

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 виготовлення деталі «Корпус» привідного барабану та обґрунтування параметрів різаль-ного інструменту за допомогою CAD/CAM/CAE систем

Виконала: здобувач групи ПМ-21
Кучер А.В.

Керівник випускної роботи:
Зав. кафедри доцент, к.т.н.,
Рязанцев А.О.

Кривий Ріг
2025 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 виготовлення деталі «Корпус» привідного барабану та обґрунтування параметрів різаль-ного інструменту за допомогою CAD/CAM/CAE систем

Виконав здобувач гр. ПМ-21

(підпис)

Анна КУЧЕР

Керівник КБР

(підпис)

Антон РЯЗАНЦЕВ

Нормоконтроль

(підпис)

Василь НЕЧАЄВ

Завідувач кафедри

(підпис)

Антон РЯЗАНЦЕВ

м. Кривий Ріг
2025 р.

Криворізький національний університет
Факультет: механічної інженерії та транспорту
Кафедра: технології машинобудування
Ступінь вищої освіти: бакалавр
Спеціальність: 131 Прикладна механіка

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

(дата)

(підпис)

ЗАВДАННЯ **на кваліфікаційну бакалаврську роботу**

Здобувача групи ПМ-21 Кучер Анни Володимирівни

1. Тема: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Корпус» привідного барабану та обґрунтування параметрів різального інструменту за допомогою CAD/CAM/CAE систем

Керівник проєкту: доц., к.т.н. Рязанцев А.О.

Затверджена наказом по КНУ № _____ від «__» _____ 2025 р.

2. Термін подання здобувачем закінченої роботи «__» _____ 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Найменування вузла «Привідний барабан». 2. Креслення деталі «Корпус». 3. Річна програма випуску деталей 1095.

4. Зміст пояснювальної записки: 1. Аналіз службового призначення машини, вузла та деталі. 2. Технологічна підготовка виробництва деталі. 3. Вибір ріжучих та допоміжних інструментів за міжнародними стандартами. 4. Проектування та інженерний аналіз різального інструменту. 5. Моделювання та програмування операцій механічної обробки. 6. Організаційно-економічна підготовка виробництва.

5. Перелік графічного матеріалу: 1. Корпус. 2. Привідний барабан. 3. Верстатно-інструментальне налагодження. 4. Комбіноване свердло. 5. Моделювання процесу обробки. 6. Інженерний аналіз спеціального різального інструменту.

6. Календарний план:

№ з/п	Етапи виконання кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання
1.	Розробка та узгодження технічного завдання	
2.	Технічне завдання та аналіз вихідних даних	
3.	Призначення об'єкту виробництва	
4.	Аналіз технологічності деталі.	
5.	Креслення деталі (А1-А4).	
6.	Вибір та обґрунтування послідовності обробки поверхонь деталі.	
7.	Розробка технологічного маршруту обробки деталі.	
8.	Вибір параметрів ріжучої частини інструментів.	
9.	Розрахунок конструктивних параметрів ріжучої частини інструменту.	
10.	Вибір розмірів ріжучого інструменту.	
11.	Креслення спеціального ріжучого інструменту (А2-А4).	
12.	Креслення з інженерним аналізом спеціального різального інструменту	
13.	Вибір допоміжних інструментів.	
14.	Розробка та креслення об'єднаного верстатно-інструментального (А1-А2)	
15.	Моделювання та програмування операцій механічної обробки	
16.	Креслення змодельованого процесу обробки (А1-А2)	
17.	Організаційно-економічна підготовка виробництва.	
18.	Висновки	
19.	Оформлення РПЗ	
20.	Попередній захист	

Дата видачі завдання: «___» _____ 2025 р.

Завдання видав керівник КБР _____

/Рязанцев А.О./

Завдання отримала
здобувач освіти

/Кучер А.В./

[illegible]

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до КРБ містить: 79 стор., 92 рисунок, 16 таблиць, 4 листів графічної частини.

Тема: «Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Корпус» приводного ба-рабану та обґрунтування параметрів різального інструменту за допомогою CAD/CAM/CAE систем»

Метою даної бакалаврської роботи є комплексна розробка та всебічний аналіз конструкції корпусу приводного барабана, а також оптимізація його виробництва з використанням сучасних підходів до конструкторсько-технологічної підготовки.

Для досягнення цієї мети передбачається виконання наступних завдань:

1. Детальний аналіз функціональних вимог та умов експлуатації приводних барабанів у складі конвеєрних систем, підйомних механізмів та інших машин, з особливою увагою до навантажень, які впливають на корпус.
2. Створення детального технологічного процесу виготовлення обраної конструкції корпусу, включаючи послідовність операцій, вибір обладнання, ріжучого інструменту та оснащення.
3. Проведення інженерного аналізу (CAE) міцності та жорсткості розробленої конструкції корпусу з використанням програмного забезпечення для виявлення потенційних слабких місць та підтвердження відповідності вимогам.
4. Оптимізація конструкції та технологічного процесу на основі результатів інженерного аналізу, а також з урахуванням можливостей автоматизованого проектування та виробництва (CAD/CAM).
5. Економічне обґрунтування розробленої конструкції та технології виробництва, оцінка її конкурентоспроможності.

Об'єктом дослідження є корпус приводного барабана, що розглядається як невід'ємна складова частина загального приводного механізму.

					КНУ.КБР.131.25.1-13.Р				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Реферат				
Розроб.	Кучер								
Перевір.	Рязанцев								
Реценз.									
Н. Контр.	Нечаєв								
Зав. каф.	Рязанцев								
					Літ.	Арк.	Архив		
					Кафедра ТМ, гр. ПМ-21				

Предметом дослідження є конструкторсько-технологічна підготовка виробництва деталі під назвою "Корпус", яка є ключовим елементом механізму "Барабан приводний". Цей аспект включає в себе:

- Розробку оптимального технологічного процесу виготовлення деталі.
- Вибір відповідного обладнання та інструменту, що забезпечить ефективне та якісне виробництво.
- Проведення комплексного аналізу та оптимізації конструкції та виробничого процесу за допомогою сучасних CAD/CAM/CAE систем.

Результати дослідження матимуть практичну цінність для машинобудівних підприємств, що займаються виробництвом конвеєрних систем, підйомних механізмів та іншого обладнання, де використовуються приводні барабани. Запропоновані підходи до конструкторсько-технологічної підготовки виробництва дозволять підвищити якість продукції, оптимізувати виробничі процеси та знизити собівартість.

					КНУ.КБР.131.25.1-13.Р	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

The explanatory note to the CRB contains: 79 pages, 92 figures, 16 tables, 4 sheets of graphic part.

Topic: "Design and Technological Preparation for the Manufacturing of the 'Housing' Component of a Drive Drum and Justification of Cutting Tool Parameters Using CAD/CAM/CAE Systems"

Objective:

The objective of this bachelor's thesis is the comprehensive development and thorough analysis of the drive drum housing design, as well as the optimization of its manufacturing using modern approaches to design and technological preparation.

To achieve this goal, the following tasks are planned:

1. Detailed analysis of the functional requirements and operating conditions of drive drums within conveyor systems, lifting mechanisms, and other machinery, with particular attention to the loads impacting the housing.
2. Creation of a detailed manufacturing process for the selected housing design, including the sequence of operations, selection of equipment, cutting tools, and fixtures.
3. Conducting engineering analysis (CAE) of the strength and rigidity of the developed housing design using software to identify potential weak points and confirm compliance with requirements.
4. Optimization of the design and technological process based on the results of engineering analysis, and considering the capabilities of computer-aided design and manufacturing (CAD/CAM).
5. Economic justification of the developed design and manufacturing technology, including an assessment of its competitiveness.

Object of Study:

The object of study is the drive drum housing, considered an integral part of the overall drive mechanism.

Subject of Study:

					КНУ.КБР.131.25.1-13.Р	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

The subject of study is the design and technological preparation for the manufacturing of the component named "Housing," which is a key element of the "Drive Drum" mechanism. This aspect includes:

- Development of an optimal manufacturing process for the component.
- Selection of appropriate equipment and tooling to ensure efficient and high-quality production.
- Conducting a comprehensive analysis and optimization of the design and manufacturing process using modern CAD/CAM/CAE systems.

Practical Value:

The research results will have practical value for machine-building enterprises involved in the production of conveyor systems, lifting mechanisms, and other equipment where drive drums are utilized. The proposed approaches to design and technological preparation for manufacturing will enable improved product quality, optimized production processes, and reduced costs.

					<i>КНУ.КБР.131.25.1-13.P</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП	11
1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА ТА ДЕТАЛІ .	13
1.1 Технічне завдання та аналіз вихідних даних	13
1.2 Призначення об'єкту виробництва, як елементу вузла, механізму машини з характеристикою будови, принципів роботи, характеристикою кінематичних та силових ланцюгів та передач машини	14
1.3 Аналіз та розрахунок кінематики триступінчастого черв'ячного редуктора	17
1.4 Розрахунок параметрів точності різьбового з'єднання	23
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛІ	25
2.1 Службове призначення деталі. Вибір матеріалу і варіантів замін	25
2.2 Аналіз якості поверхонь деталі	26
2.3 Технічний контроль робочого креслення	27
2.4 Проектування технологічного процесу обробки деталі, вибір обладнання	28
3 ВИБІР РІЗУЧИХ ТА ДОПОМІЖНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ЗА МІЖНАРОДНИМИ СТАНДАРТАМИ	35
3.1 Вибір типу інструментів з обробки поверхонь деталі	35
3.2 Вибір параметрів різальної частини інструментів	35
3.3 Розрахунок на міцність конструктивних параметрів різального інструменту	43
3.4 Вибір типорозміру допоміжних інструментів	46
3.5 Компоновка інструментального комплексу та розробка інструментального налагодження на технологічну операцію деталі	49
4 ПРОЕКТУВАННЯ ТА ІНЖЕНЕРНИЙ АНАЛІЗ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ	50
4.1 Розрахунок та проектування спеціального різального інструменту	50
4.2 Інженерний аналіз спеціального різального інструменту	53
5 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ	55
5.1 Робота з проміжними файлами, вибір системи ЧПК, постпроцесора	55
5.2 Моделювання обробки та перевірка керуючих програм	55
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА	62
6.1 Розрахунки ключових техніко-економічних показників	62
6.2 Охорона праці та екологія виробництва	72
ВИСНОВКИ	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	79

					КНУ.КБР.131.25.1-13.3		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Кучер				Зміст	Літ.	Арк.
Перевір.	Рязанцев						Аркушів
Реценз.							
Н. Контр.	Нечасів					Кафедра ТМ, гр. ПМ-21	
Зав. каф.	Рязанцев						

ВСТУП

Підготовка здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти здійснюється за Освітньо-професійною програмою «Прикладна механіка», розробленою на основі Стандарту вищої освіти за спеціальністю 131 Прикладна механіка для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, затвердженого Міністерством освіти і науки України (Наказ МОНУ №865 від 20.06.2019р.)

Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти відповідає 6 (шостий) кваліфікаційному рівню Національної рамки кваліфікацій, першому циклу вищої освіти Рамки кваліфікацій Європейського простору вищої освіти, (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-п>) та концептуальні наукові та практичні знання, критичне осмислення теорій, принципів, методів і понять у сфері професійної діяльності та/або навчання.

Тобто здобувачі першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за Освітньо-професійною програмою «Прикладна механіка», після закінчення навчання, повинні мати:

- поглиблені когнітивні та практичні уміння/навички, майстерність та інноваційність на рівні, необхідному для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем у сфері професійної діяльності або навчання;

- здатність донесення до фахівців і нефахівців інформації, ідей, проблем, рішень, власного досвіду та аргументації збір, інтерпретація та застосування даних спілкування з професійних питань, у тому числі іноземною мовою, усно та письмово;

Мати відповідальність і автономію управління складною технічною або професійною діяльністю чи проектами;

- спроможність нести відповідальність за вироблення та ухвалення рішень у непередбачуваних робочих та/або навчальних контекстах;

- формування суджень, що враховують соціальні, наукові та етичні аспекти ;

- організація та керівництво професійним розвитком осіб та груп здатність продовжувати навчання із значним ступенем автономії.

Мета освітньо-професійної програми «Прикладна механіка» узгоджена зі Стратегією та місією Криворізького національного університету. Це забезпечення ґрунтовної підготовки фахівців у сфері прикладної механіки шляхом надання загальних та фахових компетентностей, призначених для виконання проектування, виготовлення та експлуатації об'єктів та систем прикладної механіки в машинобудівних виробництвах гірничо-металургійної галузі, що базується на принципах академічної доброчесності, загальнолюдських цінностей, національної ідентичності та креативного становлення людини і суспільства майбутнього.

					КНУ.КБР.131.25.1-13.В		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Кучер			ВСТУП		
Перевір.		Рязанцев					
Реценз.							
Н. Контр.		Нечасів					
Зав. каф.		Рязанцев					
					Лім.	Арк.	Аркушів
					Кафедра ТМ, гр. ПМ-21		

Акцент освітньо-професійної програми «Прикладна механіка» зроблений на здатності виконувати теоретичні та розрахунково-експериментальні роботи з вирішення завдань прикладної механіки – завдань динаміки, міцності, стійкості, довговічності, надійності та безпеки машин та механізмів; застосування інформаційних технологій, сучасних систем комп'ютерної математики, комп'ютерного технологій, програмних систем комп'ютерного проектування; систем автоматизованого проектування, програмних систем інженерного аналізу і комп'ютерного інжинірингу, організація роботи виробничих підрозділів, що займаються проектуванням, виробництвом та експлуатацією машин і механізмів машинобудівних виробництв гірничо-металургійного комплексу.

					КНУ.КБР.131.25.1-13.В	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					КНУ.КБР.131.25.1-13.01.АСПМ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Квчер				Аналіз службового призначення машини	Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.	Рязанцев								
Реценз.						Кафедра ТМ, гр. ПМ-21			
Н. Контр.	Нечаєв								
Зав. каф.	Рязанцев								

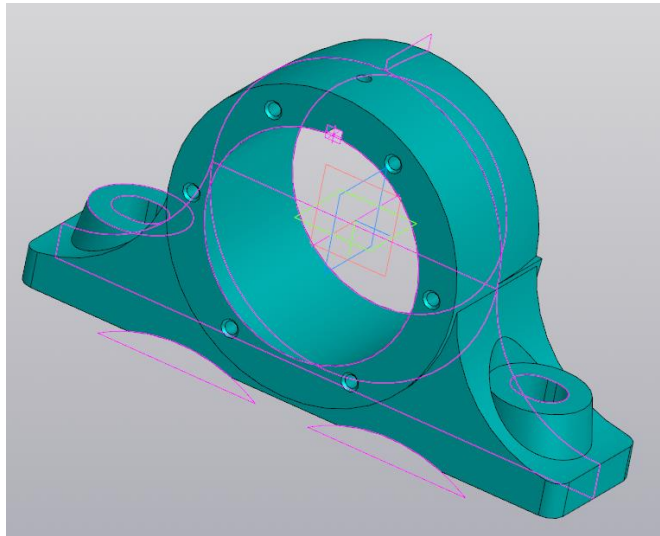


Рисунок 1.2 – 3D модель деталі корпус

Головна мета даної бакалаврської роботи полягає у розробці детального проекту виготовлення корпусу механізму "Барабан привідний". Цей проект повинен охоплювати всі ключові етапи: від конструкторської підготовки до розробки технологічного процесу виготовлення. Важливою складовою є проведення аналізу та оптимізації проекту з використанням сучасних CAD (автоматизоване проектування), CAM (автоматизоване виготовлення) та CAE (комп'ютерний аналіз) систем.

1.2 Призначення об'єкту виробництва, як елементу вузла, механізму машини з характеристикою будови, принципів роботи, характеристикою кінематичних та силових ланцюгів та передач машини.

Привідний барабан у стрічковому конвеєрі є ключовим елементом, що забезпечує рух стрічки та, відповідно, транспортування вантажу, і його робота базується на кількох основних принципах. Перш за все, він отримує обертальний рух від двигуна через редуктор або інші передавальні механізми, перетворюючи його на тягове зусилля, яке передається на стрічку конвеєра. Завдяки фрикційному зчепленню між поверхнею барабана та стрічкою, стрічка починає рухатися, забезпечуючи безперервний рух, що дозволяє транспортувати вантаж з однієї точки в іншу. Швидкість руху стрічки регулюється швидкістю обертання привідного барабана.

Крім того, привідний барабан відіграє важливу роль у створенні та підтримці необхідного натягу стрічки, що забезпечує її стабільний рух та запобігає її прослизанню на барабані. Для регулювання натягу стрічки використовуються натяжні пристрої, які можуть бути інтегровані в конструкцію конвеєра. Фрикційне зчеплення між барабаном та стрічкою є критично важливим для ефективної роботи конвеєра, і для збільшення зчеплення поверхня барабана може бути покрита спеціальними матеріалами, такими як гума або поліуретан. Також, для збільшення зчеплення, можливе використання двох привідних барабанів.

					КНУ.КБР.131.25.1-13.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.3 – Конвеєрна стрічка

Привідні барабани можуть мати різні конструкції залежно від типу конвеєра та умов його експлуатації. Вони можуть бути гладкими або мати спеціальні канавки для кращого зчеплення зі стрічкою, а також оснащені різними системами кріплення та підшипниками для забезпечення надійної роботи. Важливо враховувати навантаження, яке буде діяти на привідний барабан, при виборі його конструкції та матеріалів, а також забезпечити належне обслуговування та технічне обслуговування барабана для запобігання його зносу та поломкам. Таким чином, привідний барабан є невід'ємною частиною стрічкового конвеєра, що забезпечує його ефективну та надійну роботу.



Рисунок 1.4 – барабан привідний

					КНУ.КБР.131.25.1-13.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні технічні характеристики привідного барабана можна знайти в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Основні технічні характеристики привідного барабана

Параметр	Величина
1	2
Діаметр	159
Довжина, мм	5000
Ширина стрічки, мм	400
Висота підняття стрічки, мм	2000
Тип	Привідний
Крок роликів становить	700
Потужність, кВт	1.5
Товщина стрічки, мм	6
Продуктивність, т/год	40
Висота металевих бортів, мм	100

Привідний барабан, ключовий елемент багатьох механізмів, зокрема стрічкових конвеєрів, має складну структуру, що забезпечує ефективну передачу обертального руху. Його склад може варіюватися залежно від призначення та конструкції, але зазвичай включає такі основні компоненти, як обічайка, вал, підшипники, кріпильні елементи, футерівка. А також існують додаткові компоненти, як ребра жорсткості та натяжні пристрої.

Привідний барабан відіграє ключову роль у кінематичних та силових ланцюгах машин, забезпечуючи передачу руху та зусиль. У кінематичних ланцюгах він є невід'ємною частиною, що передає обертальний рух від двигуна до робочого органу, наприклад, стрічки конвеєра. Цей процес здійснюється через редуктори, шестерні, ланцюги або ремені, які змінюють швидкість та момент обертання. Діаметр барабана та швидкість його обертання визначають швидкість руху робочого органу, а його розташування впливає на напрямок руху.

У силових ланцюгах привідний барабан передає тягове зусилля на стрічку, забезпечуючи її рух. Це зусилля залежить від моменту обертання барабана та коефіцієнта тертя між барабаном та стрічкою. Барабан повинен витримувати значні навантаження, особливо при транспортуванні важких вантажів, тому розрахунок міцності барабана та його опорних елементів є критично важливим для забезпечення надійної роботи.

Передачі машини, такі як редуктори, використовуються для зменшення швидкості обертання двигуна та збільшення моменту обертання, що передається на барабан. Тип редуктора (циліндричний, конічний, черв'ячний) вибирається залежно від необхідних параметрів передачі. Ремінні та ланцюгові передачі використовуються для передачі руху між валами, забезпечуючи плавність або більшу міцність відповідно. Фрикційне зчеплення між барабаном та стрічкою є критично важливим для ефективної роботи конвеєра, і для збільшення зчеплення поверхня барабана може бути покрита спеціальними матеріалами.

					КНУ.КБР.131.25.1-13.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Правильний вибір та розрахунок параметрів приводного барабана забезпечує високу ефективність роботи машини, а міцна конструкція та якісні матеріали гарантують надійну роботу протягом тривалого часу. Відповідність вимогам безпеки при проектуванні та експлуатації барабана запобігає аварійним ситуаціям.

1.3 Аналіз та розрахунок кінематики триступінчастого черв'ячного редуктора.

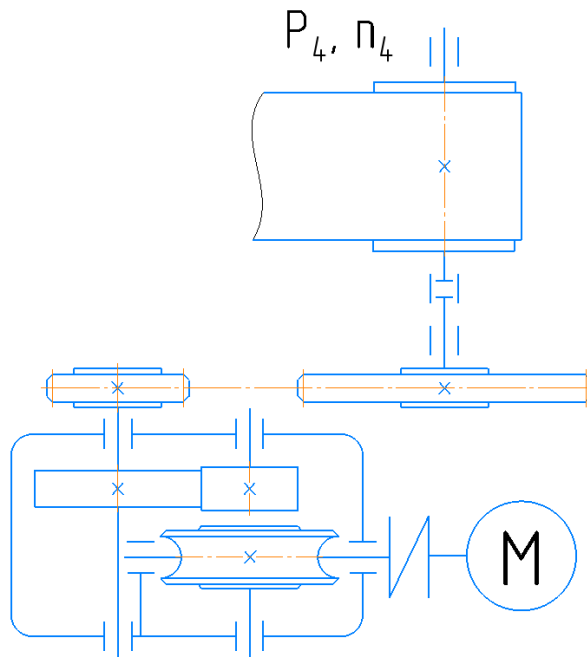


Рисунок 1.5 – Опис кінематики триступінчастого черв'ячного редуктора, що з'єднаний з приводним барабаном.

