10,6 м.

Враховуючи загальний напрямок технологічного процесу приймаємо розміщення на початку ділянки склад заготовок, далі розташовуємо механічне відділення, за яким йде контрольне відділення, склад готової продукції.

Спосіб розташування обладнання на ділянці приймаємо за технологічним процесом, що скорочує час на транспортування деталей.

Згідно цього зображуємо на рисунку 4.2 сітку колон будинку з подовжніми і поперечними прольотами. На рисунку 4.3 зображуємо проліт цеху у перетині.

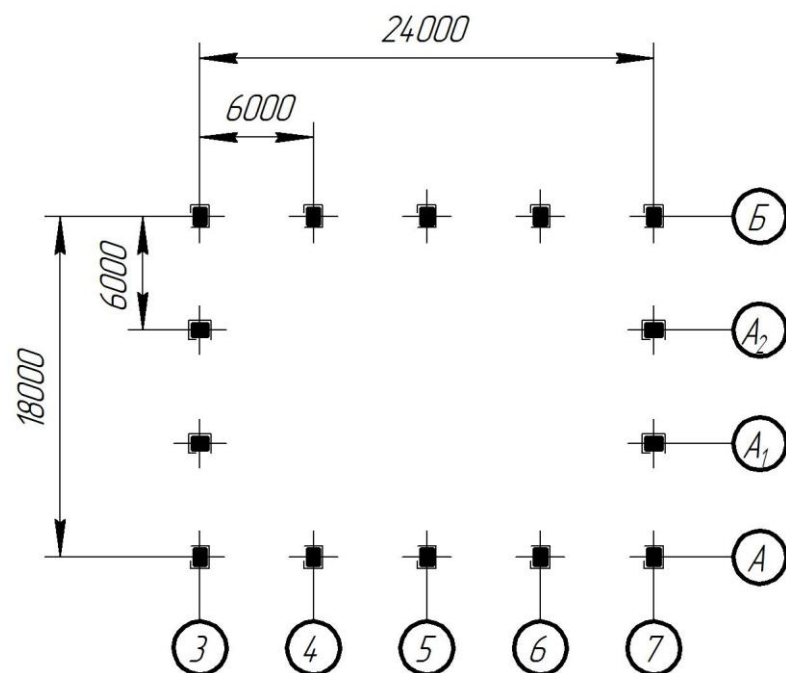


Рисунок 4.2- Сітка колон

- заготовка масою 600 кг, що обертається в центрах, створюють високий ризик захоплення одягу або травмування кінцівок.
- Відлітаюча високотемпературна стружка та сталевий пил: сталь 35Л є пластичним матеріалом, тому при високих швидкостях різання схильна до утворення неперервної зливної стружки. Вона виходить у вигляді довгих гострих спіралей, які намотуються на інструмент, хаотично відлітають і здатні нанести важкі порізи та термічні опіки (температура стружки в зоні різання досягає 600–800 °С). При чистових операціях утворюється дрібнодисперсний сталевий пил, що засмічує очі та органи дихання.
- Небезпека підйомно-транспортних операцій: оскільки маса заготовки (600 кг) та готової деталі (370 кг) значно перевищують гранично допустимі норми для ручного підйому, обов'язковим є застосування кранів, талей та поворотних пристроїв. Це створює фактори небезпеки, пов'язані з падінням вантажу, обривом строп та притисканням важкими деталями.
- Підвищений рівень шуму та вібрації: тертя інструмента об сталь 35Л, зрізання шару металу та робота зубчастих передач верстатів генерують підвищені рівні звукового тиску та загальної/локальної вібрації, що може спричинити вібраційну хворобу та глухоту.

Хімічні шкідливі фактори:

- Аерозолі змащувально-охолоджувальних рідин (ЗОР): інтенсивне охолодження зони різання мінеральними оливами або емульсіями призводить до їх термічного розкладання та виділення в повітря робочої зони дрібних аерозолів та парів, які є токсичними та подразнюють слизові оболонки.

2. Технічні заходи та засоби забезпечення безпеки праці

Для локалізації дії виявлених факторів у проекті передбачено наступні інженерно-технічні рішення:

Захист від стружки та огороження зони різання:

- Захисні екрани: верстати обладнуються рухомими відкидними або розсувними захисними екранами зі зміцненого триплексного скла чи прозорого ударостійкого пластику (полікарбонату), які повністю перекривають зону розлітання елементної стружки та крапель ЗОР.
- Пристрої штучного стружкодроблення: для запобігання виходу небезпечної довгої зливної стружки застосовують різці зі спеціальними стружкороздільними канавками, порожками або впроваджують кінематичне (вібраційне) різання, яке забезпечує циклічне переривання подачі та подрібнення стружки на дрібні безпечні елементи.

Механізація прибирання та транспортування відходів:

- Вбудовані транспортери: під станинами верстатів монтуються гвинтові (шнекові) або пластинчасті конвеєри, які в автоматичному режимі безупинно видаляють стружку із зони обробки до загальноцехових збірників, виключаючи ручну працю та контакт робітника з гострими відходами.
- Вантажопідйомні механізми: робочі місця оснащуються індивідуальними консольно-поворотними кранами або кран-балками вантажопідйомністю до 1.0 т із захватними магнітними чи кліщовими пристроями для безпечного встановлення заготовки (600 кг) та зняття деталі (370 кг).

