

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виробництва
деталі «Шестерня конічна валу дробарки» з використанням
CAD/CAM-технологій

Виконав: здобувач групи ПМ-22
Дільний О.Ю.

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

Кривий Ріг
2026 р

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виробництва
деталі «Шестерня конічна валу дробарки» з використанням
CAD/CAM-технологій

Виконав здобувач гр. ПМ-22

Олександр ДІЛЬНИЙ

Керівник роботи

Наталія ЦИВІНДА

Нормоконтроль

Василь НЕЧАСЬ

Завідувач кафедри

Антон РЯЗАНЦЕВ

Кривий Ріг
2026 р

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

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

(дата)

(підпис)

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну бакалаврську роботу

Здобувача гр. ПМ-22 Олександра Юрійовича Дільного

Тема: Конструкторсько-технологічна підготовка виробництва деталі «Шестерня конічна валу дробарки» з використанням CAD/CAM-технологій

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

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

2. Термін подання студентом закінченого проекту 12 червня 2026 р.

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

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

4. Зміст пояснювальної записки:

1. ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

2. МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ САМ-системі FeatureCAM

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

4. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА

5. Перелік графічного матеріалу: 1. Креслення складального вузла. 2. Креслення заготовки 3. Креслення деталі. 4. Ескізи операцій 5. Креслення верстатно - інструментального налагодження. Креслення верстатного оснащення

6. Календарний план:

Етап роботи	Термін виконання
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА..... 1.1 Службове призначення вузла..... 1.2 Проектування технологічного процесу складання вузла..... 1.3 Технологічна підготовка привідного валу до складання 1.4 Аналіз службового призначення деталі та обґрунтування матеріалу..... 1.5 Аналіз якісних характеристик поверхонь деталі..... 1.6 Технічний контроль робочого креслення 1.7 Аналіз технологічності деталі..... 1.8 Аналіз базового технологічного процесу..... 1.9 Вибір, техніко-економічне обґрунтування та проектування заготовок..... 1.10 Вибір і обґрунтування баз..... 1.11 Вибір точності обробки поверхонь 1.12 Розробка маршруту обробки деталі..... 1.13 Розрахунок міжопераційних розмірів і припусків на обробку..... 1.14 Розробка технологічних операцій..... 1.15 Розрахунок і вибір режимів різання, нормування технологічних операцій.....	До 28.01 2026р.
2. МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ОБРОБКИ В DELCAM POWER SHAPER	02.02 2026р.- 20.05.2026р.
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА	з 31.03.2026р.
4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА 4.1 Техніко-економічне обґрунтування варіантів маршруту технологічного процесу 4.2 Проектування механоскладального цеху 4.3 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	до 03.04 2026р.
Попередній захист	10 .06 2026р.

Дата видачі завдання: “08” 01 2026р.

Студент _____ / Дільний О.Ю./
Керівник роботи _____ /Цивінда Н.І./

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг роботи: Пояснювальна записка кваліфікаційного проекту містить ____ с., _____ ілюстрації, _____ таблиць, ____ аркушів графічної документації, а також супровідні додатки.

Тема бакалаврської роботи: «Конструкторсько-технологічна підготовка виробництва деталі «Шестерня конічна валу дробарки» з використанням CAD/CAM-технологій»

Об'єкт дослідження та проектування: Технологічний комплекс та спеціалізоване оснащення, необхідні для виготовлення конічної шестерні привода конусної дробарки КМДТ 2200, а також організаційно-технічні умови збирання зазначеного приводного механізму.

Мета кваліфікаційного проекту: На основі впровадження сучасних методів металообробки розробити прогресивний та високоефективний технологічний процес виготовлення конічної шестерні. Для забезпечення точності та продуктивності обробки виконати повний комплекс конструкторських та інженерних розрахунків верстатного пристосування та спеціалізованого контрольно-вимірювального пристрою.

Виконані дослідження та розробки:

З урахуванням заданої річної програми випуску обґрунтовано оптимальний тип виробництва та форму організації праці. Сформовано маршрутно-операційну технологію, визначено раціональний метод отримання вихідної заготовки, обрано прогресивне металорізальне обладнання та інструментальне забезпечення. На основі аналітично-розрахункових методів встановлено оптимальні операційні припуски та розраховано ефективні режими різання.

Завдяки інтеграції сучасних CAD/CAM-систем автоматизовано етапи конструкторського проектування та підготовки керуючих програм, що дозволило суттєво інтенсифікувати процеси формоутворення деталі та мінімізувати допоміжний і основний час обробки.

Проведений комплексний техніко-економічний аналіз підтвердив високу доцільність впровадження запропонованих інженерних рішень. Порівняно з базовим (заводським) варіантом, розроблений технологічний процес забезпечує зниження собівартості виробництва, підвищення продуктивності праці та покращення експлуатаційних характеристик виробу.

КОНУСНА ДРОБАРКА, ПРИВІДНИЙ МЕХАНІЗМ, ШЕСТЕРНЯ КОНІЧНА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ПАРАМЕТРИ РІЗАННЯ, CAD/CAM-СИСТЕМИ, МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА, ВЕРСТАТНЕ ОСНАЩЕННЯ.

ABSTRACT

Structure and scope of work: The explanatory note of the qualification project contains ____ pages, _____ illustrations, _____ tables, ____ sheets of graphic documentation, as well as accompanying appendices.

Bachelor's thesis topic: "Design and manufacturing engineering for the “Crusher Shaft Bevel Gear” part using CAD/CAM technologies".

Object of research and design: Technological complex and specialized equipment necessary for the manufacture of the bevel gear of the drive of the cone crusher KMDT 2200, as well as organizational and technical conditions for assembling the specified drive mechanism.

Goal of the qualification project: Based on the implementation of modern metalworking methods, develop a progressive and highly efficient technological process for the manufacture of a bevel gear. To ensure the accuracy and productivity of processing, perform a full range of design and engineering calculations of the machine tool fixture and specialized control and measuring device.

Research and development work carried out:

Taking into account the given annual production program, the optimal type of production and form of labor organization were substantiated. Route-operation technology was formed, a rational method of obtaining the initial workpiece was determined, progressive metal-cutting equipment and tooling were selected. Based on analytical and calculation methods, optimal operating allowances were established and effective cutting modes were calculated.

Thanks to the integration of modern CAD/CAM systems, the stages of design design and preparation of control programs were automated, which allowed to significantly intensify the processes of forming the part and minimize auxiliary and main processing time.

A comprehensive technical and economic analysis was conducted and confirmed the high feasibility of implementing the proposed engineering solutions. Compared with the basic (factory) option, the developed technological process provides a reduction in production costs, increased labor productivity and improved product performance.

CONE CRUSHER, DRIVE MECHANISM, BEVEL GEAR, TECHNOLOGICAL PROCESS, CUTTING PARAMETERS, CAD/CAM SYSTEMS, PRODUCTION MODERNIZATION, MACHINE EQUIPMENT.

[illegible]

ЗМІСТ

Вступ	
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА.....	
1.1 Службове призначення вузла.....	
1.2 Проектування технологічного процесу складання вузла.....	
1.3 Технологічна підготовка привідного валу до складання	
1.4 Аналіз службового призначення деталі та обґрунтування матеріалу.....	
1.5 Аналіз якісних характеристик поверхонь деталі.....	
1.6 Технічний контроль робочого креслення	
1.7 Аналіз технологічності деталі.....	
1.8 Аналіз базового технологічного процесу.....	
1.9 Вибір, техніко-економічне обґрунтування та проектування заготовок.....	
1.10 Вибір і обґрунтування баз.....	
1.11 Вибір точності обробки поверхонь.....	
1.12 Розробка маршруту обробки деталі.....	
1.13 Розрахунок міжопераційних розмірів і припусків на обробку.....	
1.14 Розробка технологічних операцій.....	
1.15 Розрахунок і вибір режимів різання, нормування технологічних операцій.....	
2 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ОБРОБКИ В DELCAM POWER SHAPER	
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА.....	
4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА.....	
4.1 Техніко-економічне обґрунтування варіантів маршруту технологічного процесу.....	
4.2 Проектування механоскладального цеху.....	
4.3 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	
Висновки.....	
Список використаної літератури.....	
Додатки.....	

					КНУ.КБР.131.26.1-05.3					
Змін	Аркв	№	Підпис	Дат	ЗМІСТ			Лім.	Арк.	Арквшів
Розроб.		Дільний								
Перевір.		Цивінда								
Н. контр.		Нечаєв						Кафедра ТМ зп ПМ-22		
Затверд		Рязанцев								

ВСТУП

Економічне зростання нашої держави безпосередньо залежить від темпів упровадження наукомістких та енергоефективних технологій. Лише за умови оперативного освоєння та виведення на внутрішній і світовий ринки високотехнологічної продукції нового покоління можливе забезпечення довгострокової конкурентоспроможності промислового сектору.

Вагома частка машинобудування в структурі індустріального комплексу визначає його стратегічне значення для всього народного господарства. Головним вектором розвитку галузі сьогодні є комплексна модернізація виробничих систем. Для досягнення цієї мети необхідно активно впроваджувати прогресивні методи отримання заготовок і їхньої подальшої механічної обробки. Це дозволить мобілізувати наявні резерви підприємств для інтенсифікації продуктивності праці, підвищення якості виробів, мінімізації їхньої матеріаломісткості та суттєвого зниження собівартості в рамках ресурсозберігаючих стратегій.

В умовах динамічного ринку виробничі потужності мають миттєво адаптуватися до мінливого попиту. Це вимагає використання інноваційних підходів, які мінімізують час на проектування, технологічну підготовку та вихід готового продукту на ринок. У рамках сучасних інтегрованих комплексів ці інженерні завдання вирішуються найефективніше. Наскрізний процес прискореного виготовлення деталей базується на синергії передових комп'ютерних технологій обробки інформації, тривимірного цифрового моделювання (CAD) та автоматизованих систем керування виробництвом (CAM).

Проте інноваційне переоснащення підприємств є складним і багатоаспектним процесом. Традиційно вважається, що автоматизація та нове устаткування знижують трудомісткість і зменшують частку живий праці в собівартості одиниці продукції. Водночас сучасний технічний прогрес стає все більш капіталомістким, оскільки потребує інтеграції коштовного обладнання з ЧПК, робототехнічних комплексів, автоматизованих ліній, ліцензійного софту та додаткових витрат на екологічну безпеку. Як наслідок, у структурі собівартості продукції зростає частка амортизаційних відрахувань та витрат на сервісне обслуговування основних фондів. Попри цей капітальний тиск, ринкова життєздатність підприємств та їхня здатність утримувати лідерські позиції повністю залежать від сприйнятливості до інновацій, які дозволяють випускати високоліквідний продукт за умови раціонального використання матеріальних ресурсів.

					КНУ.КБР.131.26.1-05.В				
Змін	Аркв	№	Підпис	Дат					
Розроб.	Дільний				ВСТУП	Лім.	Арк.	Арквшів	
Перевір.	Цивінда								
Н. контр.	Нечаєв					Кафедра ТМ			
Затверд	Рязанцев					зп ПМ-22			

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВІРІБНІЦТВА

1.1 Службове призначення вузла

Конусна дробарка тонкого подрібнення модифікації КМДТ-2200 призначена для дезінтеграції високоміцних та надміцних рудних і нерудних гірських порід на фінальних стадіях дроблення матеріалу.



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд дробарки з приводом КМДТ-22000

До переліку ключових складальних одиниць та конструкційних вузлів обладнання належать: Нижня частина корпусу (станина); Приводний вал; Ексцентриковий механізм; Опорна чаша та опорне кільце; Захисний пакет пружин; Дробильний (рухомий) конус; Регульовальне кільце.

Передача крутного моменту від приводного вала на ексцентрик здійснюється за допомогою конічної зубчастої пари. Відповідно до жорстких технічних вимог експлуатації, лінійне відхилення вершини ділильного конуса зубчастого колеса відносно осі обертання спряженого конічного колеса має суворо перебувати в межах $0 \pm 2,25$ мм.

					КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ				
Змін	Анкв	№	Підпис	Лат					
Розроб		Лільний			ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВІРІБНИЦТВА		Лім	Анк	Анквилів
Перевір		Пивінда							
							Кафедра ТМ з ПМ-22		
Н контр		Нечася							
Затверд		Рязанцев							

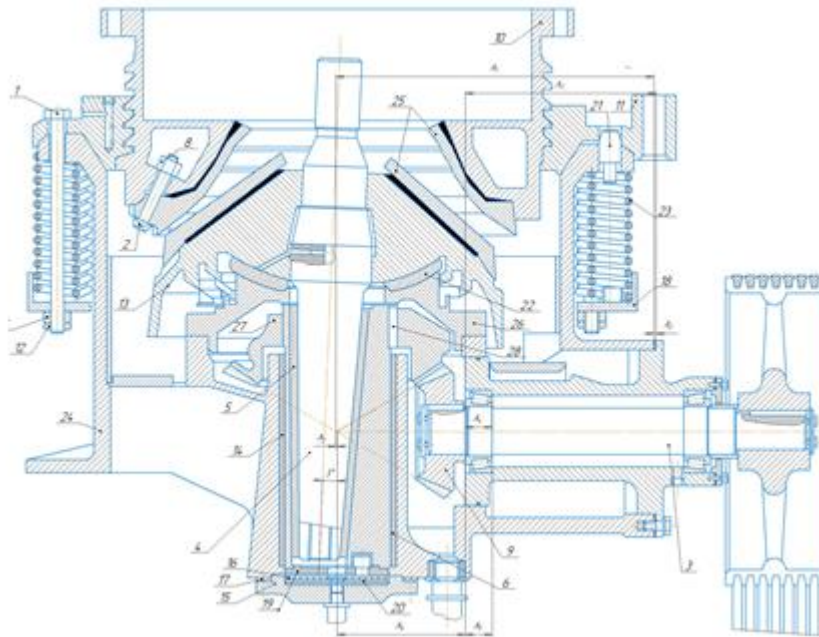


Рисунок 1.2 – Складальний вузол дробарки з приводом :3-вал привідний; 4-вал; 6-ексцентрик;9-шестерня конічна; 25-бронь верхня та нижня;27-колесо зубчасте

1.3 Проектування технологічного процесу складання вузла

Таблиця 1.3 - Виявлення вузлів та їх базових деталей

№ з/п переходу розбирання вузла	Ключове слово переходу розбирання	Деталі, що знімаються чи залишається при розбиранні, та їх кількість	Вузли, що знімаються чи залишаються при розбиранні, та їх кількість
1	2	3	4
А Загальне розбирання виробу – агрегату дробильного 0зб.1			
1	Відгвинтити і зняти		Кільце регулююче в зборі 1зб.5 (1 шт.)
2	Вийняти		Вал робочий в зборі 1зб.3 (1 шт.)
3	Вийняти	Підп'ятник 22 (1 шт.)	
4	Вийняти	Чашу опорну 26 (2 шт.)	