Після аналізу наданої кінематичної схеми привода, я розраховую коефіцієнт корисної дії (ККД) привода за формулою 1.1

$$\eta_{\text{пр}} = \eta_1 \cdot \eta_2^4 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot \eta_5 \cdot \eta_6, \quad (1.1)$$

ККД окремих компонентів привода, включають: η_1 (муфта), η_2 (підшипники), η_3 (черв'ячна передача), η_4 (циліндрична передача) та η_5 (відкрита передача). η_6 (зубчаста муфта).

$$\eta_{\text{пр}} = 0,993 \cdot 0,993^4 \cdot 0,72 \cdot 0,97 \cdot 0,93 = 0,627$$

Розрахунок необхідної потужності двигуна для забезпечення роботи приводу за формулою 1.2

$$P_p = \frac{P_4}{\eta_{\text{пр}}}, \quad (1.2)$$

					КНУ.КБР.131.25.1-13.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_p = \frac{6,8}{0,627} = 10,845 \text{ кВт}$$

Розраховую потужність і кутову швидкість конвеєра на ведучому валу, використовуючи задані параметри навантаження за формулою 1.3

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_4}{30}, \quad (1.3)$$

$$\omega_1 = \frac{3,14 \cdot 25}{30} = 2,62 \frac{\text{рад}}{\text{с}},$$

Числові значення передаточних відношень механічних передач визначається за формулою 1.4

$$i_{\text{пр}} = i_p \cdot i_{\text{від}}, \quad (1.4)$$

де i_p – коефіцієнт редукції редуктора, $i_{\text{від}}$ – коефіцієнт редукції відкритої передачі.

$$i_{\text{пр}} = 39 \cdot 3 = 117$$

Попередня частота обертання двигуна визначаються за формулою 1.5

$$n'_{\text{дв}} = n_4 \cdot i_{\text{пр}}, \quad (1.5)$$

$$n'_{\text{дв}} = 25 \cdot 117 = 2925 \text{ об/хв}$$

Електродвигун 4A100S4Y3, був обраний для використання, характеристики якого можна знайти в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Механічні характеристики електродвигуна

Основні параметри електродвигуна 4A100S4Y3	Одиниці вимірювання	Значення
1	2	3
Потужність	$P_{\text{дв}}$, кВт	11
Номінальна частота	$n_{\text{дв}}$, об/хв	1455
Відношення	$T_{\text{п}}/T_{\text{н}}$	1,2
Діаметр вихідного кінця електродвигуна	$d_{\text{дв}}$, мм	38
Довжина вихідного кінця валу електродвигуна	$l_{\text{дв}}$, мм	530

Визначимо передаточне число привода за формулою 1.6

$$i_{\text{пр}} = \frac{n_{\text{дв}}}{n_4}, \quad (1.6)$$

$$i_{\text{пр}} = \frac{1455}{25} = 58.2$$

Визначаємо передаточне число відкритої передачі за формулою 1.7

$$i_{\text{від}} = \frac{i_{\text{пр}}}{i_p} = \frac{116}{39} = 2,97, \quad (1.7)$$

Визначаємо діапазон передаточного числа для двоступінчастої циліндричної передачі $i_{\text{цп}} = 3,15$.

Визначаємо передаточне відношення для черв'ячної передачі за формулою 1.8

$$i_{\text{ч}} = \frac{i_p}{i_{\text{цп}}}, \quad (1.8)$$

$$i_{\text{ч}} = \frac{39}{3,15} = 12,381$$

Приймаємо $i_{\text{ч}} = 16$

Тоді фактичне редуктора знаходимо за формулою 1.9

$$i_p = i_{\text{ч}} \cdot i_{\text{цп}}, \quad (1.9)$$

$$i_p = 3,15 \cdot 16 = 50,4$$

Уточнюємо значення передаточного числа відкритої передачі за формулою 1.10

$$i_{\text{вп}} = \frac{i_{\text{пр}}}{i_p}, \quad (1.10)$$

$$i_{\text{вп}} = \frac{116}{50,4} = 2,3$$

Розрахуємо значення потужності, кутової швидкості та крутного моменту для кожного валу привода.

1) На валу електродвигуна:

- Частота обертання, об/хв

$$n_{\text{дв}} = 1455 \text{ об/хв}$$

					КНУ.КБР.131.25.1-13.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Кутова швидкість, рад/с

$$\omega_{дв} = \frac{\pi \cdot n_{дв}}{30}, \quad (1.11)$$

$$\omega_{дв} = \frac{3,14 \cdot 1455}{30} = 152,29 \text{ рад/с}$$

- Номінальна потужність, кВт

$$P_{пр} = P_p = 10,845$$

- Обертовий момент, Нм

$$T_{дв} = \frac{P_p \cdot 10^3}{\omega_{дв}}, \quad (1.12)$$

$$T_{дв} = \frac{10,845 \cdot 10^3}{152,29} = 71,2 \text{ Нм}$$

2) На входному валу редуктора після муфти

- Частота обертання, об/хв

$$n_1 = n_{дв} = 1455 \text{ об/хв}$$

- Кутова швидкість, рад/с

$$\omega_1 = \omega_{дв} = 152,29 \text{ рад/с}$$

- Номінальна потужність, кВт

$$P_1 = P_{дв} \cdot \eta_1, \quad (1.13)$$

$$P_1 = 11 \cdot 0,993 = 10,923 \text{ кВт}$$

- Обертовий момент, Нм

$$T_1 = \frac{P_1 \cdot 10^3}{\omega_1}, \quad (1.14)$$

$$T_1 = \frac{10,923 \cdot 10^3}{152,29} = 71,7 \text{ Нм}$$

					КНУ.КБР.131.25.1-13.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3) На проміжному валу редуктора:

- Частота обертання, об/хв

$$n_2 = \frac{n_1}{i_{\text{Iст}}}, \quad (1.15)$$

$$n_2 = \frac{1455}{16} = 90,93 \text{ об/хв}$$

- Кутова швидкість, рад/с

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{i_{\text{Iст}}}, \quad (1.16)$$

$$\omega_2 = \frac{152,29}{16} = 9,5 \text{ рад/с}$$

- Потужність проміжному валі, кВт

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_2^2 \cdot \eta_{\text{Iст}}, \quad (1.17)$$

$$P_2 = 10,923 \cdot 0,993^2 \cdot 0,72 = 7,755 \text{ кВт}$$

- Обертовий момент, Нм

$$T_2 = T_1 \cdot i_{\text{Iст}}, \quad (1.18)$$

$$T_2 = 71,7 \cdot 16 = 1147,2 \text{ Нм}$$

де $i_{\text{Iст}}$ – коефіцієнт передачі першого ступеня редуктора (черв'ячного або циліндричного),

а $\eta_{\text{Iст}}$ – коефіцієнт корисної дії першого ступеня редуктора (черв'ячного або циліндричного).

4) На вихідному валу редуктора:

- Частота обертання, об/хв

$$n_3 = \frac{n_2}{i_{\text{IIст}}}, \quad (1.19)$$

$$n_3 = \frac{181,25}{3,15} = 57,54 \text{ об/хв}$$

- Кутова швидкість, рад/с

$$\omega_3 = \frac{\omega_2}{i_{\text{IIст}}} = \frac{9,5}{3,15} = 3 \text{ рад/с}$$

					КНУ.КБР.131.25.1-13.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Потужність на вихідному валі, кВт

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_2^2 \cdot \eta_{\text{Iст}}, \quad (1.20)$$

$$P_3 = 7,755 \cdot 0,993^2 \cdot 0,93 = 7,11 \text{ кВт}$$

- Обертовий момент, Нм

$$T_3 = T_2 \cdot i_{\text{Iст}}, \quad (1.21)$$

$$T_3 = 1147,2 \cdot 3,15 = 3613,68 \text{ Нм}$$

Де $i_{\text{Iст}}$ – коефіцієнт передачі першого ступеня редуктора (черв'ячного або циліндричного), а $\eta_{\text{Iст}}$ – коефіцієнт корисної дії другого ступеня редуктора (черв'ячного або циліндричного).

5) На валу робочого органу:

а) для передачі обертання через відкриту передачу

- Частота обертання, об/хв

$$n_4 = \frac{n_3}{i_{\text{від}}}, \quad (1.22)$$

$$n_4 = \frac{57,54}{2,3} = 25 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

- Кутова швидкість, рад/с

$$\omega_4 = \frac{\omega_3}{i_{\text{від}}}, \quad (1.23)$$

$$\omega_4 = \frac{6,02}{2,3} = 2,62 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

- Потужність на робочому органі, кВт

$$P_4 = P_3 \cdot \eta_5, \quad (1.24)$$

$$P_4 = 7,11 \cdot 0,93 = 6,612 \text{ кВт}$$

- Обертовий момент, Нм

$$T_4 = T_3 \cdot i_{\text{від}}, \quad (1.25)$$

					КНУ.КБР.131.25.1-13.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_4 = 3613,68 \cdot 2,3 = 8311,464 \text{ Нм}$$

Отримані данні заносимо до таблиці 1.3

Таблиця 1.3 – Розраховані значення основних параметрів привода стрічкового конвеєра

Вал	n, об/хв	ω , рад/с	P, кВт	T, Н·м	i		
дв	2900	303,53	11	35,73			
1	2900	303,53	10,923	35,987	16		
2	181,25	18,971	7,755	575,792		3,15	
3	57,54	6,02	7,11	1813,74			2,3
4	25	2,62	6,612	4171,6			

1.4 Розрахунок параметрів точності різьбового з'єднання

Задане різьбове з'єднання M10 × 7H

Вихідні данні: розрахувати параметри різьби

M – метрична різьба

10 – номінальний діаметр різьби, мм

1,5 – крок різьби P, мм

7H – Клас точності різьби

Визначаємо номінальні значення діаметрів різьби:

Зовнішній діаметр $D = 10$ мм

Середній діаметр $D_2 = D - 1 + 0.026 = 10 - 1 + 0.026 = 9,026$ мм

Внутрішній діаметр $D_1 = D - 2 + 0.376 = 10 - 2 + 0.376 = 8,376$ мм

В залежності від кроку, номінального діаметру різьби та заданого поля допуску визначаємо граничні відхилення:

Для $D_2 = 9.026$ з полем допуску 7H

верхнє: + 224 мкм

нижнє: 0 мкм

Для $D_1 = 8.376$ з полем допуску 7H

верхнє: + 375 мкм

нижнє: 0 мкм

Визначаємо граничні розміри та величини допусків у мм:

$$D_{2 \max} = D_2 + ES_2 = 9.026 + 0.224 = 9.25 \text{ мм}$$

$$D_{2 \min} = D_2 + EI_2 = 9.026 + 0 = 9.026 \text{ мм}$$

$$D_{1 \max} = D_1 + ES_1 = 8.376 + 0.375 = 8.751 \text{ мм}$$

$$D_{1 \min} = D_1 + EI_1 = 8.376 + 0 = 8.376 \text{ мм}$$

					КНУ.КБР.131.25.1-13.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$TD_2 = D_{2\max} - D_{2\min} = 9.25 - 9.026 = 0.224 \text{ мм}$$

$$TD_2 = ES_2 - EI_2 = 0.224 - 0 = 0.224 \text{ мм}$$

$$TD_1 = D_{1\max} - D_{1\min} = 8.751 - 8.376 = 0.375 \text{ мм}$$

$$TD_1 = ES_1 - EI_1 = 0.375 - 0 = 0.375 \text{ мм}$$

Таблиця 1.4 – Результати розрахунку

Позначення різьби	Елементи різьби	Розміри (мм)			Допуск, мм
		номінальний	найбільший	найменший	
Різьбовий отвір M10 × 7H	D	10	—	—	—
	D_2	9,026	9.25	9.026	0,224
	D_1	8,376	8.751	8.376	0,375

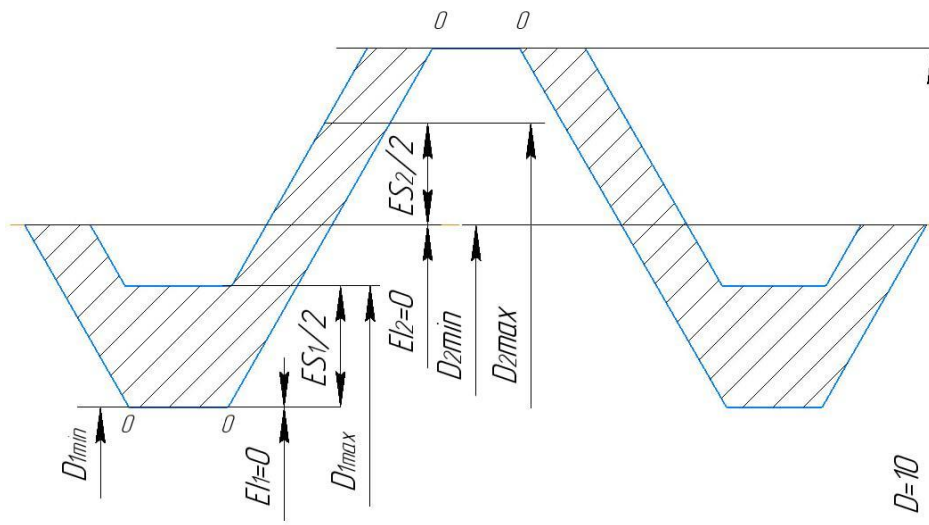


Рисунок 1.6 – Графічне зображення допусків різьбового отвору

					КНУ.КБР.131.25.1-13.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛІ

2.1 Службове призначення деталі. Вибір матеріалу і варіантів замін

Корпус є базовою деталлю, яка служить для розміщення та підтримки інших елементів механізму. Судячи з наявності отворів та опорних поверхонь, корпус призначений для встановлення підшипників або інших обертових елементів. Форма корпусу вказує на те, що він може бути частиною редуктора, насоса або іншого промислового обладнання. Корпус повинен забезпечувати жорсткість та стійкість конструкції, а також захищати внутрішні елементи від зовнішніх впливів.

Матеріал корпусу – сталь 35Л (ДСТУ 8781:2018). Сталь 35Л – це вуглецева конструкційна сталь, яка має хороші механічні властивості, такі як міцність, твердість та зносостійкість. Вибір обумовлений необхідністю забезпечити достатню міцність та жорсткість корпусу для роботи під навантаженням. Альтернативні матеріали можна розглянути, як сталі 45Л, 40ХЛ

Таблиця 2.1 – Порівняльний аналіз хімічного складу сталі 35Л та її аналогів

Марка сталі	C	Si	Mn	Cr	Cu	Ni	P	S
				не більше				
35Л	0,32-0,40	0,20-0,40	0,50-0,80	0,25	0,25	0,25	0,040	0,040
45Л	0,42-0,50	0,20-0,40	0,50-0,80	0,25	0,25	0,25	0,040	0,040
40ХЛ	0,36-0,44	0,20-0,40	0,50-0,80	0,80-1,10	0,30	0,30	0,040	0,040

					КНУ.КБР.131.25.1-13.02.ТПВД		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Кучер				Технологічна підготовка виробництва деталі	Лім.	Арк.
Перевір.	Рязанцев						Аркушів
Реценз.							
Н. Контр.	Нечасв					Кафедра ТМ, гр. ПМ-21	
Зав. каф.	Рязанцев						

Таблиця 2.2 – Порівняльний аналіз механічних характеристик сталі 35Л та її аналогів

Марка сталі	σ_T , МПа	σ_{sp} , МПа	δ_5 , %	ψ , %	a_H , Дж/см ²	Твердість НВ
	не менше					не більш
35Л	320- 380	530- 630	18- 22	35- 45	40-60	160-200
45Л	370- 450	610- 760	16- 20	30- 40	30-50	180-230
40ХЛ	540- 690	780- 980	14- 18	35- 45	50-80	230-280

2.2 Аналіз якості поверхонь деталей

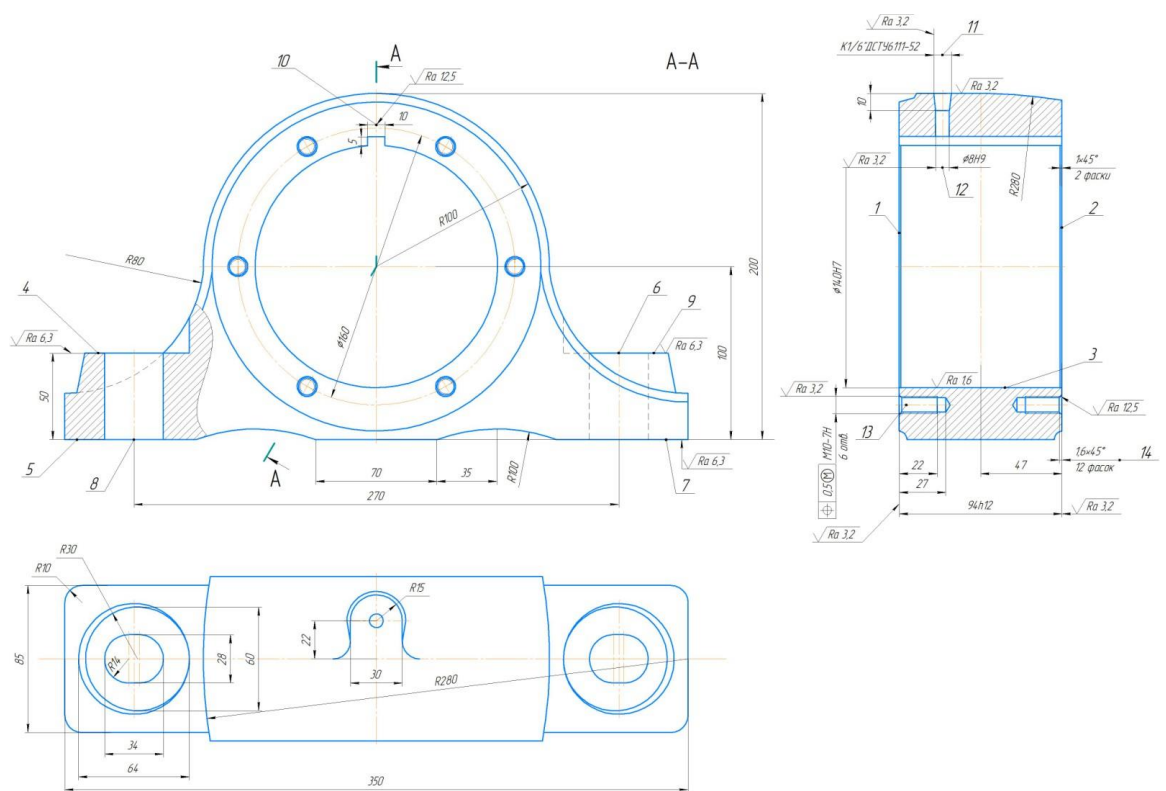


Рисунок 2.2 – Нумерація поверхонь деталі «Корпус» привідного барабану

Чорнова обробка - поверхні 1, 2 фрезеруються торці деталі за перший прохід; поверхні 4, 9, 5, 7 фрезеруються для формування деталі; поверхні 6, 8 фрезеруються кінцевою фрезою для отримання пазоподібних отворів; поверхня 3 - проводиться попереднє розточення отвору; півчистова обробка - поверхня 10 - довбання шпонкового пазу; поверхня 11 та 12 - свердління конусного отвору та нарізування різьблення мітчиком; поверхні 1, 2, 3, 4, 9 - півчистове фрезерування; 13 - свердління отвору та нарізування різьблення; 14 - зенкування фасок; чистова обробка - поверхні 1, 2, 3 остаточне фрезерування.

					КНУ.КБР.131.25.1-13.02.ТПВД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Технічний контроль робочого креслення

Креслення корпусу включає складний розріз А-А, що показує глибину різьбових отворів та внутрішню структуру деталі. На кресленні зазначені всі розміри з граничними відхиленнями для основних і допоміжних поверхонь, додатково вказаний позиційний допуск для нормування розташування елементів, їх осей та площин симетрії. Усі розміри, фаски, скруглення поверхні відповідають 14-му квалітету точності, тому що деталь виготовлена із виливка сталі 35Л. Шорсткість поверхонь вказана на кресленні, а невизначена шорсткість – Ra 12,5. Технічні вимоги, такі як вид заготовки та граничні відхилення, розміщені над штампом. Креслення надає повну технічну інформацію про деталь. Вся необхідна інформація про матеріал вказана в технічних вимогах до креслення.

Таблиця 2.3 – Аналіз поверхонь та їх технологічні методи обробки

№з/п	Розмір, мм	Технологічні методи обробки	Допуск, IT	Шорсткість Ra, мм
1,2	L 94	Фрезерування чорнове Фрезерування півчистове Фрезерування чистове	h14 h13 h12	12.5 6.3 3.2
3	Ø140	Розточення чорнове Розточування півчистове Розточування чистове	H11 H9 H7	6.3 3.2 1.6
4,9	50	Фрезерування чорнове Фрезерування півчистове	H14 H9	12,5 3,2
5	80x350	Зенкерування Нарізання різьби	H7 7H	3,2 3,2
6,8	R14 L14	Фрезерування	H14	12,5
10	10	Довбання	h14	3,2
11	L10	Нарізування різьби	H14	3,2
12	Ø8H9	Свердління Нарізання різьби	H14 7H	3,2 3,2
13	1,5x45°	Зенкування фасок	H7	3,2

					КНУ.КБР.131.25.1-13.02.ТПВД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4 Проектування технологічного процесу обробки деталі та вибір обладнання

Забезпечення високої точності та якості обробки неможливе без правильного вибору обладнання. Сучасні ЧПУ-верстати, завдяки автоматизації, значно скорочують час виробництва та підвищують продуктивність. При виборі необхідно враховувати потужність, точність, швидкість та можливості автоматизації верстата.