					КНУ.КБР.131.26.2-03.04.ОЕП	Арку

3. Виробнича санітарія та гігієна праці

Організація вентиляції:

- Місцеві відсмоктувачі: кожен верстат, де відбувається утворення сталевго пилу та дрібної стружки, оснащується індивідуальним пилостружкоприймачем (зонтом або воронкою), підключеним до системи місцевої витяжної вентиляції. Швидкість повітря в отворі приймача розраховується таким чином, щоб надійно вловлювати та транспортувати важкі металеві частки.

- Очищення повітря: повітря, що видаляється від верстатів, перед викидом в атмосферу проходить двоступеневу схему очищення: спочатку в сухих циклонах центробіжного типу (вловлювання великих часток стружки), а потім у матер'яних або картриджних рукавних фільтрах (уловлювання дрібного сталевго пилу).

Освітлення та мікроклімат:

- У цеху передбачається суміщене освітлення (природне через ліхтарі покрівлі та штучне за допомогою світлодіодних світильників загального і місцевого призначення). Рівень освітленості на робочій поверхні повинен становити не менше 300–500 лк для забезпечення чіткої видимості зони різання та уникнення засліплення.

4. Пожежна безпека в механічному цеху

- Приміщення механічного цеху належить до категорії Г або Д за вибухопожежною небезпекою (залежно від температурних режимів та кількості застосовуваних масел).

- Джерела загоряння: основну пожежну небезпеку становить розпечена стружка сталі 35Л, яка, маючи великий запас теплової енергії, при потраплянні в зони накопичення мастильних матеріалів, промасленого ганчір'я (дрантя) або пролитої ЗОР, може викликати їх спалахування.

- Профілактичні заходи: встановлюється суворий контроль за своєчасним очищенням піддонів верстатів від стружки, збиранням використаного дрантя у спеціальні металеві ящики з кришками та регулярним очищенням підлоги від масляних плям. Механічні ділянки комплектуються первинними засобами пожежогасіння (вуглекислотними та порошковими вогнегасниками типу ВВ-5, ВП-5).

5. Розрахункова частина

- Розрахунок інтенсивності утворення стружки та параметрів місцевої витяжної вентиляції

Вихідні дані:

- Матеріал деталі: Сталь 35Л, густина $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$ ($7.85 \cdot 10^{-3} \text{ кг/см}^3$).
- Маса початкової заготовки: $M_{\text{заг}} = 600 \text{ кг}$.
- Маса готової деталі: $M_{\text{дет}} = 370 \text{ кг}$.
- Загальна маса металу, що переходить у стружку з одного виробу:

$$\Delta M = M_{\text{заг}} - M_{\text{дет}} = 600 - 370 = 230 \text{ кг}$$

- Для розрахунку годинного об'єму утворення відодів при обдирному (чорновому) точінні заготовки на важкому токарному верстаті оберемо такі нормативні режими різання:

					КНУ.КБР.131.26.2-03.04.ОЕП	Арку

- глибина різання: $t = 0.5 \text{ см (5 мм)}$;
- подача інструмента: $s = 0.08 \text{ см/об (0.8 мм/об)}$;
- швидкість різання: $v = 90 \text{ м/хв} = 9000 \text{ см/хв}$.

Порядок розрахунку:

1. Визначаємо об'єм шару металу $V \text{ см}^3/\text{хв}$, який перетворюється на стружку за одну хвилину безперервної роботи верстата:

$$V = t \times s \times v, \quad (4.1)$$

$$V = 0.5 \times 0.08 \times 9000 = 360 \text{ см}^3/\text{хв}.$$

2. Визначаємо годинну масу утворення стружки $G \text{ (кг/год)}$ за формулою:

$$G = \frac{V \times \rho \times 60}{10^6}, \quad (4.2)$$

де 10^6 — коефіцієнт переведення кубічних сантиметрів у кубічні метри.

$$G = 360 \times 7850 \times 60 / 10^6 = 169.56 \text{ кг/год}$$

3. Розраховуємо чистий технологічний час різання $T \text{ (год)}$, необхідний для зняття всього припуску з однієї заготовки:

$$T = \frac{\Delta M}{G} = 230 / 169.56 = 1.356 \text{ год} = 81.4 \text{ хв}$$

4. Розрахунок локальної витяжної системи для вловлювання дрібної фракції стружки та пилу.

Для надійного всмоктування часток сталевих відходів швидкість руху повітря у вхідному перерізі пилостружкоприймача приймаємо рівною $v_0 = 12 \text{ м/с}$

Прийmemo круглий вхідний патрубок місцевого відсмоктувача діаметром:

$$d = 100 \text{ мм} = 0.1 \text{ м}$$

Площа вхідного отвору приймача F становить:

$$F = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,140,1^2}{4} = 0.00785 \text{ м}^2$$

Необхідна годинна витрата повітря $L, \text{м}^3/\text{год}$, що має відсмоктуватися від зони різання верстата для забезпечення санітарних норм:

$$L = F v_0 \times 3600$$

$$L = 0.00785 \times 12 \times 3600 = 339.12 \text{ м}^3/\text{год}$$

Висновок за розрахунком: Для ефективного видалення дрібного пилу та стружки сталі 35Л, що генеруються верстатом з інтенсивністю 169.56 кг/год ,

					КНУ.КБР.131.26.2-03.04.ОЕП	Арку

проектований місцевий відсмоктувач повинен забезпечувати продуктивність повітряного потоку не менше 340 м³/год Транспортування відходів такої маси доцільно здійснювати за допомогою пневмотранспортної цехової системи із наступним очищенням у циклоні типу Ц7-40.