1	2	3	4
6	Вийняти	Опорна пластина верхня (1 шт.) Прокладка міжпластинна (1шт.) Опорна пластина нижня (1 шт.)	
7	Відгвинтити і зняти	Контргайку 12 (64 шт.) Гайку 7 (64 шт.) Опору пакету пружин 18 (16 шт.) Пружину 23 (80 шт.) Палець направляючий 21 (16 шт.) Болт 1 (64 шт.)	
8	Зняти	Кільце опорне 11 (1 шт.)	
9	Зняти	Кришку нижню 15 (1 шт) Прокладку нижню 17 (1 шт)	
	Залишилась	базова деталь: Станина 24 (1 шт.)	
Б Розбирання вузлів першого порядку			
1) Розбирання кільця регулюючого у зборі 1зб.5 (1шт.)			
1	Відгвинтити і зняти	Гайку 8 (12 шт.) Болт 2 (12 шт.)	
	Залишилась	базова деталь: кільце регулююче (1 шт.)	
2) Розбирання вала робочого у зборі 1зб3 (1 шт.)			
1	Випресувати	Конічну втулку 5 (1 шт.)	
2	Випресовувати	Конус подрібнюючий 13 (1 шт.)	

1	2	3	4
3) Розбирання ексцентрика 1зб2 (1 шт.)			
1	Випресувати	Шпонку 28 (1 шт.)	
2	Випресувати	Шестерню конічну 27 (1 шт.)	
3	Залишилась	базова деталь: Корпус ексцентрика 14 (1 шт.)	

Таблиця 1.4 - Структура виробу (Агрегату подрібнюючого)

№ з/п	Найменування позначення вузла	Структурні елементи виробу (найменування, позначення і кількість)		
		Базовий елемент	Вузли і їх порядок	Деталі
1	2	3	4	5
1	Агрегат дробильний 0зб1	Станина 24 (1 шт.)	Вузли 1-го порядку: а) ексцентрик 1зб2 (1 шт.); б) вал робочий в зборі 1зб3 (1 шт.); в) кільце регулююче у зборі 1зб5 (2 шт.);	а) кришка нижня 15 (1 шт.) б) прокладка нижня 17 (1 шт.) в) кільце опорне 11 (1 шт.) г) болт 1 (64 шт.) д) палець направляючий 21 (16 шт.) е) пружина 23 (80 шт.) ж) опора пакету пружин 18 (16 шт.) з) гайка 7 (64 шт.) і) контргайка 12 (64 шт.) и) опорна пластина нижня 20 (1 шт.) к) прокладка міжпластинна 16 (1 шт.) л) опорна пластина верхня 19 (1 шт.) м) втулка циліндрична 6 (1 шт.) н) чаша опорна 26 (1 шт.) о) підп'ятник 22 (1 шт.)

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4	5
2	Ексцентрик 1зб2 (1 шт.)	Корпус ексцентрика 14 (1 шт.)		а) шестерня конічна 26 (1шт.) б) шпонка 28 (1шт.)
3	Вал робочий в зборі 1зб3 (1 шт.)	вал робочий 4 (1 шт.)	Вузли 2-го порядку: Конус подрібнюючий у зборі 2зб4 (1 шт.)	а) втулка конічна 5 (1 шт.)
4	Кільце регулююче у зборі 1зб5 (2 шт.)	Кільце регулююче 10 (1 шт.)		а) болт 2 (12 шт.) б) гайка 8 (12 шт.) в) футировка 25 (1 шт.)
5	Конус подрібнюючий у зборі 2зб4 (1 шт.)	Конус подрібнюючий 13 (1 шт.)		а) футировка 25 (1 шт.)
Загальна кількість різномісних вузлів - 5; 0-го порядку - 1; 1-го порядку - 3; 2-го порядку - 1 .				

1.3 Технологічна підготовка привідного валу до складання

Привод конусної дробарки функціонує від асинхронного електродвигуна з фазовим ротором, який безпосередньо з'єднаний із приводним валом за допомогою пружної (еластичної) муфти. Обертний момент від привідного валу передається на ексцентриковий механізм через конічну зубчасту передачу.

На ділянку загального складання приводний вал надходить у вже змонтованому вигляді — із закріпленим на одному кінці зубчастим колесом та півмуфтою на іншому (рис. 1.3).

					КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		



Рисунок 1.3-Привідний вад дробарки КМДТ-2200 в зборі

Перед безпосереднім встановленням вала в проєктне положення між його зовнішнім фланцем та торцевою частиною патрубку розміщують набір регулювальних прокладок.

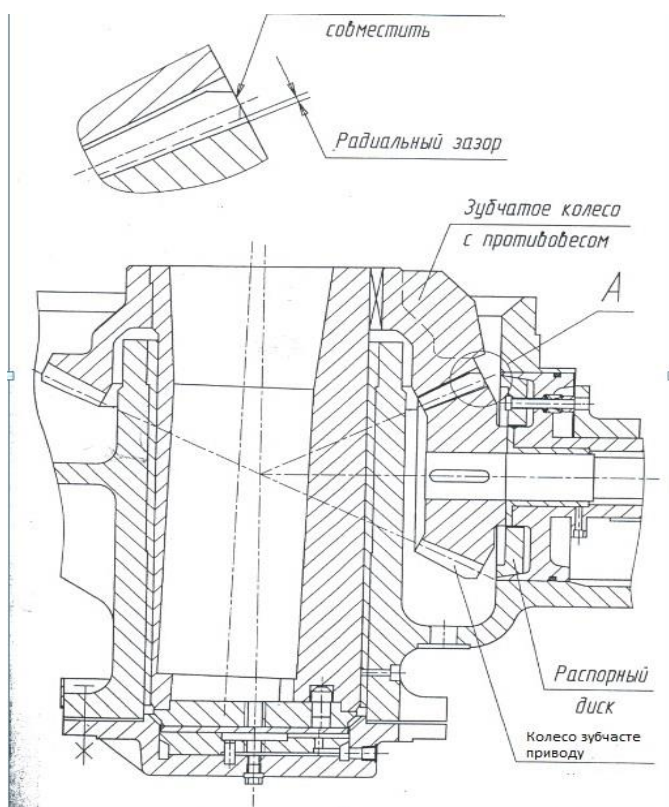


Рисунок 1.4- Вимоги до колеса зубчастого приводу дробарки при установці привідного вала

					КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

Під час встановлення приводного вала та двигуна необхідно виконувати операції в такій послідовності з дотриманням жорстких технічних умов:

1. Контроль осевого люфту: Перевірити осеве переміщення (хід) вала, величина якого має становити 0,5...0,8 мм.

2. Встановлення регулювальних прокладок: Під час монтажу приводного вала розмістити комплект прокладок (що постачаються в комплекті з дробаркою) між середнім фланцем корпусу вала та патрубком станини. Номінальна товщина цього пакету прокладок заздалегідь вибита на фланці бічного патрубка станини.

3. Стан конусного диска: Монтаж приводного вала виконують із попередньо встановленим, але остаточно не затягнутим конусним диском на передньому фланці корпусу.

4. Монтаж та вивірювання фундаментної плити: Встановити плиту електродвигуна на фундамент та перевірити її просторове положення відносно оброблених поверхней опорних платиків із точністю до 0,5 мм на один погонний метр. Вивірювання виконують за допомогою металевих клинів, забезпечуючи технологічний зазор у 30 мм між підшоною плити та фундаментом для подальшого заливання бетонною сумішшю.

Після завершення монтажних робіт, фіксації двигуна та збирання еластичної муфти, необхідно вручну повернути приводний вал на один повний оберт, щоб переконатися у плавності його обертання без заклинювань (рис. 1.4).

Контроль та регулювання зубчастого зачеплення здійснюється так:

Під час опускання ексцентрика в корпус дробарки слід ретельно стежити за тим, щоб зуб рухомого колеса плавно, без ударних навантажень увійшов у впадину зубчастого колеса приводного вала.

Величину проміжків визначають за впадиною та головкою зуба кінцевого колеса приводного вала методом свинцевих відбитків (за допомогою свинцевої трубки):

- Вимірювання зазору по впадині: Досліджувану впадину зубчастого колеса виводять у крайнє верхнє положення. З боку зовнішнього торця в неї вкладають свинцеву трубку, яка деформується під тиском зуба колеса ексцентрика під час його плавного опускання.

- Вимірювання зазору по головці зуба: Шестерню повертають так, щоб контрольований зуб зайняв верхнє положення. Свинцеву трубку укладають безпосередньо на головку зуба із зовнішнього торця і так само притискають варом ексцентрика.

Для порівняння з нормативним радіальним зазором приймають мінімальне значення з усіх виконаних замірів (як по впадині, так і по головці). При коректно налаштованому зачепленні зовнішні торці спряжених зубів мають повністю збігатися, а фактичний радіальний зазор біля зовнішніх торців повинен перебувати в межах 7–9 мм.

					КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

Додатково якість і точність зубчастого зачеплення оцінюють за величинами бічних зазорів між робочими поверхнями зубів (рис. 1.5).

$$a=3,5^{+0,5}$$

$$b=6^{+0,5}$$

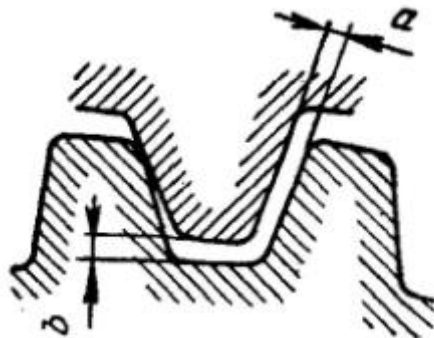


Рисунок 1.5- Зазори між зубцями

Вимірювання зазорів між зубами робиться за допомогою тонких свинцевих пластинок

Для виїмки привідного валу використовують віджимні гвинти, ввернуті в зовнішній фланець.

Таблиця 1.5-Технологічний процес складання

№	Зміст	Пристосування та інструмент	T, хв
Складання ексцентрика			
1	Пригнати шпонку 28 по висоті й запресувати в паз корпусу ексцентрика.	Напильник, молоток	2,1
2	Розігріти посадкове місце шестерні конічної 27 до 250-300° за допомогою індукційного нагрівання (місцеве нагрівання).	Індукційний нагрівач	10
3	Установити на гідравлічний прес шестерню конічну 27 і корпус ексцентрика 14, змазати графітом посадкове місце й запресувати корпус ексцентрика в шестерню.	Прес гідравлічний, кран підйомний	11,4
Складання конусу подрібнюючого			
1	Футирувати конус подрібнюючий 27 високомарганцевистою сталлю.		30
Складання вала робочого			

1	Розігріти конус подрібнюючий індукційним нагріванням до температури 250-300°.	Індукційний нагрівач	10
3	Установити на вал 4 конічну втулку 5.		1,5
Складання кільця регулюючого			
1	Вставити в корпус кільця 12 болти 2 і загвинтити їх гайками 8.	Гайковерт	3,52
2	Футерувати внутрішню поверхню кільця високомарганцевою сталлю.		30
Загальне складання дробарки			
1	Встановити в станину 1 прокладку 17 і кришку 15. Сумістити отвори кришки і станини. Пригвинтити кришку до станини.	Гайковерт	12,28
2	Встановити на станину опорне кільце 11, сумістивши отвори станини і кільця. Вставити болти 1, направляючі пальці 21 і пружини 23. Вставити знизу опори пакетів пружин і загвинтити гайки 7 і контргайки 12.	Кран підйомний, гайковерт	148,85
3	Вставити в станину послідовно опорну пластину нижню 20, прокладку міжпластинну 16 і опорну пластину верхню 19.		2,5
4	Запресувати циліндричну втулку 6 в станину за допомогою молотка.	Молоток	5
5	Опустити в станину ексценрик 1зб2, опорну чашу 26 і сферичний підп'ятник 22.	Кран підйомний	6,46

6	Установити вал робочий в зборі 1зб3 в отвір ексцентрика 1зб3.	Кран підйомний	3,23
7	Загвинтити кільце регулююче в зборі 1зб5 за допомогою системи домкратів.	Кран підйомний, система домкратів	42,53

1.4 Аналіз службового призначення деталі та обґрунтування матеріалу

Деталь «Шестерня конічна» є невід'ємною складовою кінематичного привода конусної дробарки, яка активно експлуатується на гірничо-збагачувальних підприємствах для подрібнення та дезінтеграції залізорудної сировини. Технологічний процес роботи цього обладнання відбувається в екстремальних умовах, які характеризуються постійними динамічними й ударними навантаженнями, інтенсивними вібраційними коливаннями, а також високою концентрацією абразивних часток і пилу в навколишньому середовищі.

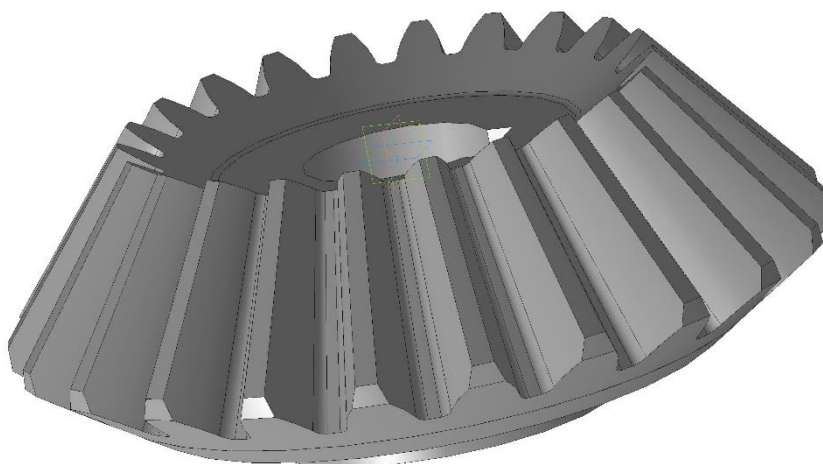


Рисунок 1.6 - 3D модель шестерні конічної

Конічна шестерня безпосередньо входить до конструктивного вузла, що зветься корпусом привода дробарки. Головна функція цього вузла полягає в трансформації та передачі обертового руху і крутного моменту від вала електродвигуна до робочих органів агрегату (зокрема, на велике конічне колесо ексцентрика) зі зміною напрямку осі обертання на 90°. Оскільки шестерня функціонує у складі відкритої зубчастої передачі, відповідно до вимог технічних стандартів її виготовлення регламентується за 9-м ступенем точності.

Під час виконання робочого циклу тіло конічної шестерні зазнає складних деформацій згину та кручення. Безпосередньо зуби конічного вінця працюють в умовах жорсткого контактного тертя та циклічних напружень, що викликає такі види силових навантажень і руйнувань:

					КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

- Напруження зрізу та згину під дією пікових динамічних ударів;
- Контактне зминання робочих профілів зубів;
- Інтенсивне абразивне та втомне зношування.