Фрезерна обробка виконується на високоточному вертикально - фрезерному обробному центрі з ЧПУ із поворотним столом моделі Серія VESTA 610D (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 — Високоточний вертикально - фрезерний обробний центр з ЧПУ із поворотним столом моделі Серія VESTA 610D

Технічні характеристики

Основні характеристики:

- Хід по осі X (подовжнє переміщення столу) – 610 мм
- Хід по осі Y (поперечне переміщення столу) – 430 мм
- Хід по осі Z (вертикальне переміщення шпинделя) – 570 мм
- Відстань між поверхнею столу та торцем шпинделя – 150-720 мм
- Відстань від колони до центру шпинделя – 535 мм

Стіл:

- Робоча поверхня (Д x Ш) – 2-650x450 мм
- Вантажопідйомність столу – 2-300 кгс
- Конфігурація поверхні столу (WxP T-пазів, кількість) – 2-18x150 мм – 3шт
- Час індексації пристрою авт. зміни палет – 6 с

Шпиндель:

- Макс. швидкість обертання – 1 10 000 хв

					КНУ.КБР.131.25.1-13.02.ТПВД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Мотор-шпиндель – 15/11 кВт
- Тип конуса в шпинделі – ISO#40, 7/24 Конус (BT40)
- Внутрішній діаметр підшипника – Ø70 мм
- Метод змащування та охолодження шпинделя – Змащення + Охолодження шпинделя

Швидкість подачі:

- Швидке переміщення (X/Y/Z) – 40/40/40 м/хв
- Швидкість подачі (X/Y/Z) – 1-24 000 мм/хв

АТС:

- Тип хвостовика – MAS-403 BT40 (опція CAT40)
- Тип інструментальної оправки – MAS P40T-1
- Кількість інструментів – 24 шт
- Макс. діаметр інструменту(без сусіднього інструменту) – Ø90 (Ø150) мм
- Макс. довжина інструменту – 300 мм
- Макс. вага інструменту – 8 кгс
- Метод вибору інструмента – Технічна пам'ять, випадковий вибір
- Метод роботи (магазин/поворотна рука) – Серводвигун/редукторний електродвигун
- Час зміни інструменту (від інструмента до інструменту) – 1.5 с
- Час зміни інструменту (від стружки до стружки) – 4 с

Потужність двигуна:

- Двигун подачі (X/Y/Z) – 7/7/7 кВт
- Двигун насоса СОЖ (через центр інструменту) – 0.4 кВт
- Двигун насоса СОЖ (змив стружки) – 0.9 кВт
- Двигун насоса для охолодження шпинделя – 0.18 кВт
- Двигун системи гідравліки – 2.2 кВт

Бак:

- Масило – 6 л
- Гідравліка – 15 л
- СОЖ – 230 л
- Система охолодження шпинделя – 20 л

Габарити:

- Висота – 2670 мм
- Загальна площа (довжина X ширина) – 4 130x2 120 мм
- Вага – 7500

					КНУ.КБР.131.25.1-13.02.ТПВД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Горизонтально-розточувальна обробка виконується на горизонтально-розточувальному верстаті з ЧПК моделі UBM-15042RL (рис.2.2)



Рисунок 2.2 – Горизонтально-розточувальний верстат з ЧПК UBM-15042RL

Технічні характеристики

Основні характеристики:

Стіл:

- Розмір столу – 2200 x 2500 x 0.001° мм
- Т-подібні пази розмір – 28 x 11 мм
- Макс. навантаження – 30000 кг

Переміщення:

- Вісь X – 4 200 мм
- Вісь Y – 2500 (3000) мм
- Вісь Z – 2000 (2500) мм
- Вісь W – 900 мм

Шпиндель:

- Діаметр – 150 мм
- Швидкість – 10 ~ 1500 (2000) об/хв
- Конус 7/24 – конус ISO.50, BT-50

Відстань:

- Відстань від центру шпинделя до поверхні столу – 0~2500(0~3000) мм
- Відстань від торця шпинделя до центру столу – -50~2850 (3350) (50~2950(3450))мм
- Відстань від основи верстата до поверхні столу мм 1420 мм

Подача:

- Прискорена подача X/Y/Z – 8/10/10 (6/10/10) м/хв
- Прискорена подача W – 6 м/хв
- Мінімальне значення – що задається 0.001 мм/хв
- Швидкість різання – 1~5000 мм/хв

					КНУ.КБР.131.25.1-13.02.ТПВД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Двигун:

- Серво двигун шпинделя пост. / 30хв – 22 / 26 (30 / 37) кВт
- Вісь X/Y/Z/W/B – 9/7/9/4/9 кВт
- Система змащення двигуна – 0.15 кВт
- Насос гідравлічної системи – 2,25 кВт
- Насос системи охолодження – 1,17 кВт
- Стружкоприбиральний конвеєр – 0.2 кВт
- Насос системи олійного охолодження – 0.75 кВт

Автоматична система зміни інструменту:

- Кількість інструментів – 40(60) штук
- Вибір інструменту – Absolute
- Час зміни інструменту – 15 с
- Макс. Діаметр / Довжина інструменту – 0125/0250 (При вільних сусідніх позиціях) / Довжина 400 мм
- Макс. вага інструменту – 25 кг

Системи охолодження та змащення:

- Об'єм бака СОЖ – 400 л
- Об'єм бака гідравлічної системи – 80 л
- Об'єм бака системи змащення – 8 л

Для довбання шпонкового пазу оберемо довбальний верстат STALEX B50122 (рис.2.3)



Рисунок 2.3 – Довбальний верстат STALEX B50122

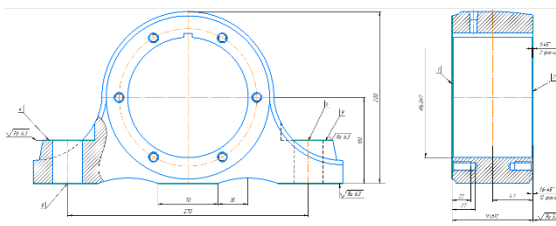
					КНУ.КБР.131.25.1-13.02.ТПВД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічні характеристики

- Максимальний діаметр затиску робочого столу – 420 мм
- Максимальна висота затиску робочого столу – 120 мм
- Поздовжнє переміщення робочого столу – 130 мм
- Поперечне переміщення робочого столу – 150 мм
- Максимальне переміщення фрезерної оправки – 120 мм
- Потужність двигуна – 1,1 кВт
- Вага нетто/брутто – 196/220 кг
- Розмір упаковки верстата B5012 – 1000×650×1000 мм

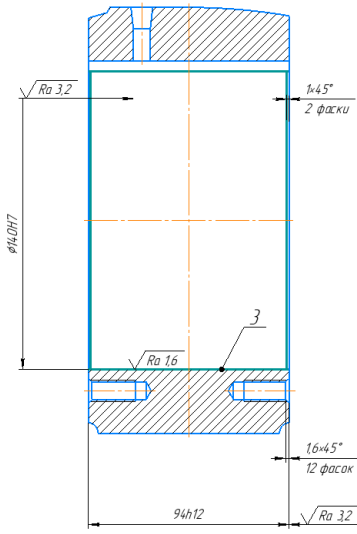
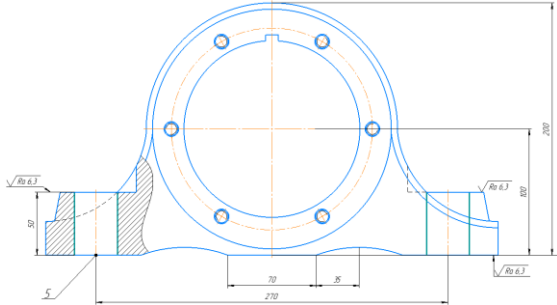
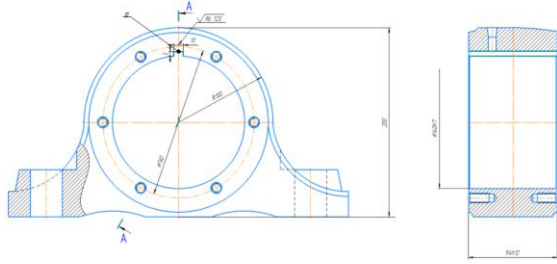
Щоб мінімізувати витрати часу, матеріалів та енергії, необхідно дотримуватися правильної послідовності обробки деталі. Такий підхід також дозволяє уникнути непотрібних затримок. Етапи, наведені в таблиці 2.4, забезпечують максимальну ефективність роботи.

Таблиця 2.4 – Послідовність виконання технологічного процесу

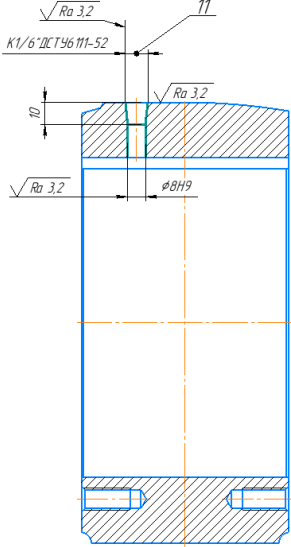
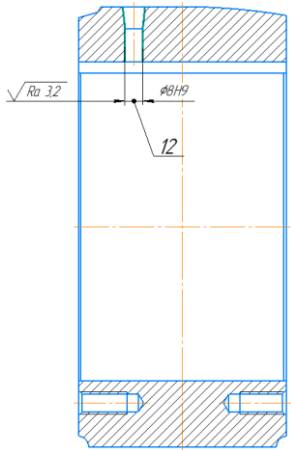
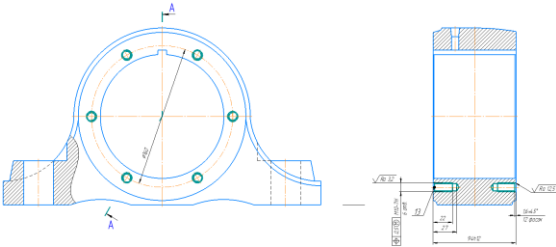
№ оп	1.Найменування операції 2.Модель станка	Ескіз операції	Інструмент
1	2	3	4
005	Заготівельна		
010	Фрезерування Високоточний вертикально - фрезерний обробний центр з ЧПУ із поворотним столом моделі Серія VESTA 610D Фрезеруються поверхні – 1, 2, 4, 9, 6, 8.		Торцева фреза: R220.56-0050-14-4A Пластина: SNMX1407 ANTR-M10

					КНУ.КБР.131.25.1-13.02.ТПВД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
015	Розточення Горизонтально- розточувальна обробка виконується на горизонтально- розточувальному верстаті з ЧПК моделі UBM- 15042RL Розточуються поверхні – 3		Розточна головка чорнова: BR30- 70CC09F- C5 Пластина: CCMT 09 T3 04-UM
020	Зенкерування, нарізання різьби Високоточний вертикально - фрезерний обробний центр з ЧПУ із поворотним столом моделі Серія VESTA 610D Зенкерування, нарізання різьби поверхні – 5		Торцева фреза: R220.56- 0125-14- 12A Пластина: SNHQ12070 4TR4-M07
025	Довбання Довбальний верстат STALEX B50122 Довбання поверхні – 10		Довбач: ABT-B41- D22-Y25- L125-1050 Пластина: B41.00.0601 . 020.VP3001

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
030	Нарізування різьби Високоточний вертикально - фрезерний обробний центр з ЧПУ із поворотним столом моделі Серія VESTA 610D Нарізування різьби на поверхні – 11		Мітчик конічний дюймовий: K1/8 P6M5
040	Свердління, нарізання різьби Високоточний вертикально - фрезерний обробний центр з ЧПУ із поворотним столом моделі Серія VESTA 610D Свердління, нарізування різьби на поверхні – 12		Свердло: SD205A- 0800-043- 08R1-P Мітчик конічний дюймовий: K1/8 P6M5
045	Зенкування фасок Високоточний вертикально - фрезерний обробний центр з ЧПУ із поворотним столом моделі Серія VESTA 610D Зенкування фасок на поверхнях – 13		Зенківка: АСМ45- ТС09- D7X18- W16-L100- Z02 Пластина: ТС.Т 090204
050	Контрольна		

З ВИБІР РІЖУЧИХ ТА ДОПОМІЖНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ЗА МІЖНАРОДНИМИ СТАНДАРТАМИ

3.1 Вибір типу інструментів з обробки поверхонь деталі

Після аналізу попередніх технологічних методів обробки поверхонь, здійснюємо вибір сучасних інструментів, доступних на ринку. Для кожної поверхні деталі проводимо детальний аналіз та обґрунтування вибору інструменту, ілюструючи це ескізом. Всі дані занесені до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Вибір типів інструментів по обробці поверхонь деталі.

№	Найменування операції	Тип інструмента
1	2	3
1,2	Фрезерування чорнове Фрезерування півчистове Фрезерування чистове	Торцева фреза
3	Розточення чорнове Розточування півчистове Розточування чистове	Розточна голівка
4,9	Фрезерування чорнове Фрезерування півчистове	Торцева фреза
5	Фрезерування	Торцевая фреза
6,8	Фрезерування	Кінцева фреза
10	Довблення	Довбач
11	Нарізання різьби	Свердління Нарізання різьби
12	Свердління Нарізання метчиком	Свердління
13	Зенкування фасок	Зенківка

3.2 Вибір типу інструментів з обробки поверхонь деталі.

Комплексно підходячи до вибору металорізальних інструментів, враховуємо фізико-механічні властивості матеріалу деталі, вид обробки та можливості металорізальних верстатів. На основі цього визначаємо матеріал ріжучої частини, геометричні параметри та матеріал корпусу інструментів, що випускаються вітчизняними та іноземними виробниками.

					КНУ.КБР.131.25.1-13.03.ВРДІ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Кучер			Вибір ріжучих та допоміжних інструментів			Лім.		Арк.	Аркушів
Перевір.		Рязанцев									
Реценз.								Кафедра ТМ, гр. ПМ-21			
Н. Контр.		Нечаєв									
Зав. каф.		Рязанцев									

Дані занесено в таблицю 3.2.

Позиції: 1, 2

Чорнове, півчистове, чистове фрезерування:

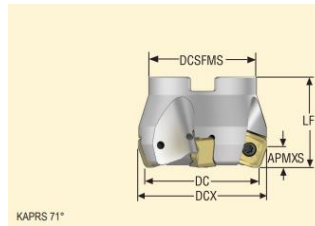


Рисунок 3.1 - R220.56-0050-14-4A [7, с.653]

Геометричні параметри: APMXS= 8,0; DCX= 57,0; DC= 50,0; DCSFMS= 47,0;
DCB= 22,0; LF= 40,0

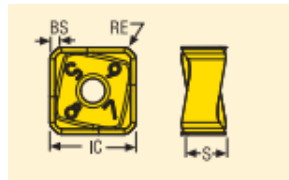


Рисунок 3.2 - SNMX1407ANTR-M10; PVD-покриття: F40M

Геометричні параметри: IC=14,0; S=6,59; RE= 1,5; BS= 1,0; KRINS°=17,0°

Позиція: 3

Чорнове, півчистове, чистове розточування:

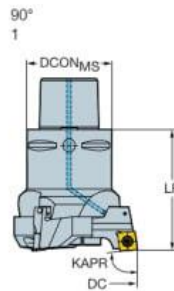


Рисунок 3.3 – Розточна головка чорнова BR30-70CC09F-C5 [8. с.К18]
Геометричні параметри: DCONms=63; ADJLXRDL=4; ULDR=1,50; LF=120;
BD1=49,50

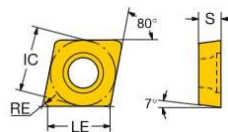


Рисунок 3.4 - Пластина CCMT 09 T3 04-UM; CVD-покриття - GC4325 [8, А 42]
Геометричні параметри: LE=9,3; S=3,97; RE=0,10; $\alpha=7^\circ$; $\varepsilon=80^\circ$

					КНУ.КБР.131.25.1-13.03.ВРДІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

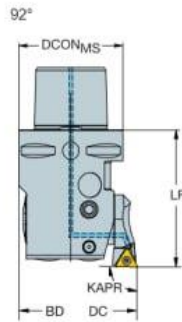


Рисунок 3.5 - Розточна головка чистова 826-74TC11-C6HP [8, с. К48]
Геометричні параметри: $DCONms=63$; $ADJLXRDL=0,65$; $LF=78$; $BD1=63$

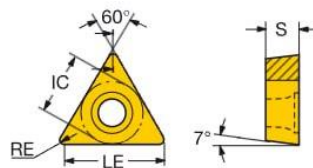


Рисунок 3.6 - Пластина TCMX 11 03 04-WF; CDV-покриття - GC1525 [8, A51]
Геометричні параметри: $IC=14,0$; $S=6,59$; $RE=1,5$; $BS=1,0$; $KRINS^\circ=17,0^\circ$

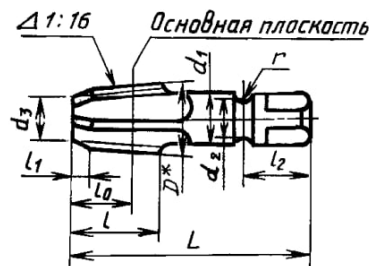


Рисунок 3.7 - Конічний мітчик 2680-0003 1\8 [9, с. 3]
Геометричні параметри: $L=55$; $l=18$; $l0=11$; $l1=2,8$; $l2=16$; $D=10,7$; $dcp=9,519$; $d1=8$; $d2=7$; $d3=8$;

Позиції: 4, 9

Чорнове та півчистове фрезерування:

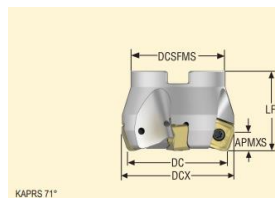


Рисунок 3.8 – Торцева фреза R220.56-0050-14-4A [7, с.653]
Геометричні параметри: $APMXS=8,0$; $DCX=57,0$; $DC=50,0$; $DCSFMS=47,0$; $DCB=22,0$; $LF=40,0$

					КНУ.КБР.131.25.1-13.03.ВРДІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

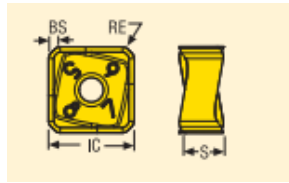


Рисунок 3.9 – Пластина SNMX1407ANTR-M10; PVD-покриття: F40M
Геометричні параметри: IC=14,0; S=6,59; RE= 1,5; BS= 1,0; KRINS°=17,0°

Позиція: 5

Фрезерування:

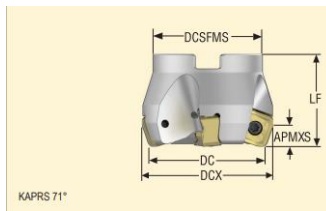


Рисунок 3.10 – Торцева фреза R220.56-0125-14-12A [7, с.122]
Геометричні параметри: DC= 125,0; APMX= 8,0; LF= 63,0; DCX= 132,0;
DCSFMS=90,0; DCB=40,0

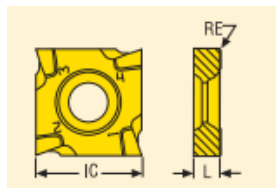


Рисунок 3.11 – Пластина SNHQ120704TR4-M07 [7, с. 653]
Геометричні параметри: IC= 12,7; L= 7,0; RE=0,4; $\gamma = 20,0^\circ$

Позиції: 6, 8

Фрезерування:

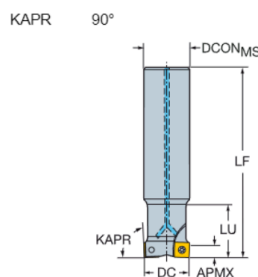


Рисунок 3.12 – 490-028A25L-08L [7, с. 151]
Геометричні параметри: DC= 28,0; CZC= 25; APMX= 5,50; CNCS= 1; DCON= 25,0; LF= 210,0

					КНУ.КБР.131.25.1-13.03.ВРДІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

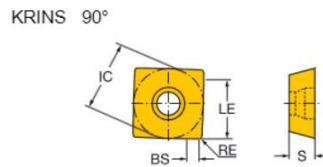


Рисунок 3.13 – 490R-08T308E-ML; CVD-покриття: GC1130(НС)
Геометричні параметри: IC=8,5; S=3,30; LE= 5,6; BS= 1,2;

Позиція: 10
Довблення:

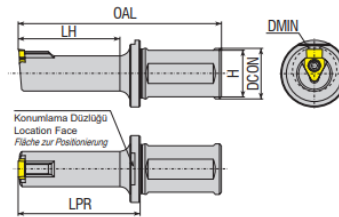


Рисунок 3.14 – Довбач АВТ-В41-Д22-У25-Л125-1050 [11, с. 17]
Геометричні параметри: Dmin=22 мм ; l2=70 мм ; d=25 мм ; l1=125 мм ; l=80 мм ;
h=23 мм

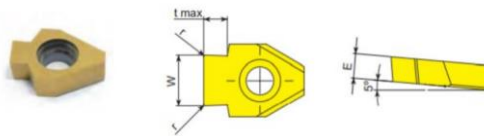


Рисунок 3.15 – Пластина В41.00.0601.020.VP3001
Геометричні параметри: W=5,01 мм ; r=0,20 мм ; tmax=2,7 мм ; E=4,0 мм ;
Dmin=17 мм.

Позиція 11
Нарізування різьби:



Рисунок 3.16 – Мітчик конічний дюймовий K1/8 P6M5
Геометричні параметри: D=1,8 L=55; l=18; l0=11; l1=2,8; l2=16; D=10,7;
dcp=9,519; d1=8; d2=7; d3=8;

					КНУ.КБР.131.25.1-13.03.ВРДІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Позиція 12:

Свердління, нарізання мітчиком:

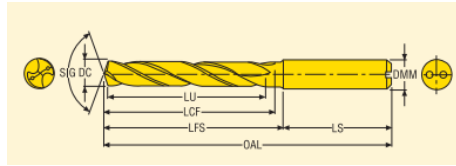


Рисунок 3.17 – Свердло SD205A-0800-043-08R1-P [10, с.52]

Геометричні параметри: DC=8,0 LU=43 OAL=91 LFS=55 LS=36 LCF=53
DMM=8

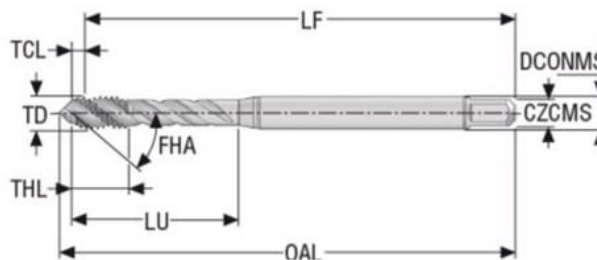


Рисунок 3.18 - Мітчик метричний T32-R40H01C03-10X1.5-63R

Геометричні параметри: TD=10; TCL=3.76; THL=15; LU=39; LF=96.2; OAL=101.8;
DCONMS=10

Позиція 13:

Зенкування фасок:

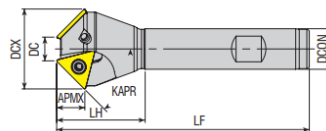


Рисунок 3.19 – Зенківка ACM45-TC09-D7X18-W16-L100-Z02 [10, стр. 242]

Геометричні параметри: KAPR= 45°; DC=7; DCON=18; DCX=16; LH=100; LF=25;
ZEFP=2; APMX=5,9

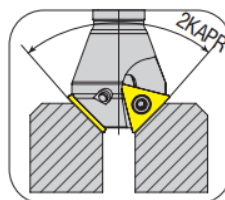


Рисунок 3.20 – пластина TC.T 090204

Геометричні параметри: KAPR= 45°; DC=7; DCON=18; DCX=16; LH=100; LF=25;
ZEFP=2; APMX=5,9

					КНУ.КБР.131.25.1-13.03.ВРДІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2 - Вибір параметрів різальної частини інструментів.

№ з/п поверхні	Тип інстр.	Матеріал різальної частини інстр.	Матеріал державки (корпуса, хвостовика) інструменту	Геометричні параметри різальної частини інструмента
1	2	3	4	5
1.2	Торцева фреза	Чорнова, півчистова, чистова — PVD-покриття: F40M	R220.56-0050-14-4A	IC=14,0; S=6,59; RE= 1,5; BS= 1,0; KRINS°=17,0°
3	Розточна голівка	Чорнова, півчистова, чистова — CVD-покриття - GC4325	BR30-70CC09F-C5	IC=14,0; S=6,59; RE= 1,5; BS= 1,0; KRINS°=17,0°
4.9	Торцева фреза	Чорнова, півчистова —PVD-покриття: F40M	R220.56-0050-14-4A	IC=14,0; S=6,59; RE= 1,5; BS= 1,0; KRINS°=17,0°
5	Торцева фреза	PVD-покриття:F40M	R220.56-0125-14-12A	IC= 12,7; L= 7,0; RE=0,4; γ = 20,0°
6.8	Кінцева фреза	CVD-покриття: GC1130(HC)	490-028A25L-08L	IC=8,5; S=3,30; LE= 5,6; BS= 1,2
10	Довбач	B41.00.0601.020.VP30 01-покриття:P6M5	ABT-B41-D22-Y25-L125-1050	W=5,01 мм ; r=0,20 мм ; tmax=2,7 мм ; E=4,0 мм ; Dmin=17 мм.
11	Свердління Нарізання різьби	K1/6 P6M5	K1/6 P6M5	D=1,8 L=55; l=18; l0=11; l1=2,8; l2=16; D=10,7; dcp=9,519; d1=8; d2=7; d3=8;
12	Свердління	K1/6 P6M5	SD205A-0800-043-08R1-P	D=1,8 L=55; l=18; l0=11; l1=2,8; l2=16; D=10,7; dcp=9,519; d1=8; d2=7; d3=8;
13	Зенківка	ТС.Т 090204-покриття P6M5	ACM45-TC09-D7X18-W16-L100-Z02	KAPR= 45°; DC=7; DCON=18; DCX=16; LH=100; LF=25; ZEFP=2; APMX=5,9

Підбираємо розміри ріжучих інструментів, враховуючи спосіб обробки, тип інструмента, характеристики ріжучої частини та розміри, розраховані на міцність. Додаємо ескіз обраного інструмента для обробки конкретної поверхні.