					КНУ.КБР.131.26.2-03.04.ОЕП	Арку
Знак	Арку	Міс	Підприєм	Дата		

ВИСНОВКИ

В даній роботі виконана технологічна підготовка виробництва диска упорного з розробкою технологічного процесу з застосуванням систем автоматизованого програмування для верстатів з ЧПК.

Метою роботи є зниження собівартості виготовлення деталі за рахунок скорочення штучно-калькуляційного часу та підвищення продуктивності праці.

Для досягнення поставленої мети в технологічній підготовці виробництва передбачено виготовлення деталей найбільш раціональним методом з урахуванням коефіцієнта використання металу. Для підвищення продуктивності роботи виконана концентрація операцій за рахунок впровадження багатоцільових верстатів з ЧПК. Також вибрано більш прогресивний ріжучий інструмент фірми SECO.

Для обробки деталі на верстаті IP1400ПМФ4 спроектовано спеціальний пристрій. А для вимірювання торцевого биття спроектовано контрольний прилад.

Все вищевказане сприяє зменшенню допоміжного часу, а також впливає на продуктивність і якість обробки.

В спроектованому механічному цеху обладнання розташовано по напрямленню руху обробки деталі.

Для автоматизації виробництва було застосовано систему автоматизованого програмування для верстатів з ЧПК. Для цього було застосовано CAD/CAM програму – Pro/Engineer Wildfire 5, за допомогою якою було створено керуючу програму для обробки деталі на верстаті BOST VTL 16 (токарно-карусельний верстат з ЧПК, оснащений приводним шпинделем, що дозволяє виконувати на ньому фрезерні роботи).

В роботі запропоновано методи охорони праці: засоби індивідуального захисту під час роботи за робочим місцем, рівень штучного освітлення в приміщенні тощо.

В економічній частині розраховано техніко-економічні показники, які показують доцільність даної роботи.

					КНУ.КБР.131.26.2-03.В			
Змін	Аркв	№	Підпис	Дат	ВИСНОВКИ			
Розроб.	Крюгин							
Перевір.	Шивінда							
Н. контр.	Нечаєв							
Затверд.	Рязанцев							
					Літ.	Арк.	Арквшів	
					Кафедра ТМ зр ПМ-23ср			

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1.С.Г. Бондаренко. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва. – Київ, 1993.
- 2.Дипломне проектування з технології машинобудування/ Григурко О.І, Брендюля МФ., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008,-860 с.
3. Інженерна графіка в SolidWorks: Навчальний посібник/ С.І. Пустюльга, В.Р. Самостян, Ю.В. Клак. Луцьк: Вежа, 2018. 172 с. URL: <http://surl.li/fmeiv>
1. ДСТУ 8781:2018 Виливки зі сталі. Загальні технічні умови
2. ДСТУ 2.604:2005 ЄСКД. Єдина система конструкторської документації. Кресленики ремонтні. Загальні вимоги.
- 6.ДСТУ 2500-94 Основні норми взаємозамінності. Єдина система допусків та посадок. Терміни та визначення. Позначення та загальні норми.
- 7.ДСТУ 2413-94 Основні норми взаємозамінності. Шорсткість поверхні.
- 8.ДСТУ 2498-94 Основні норми взаємозамінності. Допуски форми та розташування поверхонь. Терміни та визначення
9. Методичні вказівки з курсу “Технологія машинобудування” до практичної роботи “Аналіз технологічності конструкції виробу та деталі при проектуванні технологічних процесів”, для здобувачів спеціальності 131 Прикладна механіка денної та заочної форми навчання /Цивінда Н.І. - Кривий Ріг: КНУ, 2024.
- 10.Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. Навч. посібник - К.: Вища шк. 1993р. - 414с.
11. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок - Львів, Світ ,1996.
- 12.ДСТУ 3.1107-81. Базування та бази в машинобудуванні.
13. Технологія машинобудування Горбатюк Е.О. Мазур М.П.,Зенкін А.С., Каразей В.Д. Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008,-360 с.
14. Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) Григурко О.І, Брендюля МФ., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008, 576 с.
- 15.Залога В. О. Сучасні інструментальні матеріали у машинобудуванні Суми: СумДУ, 2013.
- 16.Кузнєцов Ю.М. Верстати з ЧПУ та верстатні комплекси. Частина 2.-К.-Тернопіль.ТОВ «ЗМОК» -ПП «Гнозіс», 2001.-298 с.
- 17.Кіяновський М.В., Цивінда Н.І., Цівко Ф.В. Довідник нормувальника машинобудівного виробництва. – Кривий Ріг: Видавничий центр КТУ, 2008.

					КНУ.КБР.131.26.2-03.СВД			
Змін	Аркв	№	Підпис	Дат				
Розроб.	Крюгип				СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛЖЕРФЛ		Літ.	Арк.
Перевір.	Цивінда							Арквшив
Н. контр.	Нечаєв						Кафедра ТМ зв ПМ-23св	
Затверд.	Рязанцев							

18.Методичні вказівки з курсу "Системи ЧПК та програмування обробки деталей" до практичної роботи "Розробка верстатно-інструментального налагодження на верстатах з ЧПК", для здобувачів спеціальності 131 Прикладна механіка денної та заочної форми навчання / Цивінда Н.І., - Кривий Ріг: КНУ, 2025.

19. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: Підручник. – Львів: Афіша, 2005.

20.ДСТУ ГОСТ 3.1127:2014. Єдина система технологічної документації. Загальні правила виконання текстових технологічних документів. (ГОСТ 3.1127-93, IDT).