З огляду на зазначені чинники, до матеріалу деталі висуваються підвищені вимоги щодо конструктивної міцності, поверхневої твердості та високої втомної витривалості при обов'язковому збереженні в'язкої, стійкої до крихкого зламу серцевини.

Для забезпечення безвідмовної роботи вузла як основний матеріал обрано високоякісну конструкційну леговану сталь марки 34ХН1М (згідно з ДСТУ 7806:2015). Завдяки збалансованому легуванню хромом, нікелем та молібденом, ця сталь має відмінну прокалюваність та високі механічні показники. Хімічний склад :С – 0,3 - 0,4, Cr – 1,3 - 0,17, Si – 0,17 - 0,37, Mn – 0,50 - 0,80, Ni – 1,3 - 1,7 , Мо – 0,20 - 0,30, S – не більше 0,035, Р – не більше 0,030. Механічні якості : $\sigma_{0,2} = 440$ МПа , $\sigma_s = 635$ МПа , $\delta_5 = 11\%$, $\varphi = 30\%$, КСИ=39 Дж/см² , НВ = 197...235

У разі потреби матеріалами-замінниками для цієї деталі можуть виступати сталі марок: 38Х2НМ, 34ХНЗМ, 38Х2Н2МА та 40Х2Н2МА. За своїм хімічним складом, фізико-механічними властивостями та поведінкою під навантаженням найбільш близьким аналогом є сталь 34ХНЗМ.

Для оптимізації структури металу, полегшення подальшої механічної обробки заготовки та досягнення фінішних експлуатаційних характеристик призначається такий комплекс термічної обробки:

1. Попереднє відпалювання (нормалізація):

Виконується перед початком лезової обробки за температури 820...850 °С з витримкою протягом 1...4 годин і подальшим повільним охолодженням. Ця операція дозволяє суттєво знизити вихідну твердість заготовки, зняти внутрішні напруження після заготовочної операції та покращити оброблюваність різанням.

2. Остаточна термічна обробка (гартування з високим відпуском):

Після завершення основних етапів механічної обробки деталь піддають гартуванню за температури 840...860 °С з витримкою протягом 0,5...3 годин та подальшим охолодженням у технологічній оливі (маслі). Для усунення крихкості та формування однорідної структури сорбіту відпуску виконується обов'язковий високий відпуск (при 550...620 °С). В результаті такого термозміцнення фінішна твердість матеріалу становить 220–240 НВ, що гарантує найкраще співвідношення міцності та пластичності.

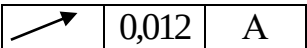
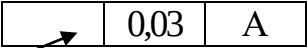
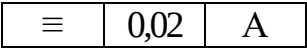
1.5 Аналіз якісних характеристик поверхонь деталі

За своїм призначенням поверхні деталі поділяються на основні, допоміжні, спряжні та вільні. До основних поверхонь належать посадковий отвір, торець А шестерні та шпонковий паз, які забезпечують правильне встановлення і функціонування деталі у вузлі. Допоміжними поверхнями є бокові поверхні зубців, що беруть участь у передачі руху та навантаження. До спряжних

						Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат	КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ	

поверхонь відносяться базовий отвір, торець А, шпонковий паз і бокові поверхні зубців, оскільки саме вони контактують із суміжними деталями під час роботи механізму. Вільними поверхнями є поверхні западин між зубцями, зовнішні конічні поверхні та торці, які не беруть безпосередньої участі у базуванні або спряженні з іншими елементами конструкції..

Таблиця 1.6 - Аналіз вимог до точності, шорсткості і відносному розміщенні основних і допоміжних поверхонь

Найменування поверхонь	Квалітет, ІТ	Відхилення, мм	Шероховатість, Ra, мкм	Відносне розташування поверхні
Ø160	H7	+0,040 0	3,2	
Ø660	h9	-300 0	6,3	
Ø168	H14	+1000 0	12,5	
Ø495,04	h9	-0,155 0	3,2	
Ø250	h14	-1,15 0	12,5	
Ø310	h14	-1,3 0	12,5	
260,05	h14	-1,3 0	1,6	
245	h14	-1,15 0	12,5	
171,4	H6	+0,28 0	6,3	
40 ^{+0,17} ₀	H6	+0,17 0	3,2	

Вільні поверхні зроблені з граничними відхиленнями розмірів h14, H14 з шорсткістю Ra12,5.

1.6 Технічний контроль робочого креслення

Технічний контроль робочого креслення показав, що значення лінійних і діаметральних розмірів відповідають нормальному ряду розмірів, які характеризують основні параметри зубчастого вінця, зокрема діаметр 495,04

					КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

мм, товщину зуба по хорді 45,4 мм, крок зубців та інші геометричні характеристики. Призначені допуски та параметри шорсткості поверхонь узгоджуються з вимогами чинних стандартів.

Робоче креслення містить повний обсяг інформації, необхідної для виготовлення та контролю деталі, включаючи дані про її форму, розміри, припуски на обробку та вимоги до якості поверхонь. Базові поверхні визначені у технічних вимогах, а розмірні ланцюги побудовані коректно, що забезпечує однозначність виготовлення та контролю виробу.

У технічних вимогах наведені допустимі відхилення форми та взаємного розташування поверхонь, що дає можливість забезпечити необхідну точність деталі під час її виготовлення. Також у кресленні містяться вказівки щодо контролю параметрів виробу, відомості про заготовку, спеціальні технологічні операції, зокрема фланкірування зубців, рекомендації щодо можливих заміन матеріалу та вимоги до маркування готової деталі.

1.6 Аналіз технологічності деталі

Для отримання заготовки можуть бути застосовані високопродуктивні та економічно доцільні методи виготовлення, зокрема вільне кування на молотах і пресах, а також штампування у відкритих штампах. Конструкція деталі передбачає наявність розвинених базових поверхонь, таких як торці, наскрізний отвір і шпонковий паз, що забезпечує надійне встановлення та закріплення під час механічної обробки.

Рівень використання уніфікованих конструктивних елементів є невисоким, що пояснюється відносною простотою геометричної форми деталі. Конструкція характеризується достатньою жорсткістю (формула 1.1), що створює умови для застосування багаторізевої обробки та використання підвищених режимів різання без втрати точності й якості поверхонь.

$$l/d = 260,05/495,04 = 0,5253 < 10 \quad (1.1)$$

Форма деталі забезпечує зручний доступ ріжучого та вимірювального інструменту до оброблюваних поверхонь, а також вільне його підведення та відведення під час виконання технологічних операцій. Задані вимоги щодо точності розмірів і шорсткості поверхонь можуть бути досягнуті із застосуванням стандартного металорізального обладнання та технологічної оснастки нормальної точності.

Разом з тим, з позиції механічної обробки шестерен не можна вважати повністю технологічними, оскільки формування конусного зубчастого вінця пов'язане з виконанням операцій зубонарізання модулю більше 30, які переважно здійснюються з попереднім зняттям стружки струганням, що характеризується невисокою продуктивністю, необхідно змінювати обробку фрезеруванням, що більш продуктивно.

					КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

1.7.2 Кількісний аналіз технологічності

1. Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{вм}} = \frac{Q_{\text{д}}}{Q_{\text{з}}}; \quad (1.2)$$

$$K_{\text{вм}} = \frac{334}{360,12} = 0,93$$

2. Середня шорсткість:

$$III_{\text{сер}} = \frac{\sum III_i \cdot n}{N}; \quad (1.3)$$

$$III_{\text{сер}} = \frac{3,2 \cdot 6 + 1 \cdot 1,6 + 1 \cdot 6,3 + 9 \cdot 12,5}{17} = 8,21 \text{ мкм}$$

3. Коефіцієнт уніфікації:

$$K_y = \frac{\sum K_i \cdot n}{N}; \quad (1.4)$$

$$K_y = \frac{21}{38} = 0,55$$

1.8 Аналіз базового технологічного процесу

Для даної деталі на підприємстві вже існує відпрацьований технологічний процес виготовлення, тому оцінювання його ефективності доцільно розпочати з аналізу діючої заводської технології.

Таблиця 1.7 – Маршрут обробки шестерні конічної

№	Зміст операції	Обладнання
005	Токарна. Обробка торця А, поверхні $\varnothing 310$ з підрізанням торця, точіння $\varnothing 660-0,3$.	Токарний станок 165
010	Токарна. Підрізка торця у розмір $260,05 \pm 0,14$ і торця $245 \pm 0,14$. Точіння $\varnothing 250$ на довжину 15 мм. Точіння, обнутріння конусу $26^\circ 48' 10'' \pm 5'$	Токарний станок 165

					КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

1	2	3
015	Довбальна. Довбити шпоночний паз шириною 40+0,17мм у розмір 171,4+0,28 мм	Довбальний станок 7А430
020	Строгальна. Попереднє строгання зуб'єв.	Продольно- строгальний станок7М36
025	Токарна – розточити $\varnothing 160H7$.	Токарний станок165
030	Зубострогальна. Остаточне нарізання зуб'єв ($z = 21, m = 30$ мм).	Зубострогальний полуавтомат

Проведений аналіз показує, що окремі операції виконуються на обладнанні застарілих моделей, зокрема на токарному верстаті 165. Крім того, деякі чорнові та завершальні операції об'єднані в межах одного технологічного переходу.

Такі особливості технологічного процесу пояснюються умовами дрібносерійного, переважно ремонтного виробництва, у яких виготовлення деталі здійснюється невеликими партіями. У зв'язку з цим під час проектування вдосконаленого технологічного процесу доцільно розглянути можливість застосування більш сучасного металорізального обладнання, прогресивної технологічної оснастки та ефективніших методів механічної обробки, що дозволить підвищити продуктивність праці, покращити якість виготовлення та знизити виробничі витрати.

1.9 Вибір техніко-економічного обґрунтування варіантів вибору заготовки

Варіанти придбання заготовки на попередньому етапі вибору оцінюються за допомогою матриці впливу факторів.

Таблиця 1.8 – Матриця впливу факторів

Спосіб виготовлення заготовки	Фактори					
	Форма і розміри заготовки	Потрібна якість і точність поверх. слою	Річна програма	Виробничі можливості підприємства	Технологічні властивості матеріалу	Сума
Лиття у піщано-глиняні форми	+	-	+	+	-	3
Ковка на пресах	+	+	+	+	+	5
Ковка у підкладних штампах	-	+	+	+	+	4

Згідно аналізу проєктуємо заготовку вільним куванням в ковальсько-пресовому обладнанні з частковим оформленням контуру в підкладних штампах.

$$96,79+(5,7+1)+(4,3+1)=107,89 \approx 108 \text{ мм}$$

$$29,94+(4,3+1)+(3,5+1)=39,74 \approx 40 \text{ мм}$$

$$25+(5,7+1)-(2,6+1)=28,1 \approx 29 \text{ мм}$$

11. Назначаємо радіуси закруглення внутрішніх та зовнішніх кутів поковки.

Зовнішні – $\Gamma_{\text{н}} = 5 \text{ мм}$.

Внутрішні:

$$R_{\text{вн}} = (2...3) \cdot r_{\text{н}} \quad (1.5)$$

$$R_{\text{вн}} = 2 \cdot 5 = 10 \text{ мм}$$

12. Назначаємо допуски радіусів закруглень.

Зовнішніх – 2 мм.

Внутрішніх – 3 мм.

13. Назначаємо припустимі відхилення лінійних розмірів поковки.

$$\varnothing 319^{+5,3}_{-2,7}$$

$$274^{+5,3}_{-2,7}$$

$$\varnothing 505^{+6,0}_{-3,0}$$

$$258^{+5,3}_{-2,7}$$

$$\varnothing 259^{+5,3}_{-2,7}$$

$$221^{+4,7}_{-2,4}$$

$$\varnothing 366^{+2,7}_{-5,3}$$

$$38^{+3,3}_{-1,7}$$

					КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

$$\varnothing 671^{+6,7}_{-3,3}$$

$$18^{+3,3}_{-1,7}$$

$$\varnothing 151^{+2,1}_{-4,2}$$

$$108^{+4,2}_{-2,1}$$

$$\varnothing 158^{+2,1}_{-4,2}$$

$$40^{+3,7}_{-1,9}$$

$$29^{+1,7}_{-3,3}$$

14. Припустима величина остаточного облою – 2,5 мм.

15. Припустиме відхилення від плоскості – 1,6 мм.

16. Допустима величина зміщення від поверхні роз'єму штамп – 2,0 мм.

17. Припустима величина зміщення висоти заусенця по контуру обрізки – 7мм.

18. Штаповочні уклони:

- зовнішні - 7°

- внутрішні - 10°

3.2 Вибір вихідної заготовки

У якості вихідної заготовки приймемо сортовий прокат.

1) Розрахунок об'єму вихідної заготовки.

$$V_{пз} = V_{пок} + V_0 + V_{пер} + V_{к} + V_{уз}, \text{ м}^2 \quad (1.6)$$

Об'єм поковки:

$$V_{пок} = \frac{m_{пок}}{S_{пок}}; \text{ м}^3 \quad (1.7)$$

$$V_{пок} = \frac{360,072}{8200} = 0,0439 \text{ м}^3$$

Об'єм облою:

$$V_o = k \cdot F_o \cdot L \quad (1.8)$$

$k = 0,5 \dots 0,8$ – коефіцієнт заповнення облойної канавки.

L – периметр облою (визначається по діаметру заготовки у місці розміщення облою).

$F_o = 0,001 \text{ м}^2$ – площа поперечного перетину облойної поковки.

$$V_o = 0,5 \cdot 3,14 \cdot 0,671 \cdot 0,001 = 0,00105 \text{ м}^3$$

Об'єм перемички:

					КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

$$V_{nep} = \frac{\pi \cdot D_{nep}^2 \cdot \delta}{4} \quad (1.9)$$

$$V_{nep} = \frac{3,14 \cdot 0,150^2 \cdot 0,017}{4} = 0,0003 \text{ м}^3$$

$V_k = 0$ – об'єм кінцевих частин.