Дані занесено в таблицю 3.3.

					КНУ.КБР.131.25.1-13.03.ВРДІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3 - Вибір типорозміру різальних інструментів.

№ п/з поверхні	Тип інструменту і пластини	Основні розміри інструменту, пластини	Матеріал різальної частини інструменту	Шифр інструменту (державки, пластини) за міжнародними стандартами
1	2	3	4	5
1,2	Фрезерування чорнове Фрезерування півчистове Фрезерування чистове	APMXS= 8,0; DCX= 57,0; DC= 50,0; DCSFMS= 47,0; DCB= 22,0; LF= 40,0 Пластина: Чорнова, півчистова, чистова: IC=14,0; S=6,59; RE= 1,5; BS= 1,0; KRINS°=17,0°	F40M	Державка: R220.56-0050-14-4A; Пластина: Чорнова, півчистова, чистова - SNMX1407ANTR-M10
3	Розточення чорнове Розточування півчистове Розточування чистове	DCONms=63; ADJLXRDL=4; ULDR=1,50; LF=120; BD1=49,50; Пластина: Чорнова, півчистова: LE=9,3; S=3,97; RE=0,10; $\alpha=7^\circ$; $\varepsilon=80^\circ$ Чистова: IC=14,0; S=6,59; RE= 1,5; BS= 1,0; KRINS°=17,0°	GC4325 GC1525	Державка: BR30-70CC09F-C5 Пластина: Чорнова, півчистова - CCMT 09 T3 04-UM Державка: 826-74TC11-C6HP Пластина: Чистова - TCMX 11 03 04-WF
4,9	Фрезерування чорнове Фрезерування півчистове	APMXS= 8,0; DCX= 57,0; DC= 50,0; DCSFMS= 47,0; DCB= 22,0; LF= 40,0 Пластина: Чорнова, півчистова, чистова: IC=14,0; S=6,59; RE= 1,5; BS= 1,0; KRINS°=17,0°	F40M	Державка: R220.56-0050-14-4A Пластина: SNMX1407ANTR-M10
5	Фрезерування	DC= 125,0; APMX= 8,0; LF= 63,0; DCX= 132,0; DCSFMS=90,0; DCB=40,0 Пластина: IC= 12,7; L= 7,0; RE=0,4; $\gamma= 20,0^\circ$	F40M	Державка: R220.56-0125-14-12A Пластина: SNHQ120704TR4-M07
6,8	Фрезерування	DC= 28,0; CZC= 25; APMX= 5,50; CNSC= 1; DCON= 25,0; LF= 210,0 Пластина: IC=8,5; S=3,30; LE= 5,6; BS= 1,2;	GC1130(HC)	Державка: 490-028A25L-08L Пластина: 490R-08T308E-ML

					КНУ.КБР.131.25.1-13.03.ВРДІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5
10	Довблення	Dmin=22 мм ; l2=70 мм ; d=25 мм ; l1=125 мм ; l=80 мм ; h=23 мм; Пластина: W=5,01 мм ; r=0,20 мм ; tmax=2,7 мм ; E=4,0 мм; Dmin=17 мм.	P6M5	Державка: ABT-B41- D22-Y25-L125-1050 Пластина: B41.00.0601.020.VP3 001
11	Нарізування різьби	D=1,8 L=55; l=18; l0=11; l1=2,8; l2=16; D=10,7; dcp=9,519; d1=8; d2=7; d3=8;	P6M5	Мітчик: K1/8 P6M5
12	Свердління Нарізання метчиком	DC=8,0 LU=43 OAL=91 LFS=55 LS=36 LCF=53 DMM=8 Мітчик: D=1,6	P6M5	Державка: SD205A- 0800-043-08R1-P Мітчик: K1/8 P6M5
13	Зенкування фасок	KAPR= 45°; DC=7; DCON=18; DCX=16; LH=100; LF=25; ZEFP=2; APMX=5,9 Пластина: KAPR= 45°; DC=7; DCON=18; DCX=16; LH=100; LF=25; ZEFP=2; APMX=5,9	P6M5	Державка: ACM45- TC09-D7X18-W16- L100-Z02 Пластина: TC.T 090204

3.3 Розрахунок на міцність конструктивних параметрів різального інструменту.

Для одного з обраних металорізальних інструментів визначаються екстремальні умови роботи, що відповідають чорновій обробці. На основі аналізу умов різання, включаючи фізико-механічні властивості оброблюваного матеріалу, технічні характеристики верстата та встановлені режими різання, проводиться розрахунок сил різання. Після цього здійснюється перевірка міцності обраного інструменту в умовах максимального навантаження.

Для розрахунку обираємо прохідний різець DCLNR2525M16-M, так як він знімає найбільший припуск на механічну обробку та працює в найбільш тяжких умовах. Розміри різця: h=25мм; b=25мм; LF=150мм, допустима напруга різця $\sigma_{и.д.} = 196$ Мпа, матеріал заготовки — сталь 45 з межею міцності $\sigma_B = 650$ Мпа, твердість — 170HB. Діаметр заготовки — 49 мм, припуск на обробку (на сторону — 3.5 мм), подача S=0.54 мм/об, виліт різця l=40 мм.

Розрахунок режимів різання для 1 переходу 1 токарної операції. На цьому переході виконується чорнове розточування циліндричної поверхні діаметром 140 мм на довжині 94 мм.

Вихідні дані для розрахунку:

Діаметр обробки – d = 140 мм;

Глибина різання – t = 2 мм;

за довідковими даними обирається подача – s = 0.5 мм/об.

					КНУ.КБР.131.25.1-13.03.ВРДІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Швидкість різання визначається за такою формулою (3.1):

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v, \quad (3.1)$$

де $C_v = 340$ – постійний коефіцієнт,

$x = 0.15$ – показник ступеня при глибині різання,

$y = 0.45$ – показник ступеня при подачі,

$m = 0.2$ – показник ступеня при стійкості інструмента,

$T = 60$ хв. - період стійкості різця з швидкорізальної сталі,

K_v – поправочний коефіцієнт, що враховує умови різання, визначається за такою формулою (3.2):

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} \cdot K_{tv} \cdot K_{uv} \cdot K_{rv}, \quad (3.2)$$

де $K_{mv} = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу деталі,

$K_{pv} = 1$ – коефіцієнт, що враховує стан поверхні,

$K_{iv} = 1$ – коефіцієнт, що враховує матеріал інструмента,

$K_{tv} = 1$ – коефіцієнт, що враховує стійкість інструмента,

$K_{uv} = 1$ – коефіцієнт, що враховує кут у плані різця,

$K_{rv} = 1$ – коефіцієнт, що враховує радіус при вершині різця,

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

За формулою (3.1) обчислюється швидкість різання:

$$V = \frac{340}{60^{0.2} \cdot 2^{0.15} \cdot 0.5^{0.45}} \cdot 1 = 184.56 \text{ м/хв.}$$

Число обертів розраховується за формулою (3.3):

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (3.3)$$

де $D = 140$ – діаметр оброблюваної поверхні, мм;

$$n = \frac{1000 \cdot 184.56}{3.14 \cdot 140} = 419.64 \text{ об/хв}$$

Приймається кількість обертів шпинделя $n = 320$ об/мин.

Фактична швидкість різання визначається за формулою (3.4):

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \quad (3.4)$$

					КНУ.КБР.131.25.1-13.03.ВРДІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\phi} = \frac{3.14 \cdot 140 \cdot 320}{1000} = 140.74 \text{ м/хв}$$

Сила різання P_z розраховується за формулою (3.5):

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V_{\phi} \cdot K_p, \quad (3.5)$$

де $C_p = 200$ – постійний коефіцієнт,

$x = 1$ – показник степеня при глибині різання,

$y = 0,75$ – показник степеня при подачі,

$n = 0$ – показник степеня при швидкості різання,

K_p – поправочний коефіцієнт, що враховує умови різання, визначається за формулою (3.6):

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{up} \cdot K_{ur} \cdot K_{lr} \cdot K_{rp}, \quad (3.6)$$

де $K_{mp} = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу деталі на силові залежності,

K_{up} , K_{ur} , K_{lr} , K_{rp} – коефіцієнти, що враховують вплив параметрів різальної частини інструменту на силу різання,

$K_{up} = 0,98$; $K_{ur} = 1,15$; $K_{lr} = 1$; $K_{rp} = 1$,

$$K_p = 1 \cdot 0,98 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 1 = 1,12.$$

За формулою (3.5) розраховуємо силу різання:

$$P_z = 10 \cdot 200 \cdot 2^1 \cdot 0.5^{0.75} \cdot 140.74^0 \cdot 1.12 = 2680.47 \text{ Н}$$

Потужність різання визначається за формулою (3.7):

$$N = \frac{P_z \cdot V_{\phi}}{1020 \cdot 60}, \quad (3.7)$$

$$N = \frac{2680,47 \cdot 140,74}{1020 \cdot 60} = 6.16 \text{ кВт.}$$

Основний час переходу розраховується за формулою (3.8):

$$T_o = \frac{L}{n \cdot s} + \frac{L}{n \cdot s_y}, \quad (3.8)$$

де $s = 0,5$ мм/об – робоча подача інструмента;

$s_y = 3$ – пришвидшена подача відводу інструмента;

$n = 320$ об/хв – частота обертання шпинделя;

L – довжина шляху обробки, мм, визначається за формулою (3.9):

					КНУ.КБР.131.25.1-13.03.ВРДІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L = l + l_1 + l_2, \quad (3.9)$$

де $l = 94$ мм – довжина шляху різання;

$l_1 = 3$ мм – врізання;

$l_2 = 3$ мм – перебіг;

Тоді

$$L = 94 + 3 + 3 = 100 \text{ мм.}$$

За формулою (3.8) розраховується основний технологічний час на 1 перехід 1 токарної операції:

$$T_o = \frac{100}{320 \cdot 0.5} + \frac{100}{320 \cdot 3} = 0.72 \text{ хв}$$

Умова виконана. Різець володіє достатньою міцністю і жорсткістю.

3.4 Вибір типорозміру допоміжних інструментів

Позиції: 1, 2, 4, 9

Фрезерування

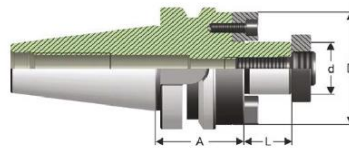


Рисунок 3.21 – Оправка для торцевої фрези JIS B 6339 [15, С-12]
Геометричні параметри: $d=20$; $D=48$; $A=40$; $L=19$; Конус – BT40

Позиція 3:

Розточення

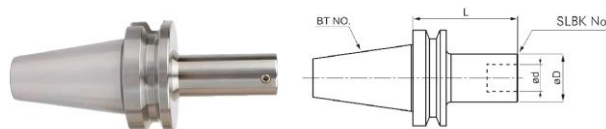


Рисунок 3.22 – Оправка для розточних головок SLBK6-d36xD64x230мм [13]
Геометричні параметри: $d=36$; $D=64$; $L=230$; Конус – BT50

					КНУ.КБР.131.25.1-13.03.ВРДІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Позиція 5:
Фрезерування

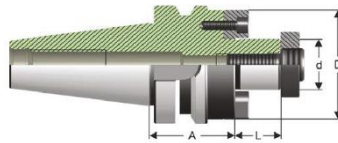


Рисунок 3.23 – Оправка для торцевої фрези JIS B 6339 [15, С-12]
Геометричні параметри: $d=40$; $D=88$; $A=50$; $L=27$

Позиції 6, 8
Фрезерування

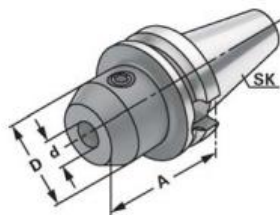


Рисунок 3.24 – Оправка для кінцевої фрези DIN 1835 Form B [14]
Геометричні параметри: $d=25$; $D=55$; $A=35$

Позиція 11
Різьбонарізування



Рисунок 3.25 - Різьбонарізний патрон JIS B 6339 [15, С-23]
Геометричні параметри: $d=19$; $A=67$; $D=38$; $C=7$; $T=7$; Діапазон M2-M14; Конус – BT40



Рисунок 3.26 – Цанга для нарізування різьби [14, G-24]
Геометричні параметри: $\varnothing=8$; $D=32$; $d=19$; $L=25$

					КНУ.КБР.131.25.1-13.03.ВРДІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Позиція 12
Свердління

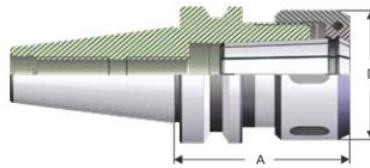


Рисунок 3.27 - Цанговий патрон JIS B 6339 (MAS 403 BT) [15, С-03]
Геометричні параметри: $D=72$; $A=90$; Конус – BT40; Тип 467, Діапазон (3-32)

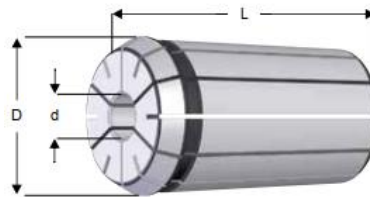


Рисунок 3.28 – Цанга прецизійна DIN 6388 тип 467 [14, G-09]
Геометричні параметри: $d=8-7,5$; $D=43,7$; $L=60$

Позиція 13
Зенкування:

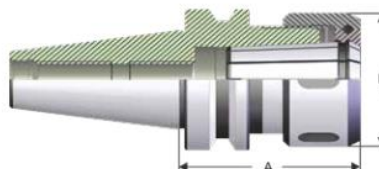


Рисунок 3.29 - Цанговий патрон JIS B 6339 (MAS 403 BT) [15, С-03]
Геометричні параметри: $D=72$; $A=90$; Конус – BT40; Тип 467, Діапазон (3-32)

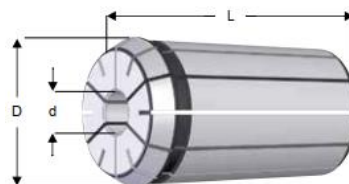


Рисунок 3.30 – Цанга прецизійна DIN 6388 тип 467 [14, G-09]
Геометричні параметри: $d=18-17,5$; $D=43,7$; $L=60$

					КНУ.КБР.131.25.1-13.03.ВРДІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5 Компоновка інструментального комплексу та розробка інструментального налагодження на технологічну операцію деталі

Щоб обробити деталь на верстаті, потрібно правильно підібрати та встановити інструменти. Це називається інструментальним налагодженням. Спочатку вибираємо основний ріжучий інструмент, потім додаємо допоміжні, щоб усе підійшло до верстата. Важливо врахувати, яка деталь, наскільки точно потрібно її обробити, як швидко та зручно. Підбираємо допоміжні інструменти, виходячи з розмірів деталі та типу верстата. У цьому випадку, налагодження робиться для токарної обробки на верстаті CUTEX 240A. Інструментальний комплекс складається за даними таблиць 2.1, 2.3, 2.4 відповідно до технологічної операції. Дані занесено в таблицю 4.1.

Таблиця 3.4 – Вибір типу допоміжного інструменту.

№ п/з поверхні	Металорізальний верстат (тип, модель)	Параметри посадочного місця верстата під інстр.	Тип ріжучого інстр. (шифр)	Параметри посадочного місця ріжучого інстр.	Допоміжний інстр. (шифр) за міжнародними стандартами
1	2	3	4	5	6
1, 2	Серія VESTA 610D	Розмір інстр. – Ø90x300	R220.56-0050-14-4A	DCB=20	Оправка для торцевої фрези JIS B 6339
3	UBM-15042RL	Розмір інстр. – 125xØ400	BR30-70CC09F-C5; 826-74TC11-C6HP	DCONms=63	Оправка для розточних головок SLBK6-d36xD64x230мм
4, 9	Серія VESTA 610D	Розмір інстр. – Ø90x300	R220.56-0050-14-4A	DCB=20	Оправка для торцевої фрези JIS B 6339
5	Серія VESTA 610D	Розмір інстр. – Ø90x300	R220.56-0125-14-12A	DCB=40	Оправка для торцевої фрези JIS B 6339
6, 8	Серія VESTA 610D	Розмір інстр. – Ø90x300	490-028A25L-08L	DCON= 25,0	Оправка для кінцевої фрези DIN 1835 Form B
11	Серія VESTA 610D	Розмір інстр. – Ø90x300	K1/8 P6M5	D=8	Різьбонарізний патрон JIS B 6339
12	Серія VESTA 610D	Розмір інстр. – Ø90x300	SD205A-0800-043-08R1-P	DMM=8	Цанговий патрон JIS B 6339 (MAS 403 BT)
13	Серія VESTA 610D	Розмір інстр. – Ø90x300	ACM45-TC09-D7X18-W16-L100-Z02	DCON=18	Цанговий патрон JIS B 6339 (MAS 403 BT)

					КНУ.КБР.131.25.1-13.03.ВРДІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ПРОЕКТУВАННЯ ТА ІНЖЕНЕРНИЙ АНАЛІЗ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

4.1 Розрахунок та проектування спеціального різального інструменту

Для створення комбінованого свердла-зенківки виконуємо розрахунки, базуючись на аналізі методів обробки поверхонь та типах ріжучих інструментів.

Визначаємо ключові розміри свердла-зенківки, необхідні для створення різьбових отворів у деталі, виходячи з її характеристик:

Оброблюваний матеріал – сталь 35Л;

Механічні властивості оброблювального матеріалу – 192 НВ;

Діаметр першого ступеня свердла $D_1 = 8$ мм;

Діаметр другого ступеня свердла $D_2 = 25$ мм;

Довжина свердління першим ступенем $L_1 = 27$ мм;

Довжина свердління другим ступенем $L_2 = 1,6$ мм;

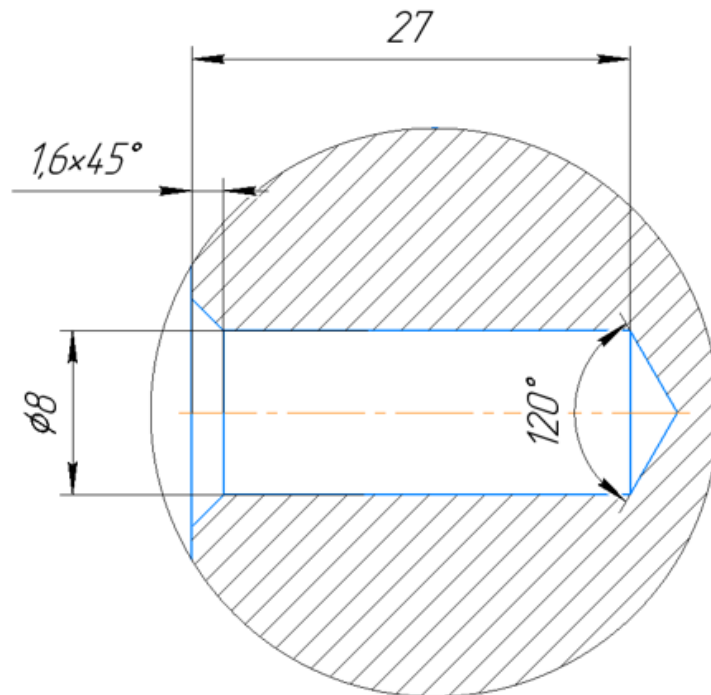


Рисунок 4.1 – Схема отвору.

					КНУ.КБР.131.25.1-13.04.ПІАРІ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.	Кучер				Проектування та інженерний аналіз різального інструменту				Лім.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Рязанцев										
Реценз.											
Н. Контр.	Нечаєв										
Зав. каф.	Рязанцев										
					Кафедра ТМ, гр. ПМ-21						

Обираємо швидкорізальну сталь Р6М5 за стандартом ДСТУ 7807:2015 як матеріал свердла та розраховуємо його основні геометричні параметри:

Ширина стрічки:

$$\begin{aligned} f &= 0,5\sqrt[3]{D} \\ f_1 &= 0,5\sqrt[3]{D_1} = 0,5\sqrt[3]{8} = 1\text{ мм} \\ f_2 &= 0,5\sqrt[3]{D_2} = 0,5\sqrt[3]{25} = 1,46\text{ мм} \end{aligned} \quad (4.1)$$

Висота стрічки:

$$Q = 0.025D \quad (4.2)$$

$$q_1 = 0,025D_1 = 0,025 \cdot 8 = 0,2\text{ мм}$$

$$q_2 = 0,025D_2 = 0,025 \cdot 25 = 0,625\text{ мм}$$

Вибір головного кута в плані свердла безпосередньо залежить від характеристик матеріалу, який обробляється. Визначимо головний кут в плані для сталі 35Л.