21.ДСТУ ГОСТ 3.1128:2014. Єдина система технологічної документації. Загальні правила виконання графічних технологічних документів. (ГОСТ 3.1128-93, IDT).

22.ДСТУ 2974-95. Технологічне підготування виробництва. Основні терміни та визначення.

23.ДСТУ 2925-94. Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення.

24.ДСТУ ГОСТ 3.1102:2014 Єдина система технологічної документації. Стадії розробки та види документів. Загальні положення).

25.ДСТУ ГОСТ 3.1105:2014 Єдина система технологічної документації. Форми та правила оформлення документів загального призначення

26.ДСТУ ГОСТ 2.308:2013 ЄСКД. Зазначення допусків форми та розміщення поверхонь (ГОСТ 2.308-2011, IDT).

27.Єдина система конструкторської документації НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ І ГРАНИЧНИХ ВІДХИЛІВ (ГОСТ 2.307-2011, IDT) ДСТУ ГОСТ 2.307:2013

28.Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи для студентів спеціальності 131"Прикладна механіка "Освітньо-професійної програми Прикладна механіка усіх форм навчання, Кривий Ріг: КНУ, 2025.

ДОДАТКИ

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

**АЛЬБОМ КРЕСЛЕНЬ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-
ЗАСВІДЧУЮЧИХ АРКУШІВ**

КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

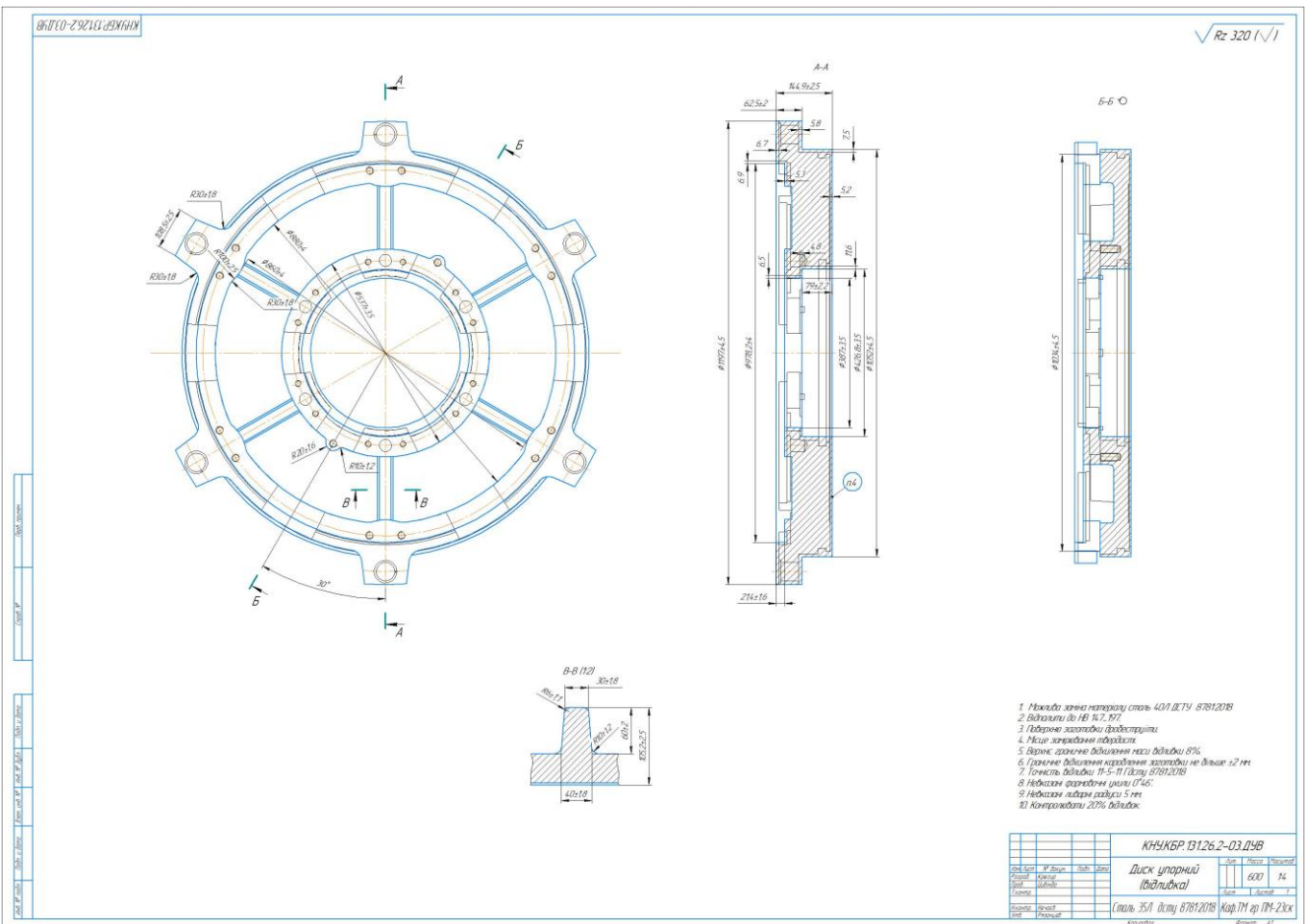
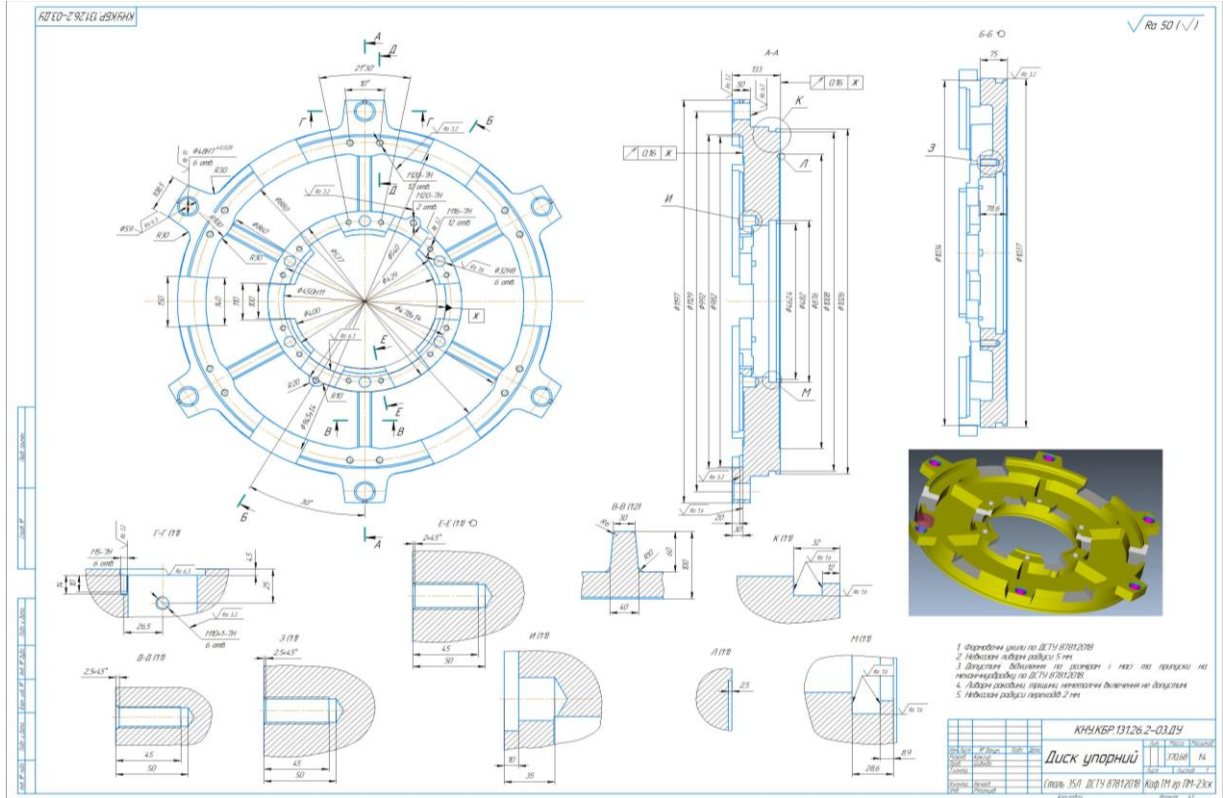
зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