Об'єм угару:

$$V_{yz} = (0,01...0,02) \cdot (V_{нок} + V_0 + V_{nep} + V_k) \quad (1.10)$$

$$V_{yz} = 0,01 \cdot (0,0439 + 0,00105 + 0,0003 + 0) = 0,00045 \text{ м}^3$$

$$V_{nz} = 0,0439 + 0,00105 + 0,0003 + 0 + 0,00045 = 0,04571 \text{ м}^3$$

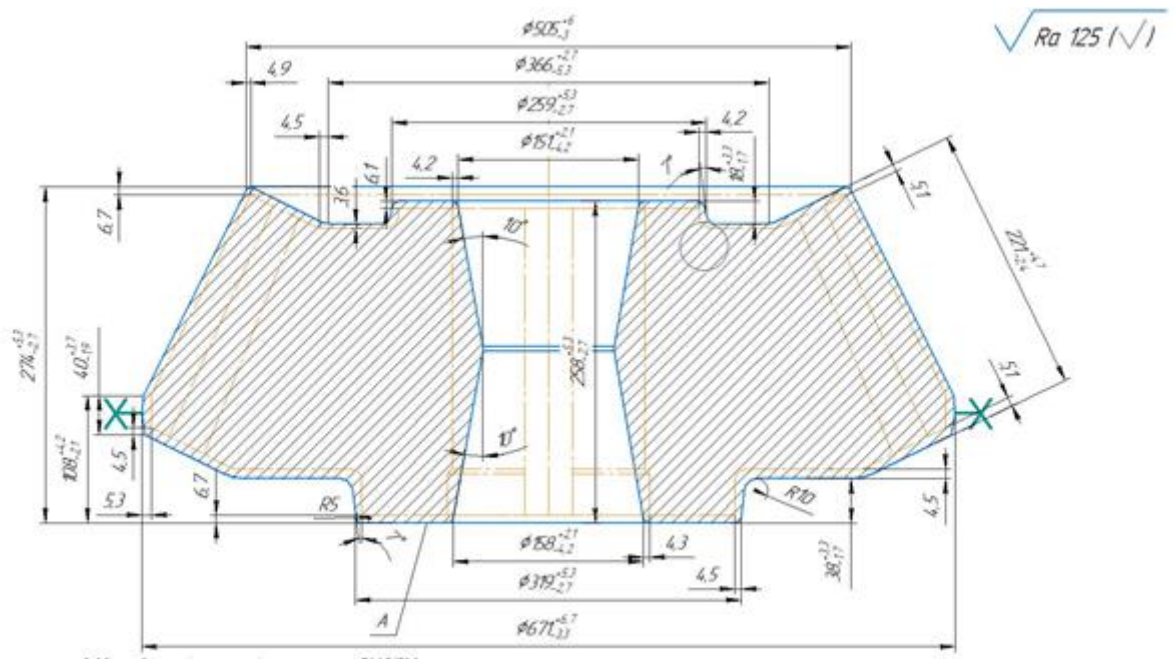


Рисунок 1.7 - Поковка в ковальсько-пресовому обладнанні з частковим оформленням контуру у підкладних штампах:

Приведені затрати по деталі, грн. :

$$З = A + З_0 + E_n \cdot З_k + O_3 \quad (1.11)$$

					КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

$$A = M \cdot C \cdot K_n \cdot K_c \cdot K_{on} - (M - q) \cdot Ц \quad (1.12)$$

Для поковки в ковальсько-пресовому обладнанні з частковим оформленням контуру у підкладних штампах:

$M=360,72$; $C=45$ грн; $q = 334$ кг; $K_n = 0,740$; $K_c = 1,00$; $K_{on} = 0,9$;
 $Ц=16$ грн

$$A_{шт}=360 \times 45 \times 0,740 \times 1,00 \times 0,9 - (360,72 - 334) \times 15 = 10338,4 \text{ грн}$$

Для поковки вільним куванням на пресах:

$M = 374,8$ кг; $C=45$ грн; $q = 334$ кг; $K_n = 0,8$; $K_c = 1,00$; $K_{on} = 0,9$;
 $Ц=16$ грн

$$A_{шт}=374,8 \times 45 \times 0,8 \times 1,00 \times 1,1 - (374,8 - 334) \times 15 = 15714,288 \text{ грн}$$

Більш дешевою є заготовка, поковка в ковальсько-пресовому обладнанні з частковим оформленням контуру у підкладних штампах, за рахунок зменшення припусків.

1.10 Вибір та обґрунтування баз

1. Деталь «Шестерня конічна» за своїми конструктивними ознаками належить до класу дискових деталей, оскільки співвідношення її довжини до діаметра відповідає характерним параметрам деталей цього типу.

$$l/d = 260,05/660 = 0,39 < 2.$$

Основними конструкторськими базами є вісь деталі та торець А, які визначають її положення в складальній одиниці та забезпечують виконання функціональних вимог.

Для контролю геометричних параметрів використовуються отвір Ø160Н7 і торець А, які одночасно виконують функції вимірювальних баз. Під час механічної обробки установочною та центруючою базами служить отвір Ø160Н7, а прямою базою є вісь деталі. Таке базування забезпечує дотримання принципу суміщення баз, оскільки конструкторські, технологічні та вимірювальні бази узгоджені між собою, що сприяє підвищенню точності виготовлення.

Теоретична схема базування передбачає раціональне розташування деталі відносно елементів пристосування та обладнання. На першій токарній

					КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

операції виконують обробку торця А, внутрішнього отвору $\varnothing 160$ та інших поверхонь.

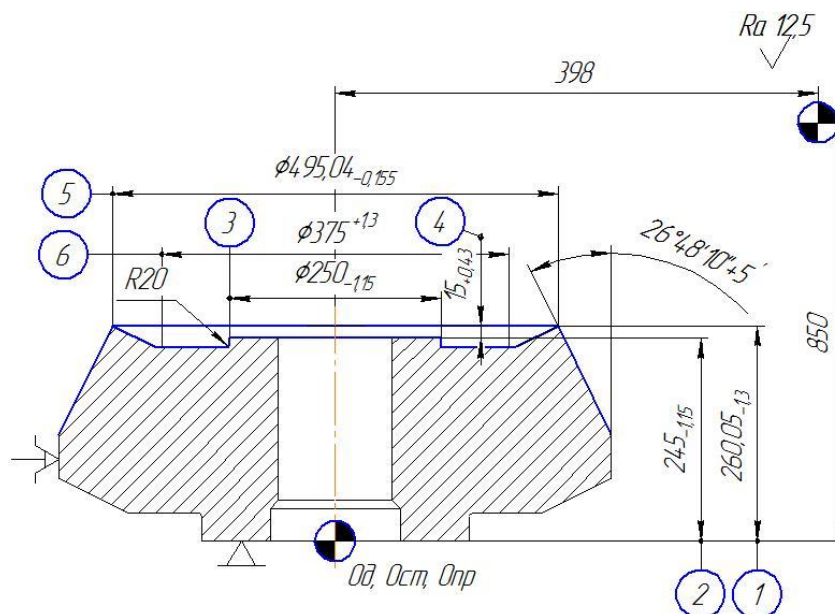


Рисунок 1.8- Схема базування на токарно-карусельній операції

Оскільки на цьому етапі відсутні готові базові поверхні, встановлення заготовки здійснюється на штучні технологічні бази, роль яких виконують чотири кутники, попередньо приварені до конічної поверхні заготовки. Таке рішення забезпечує надійне закріплення деталі та створює необхідні умови для формування основних технологічних баз у процесі подальшої обробки.

$\sqrt{Ra\ 6,3}$

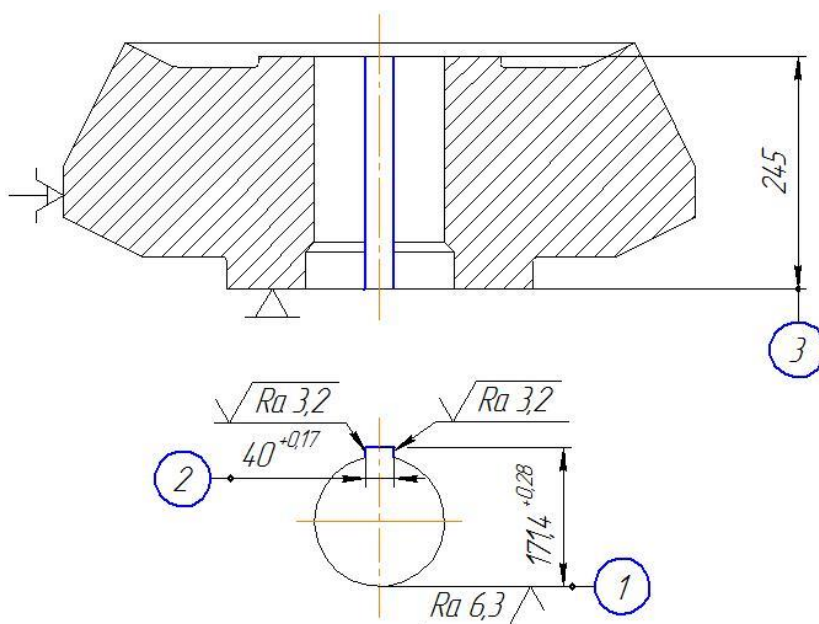


Рисунок 1.9 - Умовна схема базування на довбальній операції

					КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

1.11 Вибір точності обробки поверхонь

Таблиця 1.9 – Послідовність обробки поверхонь

№ поверх. розм.	Найменуван- ня операції та переходів	Ra	IT	Допуск, Т	Припуск 2t	Міжопераційний розмір з допусками
1	2	3	4	5	6	7
$\varnothing 160H7$ $\left(\begin{smallmatrix} +0,040 \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$	Заготовка (поковка)	50	16	2500	2×4,5	$\varnothing 151^{+2,1}_{-4,2}$
	Розточування чорнове	25	12	400	2×3	$\varnothing 157^{+0,4}_0$
	Розточування получистове	12,5	10	160	2×1,37	$\varnothing 157,24^{+0,16}_0$
	Розточування чистове	6,3	8	63	2×0,1	$\varnothing 159,94^{+0,663}_0$
	Розточування тонке	3,2	7	40	2×0,03	$\varnothing 160^{+0,04}_0$
$\varnothing 310h14$ $\left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -1,3 \end{smallmatrix} \right)$	Заготовка (поковка)	50	16	3200	2×4,5	$\varnothing 319^{+5,3}_{-2,7}$
	Токарна чорнова	25	15	2100	2×3	$\varnothing 313$
	Токарна чистова	12,5	14	1300	2×1,5	$\varnothing 310^0_{-1,3}$
$\varnothing 660h9$ $\left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,3 \end{smallmatrix} \right)$	Заготовка (поковка)	50	16	5000	2×5,5	$\varnothing 671^0_{-5}$
	Токарна чорнова	25	14	2000	2×3,3	$\varnothing 664,4^0_{-2}$
	Токарна получистова	12,5	12	800	2×1,65	$\varnothing 661,1^0_{-0,8}$
	Токарна чистова	6,3	9	300	2×0,55	$\varnothing 660^0_{-0,3}$

1	2	3	4	5	6	7
$\varnothing 495,04$ $h9$ $\left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,155 \end{smallmatrix} \right)$	Заготовка (поковка)	50	16	3600	2×4,98	$\varnothing 505^{+6,0}_{-3,0}$
	Токарна чорнова	12,5	14	1400	2×3	$\varnothing 499^0_{-1,4}$
	Токарна півчистова	6,3	12	570	2×1,48	$\varnothing 496,04^0_{-0,57}$
	Токарна чистова	3,2	9	155	2×0,5	$\varnothing 495,04^0_{-0,155}$
$\varnothing 250h14$ $\left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -1,15 \end{smallmatrix} \right)$	Заготовка	50	16	2900	2×4,5	$\varnothing 259^{+5,3}_{-2,7}$
	Токарна чорнова	25	15	1850	2×3,5	$\varnothing 252^0_{-1,85}$
	Токарна чистова	12,5	14	1150	2×1	$\varnothing 250^0_{-1,15}$
$\varnothing 168H14$ $\left(\begin{smallmatrix} +1 \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$	Заготовка	50	16	2500	2×5	$\varnothing 158^{+2,1}_{-4,2}$
	Токарна чорнова	25	15	1600	2×3,8	$\varnothing 165,6^{+1,6}_0$
	Токарна чистова	12,5	14	1000	2×1,2	$\varnothing 168^{+1,0}_0$
$\varnothing 260,05$ $h14$ $\left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -1,3 \end{smallmatrix} \right)$	Заготовка	50	16	8000	13,95	$\varnothing 274^{+5,3}_{-2,7}$
	Токарна чорнова	25	15	2100	3	$\varnothing 271^0_{-2,1}$
	Токарна чорнова	25	15	2100	3	$\varnothing 268^0_{-2,1}$
	Токарна півчорнова	12,5	14	1300	2,2	$\varnothing 265,95^0_{-1,3}$
	Токарна півчорнова	6,3	14	1300	2,2	$\varnothing 263,75^0_{-1,3}$
	Токарна чистова	12,5	14	1300	1,5	$\varnothing 261,55^0_{-1,3}$
	Токарна чистова	1,6	14	1300	1,5	$\varnothing 260,05^0_{-1,3}$

					КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

1	2	3	4	5	6	7
$\varnothing 245$ $h14$ $\left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -1,15 \end{smallmatrix} \right)$	Заготовка	50	16	8000	13	$\varnothing 258^{+5,3}_{-2,7}$
	Токарна чорнова	25	15	1850	3	$\varnothing 253^0_{-1,85}$
	Токарна півчорнова	12,5	14	1150	2,2	$\varnothing 248^0_{-1,15}$
	Токарна півчорнова	6,3	14	1150	1,5	$\varnothing 246,5^0_{-1,15}$
	Токарна чистова	12,5	14	1150	1,5	$\varnothing 245^0_{-1,15}$
	Токарна чорнова	1,6	15	1150	4,6	$\varnothing 250,2^0_{-1,85}$
$\varnothing 15$ $H14$ $\left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,43 \end{smallmatrix} \right)$	Заготовка	50	16	5000	3	$\varnothing 18^{+3,3}_{-1,7}$
	Токарна	12,5	14	430	3	$\varnothing 15^0_{-0,43}$
$\varnothing 35$ $H14$ $\left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,62 \end{smallmatrix} \right)$	Заготовка	50	16	5000	3	$\varnothing 38^{+3,3}_{-1,7}$
	Токарна	12,5	14	620	3	$\varnothing 35^0_{-0,62}$
$\varnothing 25$ $H14$ $\left(\begin{smallmatrix} +0,52 \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$	Заготовка	50	16	5000	3	$\varnothing 22^{+3,3}_{-0,7}$
	Токарна	12,5	14	520	3	$\varnothing 25^{+0,52}_0$
$\varnothing 171,4$ $H6$ $\left(\begin{smallmatrix} +0,28 \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$	Заготовка				11,4	$\varnothing 160^{+0,04}_0$
	Довбальна чорнова	12,5	13	630	9,4	$\varnothing 169,4^{+0,63}_0$
	Довбальна чистова	3,2	11	280	2	$\varnothing 171,4^{+0,28}_0$