Приймаємо:

$$2\varphi = 120^\circ$$

$$\omega_m = 28^\circ$$

$$\alpha_m = 12^\circ$$

Значення заднього кута:

$$\alpha = \alpha_m \left(\frac{3,33}{D + 2,35} + 0,79 \right) \quad (4.3)$$

$$\alpha_1 = \alpha_m \left(\frac{3,33}{d_1 + 2,35} + 0,79 \right) = 12 \left(\frac{3,33}{8 + 2,35} + 0,79 \right) = 13,34^\circ$$

$$\alpha_2 = \alpha_m \left(\frac{3,33}{d_2 + 2,35} + 0,79 \right) = 12 \left(\frac{3,33}{25 + 2,35} + 0,79 \right) = 10,95^\circ$$

Кут нахилу стружкової канавки:

$$\omega = \omega_m \left(1,1 - \frac{1,624}{D + 3,5} \right) \quad (4.4)$$

$$\omega_1 = \omega_m \left(1,1 - \frac{1,624}{d_1 + 3,5} \right) = 28 \left(1,1 - \frac{1,624}{8 + 3,5} \right) = 26,84^\circ$$

					КНУ.КБР.131.25.1-13.04.ПІАРІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\omega_2 = \omega_m \left(1,1 - \frac{1,624}{d_2 + 3,5}\right) = 28 \left(1,1 - \frac{1,624}{25 + 3,5}\right) = 29,21^\circ$$

Крок стружкової канавки:

$$H = \frac{\pi d}{tg \omega} \quad (4.5)$$

$$H_1 = \frac{\pi d_1}{tg \omega_1} = \frac{3,14 \cdot 8}{tg 27,43^\circ} = 48,39 \text{ мм}$$

$$H_2 = \frac{\pi d_2}{tg \omega_2} = \frac{3,14 \cdot 25}{tg 29,21^\circ} = 140,4 \text{ мм}$$

Загальна довжина сверла:

$$L = l_{c1} + l_{c2} + l_{xb} + l_{ш} \quad (4.6)$$

$$L = 27 + 28 + 50 + 10 = 115 \text{ мм}$$

Найбільша величина подачі, з якою може працювати свердло:

$$s = 0,045 D^{0,6} \quad (4.7)$$

$$s = 0,045 \cdot 8^{0,6} = 0,156 \text{ мм/об}$$

Крутний момент, що виникає під час роботи свердла:

$$M_{кр} = C_{pz} D^2 s^{0,8} HB^{0,7} \quad (4.8)$$

$$M_{кр} = 0,9 \cdot 8^2 \cdot 0,179^{0,8} \cdot 192^{0,7} = 576,78 \text{ кгс} \cdot \text{мм} = 0,576 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 5,64 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Осьове зусилля різання:

$$P_0 = C_{px} D s^{0,7} HB^{0,75} \quad (4.9)$$

$$P_0 = 1,65 \cdot 8 \cdot 0,179^{0,7} \cdot 192^{0,75} = 204 \text{ кгс} = 2 \text{ кН}$$

					КНУ.КБР.131.25.1-13.04.ПІАРІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

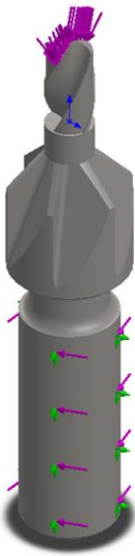
Діаметр d_0 серцевини свердла:

$$d_0 = 0,15D \quad (4.10)$$

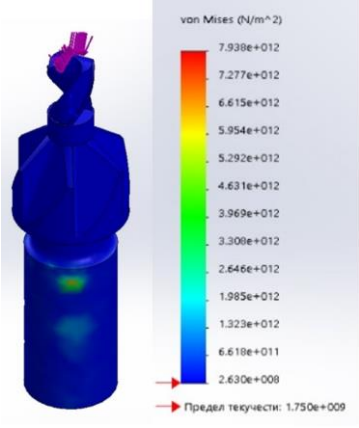
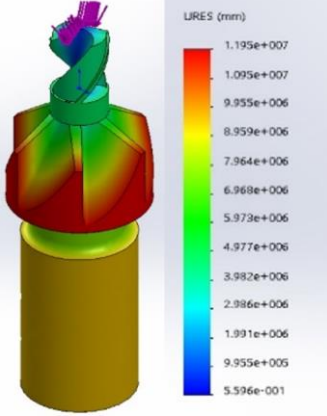
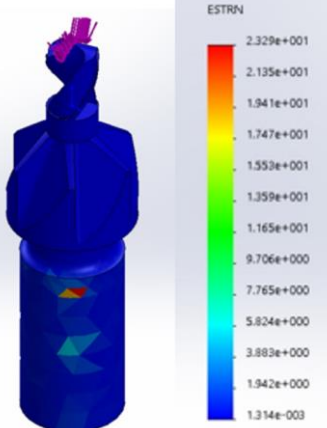
$$d_0 = 0,15 \cdot 8 = 1,2 \text{ мм}$$

4.2 Інженерний аналіз спеціального ріжучого інструменту

Таблиця 4.1 – статичний аналіз ріжучого інструменту

Аналіз моделі інструменту	Результати аналізу
1	2
	Прикладання зусиль різання на ріжучу кромку (2000 N) та крутного моменту на осі інструменту (5,64 N.m)
	Інформація про інструмент: Вага: 0.211635 kg Об'єм: 2.78101e-005 m³ Щільність: 7610 kg/m³ Вага: 2.07402 N Межа текучості: 1.75e+009 N/m² Межа міцності при розтягу: 1.93e+009 N/m² Модуль пружності: 2.1e+011 N/m² Коефіцієнт Пуасона: 0,28 Масова щільність: 7610 kg/m³ Модуль зсуву: 7.9e+010 N/m² Коефіцієнт теплового розширення: 1.1e-005 /Kelvin
	Додано сітку для точного аналізу інструмента
	Інформація про сітку: Тип сітки: Сітка на твердому тілі Використовуване розбиття: Сітка на основі кривизни Точки Якобіана: 4 точки Максимальний розмір елемента: 6,0614 mm Мінімальний розмір елемента: 1,21228 mm Елюра якості сітки: Висока

Продовження таблиці 4.1

1	2
	Результат статичного аналізу показує небезпечні зони ріжучого інструменту під дією зовнішніх сил, які зосередженні на різальній кромці. Дані аналізу показали, що інструмент витримує задане напруження. Результати статичного аналізу: Напруження Макс.: 7,938e+012N/m² Мін.: 2,630e+008N/m²
	Результат показує візуалізацію розподілу переміщення відносно осі інструменту. Результати статичного аналізу: Переміщення Макс.: 1,195e+007mm Мін.: 5,596e-001mm
	Результат аналізу показує зміну форм інструменту внаслідок тривалої експлуатації інструменту. Результати статичного аналізу: Деформація Макс.: 2,329e+001 Мін.: 1,314e-003

Наведені дані дозволяють оцінити поведінку інструменту під дією прикладених навантажень, його міцність, жорсткість та інші важливі експлуатаційні характеристики. Таким чином, проведений аналіз надає важливу інформацію для оптимізації конструкції інструменту, вибору матеріалу та прогнозування його надійності та довгочасності в умовах експлуатації.

					КНУ.КБР.131.25.1-13.04.ПІАРІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

5.1 Робота з проміжними файлами, вибір системи ЧПК, постпроцесора

Отримано завдання на виготовлення корпусної деталі. Заготівлею слугує лита заготовка, виготовлена зі сталі марки 35Л згідно зі стандартом ДСТУ 8781:2018.

Базування деталі при обробці здійснюватиметься по попередньо оброблених торцевих поверхнях. Операції з обробки будуть виконуватись на верстаті моделі VESTA Серії 610D, оснащеному постпроцесором Fanuc Oi-TD.

Для надійного закріплення заготовки на верстаті передбачено використання опор та затискачів.

Таблиця 5.1 – Перелік інструментів, задіяних у свердлильній операції

№	Різальний інструмент	Каталог інструментів і його основні параметри	Допоміжний інструмент	Вимірювальний інструмент
1	Свердло	Каталог SECO 2020.1 SD205A-0800-043-08R1-P	Цанговий патрон JIS B 6339 (MAS 403 BT)	Штангенциркуль ШЦ 1-125-0,1 ДСТУ 16689
2	Мітчик	Каталог SECO 2020.1 T32-R40H01C03-10X1.5-63R	Цанга прецизійна DIN 6388 тип 467	Штангенциркуль ШЦ 1-125-0,1 ДСТУ 16689

Таблиця 5.2 – Процес кодування технологічних даних

Позиція допоміжного інструменту	№ позиції різального інструмента	Частота обертів шпинделя у хв^{-1}	Подача мм/хв S
1	T1	850	138,4
2	T2	750	110

5.2 Моделювання обробки та перевірка керуючих програм

Розпочнемо розгляд свердлильної обробки, починаючи з моделювання та налаштування стратегій обробки в програмі FeatureCAM для подальшого отримання керуючого коду.

					КНУ.КБР.131.25.1-13.05.МПМО							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Кучер			Моделювання та програмування операцій механічної обробки				Лім.		Арк.	Аркушів
Перевір.		Рязанцев										
Реценз.									Кафедра ТМ, гр. ПМ-21			
Н. Контр.		Нечаєв										
Зав. каф.		Рязанцев										

Імпорт деталі. Імпортуємо деталь з SolidWorks у програму для подальшої роботи з корпусом.

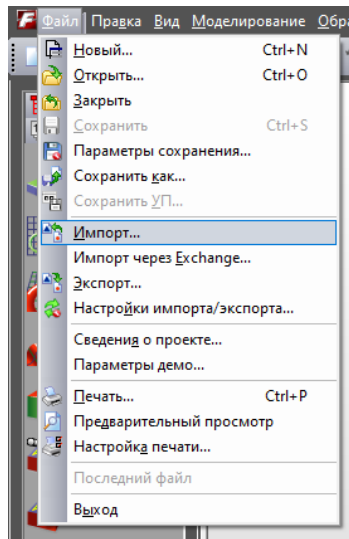


Рисунок 5.1 – Імпорт деталі

Задаємо напрямок вісі Z так, щоб вона “дивилась” в напрямку віддалення інструменту від заготовки. Потім задаємо напрямок вісі X вздовж поверхні з найбільшою довжиною.

Тип заготовки – блок. В подальших діях замінемо заготовку моделлю.

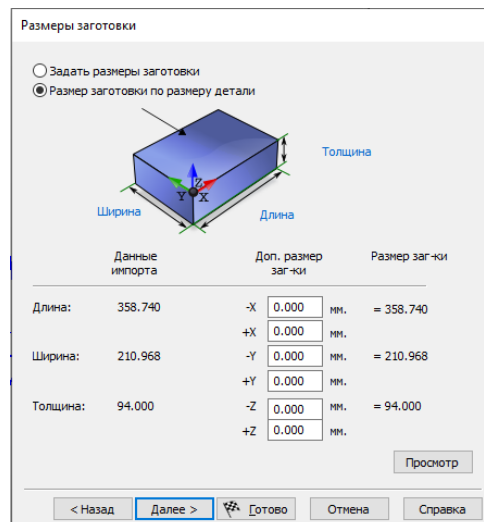


Рисунок 5.2 – Розміри заготовки

Обираємо нуль деталі – по центру отвору $\varnothing 140H7$.

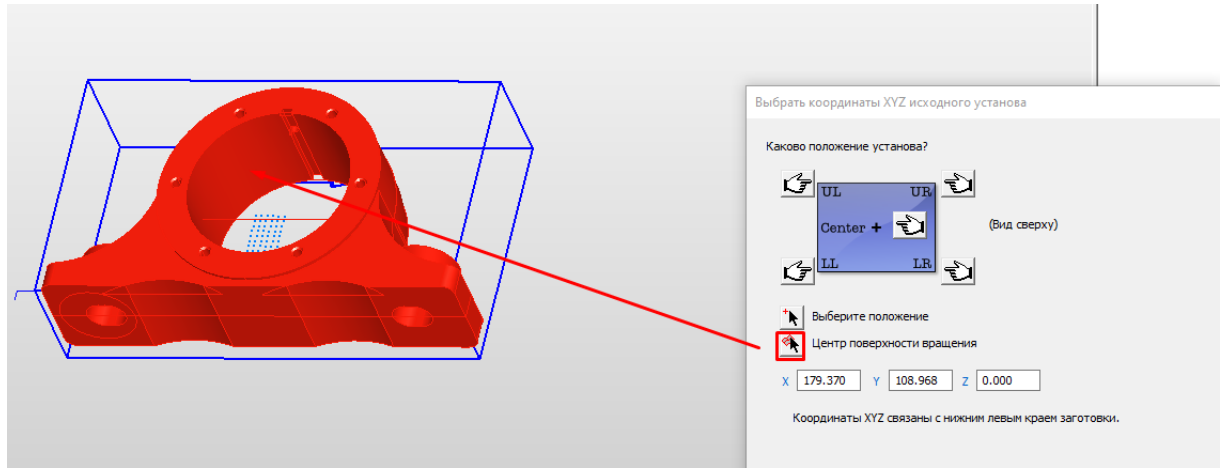


Рисунок 5.3 – Нуль деталі

Використовуємо автоматичний пошук отворів в моделі.

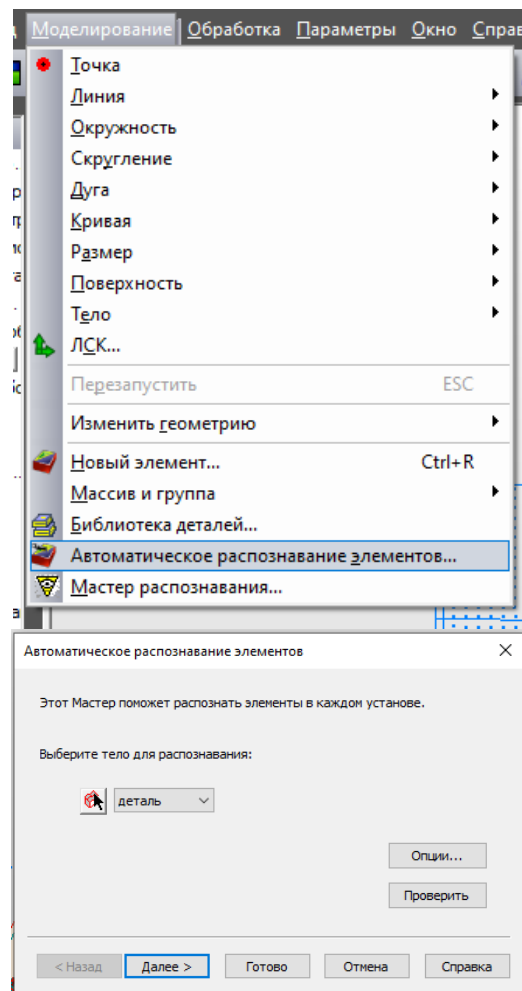


Рисунок 5.4 – Автоматичний пошук отворів

					КНУ.КБР.131.25.1-13.05.МПМО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Задаємо необхідні опції для обробки отворів.

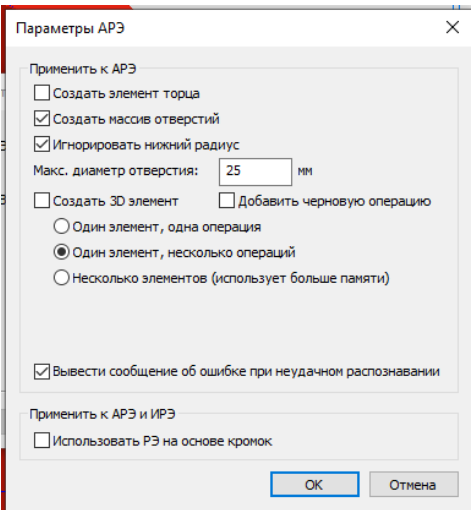


Рисунок 5.5 – Параметри АРЕ

Залишаємо тільки необхідні отвори.

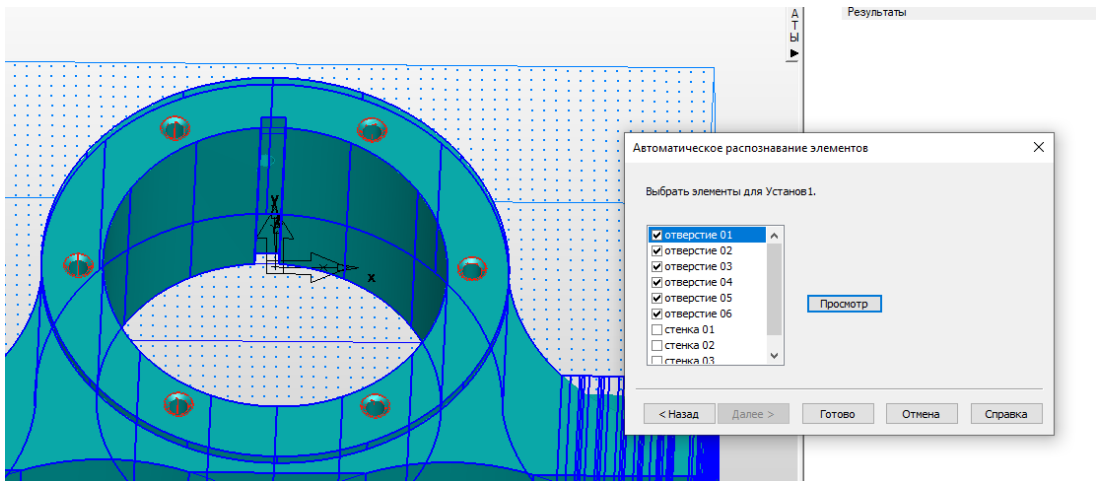


Рисунок 5.6 – Елементи обробки для першого установу

Список операций

☐ Автоматический порядок
☐ Упорядочить вручную

С	Операция	Элемент	Инструмент	Подача	Скорость	Глубина
	центровка	массив2.отвер...	центр_M1600-...	138.4 мм/мин	699 об/мин	9.698 мм
	центровка	массив2.отвер...	центр_M1600-...	138.4 мм/мин	699 об/мин	9.698 мм
	центровка	массив2.отвер...	центр_M1600-...	138.4 мм/мин	699 об/мин	9.698 мм
	центровка	массив2.отвер...	центр_M1600-...	138.4 мм/мин	699 об/мин	9.698 мм
	центровка	массив2.отвер...	центр_M1600-...	138.4 мм/мин	699 об/мин	9.698 мм
	сверло	массив2.отвер...	TD_M0840-J	138.4 мм/мин	850 об/мин	29.524 мм
	сверло	массив2.отвер...	TD_M0840-J	138.4 мм/мин	850 об/мин	29.524 мм
	сверло	массив2.отвер...	TD_M0840-J	138.4 мм/мин	850 об/мин	29.524 мм
	сверло	массив2.отвер...	TD_M0840-J	138.4 мм/мин	850 об/мин	29.524 мм
	сверло	массив2.отвер...	TD_M0840-J	138.4 мм/мин	850 об/мин	29.524 мм
	сверло	массив2.отвер...	TD_M0840-J	138.4 мм/мин	850 об/мин	29.524 мм
	Результаты					

Рисунок 5.7 – Список операцій

Переходимо в параметри операції.

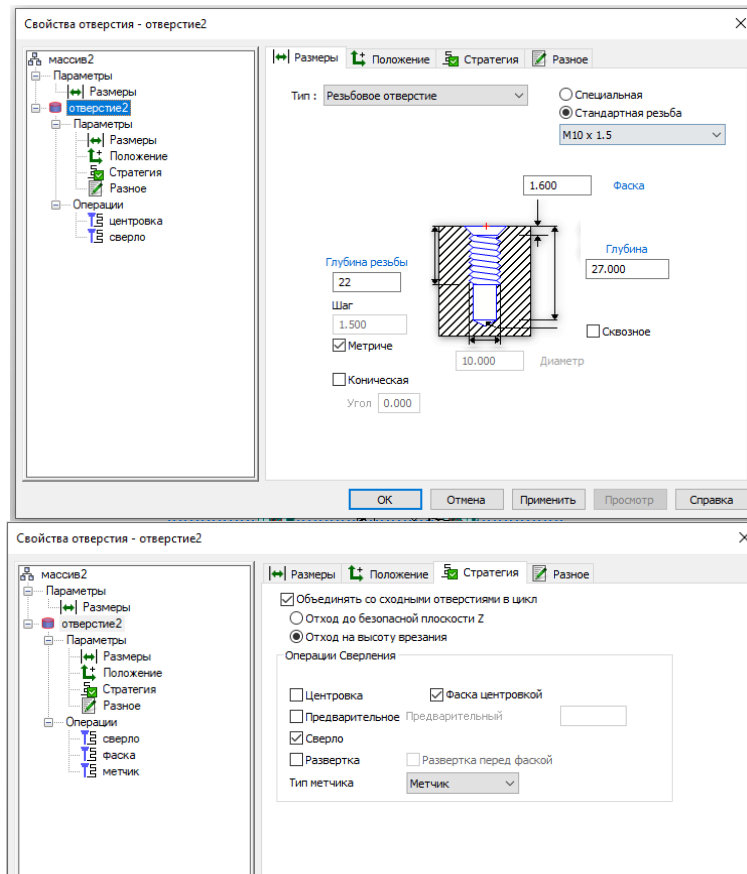


Рисунок 5.7 – Задані параметри операцій

Створюємо ще один установ для отримання аналогічних отворів на іншій стороні.

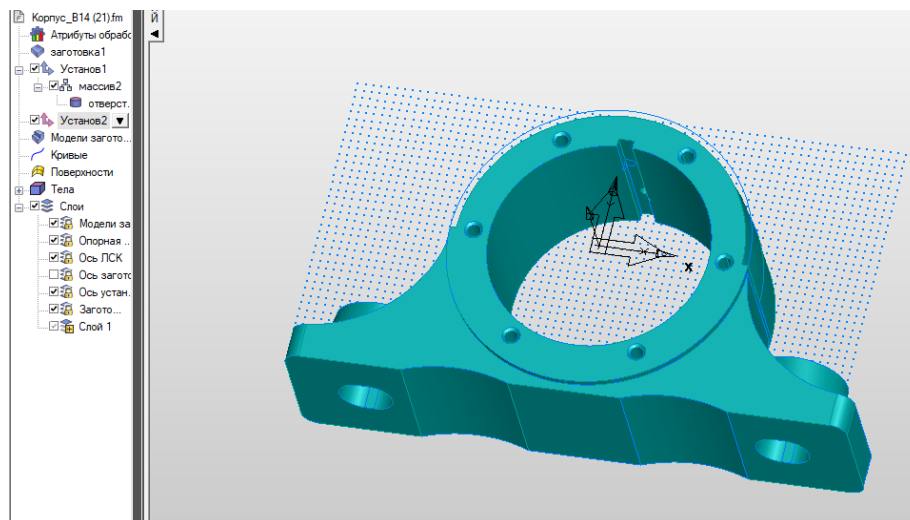


Рисунок 5.8 – Результат створення другого установу

					КНУ.КБР.131.25.1-13.05.МПМО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Повторюємо пункт 4 для створення операцій обробки отворів.

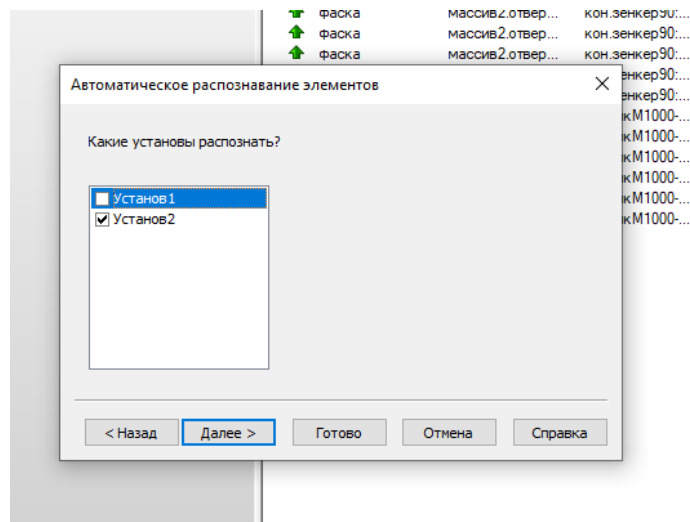


Рисунок 5.9 – Автоматичне розпізнання елементів

Створені операції.