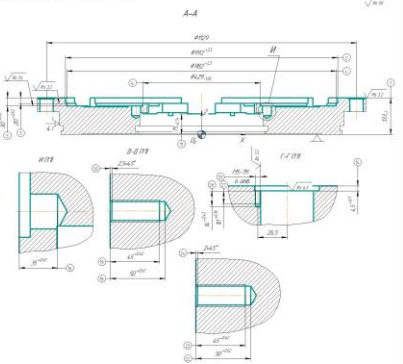
на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виробництва деталі
«Диск упорний валу зчеплення» в середовищі CAD/CAM-технологій

Виконав здобувач гр. ПМ-23ск	_____	Сергій КРЮГИР
	(підпис)	
Керівник КБР	_____	Наталія ЦИВІНДА
	(підпис)	
Нормоконтроль	_____	Василь НЕЧАЄВ
	(підпис)	
Завідувач кафедри	_____	Антон РЯЗАНЦЕВ
	(підпис)	

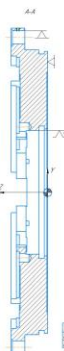
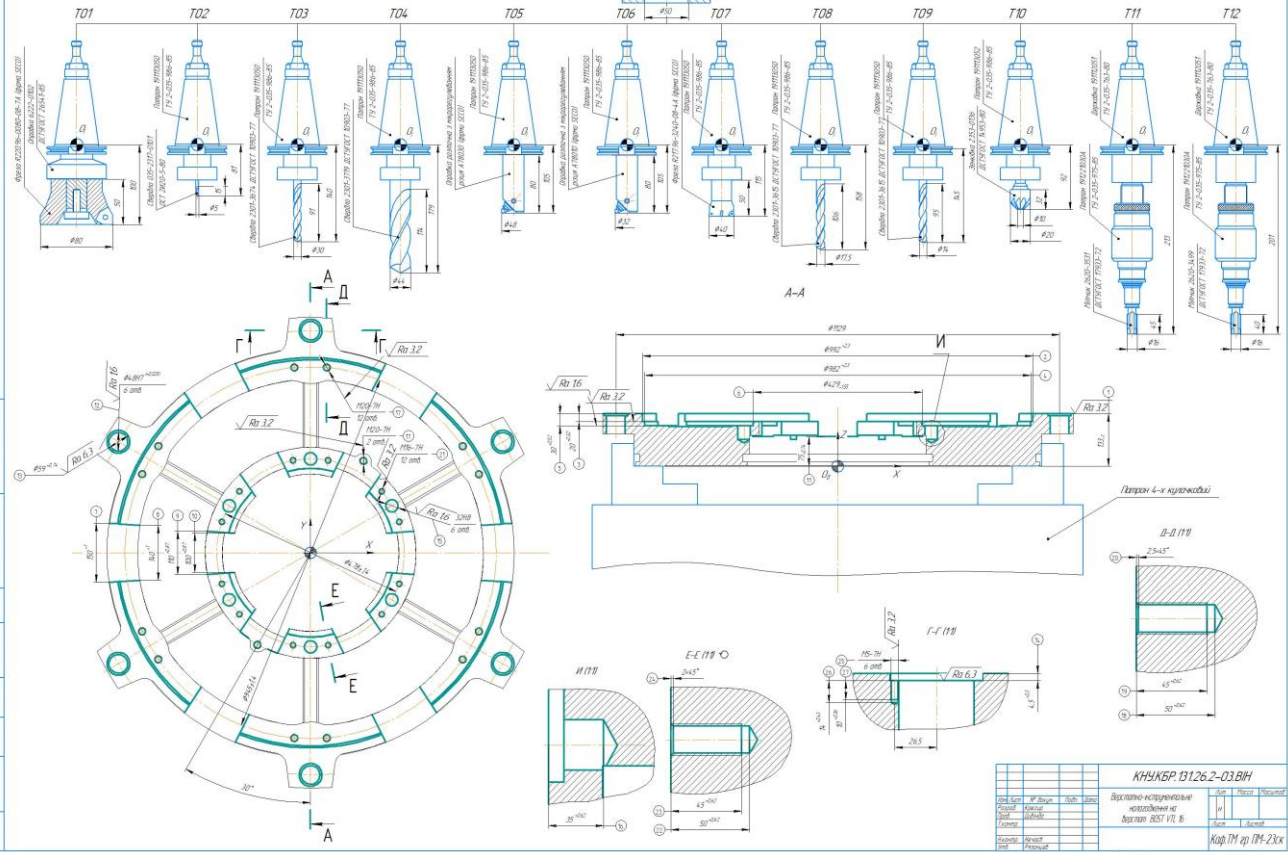
Кривий Ріг
2026 р.

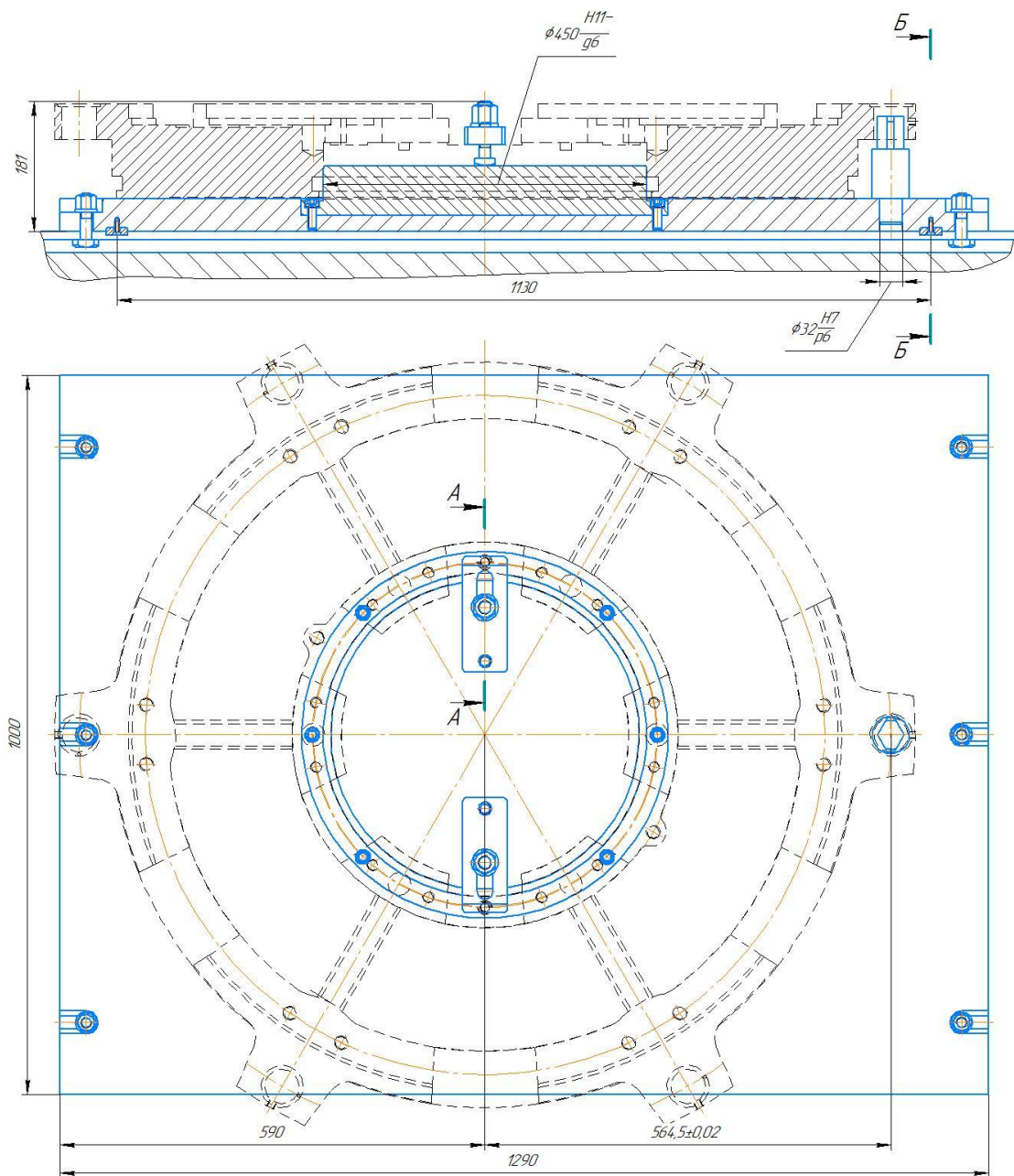
№ рядка	Формат	Позначення			Найменування	Кількість листів	При- мітка	
1								
2								
3								
4								
5								
6					Графічні матеріали			
7								
9	A1	КНУ.КБР.131.26.2-03.ДУ			Диск упорний	1		
10	A1	КНУ.КБР.131.26.2-03ДУЗ			Диск упорний (відливка)	1		
11	A0	КНУ.КБР.131.26.2-03.ЕО			Ескізи операцій	1		
12	A1	КНУ.КБР.131.26.2-03.ВІН			Верстатно-інструментальне	1		
13					налагодження			
14	A0	КНУ.КБР.131.26.2-03.ЕТІ			Ескізи траєкторій	1		
15					інструменту			
16	A2	КНУ.КБР.131.26.2-03.СП			Спеціальне пристосування	1		
17	A1	КНУ.КБР.131.26.2-03.КП			Контрольне пристосування	1		
18	A2	КНУ.КБР.131.26.2-03.ПД			План діляниці	1		
19								
20								
24								
25								
30								
					КНУ.КБР.131.26.2-03.ВЕДКБР			
Зм	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	ВІДОМОСТІ ЕЛЕКТРОННИХ ДОКУМЕНТІВ КБР	Літера	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Крюгир						
Перевір.		Цивінда					1	1
Реценз.						Каф.ТМ гр.ПМ-23ск		
Н.Контр.		Нечаєв						
Затверд.		Рязанцев						