1.12 Розробка маршруту обробки деталі

					КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

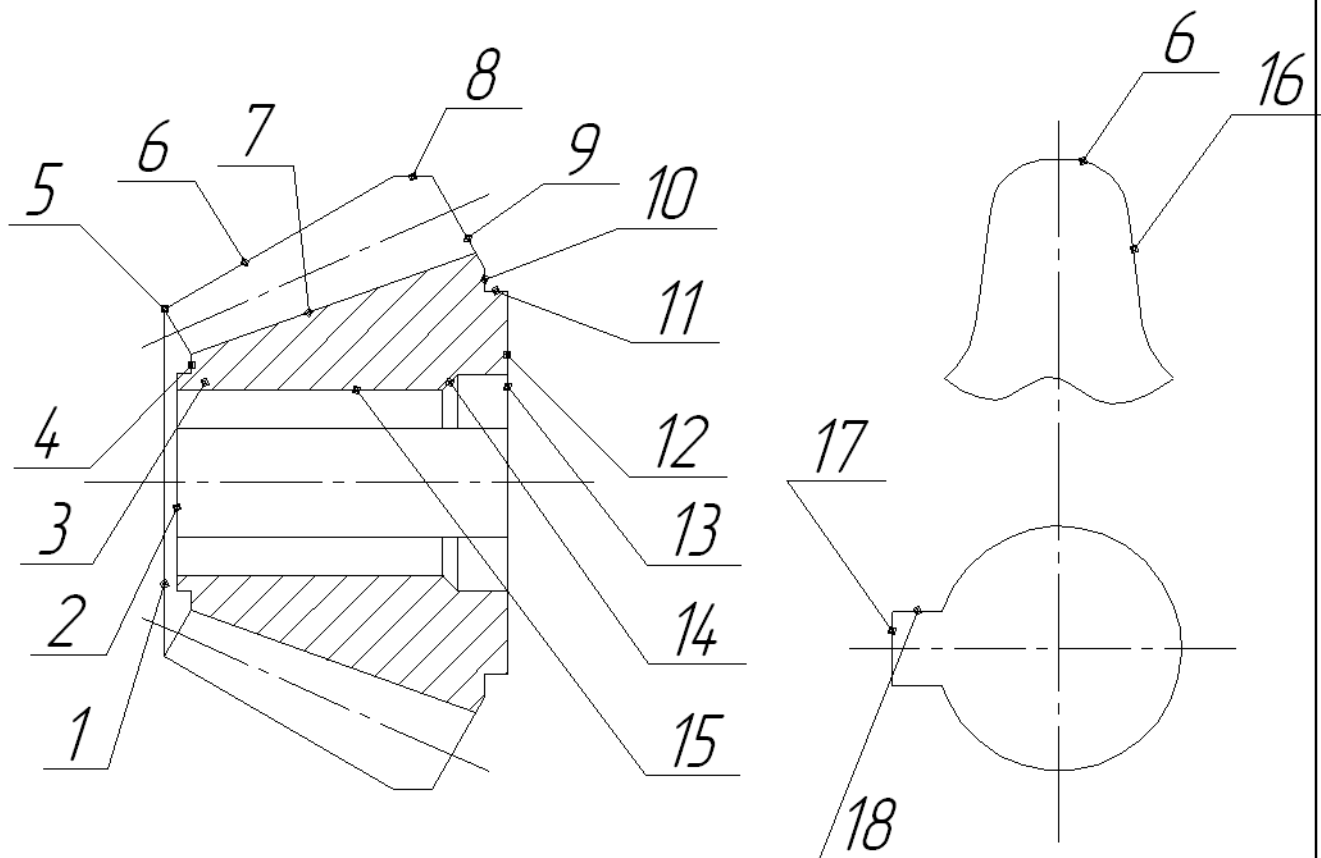


Рисунок 1.10- Шестерня конічна з визначеними поверхнями

Таблиця 1.10 – Маршрут обробки деталі

№ опер.	Найменування операції	№ з/п оброблюємої поверхні	№ з/п базуючої поверхні	Тип та модель станка
005	Токарно-карусельна з ЧПК	12,11,10,8,9,15, 13,14	2,1	Honor Seiki VL-125C
010	Токарно-карусельна з ЧПК	1,2,3,4,5,6	8,12	Honor Seiki VL-125C
015	Довбальна	17,18	12,11	STH S-Slot V5050
020	Фрезерна з ЧПК	7,16	15,12	Waldrich Coburg PowerTec

1	2	3	4	5
025	Токарно-карусельна з ЧПК	15	8,12	Honor Seiki VL-125C
030	Зубофрезерна	7,16	15,12	Gleason Phoenix 1600HC



Рисунок 1.11- Honor Seiki VL-125C

Характеристика	Од.	VL-125C/ VL-125CM	
<u>Макс. діаметр планшайби:</u>	<u>мм</u>	1600	
<u>Макс. діаметр точіння:</u>	<u>мм</u>	1600	
<u>Макс. висота повороту:</u>	<u>мм</u>	1200	1170
<u>Швидкість обертання шпинделя:</u>	<u>об/хв</u>	-	50-2250
<u>Кількість позицій інструменту:</u>	<u>шт.</u>	12	16
<u>Макс. вага заготовки:</u>	<u>кг</u>	5000	

					КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ	Арку
Змі	Адкв	№	Підпис	Дат		



Рисунок 1.12- Gleason Phoenix 1600HC

Максимальний діаметр деталі: 1600 мм



Рисунок 1.13- Waldrich Coburg PowerTec

<u>Потужність</u>	80/105 <u>кВт</u>
<u>Ширина кліренсу</u>	3500 – 10000 <u>мм</u>
<u>Висота кліренсу</u>	2000 – 10000 <u>мм</u>
<u>Тривалість налаштування</u>	4000 – 50000 <u>мм</u>

					КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		



Рисунок 1.14 -Верстат вертикальний довбальний STH S-Slot V5050

Відстань від зовнішньої поверхні різцевої головки до станини (виліт)	мм	740
Відстань між головою та столом	мм	990
Габаритна висота(В)	мм	3307
Габаритна довжина (Д),	мм	3480
Габаритна ширина (Ш),	мм	2085
Діаметр поверхні стола	мм	1000
Кут <u>повороту</u> стола	°	360
Мін. подача стола - кругова	мм	3

					КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

Таблиця 1.11 – Технологічні операції

№ операції та переходів	1. Назва операції. 2. Станок 3. Зміст переходу технологічної операції	Станочне пристосування	Інструмент (ріжучий, допоміжний, замірний)
005	1. Токарно-карусельна з ЧПК 2. Honor Seiki VL-125C 3. 1. Підрізати торець А в розмір 273 мм. 2. Обточити Ø310 з підрізного торця, здержавши розмір 35 3. Обточити Ø660-0,3 4. Обточити конус за перетином А-А. Зробити різцем замітку у розмір 96,79. Розточити Ø155H8 (Ø160H7), Ø168, фаску 4×45°	Зажимні кулачки	Токарна державка PSDNN 3232P19 (<i>зовнішнє точіння</i>) + змінні пластини SNMG 190612-PM Розточна борштанга A50U-PCLNR 19 (<i>внутрішнє розточування отвору</i>) + змінні пластини CNMG 190612-PR Штангенциркуль цифровий електронний типу ШЦЦ-I-800 (діапазон вимірювань 0–800 мм, дискретність відліку 0,01 мм) ДСТУ EN ISO 13385-1:2018.
010	1. Токарно-карусельна з ЧПК 2. . Honor Seiki VL-125C 3. 1. Підрізати торець у розмір 260,05. 2. Підрізати торець у розмір 245 3. Обточити Ø250 l=15. 4. Обточити обнутрення, витримавши R20, l=15 і конус	Зажимні кулачки	Індикатор цифровий електронний типу ІЦ-12 (діапазон вимірювань 0–12.7 мм, ціна поділки/дискретність 0,001 мм). Mitutoyo ID-C Токарна державка PCLNR 3232P19 (для підрізання торців) + змінні пластини CNMG 190612-PR Канавочна державка CoroCut® 1-2 (LF123G15-3232B) + змінні пластини N123G2-0300-0003-CR

5.	Ø375/Ø495,04. Обточити конус <26°48'+5'		
015	1. Довбальна 2. STH S-Slot V5050 3. Довбати шпоночний паз. 40 ^{+0,17} × 171,4 ^{+0,28}	Зажимні кулачки	Довбальна інструментальна система HORN Slotting System ^{EG35} Калібр-пробка шпонковий двосторонній ПР-НЕ для контролю ширини і глибини шпонкового паза 40 Н9 (або відповідно до заданого допуску +0,17мм).
020	1. Фрезерна з ЧПК 2. Waldrich Coburg PowerTec 3. Пошарове фрезерування зубів z = 21, m = 30 попередньо за розміткою в пристосуванні.	Оправка	Фреза дискова зуборізна Sandvik Coromant CoroMill® 170 Корпус фрези CoroMill 170-300B50-12R Периферійні пластини R170.31-16 05 12- PM
025	1.Токарно-карусельна з ЧПК 2.Honor Seiki VL-125C 3.Розточити Ø160H7	Зажимні кулачки	1. Для чорнового розточування: Дворіцева (двостороння) розточна головка Sandvik Coromant CoroBore® 825XL (або серія CoroBore® 826) 2.Для чистового розточування (під H7): Прецизійна мікрометрична розточна головка CoroBore® 825 з цифровим або мікрометричним лімбом налаштування. Нутромір триточковий цифровий електронний (діапазон вимірювань 150– 175 мм Mitutoyo Holtest (серія 468)
030	1.Зубофрезерна 2. Gleason Phoenix 1600 НС	Оправка	Кінцева радіусна фреза

					КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

1.13 Розрахунок міждоопераційних розмірів та припусків на обробку

1.13.1 Аналітичний розрахунок припусків на внутрішню

циліндричну поверхню Аналітична залежність для розрахунку міждоопераційних припусків при обробці поверхні 160Н7($^{0,040}_0$).обертання має вигляд:.

$$2 \cdot z_{i\min} = 2 \cdot \left(R \cdot z_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta \varepsilon_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right), \text{ мкм} \quad (1.13)$$

$$\Delta \varepsilon = \sqrt{\Delta \text{кор}^2 + \Delta \text{см}^2} \quad (1.14)$$

$\Delta k = 1 \frac{\text{мкм}}{\text{мм}}$ – кривизна деталі.

$\Delta \text{кор} = \Delta k \cdot l = 1 \cdot 274 = 274 \text{ мкм}$ – короблення деталі.

$\Delta \text{см} = 2 \text{ мкм}$ – відхилення від співвісності елементів

$$\Delta \varepsilon_{\text{заг}} = \sqrt{0,274^2 + 3,2^2} = 3,21 \text{ мм}$$

$$\Delta_{\text{черн.розточ}} = 0,05 \cdot \Delta_{\text{заг}} \quad (1.15)$$

$$\Delta_{\text{черн.розточ}} = 0,05 \cdot 3,21 = 160,5 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{\text{получист}} = 0,005 \cdot \Delta_{\text{заг}} \quad (1.16)$$

$$\Delta_{\text{получист}} = 0,005 \cdot 3,21 = 16,5 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{\text{чист.розт}} = 0,002 \cdot \Delta_{\text{заг}} \quad (1.17)$$

$$\Delta_{\text{чист.розт}} = 0,002 \cdot 3,21 = 6,42 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{\text{тонк.розт}} = 0,002 \cdot \Delta_{\text{заг}} \quad (1.18)$$

$$\Delta_{\text{тонк.розт}} = 0,002 \cdot 3,21 = 6,42 \text{ мкм}$$

					КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

1.12 – Аналітичний розрахунок

Техно-логічні переходи обробки по-верхні Ø160H7 (^{+0,04} ₀)	Елементи припуску, мкм.					Розрахунковий припуск $2z_{min}$ мкм	Допуск на виготовлення T_d мкм	Розрахунковий розмір, мм.	Прийняті розміри по переходам		Придбані граничні припуски	
	IT	R _z	h	Δ	ε				d _{max}	d _{min}	$2z_{max}^{np}$	$2z_{min}^{np}$
Поковка	16	320	400	3210			1000	149,763	149,76	148,76		
Розташування чорнове	12	160	50	160,5	800	7860	400	157,623	157,62	157,22	8460	7860
Розташування получистове	10	80	25	16,5	40	2052	180	159,675	159,67 5	159,49 5	2275	2055
Розташування чистове	8	20	10	6,42	32	296	63	159,971	159,97	159,90 7	412	296
Розташування тонке	7	12, 5	5	6,42	1,6	69	40	160,040	160,04	160	93	70
									$\sum 2z_i^{np} =$		11137	10200

$$\varepsilon_{\text{черн}} = 800 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{\text{получист}} = 0,05 \cdot \varepsilon_{\text{черн}} \quad (1.19)$$

					КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

$$\varepsilon_{получист} = 0,05 \cdot 800 = 40 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{чист} = 0,004 \cdot \varepsilon_{черн} \quad (1.20)$$

$$\varepsilon_{чист} = 0,004 \cdot 800 = 3,2 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{тонк} = 0,002 \cdot \varepsilon_{черн} \quad (1.21)$$

$$\varepsilon_{тонк} = 0,002 \cdot 800 = 1,6 \text{ мкм}$$

Перевірка:

$$2 Z_{\max 5}^{np} - 2 Z_{\min 5}^{np} = 93 - 70 = 23 \text{ мкм.}$$

$$T_4 - T_5 = 63 - 40 = 23 \text{ мкм.}$$

$$2 Z_{\max 4}^{np} - 2 Z_{\min 4}^{np} = 412 - 295 = 117 \text{ мкм.}$$

$$T_3 - T_4 = 180 - 63 = 117 \text{ мкм.}$$

$$2 Z_{\max 3}^{np} - 2 Z_{\min 3}^{np} = 2275 - 2055 = 220 \text{ мкм.}$$

$$T_2 - T_3 = 400 - 180 = 220 \text{ мкм.}$$

$$2 Z_{\max 2}^{np} - 2 Z_{\min 2}^{np} = 8460 - 7860 = 600 \text{ мкм.}$$

$$T_1 - T_2 = 1000 - 400 = 600 \text{ мкм.}$$

Правильність проведених аналітичних розрахунків підтверджується балансом припусків. На основі отриманих значень розробляється графічна схема розташування операційних припусків і допусків для послідовних етапів обробки внутрішнього отвору $\varnothing 160H7$.

					КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

1.13.2 Розрахунок міжопераційних лінійних розмірів

З таблиці 3.1 виписуємо послідовність обробки торцевих поверхонь, включаючих лінійні розмірні ланцюги і вносимо дані до таблиці 5.5.