Упорядочить вручную						
Операция	Элемент	Инструмент	Подача	Скорость	Глубина	
сверло	массив2.отвер...	TD_M0850-J	* 110.0 мм/мин	* 750 об/мин	29.554 мм	
сверло	массив2.отвер...	TD_M0850-J	* 110.0 мм/мин	* 750 об/мин	29.554 мм	
сверло	массив2.отвер...	TD_M0850-J	* 110.0 мм/мин	* 750 об/мин	29.554 мм	
сверло	массив2.отвер...	TD_M0850-J	* 110.0 мм/мин	* 750 об/мин	29.554 мм	
сверло	массив2.отвер...	TD_M0850-J	* 110.0 мм/мин	* 750 об/мин	29.554 мм	
сверло	массив2.отвер...	TD_M0850-J	* 110.0 мм/мин	* 750 об/мин	29.554 мм	
фаска	массив2.отвер...	кон.зенкер90...	51.9 мм/мин	406 об/мин	6.600 мм	
фаска	массив2.отвер...	кон.зенкер90...	51.9 мм/мин	406 об/мин	6.600 мм	
фаска	массив2.отвер...	кон.зенкер90...	51.9 мм/мин	406 об/мин	6.600 мм	
фаска	массив2.отвер...	кон.зенкер90...	51.9 мм/мин	406 об/мин	6.600 мм	
фаска	массив2.отвер...	кон.зенкер90...	51.9 мм/мин	406 об/мин	6.600 мм	
фаска	массив2.отвер...	кон.зенкер90...	51.9 мм/мин	406 об/мин	6.600 мм	
метчик	массив2.отвер...	метчикM1000...	315.0 мм/мин	210 об/мин	24.625 мм	
метчик	массив2.отвер...	метчикM1000...	315.0 мм/мин	210 об/мин	24.625 мм	
метчик	массив2.отвер...	метчикM1000...	315.0 мм/мин	210 об/мин	24.625 мм	
метчик	массив2.отвер...	метчикM1000...	315.0 мм/мин	210 об/мин	24.625 мм	
метчик	массив2.отвер...	метчикM1000...	315.0 мм/мин	210 об/мин	24.625 мм	
с_остановом	с_остановом1	TD_M0690-J	* 110.0 мм/мин	* 750 об/мин	29.073 мм	
сверло	массив3.отвер...	TD_M0690-J	* 110.0 мм/мин	* 750 об/мин	29.073 мм	
сверло	массив3.отвер...	TD_M0690-J	* 110.0 мм/мин	* 750 об/мин	29.073 мм	
сверло	массив3.отвер...	TD_M0690-J	* 110.0 мм/мин	* 750 об/мин	29.073 мм	
сверло	массив3.отвер...	TD_M0690-J	* 110.0 мм/мин	* 750 об/мин	29.073 мм	
сверло	массив3.отвер...	TD_M0690-J	* 110.0 мм/мин	* 750 об/мин	29.073 мм	
фаска	массив3.отвер...	кон.зенкер90...	51.9 мм/мин	463 об/мин	5.788 мм	
фаска	массив3.отвер...	кон.зенкер90...	51.9 мм/мин	463 об/мин	5.788 мм	
фаска	массив3.отвер...	кон.зенкер90...	51.9 мм/мин	463 об/мин	5.788 мм	
фаска	массив3.отвер...	кон.зенкер90...	51.9 мм/мин	463 об/мин	5.788 мм	
фаска	массив3.отвер...	кон.зенкер90...	51.9 мм/мин	463 об/мин	5.788 мм	
метчик	массив3.отвер...	* метчикM1000...	315.0 мм/мин	210 об/мин	24.625 мм	
метчик	массив3.отвер...	* метчикM1000...	315.0 мм/мин	210 об/мин	24.625 мм	
метчик	массив3.отвер...	* метчикM1000...	315.0 мм/мин	210 об/мин	24.625 мм	
метчик	массив3.отвер...	* метчикM1000...	315.0 мм/мин	210 об/мин	24.625 мм	
метчик	массив3.отвер...	* метчикM1000...	315.0 мм/мин	210 об/мин	24.625 мм	
метчик	массив3.отвер...	* метчикM1000...	315.0 мм/мин	210 об/мин	24.625 мм	
Результаты						

Рисунок 5.10 – Список операций

```

%
O0001(КОРПУС_В14 (21))
( 4-3-2025 15:19:10 )
N25 G00 G21 G17 G40 G49 G80 G94
N30 G91 G28 Z0

N35 ( DRILL ОТВЕРСТИЕ2 )
N40 T1 M6
N45 G00 G54 G90 X-80.0 Y0. S750 M03
N50 G43 H1 Z25.0 M08
N55 G83 G99 Z-29.554 R3.0 Q8.5 F110.
N60 X-40.0 Y69.282
N65 X40.0
N70 X80.0 Y0.
N75 X40.0 Y-69.282
N80 G98 X-40.0
N85 G80
N90 M5
N95 G91 G28 Z0 M09
N100 G49 G90 X0. Y0.
N105 M01

N110 ( CHAMFER ОТВЕРСТИЕ2 )
N115 T2 M06
N120 G94
N125 G00 G54 X-80.0 Y0. S405 M03
N130 G43 H2 Z25.0 M08
N135 G82 G99 Z-6.6 R3.0 P2000 F52.
N140 X-40.0 Y69.282
N145 X40.0
N150 X80.0 Y0.
N155 X40.0 Y-69.282
N160 G98 X-40.0
N165 G80
N170 M5
N175 G91 G28 Z0 M09
N180 G49 G90 X0. Y0.
N185 M01

N190 ( TAP ОТВЕРСТИЕ2 )
N195 T3 M06
N200 G94
N205 G00 G54 X-80.0 Y0. S210 M03
N210 G43 H3 Z25.0 M08
N215 G84 G99 Z-24.625 R3.0 F315.
N220 X-40.0 Y69.282
N225 X40.0
N230 X80.0 Y0.
N235 X40.0 Y-69.282

```

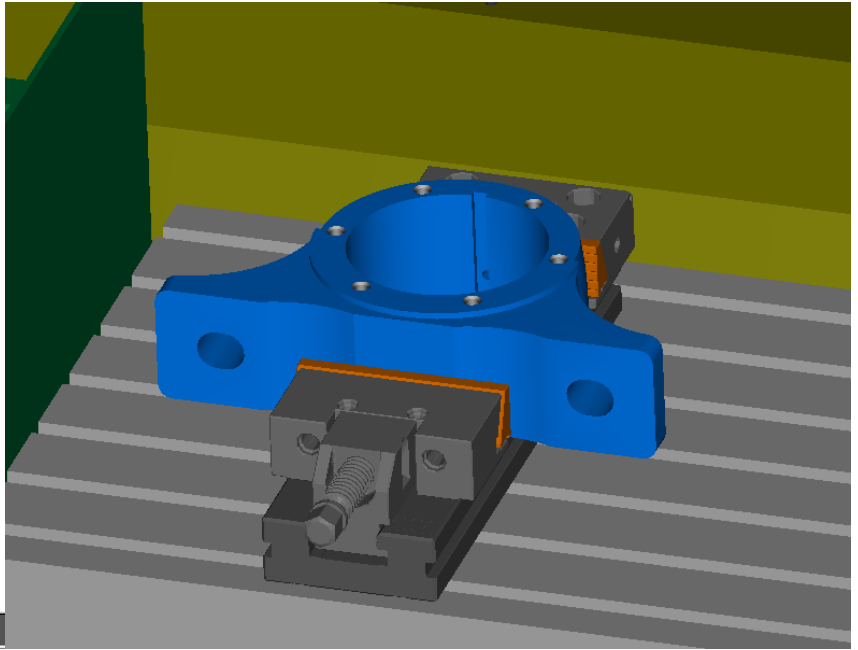


Рисунок 5.11 – Фрагмент керуючої програми

Результат керуючої програми для обох установів можна переглянути у додатку А.

					КНУ.КБР.131.25.1-13.05.МПОМО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

6.1 Розрахунки ключових техніко-економічних показників

Організаційно-економічна підготовка виробництва (ОЕПВ) – це комплекс заходів, спрямованих на забезпечення ефективного та економічно вигідного запуску та функціонування виробничого процесу. Вона охоплює широкий спектр питань, від планування та організації робочих місць до розрахунку собівартості продукції.

Одним з найважливіших аспектів ОЕПВ є розрахунок ключових техніко-економічних показників, зокрема технологічної собівартості.

Технологічна собівартість – це сукупність витрат, безпосередньо пов'язаних з процесом виробництва продукції. Вона включає в себе:

- Витрати на сировину та матеріали: Вартість основних та допоміжних матеріалів, необхідних для виготовлення продукції.
- Витрати на оплату праці виробничих робітників: Заробітна плата робітників, безпосередньо задіяних у виробничому процесі.
- Витрати на електроенергію, воду та інші енергоресурси: Вартість енергії, спожитої обладнанням та іншими виробничими процесами.
- Амортизація обладнання: Відрахування на відшкодування зносу обладнання, що використовується у виробництві.
- Витрати на утримання та експлуатацію обладнання: Витрати на ремонт, технічне обслуговування та інші роботи, пов'язані з підтримкою обладнання в робочому стані.

Точний розрахунок технологічної собівартості дозволяє:

- Оцінити економічну ефективність виробництва: Порівняння технологічної собівартості з ринковою ціною продукції дозволяє визначити прибутковість виробництва.
- Виявити резерви зниження витрат: Аналіз структури технологічної собівартості дозволяє виявити статті витрат, які можна оптимізувати.
- Приймати обґрунтовані управлінські рішення: Інформація про технологічну собівартість необхідна для прийняття рішень щодо ціноутворення, вибору технологій та інших важливих питань.

					КНУ.КБР.131.25.1-13.06.ОЕПВ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Кучер				Організаційно-економічна підготовка виробництва		
Перевір.	Рязанцев						
Реценз.							
Н. Контр.	Нечасів						
Зав. каф.	Рязанцев						
					Лім.	Арк.	Аркушів
					Кафедра ТМ, гр. ПМ-21		

Таким чином, організаційно-економічна підготовка виробництва, з акцентом на розрахунок технологічної собівартості, є критично важливим елементом для забезпечення конкурентоспроможності та прибутковості будь-якого виробничого підприємства. Вона дозволяє не лише контролювати витрати, але й активно шукати шляхи їх оптимізації, що в кінцевому підсумку сприяє підвищенню ефективності та успіху бізнесу.

Вихідні дані, подані в Таблиці 6.1. Ці дані містять ключову інформацію, необхідну розуміння поточної ситуації та формування обґрунтованих висновків. На їх основі ми зможемо провести необхідні обчислення. Важливо уважно вивчити подані дані, щоб забезпечити точність та надійність наступних етапів роботи.

Таблиця 6.1 – Дані для розрахунку

Вихідні дані					
Дані	Базовий варіант				Новий варіант
	6B75	2H125L			VESTA 610D
Деталь					
Річний обсяг випуску деталей N, шт.	1095				1095
Кількість запусків партій деталей в рік, шт.	7				7
Тривалість випуску деталей Z, років	2				2
Штучний час обробки деталі тшт, хв.	150	120			80
Час наладки верстата, хв.	80	70			20
Розряд: контролера верстатника наладчика наладчика інструменту	5				5
	5	5			4
	3	3			5
	3	4			4
Кількість кадрів програми, шт.					300
Вартість заготовки Sзаг, грн.	1115				1115
Вартість комплекту спец. пристосувань Кпр, грн	5000	6000			3000
Оптова ціна на прокат одного УСП Цусп, грн					
Середній час налагодження за прибором одного інструменту поза верстатом, хв.	0	0			10

Продовження таблиці 6.1:

Середній період стійкості інструменту, хв.	45	45			120
Середня кількість граней пластинки, шт.	4	2			4
Коефіцієнт, що враховує питому вагу основного часу в штучному кт	0,083	0,083			0,083
Вартість одного кадрю ПК, грн.					8,9
Вартість розробки ПК Кпк, грн.					2670
Середньочасова зарплатня робітника, грн:					
верстатника Нст	120	120			90
наладчика Ннал	115	110			130
наладчика інструмента Нін	100	100			110
контролера Нк	110				115
<i>Верстати</i>					
Клас точності верстата	Н	Н			А
Маса верстата, т	8,55	8,8			7,5
Габарити верстата (довжина x ширина), м.	11,5 x 11	7,85 x 9,15			4,13 x 2,12
Габарити пристрою ЧПК, м					0,5 x 0,5
Тип пристрою ЧПК					FANUC 0iMF
Строк служби верстата до капітального ремонту Трц, років	7	7			10
Встановлена потужність всіх електродвигунів головного руху, кВт	10	10			50
Категорія складності ремонту верстата ЕРС:					
механічної частини Rм	20	19,3			19
електротехнічної частини Re	16,7	17,8			20,3
Кількість верстатів, що обслуговує один робочий d, шт	1	1			2
Оптова ціна верстата Ц, грн.	2E+05	185000			1650000
Коефіцієнт завантаження верстата ηз	0,75	0,75			0,95
Площа верстата за габаритами А, м. кв.	25,0	25,0			8,8

					КНУ.КБР.131.25.1-13.06.ОЕПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 6.1:

Площа пристрою ЧПК Ау, м. кв.	126,5	71,83			0,25
Витрати на одну одиницю ЕРС верстата, грн.					
механічної частини Нм	401	401			272
електротехнічної частини Не	86	86			60
Норматив річних витрат на поточне обслуговування та ремонт ПЧПК Q, грн.	0	0			1950
Коеф., що враховує додаткову площу верстата, γ	2,5	2,5			2
Коеф., що враховує клас точності верстата, μ	1	1			1,8
Ефективний річний фонд часу роботи верстата Фоб, год	3975	3975			3845
<i>Виробничі та інші площі</i>					
Вартість 1 м. кв. площі механічної Цпл.зд., грн	500				500
Вартість 1 м. кв. площі, що займають службово-побутові приміщення Цсл. поб, грн	1000				1000
Площа службово-побутових приміщень, що приходяться на одного робочого Аб, м. кв.	7				7
Витрати на утримання та амортизаційні витрати на 1 м. кв. цеху Нпл, грн.	180	180			200

Розрахунок допоміжних показників

Дані	Базовий варіант				Новий варіант
	6B75	2H125Л			VESTA 610D
Трудомісткість обробки Тшт, год	400	400			1500
Час наладки верстата впродовж року Тн, год	9,3333	8,16667			2,333333333
Час наладки інструмента поза верстатом впродовж року Тн.ін, год	0	0,00			20,00
Час контролю деталей впродовж року Тк, год	33,2	33,2			124,5
Кількість верстатників Рст, чол. (розрах.)	0,22	0,22			0,40
(дійсна)	1	1			1
Кількість наладчиків верстатів Рн, чол. (розрахункова)	0,0050	0,0044			0,0013
(дійсна)	1	1			1
Кількість наладчиків інструмента поза верстатом Рн.ін, чол. (розрахункова)	0	0,0000			0,01075
(дійсна)	0	0			1
Кількість контролерів Рк, чол. (розрах.)	0,02	0,02			0,07
(дійсна)	1				1
Додаткова кількість робочих по обслуговуванню верстатів з ЧПК Рдод, чол (розрахункова)	0,00	0,00			0,21
(дійсна)	0	0			1
Загальна кількість працівників на річну програму випуску деталей, чол.	5				5
Частка завантаження верстата обробкою деталі в обсязі річного випуску β	0,14	0,18			0,41

					КНУ.КБР.131.25.1-13.06.ОЕПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення точності та наочності представлених даних, всі ключові техніко-економічні показники були розраховані за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel. Його інструменти дозволили провести комплексний аналіз та візуалізувати отримані результати.

Розраховуємо собівартість механічної обробки річного випуску деталей.

$$C = I_3 + I_n + I_{in} + I_{mk} + I_{pr} + I_{usp} + I_a + I_{pl} + I_{sl} + I_r + I_u + I_k,$$

де I_3 – зарплатня верстатника;

I_n – зарплатня за наладку верстата;

I_{in} – зарплатня наладжувальника інструмента поза верстатом;

I_{mk} – витрати на підготовку та поновлення керуючої програми;

I_{pr} – витрати на ремонт та утримання спеціальних пристосувань;

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

I_a – амортизаційні відрахування на повне відновлення обладнання;

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

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

I_r – витрати на ремонт та технічне обслуговування обладнання;

I_u – витрати на технічне обслуговування і ремонт ЧПК;

I_k – зарплатня контролера

$$C_1 \text{ на деталь} = 212,55$$

$$C_2 \text{ на деталь} = 174,47$$

I_3	I_n	I_{in}	I_{mk}	I_{pr}	I_{usp}	I_a	I_{pl}	I_{sl}	I_r	I_u	I_k	
$C_1 = 158164 + 3100,41 + 0,00 + 0,00 + 5940 + 0 + 3066,15 + 17204,16 + 35000 + 2967,0 + 0,0 + 7304,00 = 232745,53$												
$C_2 = 112193 + 476,99 + 234,00 + 1335 + 1620 + 0 + 17315,10 + 3024,00 + 35000 + 4727,7 + 802,0 + 14318 = 191045,37$												

Рисунок 6.1 – Собівартість механічної обробки річного випуску деталей

Потім розраховуємо зарплатню верстатника (основна та додаткова) I_3 .

$$I_3 = H_{et.zag} \cdot T_{шт} / d$$

де $H_{et.zag}$ – середньочасова заробітна платня верстатників зі усіма нарахуваннями, грн.;

$T_{шт}$ – час обробки деталей в обсязі їх річного випуску, год;

d – кількість верстатів, які обслуговує один робочий

$$H_{et.zag} = H_{et} + Z_d + C_{відр} + C_{прем}$$

де H_{et} – тарифна ставка верстатника, грн;

Z_d – додаткова заробітна платня, 8%

$C_{відр}$ – відрахування на соціальне

страхування, 12%

$C_{прем}$ – преміальні доплати, 35%

$$T_{шт} = t_{шт} \cdot N / 60$$

Базовий варіант					Новий варіант		
	$I_3 = H_{et.zag} \cdot T_{шт} / d$				VESTA 610D	$I_3 = H_{et.zag} \cdot T_{шт} / d$	
6B75	79782	199,45	400	1		112193	149,59
2H125Л	78382	195,96	400	1	Всього I_{32}	112193	
0	0	0,00	0	0			
0	0	0	0	0			
Всього I_3	158164						

Рисунок 6.2 – Зарплатня верстатника (основна та додаткова) I_3

Далі визначаємо зарплатню за наладку верстата I_n .

$$I_n = H_{нал.zag} \cdot T_n$$

де $H_{нал.zag}$ – середньочасова зарплатня наладчиків з усіма нарахуваннями, грн;

T_n – час наладки верстата впродовж року, год

$$H_{нал.zag} = H_{нал} + Z_d + C_{відр} + C_{прем}$$

де $H_{нал}$ – тарифна ставка наладчика, грн;

Z_d – додаткова заробітна платня, 8%

$C_{відр}$ – відрахування на соціальне страхування, 12%

$C_{прем}$ – преміальні доплати, 30%

$$T_n = t_n \cdot j_p / 60$$

де t_n – час наладки верстата для обробки партії деталей,

j_p – кількість запусків партій деталей за рік

Базовий варіант				Новий варіант		
	$I_n = H_{нал} \cdot T_n$			VESTA 610D	$I_n = H_{нал} \cdot T_n$	
6B75	1687,80	180,84	9,3333		476,99	204,42
2H125Л	1412,61	172,97	8,1667	Всього I_{n2}	476,99	
0	0,00	0,00	0			
0	0,00	0,00	0			
Всього I_n	3100,41					

Рисунок 6.3 – Зарплатня за наладку верстата I_n .

					КНУ.КБР.131.25.1-13.06.ОЕПВ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Після цього проводимо розрахунки зарплатні наладжувальника інструмента поза верстатом, $I_{\text{ін}}$.

$$I_{\text{ін}} = N_{\text{ін}} \cdot T_{\text{ін.ін.}}$$

де $N_{\text{ін}}$ – середньочасова зарплатня наладчика, грн;

$T_{\text{ін.ін.}}$ – час, який затрачується на налагодження інструмента поза верстатом, хв

$$T_{\text{ін.ін.}} = 1,3 \cdot t_{\text{ін}} \cdot T_{\text{шт}} \cdot k_{\text{т}} / (T \cdot n_{\text{Г}})$$

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

$t_{\text{ін}}$ – середній час налагодження за прибором одного інструмента, хв.;

$T_{\text{шт}}$ – час обробки деталей в обсязі їх річного випуску

$k_{\text{т}}$ – коеф., який враховує питому вагу основного часу в штучному і дорівнює 0,7...0,85;

T – середній період стійкості інструменту, хв.;

$n_{\text{Г}}$ – кількість граней пластинки, що не переточується

Базовий варіант				Новий варіант			
6B75	$I_{\text{ін}} =$	$N_{\text{ін}}$	$\cdot T_{\text{ін.ін.}}$	VESTA 610D	$I_{\text{ін}} =$	$N_{\text{ін}}$	$\cdot T_{\text{ін.ін.}}$
	0	100	0		1112,00	55,6	20,00
2H125Л	$I_{\text{ін}} =$	$N_{\text{ін}}$	$\cdot T_{\text{ін.ін.}}$	Всього $N_{\text{ін}2}$	1112,00		
	0,00	110	0,00				
0	$I_{\text{ін}} =$	$N_{\text{ін}}$	$\cdot T_{\text{ін.ін.}}$				
	0,00	0	0				
0	$I_{\text{ін}} =$	$N_{\text{ін}}$	$\cdot T_{\text{ін.ін.}}$				
	0,00	0	0				
Іін1	0,00						

Рисунок 6.4 – Зарплатня наладжувальника інструмента поза верстатом, $I_{\text{ін}}$

На наступному етапі розраховуємо витрати на підготовку та поновлення керуючої програми $I_{\text{пк}}$.

Базовий варіант				Новий варіант			
0	$I_{\text{пк}} = K_{\text{пк}} / Z$			6B75	$I_{\text{пк}} = K_{\text{пк}} / Z$		
	0	0	1095		0	0	2
0	$I_{\text{пк}} = K_{\text{пк}} / Z$			2H125Л	$I_{\text{пк}} = K_{\text{пк}} / Z$		
	0	0	1095		0,00	0	2
Всього $I_{\text{пк}1}$				Всього $I_{\text{пк}2}$			
				0,00			

Рисунок 6.5 – Витрати на підготовку та поновлення керуючої програми $I_{\text{пк}}$.

В подальшому здійснюємо розрахунок витрат на ремонт та утримання спеціальних пристосувань $I_{\text{пр}}$.

$$I_{\text{пр}} = K_{\text{пр}} (1/Z + 0,04)$$

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

Базовий варіант				Новий варіант			
6B75	$I_{\text{пр}} = K_{\text{пр}} \cdot (1/Z + 0,04)$	VESTA 610D	$I_{\text{пр}} = K_{\text{пр}} \cdot (1/Z + 0,04)$	1620	3000	0,5	
	2700 5000 0,5						
2H125Л	$I_{\text{пр}} = K_{\text{пр}} \cdot (1/Z + 0,04)$	Всього I _{ін2}	1620				
	3240 6000 0,5						
0	$I_{\text{пр}} = K_{\text{пр}} \cdot (1/Z + 0,04)$						
	0 0 0,5						
0	$I_{\text{пр}} = K_{\text{пр}} \cdot (1/Z + 0,04)$						
	0 0 0,5						
Всього	5940						

Рисунок 6.6 – Витрати на ремонт та утримання спеціальних пристосувань $I_{\text{пр}}$.