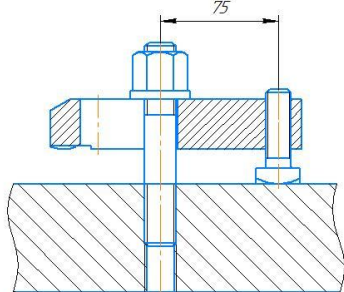
[illegible]

Наименование параметра	Q, м³/с	L, км	T, сек	S, м²/с²	V, м³/с²	G, м³/с²	I _н , %
Длина реки от истока до устья по течению	9	8	6,5	(0,8)	7	330	56
Площадь бассейна	87	87	(1,5)	1	2	80	15

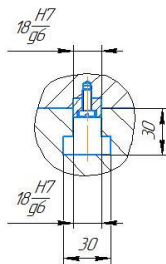
[illegible][illegible]



A-A (1:2)



B-B (1:2)



1. Пристосування призначене на свердильно-фрезерну операцію
2. Сила зажиму 8865Н
3. Похибка базування деталі 0,15 мм
4. Похибка пристосування 0,18 мм

КНУКБР.13126.2-03.СП				Лист			Масса	Масштаб
Спеціальне пристосування							14	
Ізм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Лист		Листов	1
Розроб	Крижир							
Проб	Цибінда							
Реконстр								
Нормат	Нормат							
Утв	Різнореб							

Копіюваль

Формат А2

Проб. примеч.

Стор. №

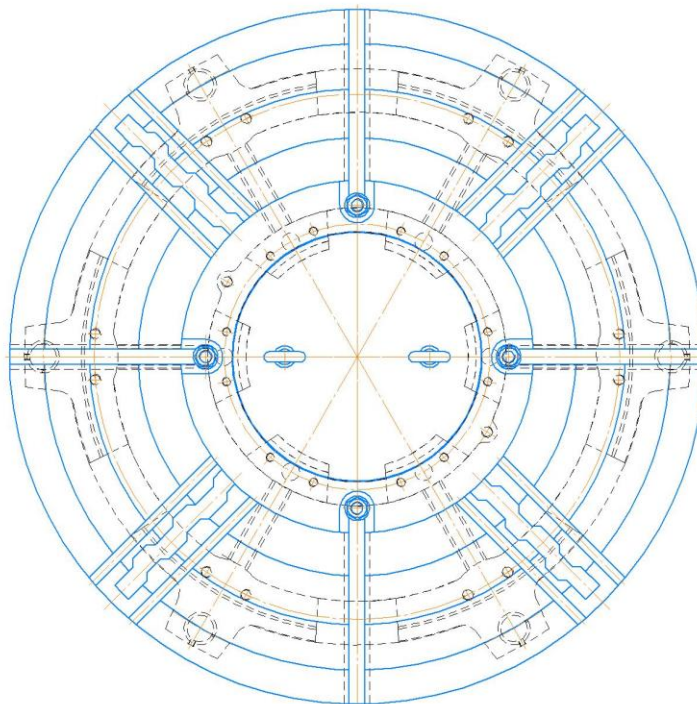
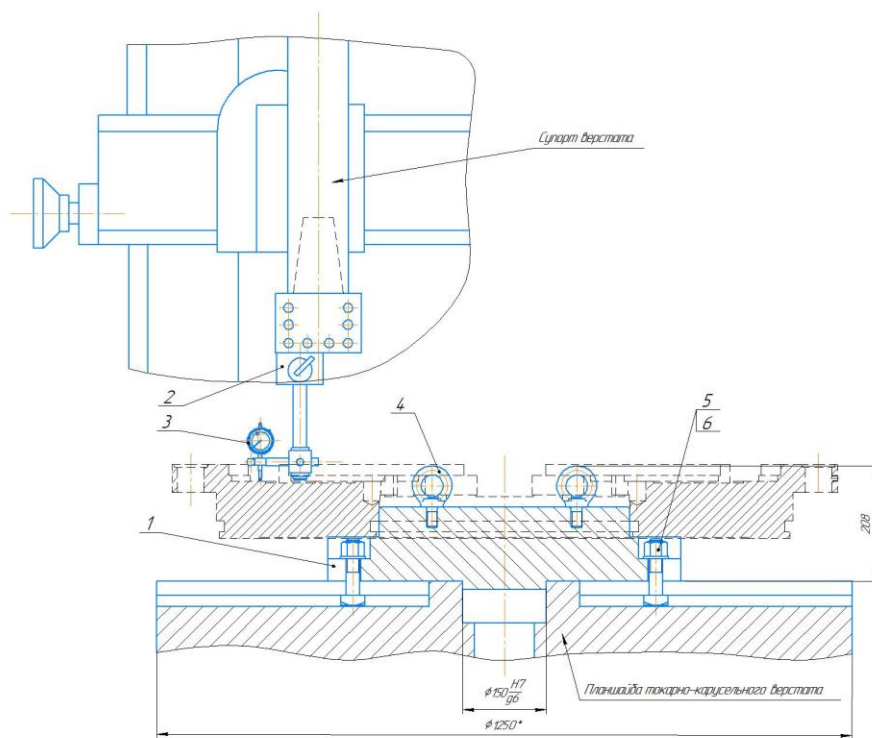
Підп. і дата