Таблиця 1.13 – Припуски та допуски

№ повер-хні	Найменування переходу	Номі-нальний розмір	Квалі-тет, IT	Допуск, Т	При-пуск, t	Поз-на-чення при-пуску, Z _i
1	2	3	4	5	6	7
1.	Заготовка	274	16	3200	13,95	
	Чорнове точіння	271	15	2100	3	Z ₁
	Чорнове точіння	268	15	2100	3	Z ₁₀
	Получистове точіння	265,52	14	1300	2,2	Z ₂
	Получистове точіння	263,05	14	1300	2,2	Z ₉
	Чистове точіння	261,55	14	1300	1,5	Z ₃
	Чистове точіння	260,05	14	1300	1,5	Z ₈
2.	Заготовка	258	16	2900	1,3	
	Чорнове точіння	253	15	1850	3	Z ₁₀
	Чорнове точіння	250,2	15	1850	4,6	Z ₄
	Получистове точіння	248	14	1150	2,2	Z ₉
	Получистове точіння	246,5	14	1150	1,5	Z ₅
	Чистове точіння	245	14	1150	1,5	Z ₈
4.	Заготовка	18	16	1300	3	
	Чорнове точіння	15	14	430	3	Z ₆
10.	Заготовка	38	16	1600	3	
	Чорнове точіння	35	14	620	3	Z ₇

На основі розробленого маршруту виготовлення деталі формується загальна схема технологічного процесу. На наступному етапі виявляються та проектується схеми супутніх технологічних розмірних ланцюгів. Розрахунок

					КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

цих ланцюгів, спрямований на визначення проміжних міжопераційних розмірів, а також операційних припусків і допусків, виконується в табличній формі відповідно до вихідних даних та структури табл. 1.14

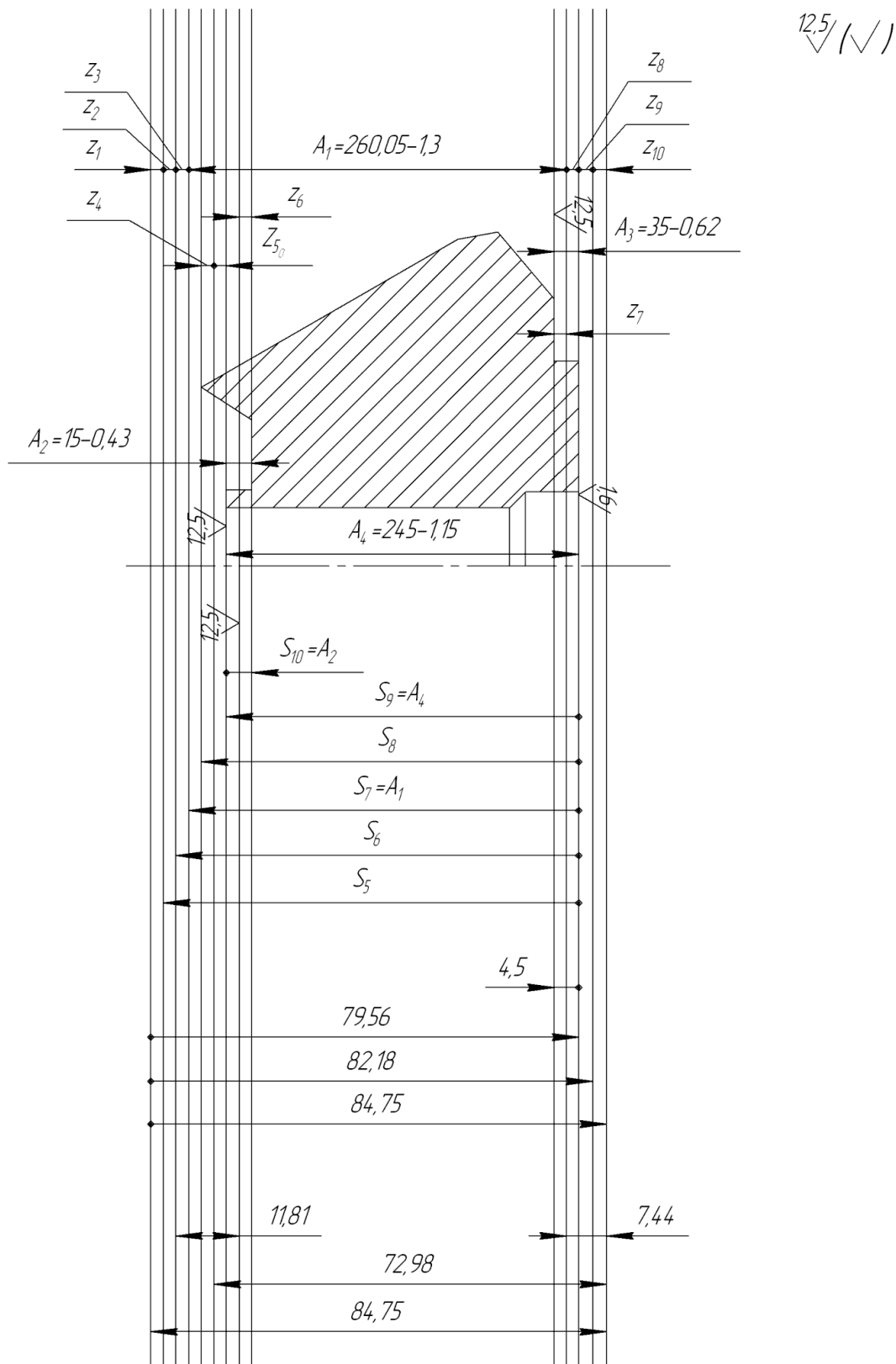


Рисунок 1.14- Загальна схема технологічного процесу

					КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

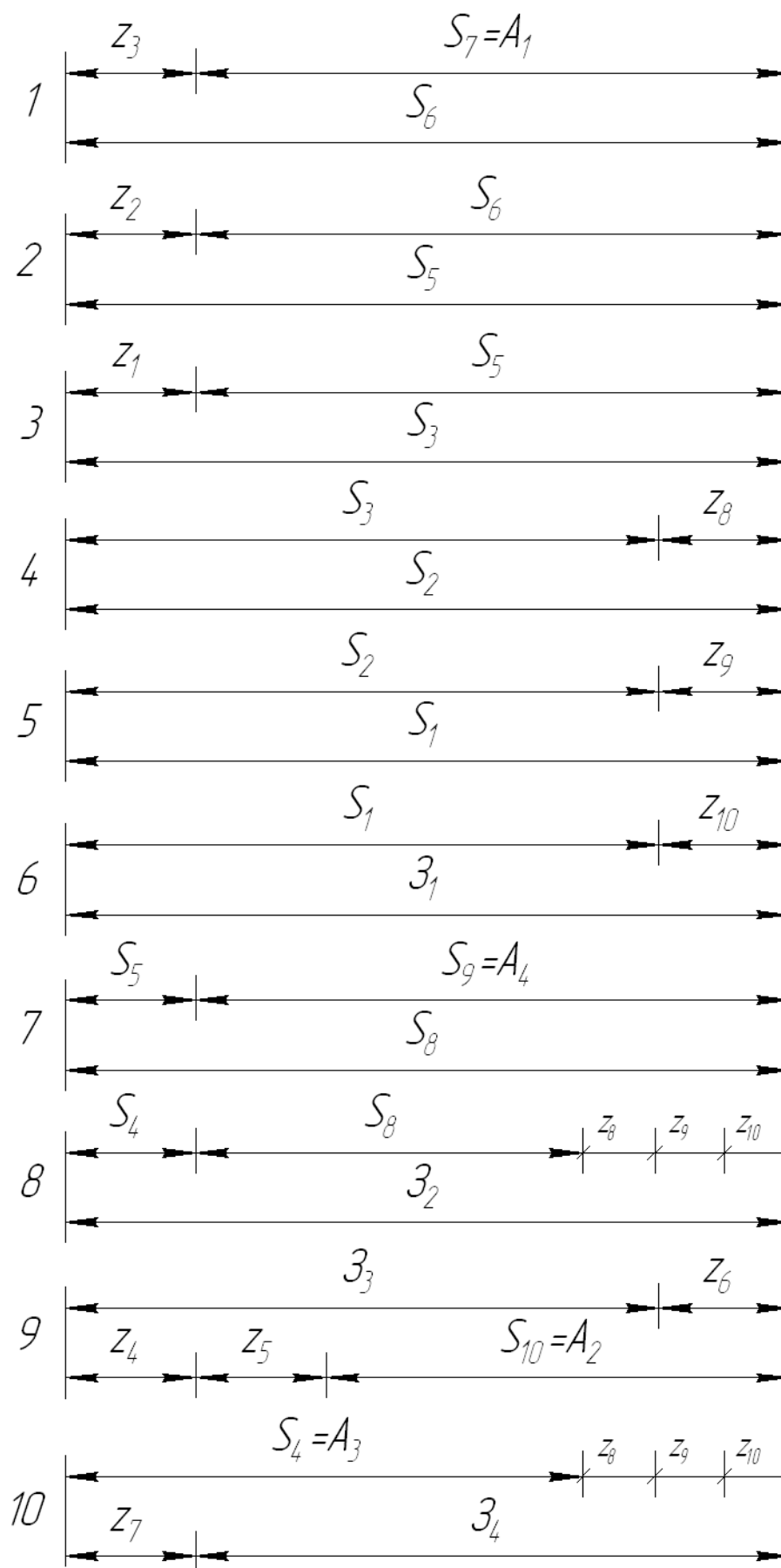


Рисунок 1.15- Схеми розмірних ланцюгів

Таблиця 1.14 - Розрахунок розмірних ланцюгів

№	Рівняння розмірного ланцюга	Вихідні дані	Номинальний технологічний розмір	Допуск розміру	Технологічний розмір	Уточнене значення припуску, z_i
1	2	3	4	5	6	7
1	$S_6 = S_7 + z_3$	$S_7 = A_1 = 260,05^\circ - 1,3$ $z_3 = 1,5$	$S_6 = 260,05 + 1,5 = 261,55$	1300	$261,55^\circ - 1,3$	$z_3 = S_6 - S_7 = 261,55^\circ - 1,3 - 260,05^\circ - 1,3 = 1,5 \pm 1,3$
2	$S_5 = S_6 + z_2$	$S_6 = 260,05^\circ - 1,3$ $z_2 = 2,2$	$S_5 = 261,55 + 2,2 = 263,75$	2100	$263,75^\circ - 2,1$	$z_2 = S_5 - S_6 = 263,75^\circ - 2,1 - 261,55^\circ - 1,3 = 2,2^{+1,3}_{-2,1}$
3	$S_3 = S_5 + z_1$	$S_5 = 263,75^\circ - 2,1$ $z_1 = 3$	$S_3 = 263,75 + 3 = 266,75$	3200	$266,75 \pm 1,6$	$z_1 = S_3 - S_5 = 266,75^\circ \pm 1,6$
4	$S_2 = S_3 + z_8$	$S_3 = 266,75 \pm 1,6$ $z_8 = 1,5$	$S_2 = 266,75 + 1,5 = 268,25$	1300	$268,25 \pm 0,65$	$z_8 = S_2 - S_3 = 268,25^\circ \pm 0,65 - 266,75^\circ \pm 1,6 = 1,5 \pm 2,25$ Приймаємо $z_8 = 2,3 \pm 2,25$
5	$S_1 = S_2 + z_9$	$S_2 = 268,25 \pm 0,65$ $z_9 = 2,2$	$S_1 = 268,25 + 2,2 = 270,45$	2100	$270,45 \pm 1,05$	$z_9 = S_1 - S_2 = 270,45^\circ \pm 1,05 - 268,25^\circ \pm 0,65 = 2,2 \pm 1,7$
6	$3_1 = S_1 + z_{10}$	$S_1 = 270,45 \pm 1,05$ $z_{10} = 3$	$3_1 = 270,45 + 3 = 273,45$	3200	$273,45 \pm 1,6$	$z_{10} = 3_1 - S_1 = 273,45^\circ \pm 1,6 - 270,45^\circ \pm 1,5 = 3 \pm 2,65$

Арку

КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ

Змі Арку № Підпис Дат

1	2	3	4	5	6	7
7	$S_8=S_9+z_5$	$S_9=A_4=245-1,15$ $z_5=1,5$	$S_8=245+1,5=246,5$	1850	$246,5 \pm 0,925$	$z_5=S_8-S_9=246,5^0 \pm 0,95-245^0-1,15=1,5^{+2,075}_{-0,925}$
8	$3_2=S_8+z_8+z_9+z_{10}$	$S_8=246,55 \pm 0,925$ $z_4=4,6$ $z_8=2,25 \pm 2,25$ $z_9=2,2 \pm 1,7$ $z_{10}=3 \pm 2,65$	$3_2=246,5+4,6+2,25+3=258,55$	2900	$258,55 \pm 1,45$	$z_4=3_2-S_8-z_8-z_9-z_{10}=258 \pm 1,45-246,5 \pm 0,925-2,25 \pm 2,25-2,2 \pm 1,7-3 \pm 2,65=4,6 \pm 8,975$ Приймаємо $z_4=9 \pm 8,975$
9	$3_3+z_6=z_{10}+z_5+z_4$	$S_{10}=A_2=15^0-0,43$ $z_4=9 \pm 8,975$ $z_5=1,5 \pm 0,925$ $z_6=3,6$	$3_3=15+1,5+9-3,6=21,9$	1300	$21,9 \pm 0,65$	$z_6=3_3-S_{10}-z_5-z_4=21,9 \pm 0,65-15^0-0,43-1,5 \pm 0,925-9 \pm 8,975=3,6^{+10,98}_{-10,55}$
10	$3_4+z_7=S_4+z_8+z_9+z_{10}$	$S_8=246,55 \pm 0,925$ $z_4=4,6$ $z_8=2,25 \pm 2,25$ $z_9=2,2 \pm 1,7$ $z_{10}=3 \pm 2,65$ $z_7=4,5$	$3_4=35+1,5+2,2+3-4,5=37,2$	1600	37,2	$z_7=S_4+z_8+z_9+z_{10}-3_4=35^0-0,62+1,5 \pm 2,25+2,2 \pm 1,7+3 \pm 2,65-37,2-1,6=4,5^{+8,2}_{-6,6}$ Приймаємо $z_7=4,5^{+8,2}_{-6,6}$

1.15 Вибір режимів різання, нормування технологічних операцій

					КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТПВ	Арку
Змі	Адкв	№	Підпис	Дат		

Змі	Арх				Таблиця 1.15 -Технологічний процес виготовлення деталі шестерня конічна															
№	Підпис	Дат	№ оп	№ перехода	Зміст переходу	верстаг найменува ння,	Оснастка	Інструмент	Режими різання						Норми часу					
									<i>D</i>	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>S</i>	<i>V</i>	<i>n</i>	<i>i</i>	<i>T</i> ₀	<i>T</i> _B	<i>T</i> _{обс.} <i>T</i> _{омд.}	<i>T</i> _{ум.}	<i>T</i> _{ум.к.}
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТТВ			005	A.	Встановити, вивірити, закріпити заготовку.	Токарно-карусельний з ЧПК Honor Seiki VL-125C	Зажимні кулачки	Токарна державка PSDNN 3232P19 змінні пластини	310	155	3	1,5	159	163	1	261	0,07	0,21	2,89	47,3 54
				1.	Підрізати торець А, витримуючи розмір 1.			310	155	2,8	1,2	159	163	1	261	0,05	0,22	2,872		
				2.	Обточити Ø310, витримуючи розміри 2 і 3.			310	155	0,9	0,32	284	300	1	3,6	0,05	0,292	3,942		
								310	35	3	1,5	104	128	1	1,84	0,02	0,149	2,009		
								310	35	1,5	0,8	188	200	1	1,08	0,02	0,088	1,188		
				3.	Обточити поверхню, витримуючи розмір 4.			Розточна борштанга	664,4	29,94	3,3	0,49	117	64	1	3,38	0,05	0,27	3,704	
								A50U-PCLNR	661,1	29,94	365	1,2	132	64	1	3,36	0,05	0,27	3,683	
				5.	Розточити Ø159,24, витримуючи розмір 7.			19 змінні пластини	660	29,94	0,55	0,49	238	128	1	1,98	0,05	0,162	2,192	
								CNMG 190612-PR	660	210	4,5	1,5	117	64	1	4,2	0,04	0,339	4,58	
				6.	Розточити Ø168, витримуючи розміри 9,8.			157	245	3	1,5	104	212	1	6,78	0,05	0,546	7,376		
Штангенцирку	159,74	245	1,37			0,9	132	265	1	6,9	0,05	0,556	7,506							
ль цифровий електронний типу ШЦЦ-I-800 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018.	156,6	25	3,8			1,3	8,2	160	1	0,75	0,04	0,063	0,853							
7.	Точити фаску	Штангенцирку	168	25	1,2	1,4	93	180	1	0,76	0,04	0,064	0,864							
		ль цифровий електронний типу ШЦЦ-I-800 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018.	168	4	4	1,5	93	180	1	0,05	0,07	0,01	0,13							

[illegible]

Змі	Арх																			
№	Підпис	Дат	015																	
КНУ.КБР.131.26.1-05.01.ТТВ																				

[illegible]

																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

2.МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ОБРОБКИ В DELCAM POWER SHAPER

Створюється 3D модель .