Далі виконуємо обчислення витрат на прокат універсально-збірних пристосувань при їх використанні $I_{усп}$

$$I_{усп} = C_{усп} \cdot j_p$$

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

Базовий варіант				Новий варіант					
6B75	$I_{усп} = C_{усп} \cdot j_p$	0	0	7	VESTA 610D	$I_{усп} = C_{усп} \cdot j_p$	0	0	7
2H125Л	$I_{усп} = C_{усп} \cdot j_p$	0	0	7	Всього $I_{усп2}$	0			
0	$I_{усп} = C_{усп} \cdot j_p$	0	0	7					
4-ий верстат	$I_{усп} = C_{усп} \cdot j_p$	0	0	7					
Всього $I_{усп1}$	0								

Рисунок 6.7 – Витрати на прокат універсально-збірних пристосувань при їх використанні $I_{усп}$

Далі рахуємо амортизаційні відрахування на повне відновлення обладнання I_a .

$$I_a = K_6 \cdot A$$

де A – норма амортизаційних відрахувань на повне відновлення верстата, що приймається:

- для верстатів масою до 10 т, які оброблюють деталі металевими та абразивними інструментами, відповідно – 0,053 та 0,056;
- для верстатів масою вище 10 т – 0,04 та 0,042 відповідно

Базовий варіант				Новий варіант			
6B75	$I_a = K_6 \cdot A$			VESTA 610D	$I_a = K_6 \cdot A$		
	1600,95	30207	0,053		#####	326700	0,05
2H125Л	$I_a = K_6 \cdot A$			Всього I_{a2}	17315,10		
	1465,20	36630	0,04				
0	$I_a = K_6 \cdot A$						
	0,00	0	0				
0	$I_a = K_6 \cdot A$						
	0,00	0	0,053				
Всього	3066,15						

Рисунок 6.8 – Амортизаційні відрахування на повне відновлення обладнання I_a

Після цього підраховуємо витрати на утримання приміщення, яке займає верстат $I_{пл}$.

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

де $H_{пл}$ – вартість амортизації та утримання 1 м. кв. площі механічного цеху

- для верстатів класів точності Н та П – 180 грн
- для верстатів класів точності В та ОВ – 200 грн

Базовий варіант							Новий варіант							
6B75	$I_{пл} = H_{пл} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$						VESTA 610D	$I_{пл} = H_{пл} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$						
	9360,74	180	25,0	126,5	2,5	0,14		1481	200	8,8	0,25	2	0,41	
2H125Л	$I_{пл} = H_{пл} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$						Всього $I_{пл2}$							
	7843,41	180	25,0	71,83	2,5	0,18		1480,64						
16K20	$I_{пл} = H_{пл} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$													
	0,00	0	0,0	0	0	0,00								
4-ий верстат	$I_{пл} = H_{пл} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$													
	0,00	0	0,0	0	0	0,00								
Всього $I_{пл1}$	17204,16													

Рисунок 6.9 – Витрати на утримання приміщення, яке займає верстат $I_{пл}$.

Потім рахуємо витрати на амортизацію і утримання службово-побутових приміщень $I_{сл}$.

					КНУ.КБР.131.25.1-13.06.ОЕПВ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$I_{\text{сл}} = N_{\text{пл}} \cdot A_6 \cdot (P_{\text{ст}} + P_{\text{н}} + P_{\text{дод}} + P_{\text{к}})$$

Базовий варіант						
$K_{\text{сл}} =$	$C_{\text{пл.6}}$	A_6	$(P_{\text{ст}} +$	$P_{\text{н}} +$	$P_{\text{дод}} +$	$P_{\text{к}})$
35000	1000	7	2	2	0	1
Всього	35000					
Ксл1						

Новий варіант						
$K_{\text{сл}} =$	$C_{\text{пл.6}}$	A_6	$(P_{\text{ст}} +$	$P_{\text{н}} +$	$P_{\text{дод}} +$	$P_{\text{к}})$
35000	1000	7	1	2	1	1
Всього	35000					
Ксл2						

Рисунок 6.10 – Витрати на амортизацію і утримання службово-побутових приміщень $I_{\text{сл}}$

Далі проводимо підрахунки витрат на ремонт та технічне обслуговування обладнання $I_{\text{р}}$.

$$I_{\text{р}} = (H_{\text{м}} \cdot R_{\text{м}} + H_{\text{е}} \cdot R_{\text{е}}) \cdot \mu \cdot \beta$$

де $H_{\text{м}}, H_{\text{е}}$ – витрати на одиницю ремонтної складності відповідного механічної та електротехнічної частин, грн;
 $R_{\text{м}}, R_{\text{е}}$ – ремонтна складність відповідно механічної та електротехнічної часток, що приймається за паспортом верстата, а для деяких верстатів ЧПК;
 μ – коефіцієнт, який враховує клас точності верстата, що приймається для класів точності Н, П, В, А, С – відповідно 1, 1.2, 1.5, 1.8, 2.2

Базовий варіант						
6B75	$I_{\text{р}} =$	$(H_{\text{м}} \cdot R_{\text{м}} +$	$H_{\text{е}} \cdot R_{\text{е}}) \cdot \mu \cdot \beta$			
	1298,4	401	20	86	16,7	1 0,14
2H125Л	$I_{\text{р}} =$	$(H_{\text{м}} \cdot R_{\text{м}} +$	$H_{\text{е}} \cdot R_{\text{е}}) \cdot \mu \cdot \beta$			
	1668,6	401	19,3	86	17,8	1 0,18
3-варіант	$I_{\text{р}} =$	$(H_{\text{м}} \cdot R_{\text{м}} +$	$H_{\text{е}} \cdot R_{\text{е}}) \cdot \mu \cdot \beta$			
	0,0	0	0	0	0	0,00
4-ий верстат	$I_{\text{р}} =$	$(H_{\text{м}} \cdot R_{\text{м}} +$	$H_{\text{е}} \cdot R_{\text{е}}) \cdot \mu \cdot \beta$			
	0,0	0	0	0	0	0,00
Всього	2967,0					
Ир1						

Новий варіант						
VESTA 610D	$I_{\text{р}} =$	$(H_{\text{м}} \cdot R_{\text{м}} +$	$H_{\text{е}} \cdot R_{\text{е}}) \cdot \mu \cdot \beta$			
	4727,7	272	19	60	20,3	1,8 0,41
Всього Ир2	4727,7					

Рисунок 6.11 – Витрати на ремонт та технічне обслуговування обладнання $I_{\text{р}}$

Слідом за цим розраховуємо витрати на технічне обслуговування і ремонт ЧПК $I_{\text{у}}$.

$$I_{\text{у}} = Q \cdot \beta$$

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

Базовий варіант			Новий варіант		
6B75	$I_y =$ 0	$Q \cdot \beta$ 0 0,14	16K20Ф3	$I_y =$ 802,0	$Q \cdot \beta$ 1950 0,41
2H125Л	$I_y =$ 0	$Q \cdot \beta$ 0 0,18	Всього И _{у2}	802,0	
3-варіант	$I_y =$ 0	$Q \cdot \beta$ 0 0,00			
4-ий верстат	$I_y =$ 0	$Q \cdot \beta$ 0 0,00			
Всього И _{у1}	0,0				

Рисунок 6.12 – Витрати на технічне обслуговування і ремонт ЧПК $I_{\text{у}}$

На завершення розраховуємо зарплатню контролера $I_{\text{к}}$.

$$I_{\text{к}} = H_{\text{к}} \cdot T_{\text{к}}$$

де $H_{\text{к}}$ – середньочасова заробітна платня контролера 5-го розряду, грн.;

$T_{\text{к}}$ – час контролю деталей впродовж року, год.

Для базових верстатів:

$T_{\text{к1}} = 0,083 \cdot T_{\text{шт}}$
де $0,083$ – середньостатистична частка трудомісткості частки контролю деталей

Для обробки на верстатах з ЧПК

$T_{\text{к1}} = 0,2 \cdot T_{\text{шт}}$

Базовий варіант				Новий варіант			
6B75	$I_k =$	$H_k \cdot T_k$		VESTA 610D	$I_k =$	$H_k \cdot T_k$	
	3652,00	110	33,20	14317,5	115	124,5	
2H125Л	$I_k =$	$H_k \cdot T_k$		Всього I_k	14317,5		
	3652,00	110	33,20				
3-варіант	$I_k =$	$H_k \cdot T_k$					
	0,00	110	0,00				
4-ий верстат	$I_k =$	$H_k \cdot T_k$					
	0,00	110	0,00				
Всього I_{k1}	7304,00						

Рисунок 6.13 – Зарплатня контролера $I_{\text{к}}$

					КНУ.КБР.131.25.1-13.06.ОЕПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тепер розраховуємо капітальні вкладення споживача.

$$K = K_6 + K_{зд} + K_{сл} + K_{нез} + K_{пр} + K_{п.у.}$$

де K_6 – балансова вартість верстата, грн;

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

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

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

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

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

	К _б		К _{зд}		К _{сл}		К _{нез}		К _{пр}		К _{п.у.}		
К ₁ =	66837	+	47789	+	35000	+	181855	+	11000	+	0	=	342481
К ₂ =	326700	+	1620,00	+	28000	+	203109	+	3000	+	2670	=	565099,07

Рисунок 6.14 – Капітальні вкладення споживача

І тоді розраховуємо балансову вартість верстата K_6 .

$$K_6 = Ц \cdot \alpha \cdot \beta$$

де $Ц$ – оптова ціна верстата, грн

α – коеф., що враховує витрати на доставку та встановлення верстата та приймається рівним

β – частка завантаження верстата

$$\beta = T_{шт} + T_n / (Фоб \cdot n_p)$$

Базовий варіант					Новий варіант				
6B75	K6 =	Ц	α	β	VESTA 610D	K6 =	Ц	α	β
	30207	200000,00	1,1	0,14		326700	1650000,00	1,1	0,18
2H125Л	K6 =	Ц	α	β	Всього Кб2	326700			
	36630	185000,00	1,1	0,18					
0	K6 =	Ц	α	β					
	0	0	1,1	0,00					
4-ий верстат	K6 =	Ц	α	β					
	0	0	1,1	0,00					
Всього Кб1	66837								

Рисунок 6.15 – Балансова вартість верстата K_6

Після чого знаходимо значення вартості приміщень, які займає верстат $K_{зд}$.

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

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

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

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

γ – коефіцієнт, який враховує додаткову площу

Базовий варіант							Новий варіант						
6B75	$K_6 = \frac{C_{мех}}{500} (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$						VESTA 610D	$K_6 = \frac{C_{мех}}{500} (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$					
	26002	500	25,0	126,5	2,5	0,14		1620	500	8,8	0,25	2	0,18
2H125Л	$K_6 = \frac{C_{мех}}{500} (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$						Всього $K_{ка2}$	1620,00					
	21787	500	25,0	71,83	2,5	0,18							
0	$K_6 = \frac{C_{мех}}{500} (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$												
	0	500	0,0	0	0	0,00							
4-ий верстат	$K_6 = \frac{C_{мех}}{500} (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$												
	0	500	0,0	0	0	0,00							
Всього $K_{ка1}$							47789						

Рисунок 6.16 – Вартість приміщень, які займає верстат $K_{зд}$

Далі обчислюємо значення вартості службово-побутових приміщень $K_{сл}$.

$$K_{сл} = Ц_{пл.б} \cdot A_6 \cdot (P_{ст} + P_n + P_{дод} + P_k)$$

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

A_6 – площа службово-побутових приміщень, яка приходить на одного робочого;

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

P_k – кількість контролерів

Базовий варіант						
$K_{сл} =$	$Ц_{пл.б}$	$\cdot A_6$	$\cdot (P_{ст} +$	P_n	$+ P_{дод}$	$+ P_k)$
35000	1000	7	2	2	0	1
Всього $K_{сл1}$	35000					
Новий варіант						
$K_{сл} =$	$Ц_{пл.б}$	$\cdot A_6$	$\cdot (P_{ст} +$	P_n	$+ P_{дод}$	$+ P_k)$
28000	1000	7	1	2	0	1
Всього $K_{сл2}$	28000					

Рисунок 6.17 – Вартість службово-побутових приміщень $K_{сл}$.

					КНУ.КБР.131.25.1-13.06.ОЕПВ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

На завершення розраховуємо обігові кошти в незакінченому виробництві $K_{нез}$

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

де 3 – число партій деталей, які приходяться

n'' – розмір налагодочної партії деталей (партії

$$n'' = N_{річн} / j_p$$

$S_{заг}$ – вартість заготовки, грн;

C – собівартість механічної обробки річного випуску деталей, грн;

0,5 – коеф. наростання витрат

Базовий варіант					
$K_{нез} =$	3	$\cdot n''$	$\cdot (S_{заг} +$	$C / N_{річн} \cdot 0,5) \cdot \beta$	
181854,87	156,4	1115	232745,53	1095	0,32
Всього Кссл		181855			

Новий варіант					
$K_{нез} =$	3	$\cdot n''$	$\cdot (S_{заг} +$	$C / N_{річн} \cdot 0,5) \cdot \beta$	
203109,07	156,4	1115	191045,37	1095	0,36
Всього Кссл		203109			

Рисунок 6.18 – Обігові кошти в незакінченому виробництві $K_{нез}$

Кінцевий результат:

Приведені витрати			
$3_1 =$	$C_1 + E_n \cdot K_1$		
284118	232746	0,15	342481
$3_2 =$	$C_2 + E_n \cdot K_2$		
275810	191045	0,15	565099

Строк окупності			
$T_{ок} =$	$(K_2 - K_1) / (C_1 - C_2)$		
5,339	565099,07	342481	##### 191045,37

Річний економічний ефект		
$E =$	$3_1 - 3_2$	
8307	284118	275810

6.2 Охорона праці та екологія виробництва

Організаційно-економічна підготовка виробництва, яка серйозно ставиться до питань охорони праці та екології, – це фундамент для стабільного та успішного розвитку будь-якого підприємства. Це не просто модна тенденція, а необхідна умова для довгострокового процвітання.

Чому це так важливо? Тому що такий підхід дозволяє не лише оптимізувати виробничі процеси та підвищити їхню ефективність, але й створити безпечні умови праці для співробітників. А це, в свою чергу, позитивно впливає на їхню продуктивність та лояльність. Крім того, врахування екологічних аспектів допомагає мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище, що стає все більш важливим в сучасному світі. Відповідальне ставлення до природи – це не лише питання репутації, але й внесок у збереження планети для майбутніх поколінь.

Сучасне виробництво неможливе без утворення відходів. Відпрацьовані мастила, охолоджуючі рідини, металева стружка, зношені абразивні круги – все це потребує правильної утилізації. Просто викинути це на смітник – неприпустимо.

Утилізація відходів виробництва:

- Сортування: Перший крок – це сортування відходів. Металеву стружку можна переплавити, відпрацьовані мастила – регенерувати, а зношені абразивні круги – відправити на спеціалізовані підприємства для переробки.

					КНУ.КБР.131.25.1-13.06.ОЕПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Зберігання: Відходи повинні зберігатися у спеціально відведених місцях, відповідно до вимог екологічного законодавства. Це можуть бути герметичні контейнери для рідин, окремі ємності для металу та інше.
- Передача на утилізацію: Утилізація відходів повинна здійснюватися ліцензованими компаніями, які мають необхідне обладнання та технології для безпечної переробки. Важливо вести облік переданих відходів та мати відповідні документи, що підтверджують їхню утилізацію.

Захист працівників, які працюють за станком:

Безпека працівників – це пріоритет. Робота зі станками пов'язана з ризиками, тому необхідно вживати всіх можливих заходів для їх мінімізації.

- Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ): Обов'язковим є використання ЗІЗ: захисні окуляри, рукавиці, навушники, спеціальний одяг та взуття. Вибір ЗІЗ залежить від типу станка та виконуваних операцій.
- Огородження та блокування: Рухомі частини станка повинні бути огорожені, щоб унеможливити випадковий контакт. Також необхідно використовувати блокувальні пристрої, які зупиняють станок при відкритті огороження.
- Навчання та інструктаж: Працівники повинні проходити навчання з безпечної експлуатації станка та знати правила надання першої медичної допомоги. Регулярні інструктажі допомагають підтримувати знання на належному рівні.

Продовжуючи розмову про безпеку, варто наголосити на важливості ергономіки робочого місця. Правильно організоване робоче місце знижує ризик травм та професійних захворювань. Це включає в себе регулювання висоти станка, наявність зручного сидіння (якщо робота передбачає сидяче положення), достатнє освітлення та відсутність факторів, що відволікають увагу.

Професійні захворювання працівників, які працюють зі станками:

Робота зі станками, особливо тривала, може призвести до розвитку професійних захворювань. Важливо знати про ці ризики та вживати заходів для їх запобігання.

- Вібраційна хвороба: Виникає внаслідок тривалої дії вібрації на організм. Симптоми включають біль у руках, оніміння пальців, порушення кровообігу. Для профілактики необхідно використовувати антивібраційні рукавиці, робити перерви в роботі та регулярно проходити медичні огляди.
- Захворювання опорно-рухового апарату: Тривале перебування в незручній позі, підняття важких предметів, повторювані рухи можуть призвести до розвитку захворювань хребта, суглобів та м'язів. Важливо правильно організувати робоче місце, використовувати підйомні механізми та робити фізичні вправи для зміцнення м'язів.

					КНУ.КБР.131.25.1-13.06.ОЕПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Захворювання органів дихання: Вдихання пилу, масляного туману та інших шкідливих речовин може призвести до розвитку захворювань органів дихання, таких як бронхіт, пневмоконіоз. Необхідно використовувати респіратори, забезпечити ефективну вентиляцію робочого місця та регулярно проходити медичні огляди.
- Порушення слуху: Тривалий вплив шуму може призвести до погіршення слуху. Необхідно використовувати навушники або беруші для захисту органів слуху.

Екологічні аспекти виробництва:

Окрім утилізації відходів, важливо враховувати інші екологічні аспекти виробництва.

- Використання екологічно чистих матеріалів: За можливості, слід використовувати екологічно чисті матеріали та технології, які не завдають шкоди навколишньому середовищу.
- Енергозбереження: Необхідно вживати заходів для економії електроенергії, таких як використання енергоефективного обладнання, вимкнення станків після закінчення роботи та оптимізація виробничих процесів.
- Водокористування: Необхідно раціонально використовувати воду та очищати стічні води перед їх скиданням у навколишнє середовище.

Впровадження сучасних технологій, таких як системи автоматичного контролю та моніторингу, дозволяє не лише підвищити ефективність виробництва, але й покращити умови праці та зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Наприклад, системи автоматичного змащування станків дозволяють зменшити витрати мастила та запобігти його потраплянню в навколишнє середовище.

Отже, організаційно-економічна підготовка виробництва, яка враховує охорону праці та екологію, – це не лише обов'язок, але й вигідна інвестиція в майбутнє підприємства. Це дозволяє створити безпечне, ефективне та екологічно відповідальне виробництво, яке здатне конкурувати на сучасному ринку.

Важливо розуміти, що охорона праці та екологія – це не окремі сфери, а взаємопов'язані елементи єдиної системи управління підприємством. Наприклад, впровадження енергозберігаючих технологій не лише зменшує витрати на електроенергію, але й знижує викиди парникових газів в атмосферу. А використання екологічно чистих матеріалів не лише зменшує негативний вплив на навколишнє середовище, але й покращує умови праці працівників.

Для успішної реалізації стратегії сталого розвитку підприємства необхідно залучати до цього процесу всіх працівників, від керівництва до рядових робітників. Важливо проводити навчання та інструктажі, заохочувати ініціативи, спрямовані на покращення умов праці та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

					КНУ.КБР.131.25.1-13.06.ОЕПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крім того, необхідно постійно вдосконалювати систему управління охороною праці та екологією, враховуючи нові технології, зміни в законодавстві та кращі практики інших підприємств. Важливо проводити регулярні аудити та оцінки ризиків, розробляти та впроваджувати коригувальні заходи.

Не варто забувати і про соціальну відповідальність підприємства. Підтримка місцевих громад, участь у екологічних проектах, благодійність – все це сприяє покращенню репутації підприємства та підвищенню його конкурентоспроможності.

В кінцевому підсумку, організаційно-економічна підготовка виробництва, яка враховує охорону праці та екологію, – це не лише питання виживання, але й питання розвитку. Це дозволяє підприємству стати більш ефективним, конкурентоспроможним та соціально відповідальним. Це інвестиція в майбутнє, яка принесе користь не лише підприємству, але й суспільству в цілому. Адже, дбаючи про здоров'я працівників та збереження навколишнього середовища, ми дбаємо про майбутнє наших дітей та онуків. І це – найважливіша інвестиція, яку ми можемо зробити.

					КНУ.КБР.131.25.1-13.06.ОЕПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У процесі дослідження в першому розділі було здійснено всебічний аналіз функціонального призначення корпусу привідного барабана, який виступає одним із ключових компонентів конвеєрної установки. Встановлено його значення у процесі передачі обертового моменту та реалізації тягового зусилля, необхідного для руху конвеєрної стрічки. Детально розглянуто конструктивні особливості привідного барабана, принцип його дії та взаємозв'язок з іншими елементами системи. Окремо відзначено значущість впровадження CAD/CAM/CAE-технологій у процес моделювання, аналізу та вдосконалення конструкції. Також представлено ключові технічні параметри привідного барабана, які мають вирішальне значення для проведення подальших розрахунків і розробки технічної документації. Цей розділ є фундаментом для наступних етапів роботи над проектом виготовлення корпусу.

У другому розділі було всебічно проаналізовано етапи технологічної підготовки до виготовлення корпусу. Встановлено функціональне значення деталі як основи для монтажу обертових вузлів. З урахуванням вимог до міцності та експлуатаційних характеристик обґрунтовано вибір матеріалу – сталі 35Л, а також наведено можливі альтернативи. Розглянуто стан та вимоги до поверхонь корпусу, визначено послідовність їх обробки — від початкової (чорнової) до остаточної (чистої). На основі проведеного аналізу сформовано первинний варіант технологічного маршруту обробки корпусу та підібрано відповідне обладнання для реалізації цього процесу.

У третьому розділі роботи було проведено ґрунтовний відбір ріжучого та допоміжного інструменту відповідно до вимог міжнародних та вітчизняних стандартів. На першому етапі, з урахуванням технологічних параметрів обробки кожної окремої поверхні корпусу, визначено найбільш придатні типи інструментів для виконання операцій чорнового, напівчистового та чистового фрезерування, розточування, довбання, свердління, нарізання різьби та зенкування фасок. Встановлені оптимальні варіанти матеріалу для ріжучої частини, геометричних параметрів та матеріалу корпусу інструментів, включаючи як вітчизняні, так і зарубіжні зразки.

					КНУ.КБР.131.25.1-13.В		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Кучер				Висновки		
Перевір.	Рязанцев						
Реценз.							
Н. Контр.	Нечасів						
Зав. каф.	Рязанцев						
					Лім.	Арк.	Аркушів
					Кафедра ТМ, гр. ПМ-21		

В четвертому розділі висвітлено етапи проектування та інженерного аналізу спеціалізованого різального інструменту – комбінованого свердла-зенківки. Виходячи з характеристик оброблюваного матеріалу (сталь 35Л) та необхідних параметрів отвору, було виконано розрахунок ключових геометричних характеристик інструменту. Зокрема, визначено ширину та висоту стрічки, кути у плані, кут нахилу і крок стружкової канавки, загальну довжину свердла, граничну величину подачі, а також обраховано крутний момент і осьове зусилля різання. Вибір швидкорізальної сталі марки Р6М5 як матеріалу для виготовлення свердла обґрунтовано її придатністю до обробки сталей типу 35Л. Окрім геометричних розрахунків, було здійснено інженерний аналіз міцності розробленого інструменту, що передбачав проведення статичного моделювання з урахуванням реальних умов експлуатації. Наведено результати дослідження, включно з даними про прикладені навантаження, фізико-механічні властивості матеріалу інструменту та параметри сітки, використаної при моделюванні. Такий аналіз дав змогу оцінити надійність конструкції під впливом робочих зусиль та підтвердити її здатність до стабільної експлуатації. Отримані висновки мають важливе значення для подальшого вдосконалення геометрії інструменту та підбору оптимальних режимів різання.