Лист № докум.

Базис. шиф. №

Підп. і дата

Лист № подл.



1. Контрольные приспособления предназначены для контроля торцевого диаметра.
2. Погрешность контроля складывается: 0,037 мм.

КНЧКБР.В.126.2-03.КП			
Контрольные приспособления			
Изм.	Лист	№ докум.	Лист
Разработ.	Корректор	Деталь	Деталь
Провер.	Инженер	Лист	Лист
Конструктор	Инженер	Лист	Лист
Монтаж	Инженер	Лист	Лист
Эксп.	Инженер	Лист	Лист

Коллектор

Формат А1

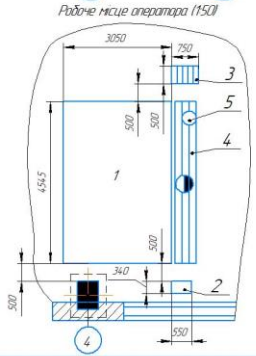
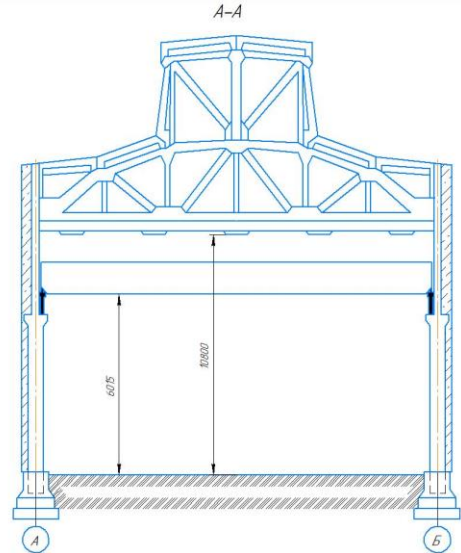
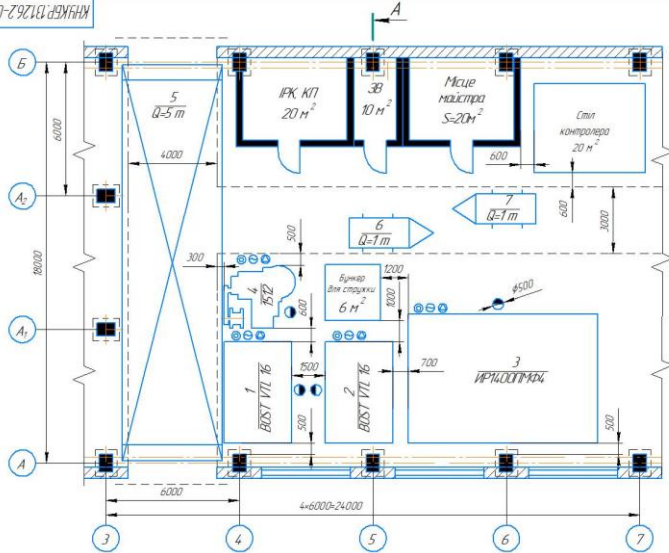
Лист 1 из 1

Судовая

Лист 1 из 1

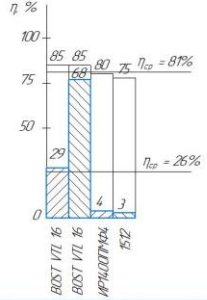
Лист 1 из 1

Лист 1 из 1



- 1 - верстат мод. BOST VII 16
- 2 - трубка інструментальна
- 3 - стелаж
- 4 - решітка для ніг
- 5 - стілець

Графік завантаження основного технологічного оснащення



КНУКБР.13126.2-03.МД.20.3А				Лист	Масштаб	Масштаб
Механічна дільниця				Лист	Лист	Лист
Коп. 11М зр. 11М-23ск				Формат А2		