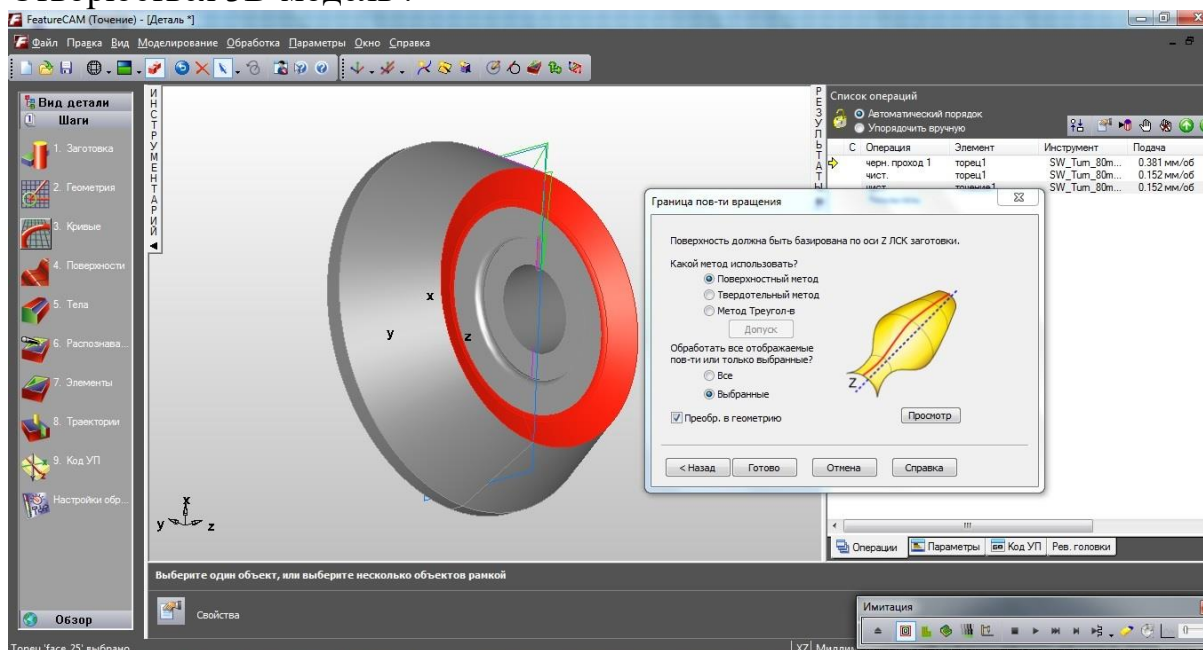


Рисунок 2.1- Створення 3D моделі, визначення осей координат та виду поверхні

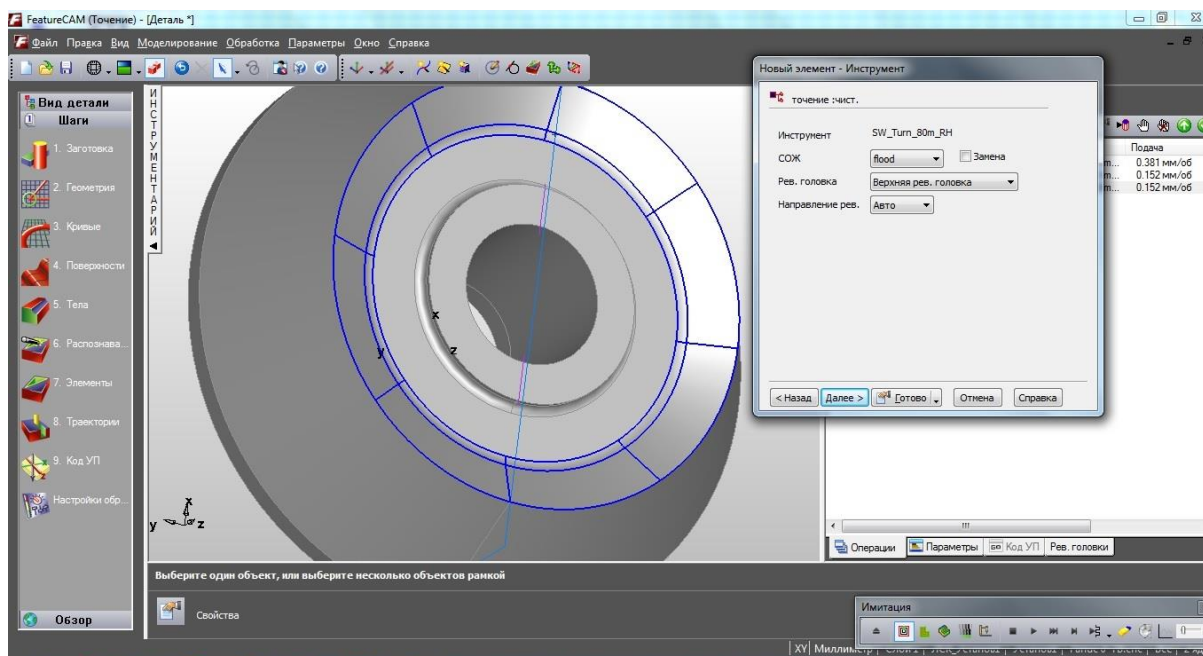


Рисунок 2.2- Визначення позиції безпечної підведення інструменту, узгодження режимів різання

					КНУ.КБР.131.26.1-05.02.МПО		
Змін	Аркв	№	Підпис	Дат			
Розроб.	Дільний				МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ОБРОБКИ		
Перевір.	Цивінда						
Н. контр.	Нечаєв				Кафедра ТМ з ПМ-22		
Затверд.	Рязанцев						

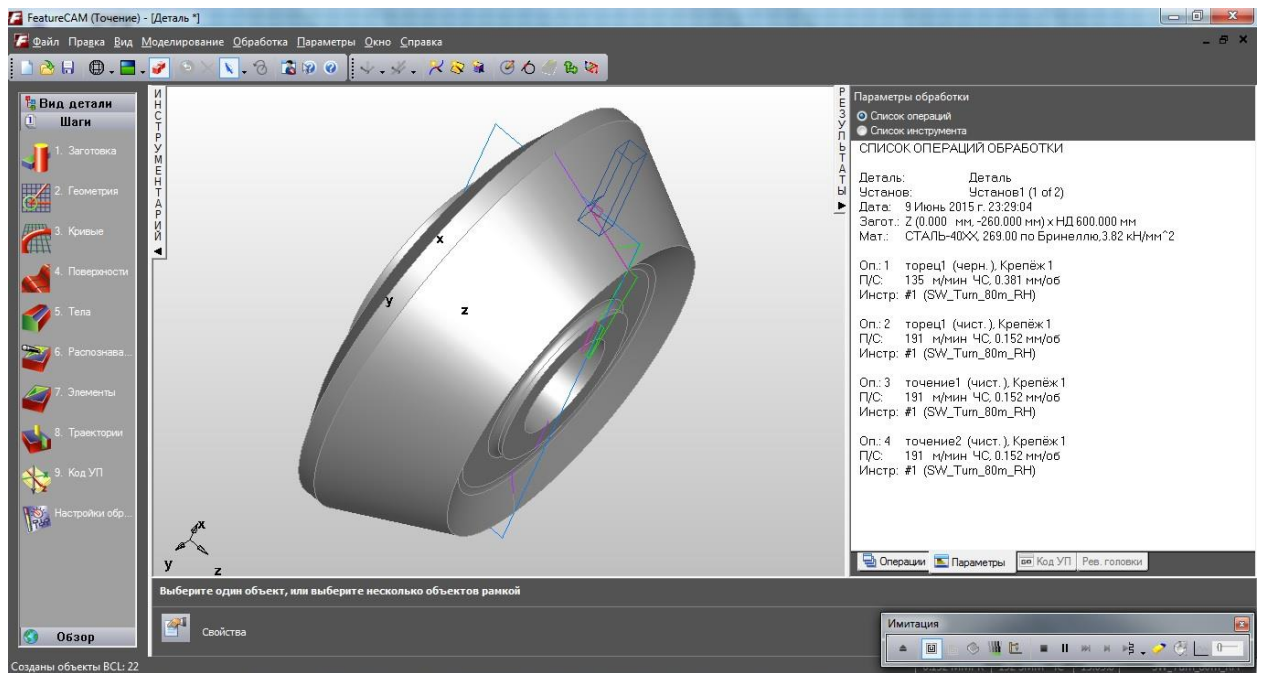


Рисунок 2.3- Визначення переходів на операції

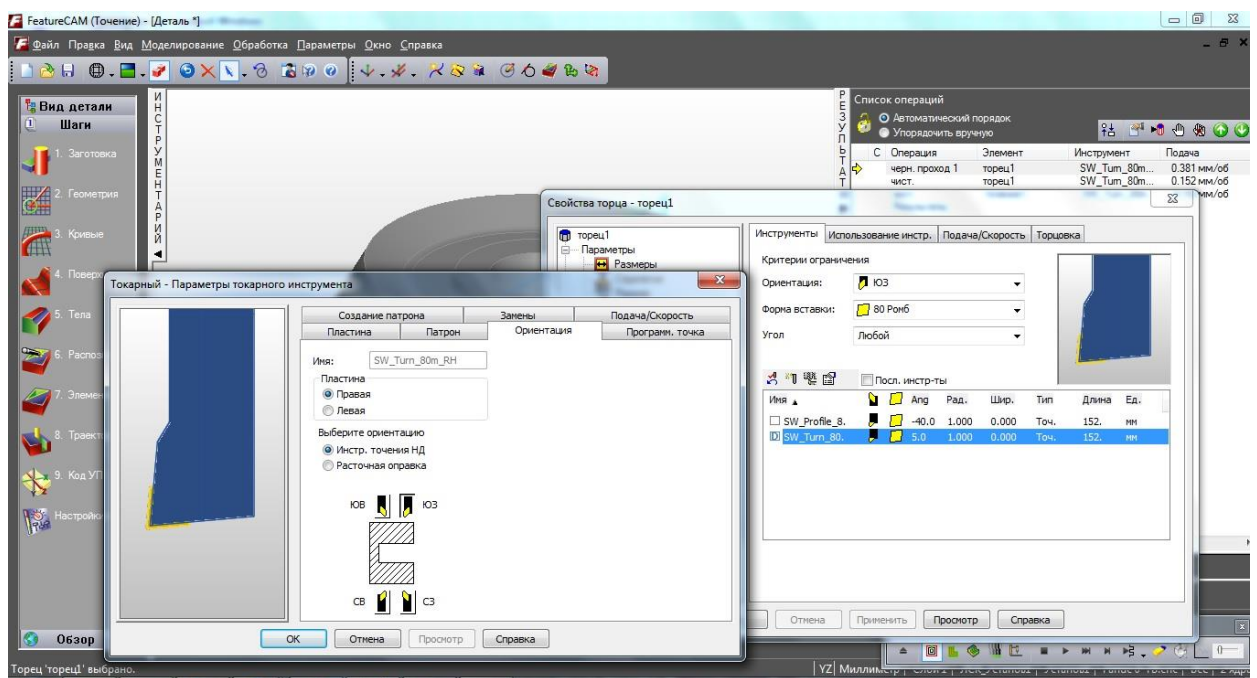


Рисунок 2.4 – Узгодження переходів операції

Таблиця 2.1 - Керуюча програма токарної обробки в системі DELCAM

Код	Пояснення
1	2
% O0001	Початок програми
G0 G21 G40 G80 G95	Строка безпеки
G92 S3000 G96 S135 T0101 M3	Режими різання, виклик інструменту
X606.0 Z271.0 M8 X264.609 Z261.341	Швидке переміщення, вкл. MOP
G1 X138.483 F0.381 Z265.791 X139.19 Z266.145	Рух на робочій подачі
G0 X264.609	Швидке переміщення
G1 Z256.891 X138.483 Z261.341 X139.19 Z261.695	Рух на робочій подачі
G0 Z271.0	Швидке переміщення
G92 S3000 G96 S135 M3	Режими різання
X265.805 Z272.0 Z258.291	Швидке переміщення
G41 G1 X260.609 Z256.791 F0.152 X140.483 G40 Z259.791	Рух на робочій подачі
G0 Z272.0	Позиціонування в точку зміни інстр.
G0 G21 G40 G80 G95	Строка безпеки
G92 S3000 G96 S135 T0202 M3	Режими різання, викликання інструменту
X496.56 Z284.923	Швидке переміщення
G71 U5.0 R0.5 G71 P220 Q250 U-0.1 W0.1 F0.381 N220 G41G1 X134.063 F0.381 Z-1.33 X136.8 Z-4.0 X121.8 Z-154.0 Z-163.0 Z-164.0 N250 G40X115.8	Цикл чорнового точіння
G0 X608.0 Z284.923	Швидке переміщення

					КНУ.КБР.131.26.1-05.02.МПО	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

Продовження таблиці 2.1

1	2
G92 S3000 G96 S135 T0101 M3	Режими різання, викликання інструменту
X608.0 Z105.023 X662.971	Швидке переміщення
G70 P240 Q255 N240 G42G1 X659.971 Z102.425 F0.152 Z74.473 Z73.473 N255 G40X665.971 G0 X608.0 Z105.023 Z272.0	Цикл чорнового точіння
G0 X608.0 Z105.023 Z272.0	Швидке переміщення
G0 G28 U0. W0. M9	Позиціонування в точку зміни інстр.