У п'ятому розділі було детально розглянуто етапи моделювання та розробки керуючої програми для операцій механічної обробки корпусної деталі. Роботу розпочато з обґрунтування вибору обладнання — верстата моделі VESTA серії 610D, що працює під управлінням системи Fanuc Oi-TD, а також інструменту, серед якого використано свердла й мітчики з асортименту SECO (каталог 2020.1). Окремий акцент зроблено на створенні програмного забезпечення для виконання свердлильних операцій. Було здійснено експорт тривимірної моделі деталі з SolidWorks до САМ-середовища FeatureCAM. У ході підготовки моделі було проведено налаштування координатної системи, визначено параметри заготовки та встановлено нульову точку деталі. Застосовуючи автоматичне розпізнавання геометричних елементів, ідентифіковано отвори, для яких задано режими обробки. Оскільки обробка здійснювалася з двох сторін деталі, для кожної сторони створено окремий установ. Генерована керуюча програма включає необхідні інструкції для верстата з ЧПК, що дозволяє реалізувати задану послідовність дій. Таким чином, у цьому розділі представлено весь технологічний ланцюг підготовки до обробки деталі — від підбору оснащення до розробки, налаштування та перевірки ЧПК-програми, що забезпечує ефективне виробництво.

Шостий розділ було присвячено оцінці основних техніко-економічних показників, що мають вирішальне значення для визначення ефективності різних варіантів організації виробництва корпусної деталі. Центральним елементом аналізу став розрахунок технологічної собівартості, яка відіграє важливу роль у формуванні обґрунтованих рішень у сфері управління виробництвом.

					КНУ.РД.131.25.1-13.В	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Спираючись на вихідні дані було здійснено порівняльний аналіз трьох альтернативних підходів до виготовлення деталі: старих варіантів з використанням верстата 6В75, 2Н125Л а також новітніх — із застосуванням обладнання VESTA 610D. Аналіз охоплював різні статті витрат, зокрема витрати на матеріали, оплату праці персоналу, енергоспоживання, амортизаційні відрахування та інші компоненти виробничих витрат. Отримані результати надали змогу визначити економічну ефективність використання сучасних технологічних рішень та устаткування. Підсумкові дані створюють основу для ухвалення раціональних рішень щодо вибору найбільш вигідного варіанту виробництва, що забезпечує не лише економічну ефективність, але й високу якість виготовлення, відповідність екологічним нормам та дотримання вимог безпеки праці.

					КНУ.РД.131.25.1-13.В	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Допуски і посадки. Довідник, Під редакцією В.Д.Мягкова. 5 вид. машинобудів. 1982, т.1.
2. Допуски і посадки. Довідник, Під редакцією В.Д.Мягкова. 5-е вид. машинобудів. 1982
3. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної випускної роботи бакалавра для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-професійної програми Прикладна механіка усіх форм навчання. Укладачі: Кіяновський М.В., Нечаєв В.П., Пікільняк А.В., Цивінда Н.І., Бондар О.В., Рязанцев А.О., Кравцова Д.Ю. 2022. Кривий Ріг, КНУ.
4. Технологія машинобудування Горбатюк Е.О. Мазур М.П., Зєнкін А.С., Каразей В.Д. Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008, -360 с.
5. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Збірник задач та прикладів по різанню металів і режучого інструменту: Навчальний посібник – М.: Машинобудівництво, 1990. – 448с
6. Довідник технолога-машинобудівника. /Під ред. Косиловій А.Г. та Мещерякова Р.К. – М.: Машинобудівництва, - Т.1, Т.2. 2003
7. Каталог SECO Фрезерування 2020.1
8. Каталог АККО 2021
9. Каталог SECO Нарізання різьб 2020.1
10. Каталог SECO Обробка отворів 2020.1
11. Каталог SANDVIK 2020
12. ДСТУ 6227-80, 3
13. <https://ocean.biz.ua/stanochnaya-osnastka/stanochnaya-osnastka-bt50-slbk6-l230-sumtom-ru>
14. Каталог DEGERLI MAKINA 2023
15. JIS B 6339
16. ДСТУ 2232-93 Базування та бази в машинобудуванні -К.:Держстандарт України.1993
17. Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) Григурко О.І,
18. Брендуля МФ., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008, 576 с.
19. Обробка металів різання: Довідник технолога. / Під ред. Панова А.А. - М. Машинобудівництво 2005р. - 736с.
20. Керівництво по експлуатації FANUC Series Oi-MODEL D

					КНУ.КБР.131.25.1-13.СВД						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Кучер			Список використаних джерел				Лім.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Рязанцев									
Реценз.									Кафедра ТМ, гр. ПМ-21		
Н. Контр.		Нечаєв									
Зав. каф.		Рязанцев									

Додаток А

Код керуючої програми для обох установ:

%

00001 (КОРПУС_B14 (21))

N25 GOO G21 G17 G40 G49 G80 G94

N30 G91 G28 ZO

N35 (DRILL ОТВЕРСТИЕ2)

N40 T1 M6

N45 GOO G54 G90 X-80.0 YO. S750 MO

N50 G43 H1 Z25.0 M08

N55 G83 G99 Z-29.554 R3.0 Q8.5 F11

N60 X-40.0 Y69.282

N65 X40.0

N70 X80.0 YO.

N75 X40.0 Y-69.282

N80 G98 X-40.0

N85 G80

N90 M5

N95 G91 G28 ZO MO9

N100 G49 G90 XO. YO.

N105 M01

N110 (CHAMFER ОТВЕРСТИЕ2)

N115 T2 MO6

N120 G94

N125 GOO G54 X-80.0 YO. S405 M03

N130 G43 H2 Z25.0 M08

N135 G82 G99 Z-6.6 R3.0 P2000 F52.

N140 X-40.0 Y69.282

N145 X40.0

N150 X80.0 YO.

N155 X40.0 Y-69.282

N160 G98 X-40.0

N165 G80

N170 M5

N175 G91 G28 ZO MO9

N180 G49 G90 XO. YO.

N185 M01

N190 (ТАР ОТВЕРСТИЕ2)

N195 T3 M06

N200 G94

N205 GOO G54 X-80.0 YO. S210 M03

N210 G43 H3 Z25.0 M08

N215 G84 G99 Z-24.625 R3.0 F315.

N220 X-40.0 Y69.282

N225 X40.0

N230 X80.0 YO.

N235 X40.0 Y-69.282

N240 G98 X-40.0

N245 G80

N250 M5

N255 GO G91 G28 ZO MO9

N260 G49 G90 XO. YO.

N265 M30

%

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 виготовлення
деталі «Корпус» привідного барабану та обґрунтування параметрів
різаль-ного інструменту за допомогою CAD/CAM/CAE систем

Виконав здобувач гр. ПМ-21

(підпис)

Анна КУЧЕР

Керівник КБР

(підпис)

Антон РЯЗАНЦЕВ

Нормоконтроль

(підпис)

Василь НЕЧАЄВ

Завідувач кафедри

(підпис)

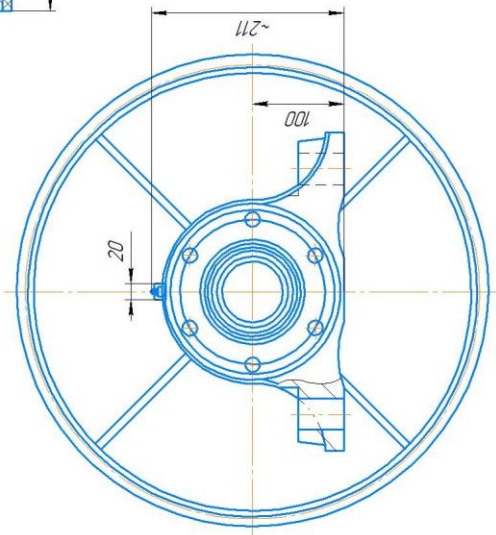
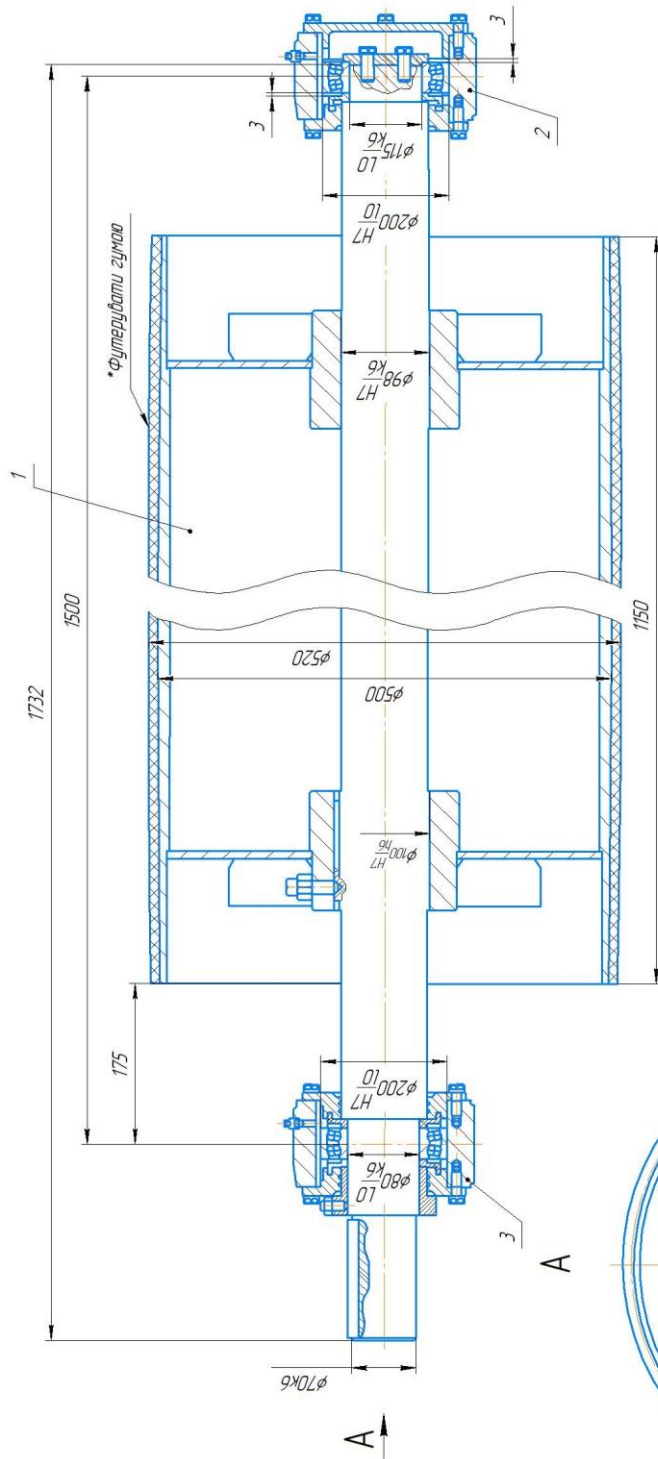
Антон РЯЗАНЦЕВ

Кривий Ріг
2025 р.

[illegible]



КНУКБР.13125.1-13.6П

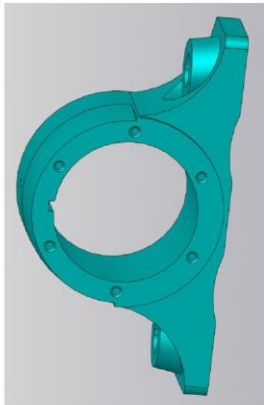
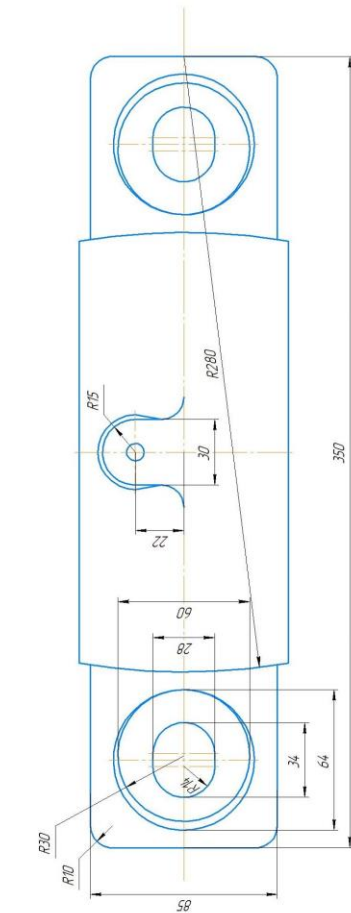
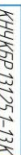


1. Для забезпечення зазору з'їм на гнучку підшипнику встановити по 4 прокладки з кожного боку
2. Розміри допуск
3. *Футерувати гуною відповідно до технічних вимог

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

КНУ.КБР.131.25.1-13.БП

					КНУ.КБР.131.25.1-13.БП			
					Барабан привідний	Літ.	Маса	Масштаб
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				1:1
Розробив	Кучер							
Керівник	Рязанцев					Лист	Листів	1
						Каф. ТМ		
Н.контр.	Нечаєв					гр. ПМ-21		
Затв.	Рязанцев							

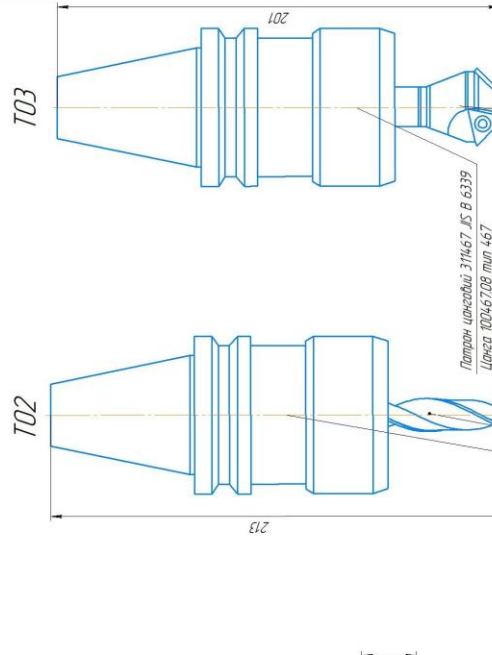


- 1 Відлітка 1-ї групи ДСТУ 8781:2018
- 2 Точність відлітки 13Т-10-11-12 ДСТУ 8981:2020
- 3 Літарні ухили ДСТУ 8981:2020
- 4 Невказані літарні радіуси 4...8мм
- 5 *розміри для справок

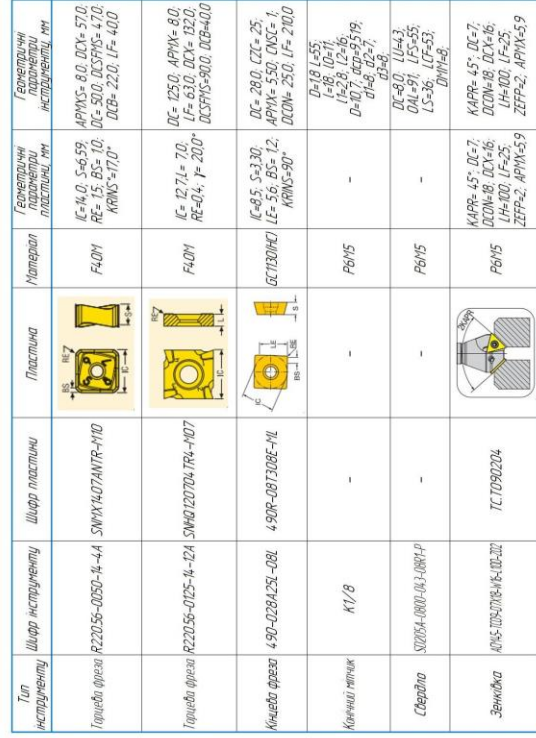
[illegible]

КНУ.КБР.131.25.1-13.К

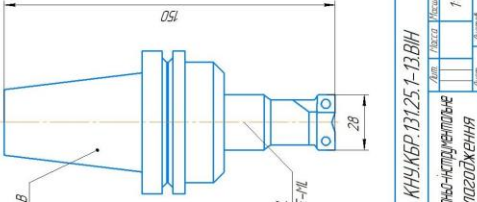
					КНУ.КБР.131.25.1-13.К			
					Корпус	Літ.	Маса	Масштаб
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				1:1
Розробив	Кучер							
Керівник	Рязанцев							
						Лист	Листів	1
Н.контр.	Нечаєв					Каф. ТМ		
Затв.	Рязанцев					гр. ПМ-21		



Зенківка АСМ45-ТС09-
Підприємство ТСТ 090200



701



החלטתו של בית דין

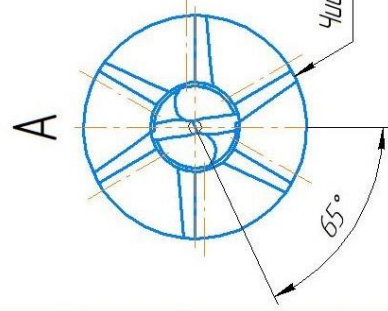
[illegible]

КНЧКЕР 131251-13 ВИ

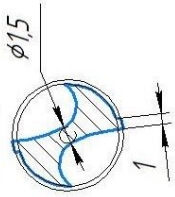
КНУ.КБР.131.25.1-13.ВІН

					КНУ.КБР.131.25.1-13.ВІН			
					Верстатно-інструментальне налагодження	Літ.	Маса	Масштаб
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				1:1
Розробив	Кучер							
Керівник	Рязанцев							
						Лист	Листів	1
Н.контр.	Нечаєв					Каф. ТМ		
Затв.	Рязанцев					гр. ПМ-21		

✓ Ra 3,2 (✓)


$$2 \text{ Невказані граничні } H_{14}, h_{14}, \pm \frac{1714}{2}.$$


B-B(2,5:1)

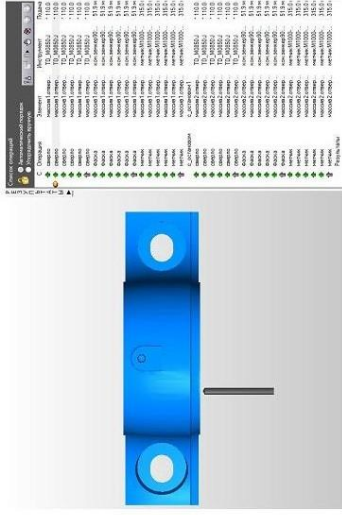
[illegible]

КНУ.КБР.131.25.1-13.КС

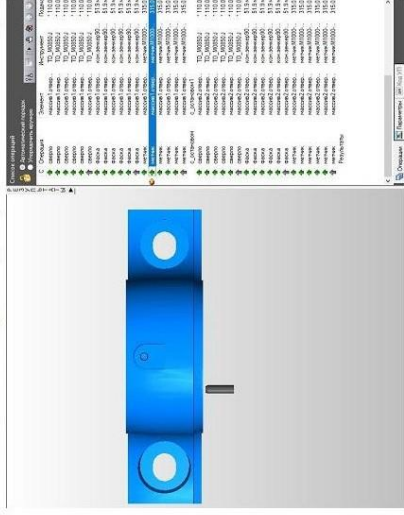
					КНУ.КБР.131.25.1-13.КС			
					Комбіноване свердло	Літ.	Маса	Масштаб
								1:1
						Лист	Листів	1
						Каф. ТМ гр. ПМ-21		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Кучер							
Керівник	Рязанцев							
Н.контр.	Нечаєв							
Затв.	Рязанцев							

КНУКБР.13125.1-13.МГМО

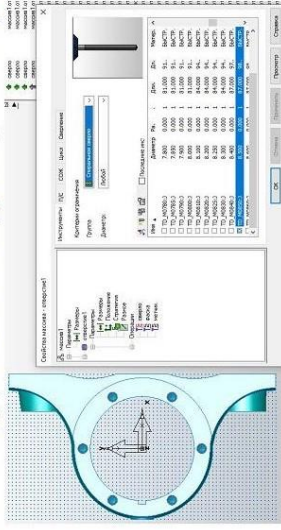
Фрагмент моделювання процесу обробки деталі "Свердління"



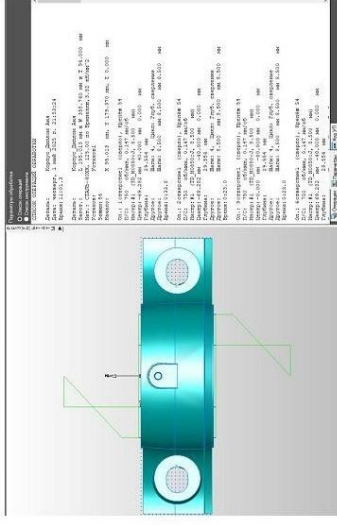
Фрагмент моделювання процесу обробки деталі "Нарізування різьби"



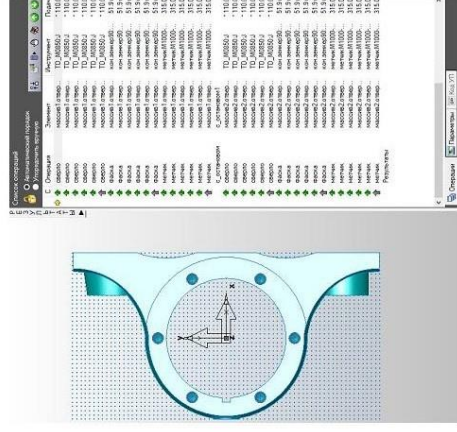
Етап вибору різального інструменту в меню програм



Траекторія руху інструменту та вікно з фрагментом керуючої програми



Етапи обробки деталі



КНУКБР.13125.1-13.МГМО				Лист	Масса	Масштаб
Моделювання процесу						1:1
МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ				Лист	Листов	1
Изм./Лист	№ док.им.	Подп.	Дата	каф. ТМ гр. ПМ-21		
Разработ.	Кучер					
Проб.	Разанцев					
Т.контр.						
Н.контр.	Нечас					
Утв.	Разанцев					

КНУ.КБР.131.25.1-13.МПМО

					КНУ.КБР.131.25.1-13.МПМО				
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Моделювання процесу механічної обробки		Літ.	Маса	Масштаб
Розробив	Кучер								1:1
Керівник	Рязанцев								
							Лист	Листів	1
Н.контр.	Нечаєв						Каф. ТМ		
Затв.	Рязанцев						гр. ПМ-21		

КНУ.КБР.131.25.1-13.ІАСІ

					КНУ.КБР.131.25.1-13.ІАСІ		
					Інженерний аналіз спеціального інструмента		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Маса	Масштаб
Розробив	Кучер						1:1
Керівник	Рязанцев				Лист	Листів	1
Н.контр.	Нечаєв				Каф. ТМ гр. ПМ-21		
Затв.	Рязанцев						