					КНУ.КБР.131.26.1-05.02МПО	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

ЗКОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА

3.1 Проектування верстатного пристрою

4.1.1 Опис конструкції та принципу роботи пристосування

Для центрування, базування та надійного закріплення конічного зубчастого колеса на зубофрезерному верстаті застосовується спеціальна оправка.

Процес базування та фіксації заготовки відбувається таким чином:

1. Оброблювана деталь встановлюється на змінний фланець 1 оправки 6.
2. Закріплення деталі здійснюється за допомогою гайки 4, а також швидкознімної шайби 2 та шайби 3.
3. Конструктивна особливість: шайба 2 розміщена у заглибленні зубчастого колеса. Для її швидкого демонтажу без повного відкручування гайки, шайбу повертають до моменту суміщення трьох її виїмок із відповідними виступами шайби 3.
4. Оправка 6 базується в конічному отворі шпинделя верстата і додатково фіксується (затягується) за допомогою тяги 5.
5. Демонтаж пристосування полегшується завдяки конструкції гайки.

3.1.2 Вихідні дані для розрахунку похибки базування

Для аналізу точності базування та встановлення заготовки прийнято такі вихідні параметри:

Зовнішній діаметр оправки: $\varnothing 60 \text{ h}6(\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,019 \end{smallmatrix})$,

Діаметр отвору $\varnothing 60 \text{ H}7(+0,03)$,

Радіальне биття центруючої посадкової поверхні при ступені точності оброблюємого колеса-9-8-Т₀40 мкм [5].

Не співвісність чи перекіс оправки на довжині 100 мм Δ -11 мкм [6].

3.1.3 Геометричний та силовий розрахунок елементів затиску

Визначення геометричних параметрів натискної шайби:

Діаметр натискної шайби:

$$D_1 = 30 - 5 = 25 \text{ мм},$$

Визначаємо довжину базової поверхні оправки L:

					КНУ.КБР.131.26.1-05.03.КПВ		
Змін	Аркв	№	Підпис	Дат			
Розроб.	Дільний				КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВІРОБНИЙ ІТРА	Лім.	Арк.
Перевір.	Цивінда						Арк.ввів
Н. контр.	Нечаєв					Кафедра ТМ з ПМ-22	
Затверд.	Рязанцев						

$$L=l_3-1=106-1=105\text{мм},$$

Ширина натискної шайби Н:

$$H=0,3 D_1=0,3 \times 25 = 7,5\text{мм}$$

Розрахунок сили затиску та діаметра різьби:

Сила затиску розраховується на основі сил різання, що виникають під час зубообробки.

Режими різання: Глибина різання 0,4 мм, S=0,4 мм/ об, V=45 м/хв

Визначаємо силу затиску : W=1485,8 Н.

Визначаємо номінальний діаметр різьби:

$$d=c\sqrt{\frac{W}{[\sigma]}} \quad (3.1)$$

де с –коефіцієнт для основних метричних різьб с=1,4

[σ]= 30 МПа допускане зусилля напруги матеріалу на розтяг :

$$d=1,4 \sqrt{\frac{1485,8}{30}}=7,8 \text{ мм}$$

Приймаємо найближче стандартне значення різьби (наприклад, М10 або М12 з урахуванням запасу міцності).

3.1.4 Розраховуємо пристосування на точність

Для забезпечення заданої точності обробки сумарна похибка встановлення заготовки у пристосуванні ε_6 не повинна перевищувати допуск на виконуваний розмір колеса.

Розрахунок виконується за нерівністю:

$$\varepsilon \leq T - Km\sqrt{Km1 \times \sigma_b + \sigma_3^2 + \delta_y^2 + \delta_i^2 + \sigma_{np}^2} + (KT_2 \times W) \quad (3.2)$$

T=0,3-допуск виконуваний розмір,

$\sigma_3=0$ -похибка закріплення так як оправка жорстка,

$\sigma_y=0,01$ - мм похибка установки пристосування на верстаті,

σ_i -похибка, що викликана зношенням установчих елементів пристосування.

$$\sigma_i = u = u_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \quad (3.3)$$

де u=0,025-середнє базове зношення установочних елементів,

K₁=0,91 коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу заготовки,

K₂=1 –коефіцієнт, який враховує тип обладнання,

K₃=0,94- коефіцієнт, який враховує вид обробки,

					Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат	

КНУ.КБР.131.26.1-05.03.КПВ

K_4 = коефіцієнт, який враховує число установок заготовок,

Розрахунок похибки зношення:

$$\varepsilon = 0,025 \times 0,91 \times 0,94 \times 1,1 = 0,0214 \text{ мм}$$

$\sigma_i=0$, похибка зміщення інструменту,

$W=0,023$ -економічна точність обробки,

K_T - коефіцієнт, який враховує відхилення розсіювання значень , які складають величин від закону нормального розсіювання ,

K_{T1} - коефіцієнт, який враховує зменшення граничного значення похибки базування при роботі на налагодженому верстаті,

K_{T2} - коефіцієнт, який враховує долю похибки обробки, які визиваються факторами незалежними від пристосування.

$$\varepsilon_{pr} \leq 0,06 - 1 \sqrt{(0,8 \times 0,056)^2 + 0 + 0,01^2 + 0,02^2 + (0,6 + 0,023)^2}$$

(3.4)

$$\varepsilon_{pr} = 0,06 - 0,052 = 0,008 \text{ мм}$$

Спроектowana оправка може бути використана в якості пристосування.

3.2 Проектування контрольного пристосування

3.2.1 Призначення та принцип роботи пристосування

Контрольне пристосування призначене для перевірки точності геометричних параметрів конічного зубчастого колеса. Зокрема, за його допомогою контролюють:

торцеве биття — не більше 0,03 мм;

биття зовнішнього конуса — не більше 0,12 мм.

Конструкція та процес вимірювання:

Пристосування складається з жорсткої основи — корпуса 1, на якому за допомогою стійки 2 змонтовано контрольну оправку 3.

На швелері 6 закріплено упори 4. Вони виставлені у строго визначеному положенні відносно зубчастого вінця заготовки, що дозволяє через показники биття торця та зовнішнього конуса непрямим методом контролювати передній і задній кути.

Для зняття лінійних відхилень на швелері 6 встановлено багатообертові індикатори типу Mitutoyo (Японія). Ціна поділення -0,01 мм.

Похибка вимірювання -0,0025 мм.

Вимірюється кожен зуб окремо.

					КНУ.КБР.131.26.1-05.03.КПВ	Арку
Змі	Адкв	№	Підпис	Дат		

3.2.2 Розрахунок точності контрольного пристосування

Для визначення придатності пристосування до виконання контрольних операцій проводиться розрахунок допустимих похибок.

1. Визначення допустимої похибки контролю $[\Delta]$: Допустима похибка вимірювання приймається як частка від допуску на виготовлення деталі (згідно зі стандартом, зазвичай становить 30% від величини найсуворішого допуску, тобто від допуску торцевого биття $T=0,03$ мм.

Допустима похибка:

$$[\Delta]=0,3 \times 0,3 = 0,009 \text{ мм},$$

2 Умова точності пристосування: Сумарна похибка вимірювальної системи $\Delta_{\text{сум}}$ не повинна перевищувати допустиму похибку контролю:

$$[\Delta] \geq \Delta_{\text{сум}}, \quad (3.5)$$

$$\Delta_{\text{сум}} = \Delta_{\text{у.ел.}} + \sqrt{\Delta_{\text{вим}}^2 + \Delta_{\text{вин}}^2}, \quad (3.6)$$

$$\Delta_{\text{вин.}} = 0,03 \times 0,03 = 0,0009 \text{ мм},$$

$$0,009 = \Delta_{\text{у.ел.}} + \sqrt{0,003^2 + 0,0025^2},$$

Спростивши радикальну частину (випадкову складову):

$$\sqrt{0,003^2 + 0,0025^2} = 0,003$$

Звідси знаходимо максимально допустиму похибку для виготовлення та монтажу установчих вузлів пристосування:

$$\Delta_{\text{у.ел.}} = 0,009 - 0,003 = 0,006 \text{ мм}$$

Висновок: Оскільки розраховані значення похибок є технічно досяжними при виготовленні оснащення, а сумарна похибка не виходить за межі допуску, дане контрольне пристосування повністю задовольняє вимогам точності і може бути використане у виробничому процесі для контролю кінцевих коліс.

					КНУ.КБР.131.26.1-05.03.КПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА

4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору верстатів з ЧПК

У даному розділі наведено розрахунок економічної ефективності впровадження проектуемого технологічного процесу на базі верстатів з ЧПК у порівнянні з базовим (типовим) варіантом обробки на універсальному обладнанні.

Вихідні дані					
Дані	Базовий варіант				Новий варіант
	165	165	165	4-ий верстат	Honor Seiki VL-125C
Деталі					
Річний обсяг випуску деталей N, шт.	1000				1000
Кількість запусків партій деталей в рік, шт	65				65
Тривалість випуску деталей Z, років	3				3
Штучний час обробки деталі t _{шт} , хв.	67,354	55,986	60,9		134,24
Час наладки верстата, хв.	33	72,5	29		72,8
Розряд: контролера верстатника наладчика наладчика інструменту	5				4
	5	5	4		4
	3	3	3		5
		0			4
Кількість кадрів програми, шт.					300
Вартість заготовки S _{заг} , грн.	15714,228				10338,4
Вартість комплексу спец. пристосувань К _{пр} , грн	250	250	250		280
Оптова ціна на прокат одного УСП Ц _{усп} , грн					

					КНУ.КБР.131.26.1-05.04.ОЕП		
Змін	Аркв	№	Підпис	Дат			
Розроб.	Дільний				ОРГАНІЗАЦІЙНО- ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА	Літ.	Арк.
Перевір.	Цивінда						Арквшів
Н. контр.	Нечаєв					Кафедра ТМ з ПМ-22	
Затверд.	Рязанцев						

Середній час налагодження за прибором одного інструменту поза верстатом, хв.					15
Середній період стійкості інструменту, хв.	60	60	60		120
Середня кількість граней пластинки, шт.	1	1	1		3
Коефіцієнт, що враховує питому вагу основного часу в штучному Кт	0,083	0,083	0,083	0	0,2
Вартість одного кадру ПК, грн.					8,9
Вартість розробки ПК К _{пк} , грн.					534
Середньочасова зарплата робітника, грн:					
верстатника Н _{ст}	33,6	32,3	32,3		30,1
наладчика Н _{нал}	33,6	28,2	33,6		34,3
наладчика інструмента Н _{ін}					31,1
контролера Н _к	29,8				15

Верстати					
Клас точності верстата	Н	Н	Н		А
Маса верстата, т	30	30	30		40
Габарити верстата (довжина х ширина), м.	5,495 х 4,55	5,495 х 4,55	5,495 х 4,55		9,4 х 6,4
Габарити пристрою ЧПК, м					0,5 х 0,5
Тип пристрою ЧПК					FANUC 0iMF
Строк служби верстата до капітального ремонту Т _{рп} , років	7	7	7		15
Встановлена потужність всіх електродвигунів головного руху, кВт	28	28	28		50
Категорія складності ремонту верстата ЕРС:					
механічної частини R _м	51	97	39		60
електротехнічної частини R _е	43	75	50		75
Кількість верстатів, що обслуговує один робочий d, шт	1	1	1		3
Оптова ціна верстата Ц, грн.	110000	110000	110000		420000
Коефіцієнт завантаження верстата η _з	0,75	0,8	0,65		0,95
Площа верстата за габаритами А, м. кв.	25,0	48,7	51,4		60,0
Площа пристрою ЧПК А _у , м. кв.					0,25

Витрати на одну одиницю ЕРС верстата, грн.					
механічної частини H_m	329	329	329		583
електротехнічної частини H_e	86	86	86		120
Норматив річних витрат на поточне обслуговування та ремонт ПЧПК Q , грн.					11950
Коеф., що враховує додаткову площу верстата, γ	1,5	1,5	1,5	0	2
Коеф., що враховує клас точності верстата, μ	1	1	1	0	1,8
Ефективний річний фонд часу роботи верстата $\Phi_{об}$, год	3975	3975	3975	0	4015

Виробничі та інші площі					
Вартість 1 м. кв. площі механічної $\Pi_{пл.зд.}$, грн	500				500
Вартість 1 м. кв. площі, що займають службово-побутові приміщення $\Pi_{сл. поб.}$, грн	1000				1000
Площа службово-побутових приміщень, що приходяться на одного робочого $A_б$, м. кв.	7				7
Витрати на утримання та амортизаційні витрати на 1 м. кв. цеху $H_{пл}$, грн.	180	180	180	0	180

					КНУ.КБР.131.26.1-05.04.ОЕП	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

Розрахунок допоміжних показників					
Дані	Базовий варіант				Новий варіант
	165	165	165	4-ий верстат	Honor Seiki VL-125C
Трудомісткість обробки Тшт, год	1122,57	933,1	1015	0	2237,333333
Час наладки верстата впродовж року Тн, год	35,75	78,54167	31,41667	0	78,86666667
Час наладки інструмента поза верстатом впродовж року Тн.ін, год	0	0,00	0	0	96,95
Час контролю деталей впродовж року Тк, год	93,173	77,4473	84,245	0	447,4666667
Кількість верстатників Рст, чол. (розрах.)	0,60	0,50	0,55	0,00	0,40
(дійсна)	1	1	1	0	1
Кількість наладчиків верстатів Рн, чол. (розрахункова)	0,0192	0,0422	0,0169	0,0000	0,0424
(дійсна)	1	1	1	0	1
Кількість наладчиків інструмента поза верстатом Рн.ін, чол. (розрахункова)	0	0,0000	0	0	0,05212
(дійсна)	0	0	0	0	1
Кількість контролерів Рк, чол. (розрах.)	0,05	0,04	0,045	0,00	0,24
(дійсна)	1				1
Додаткова кількість робочих по обслуговуванню верстатів з ЧПК Рдод, чол (розрахункова)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(дійсна)	0	0	0	0	1
Загальна кількість працівників на річну програму випуску деталей, чол.	7				5
Частка завантаження верстата обробкою деталі в обсязі річного випуску β	0,39	0,32	0,4050	0,000	0,50

Собівартість механічної обробки річного випуску деталей

$$C = И_з + И_н + И_{ин} + И_{нк} + И_{пр} + И_{усп} + И_а + И_{пл} + И_{сл} + И_р + И_у + И_к,$$

де $И_з$ – зарплата верстатника;

$И_н$ – зарплата за наладку верстата;

$И_{ин}$ – зарплата наладжувальника інструмента поза верстатом $И_р$ – витрати на ремонт та технічне обслуговування обладнання;

$И_{нк}$ – витрати на підготовку та поновлення керуючої програми $И_у$ – витрати на технічне обслуговування і ремонт ЧПК;

$И_{пр}$ – витрати на ремонт та утримання спеціальних пристосувань $И_к$ – зарплата контролера

$И_{усп}$ – витрати на прокат універсально-зорних пристосувань при їх використанні;

$И_а$ – амортизаційні відрахування на повне відновлення обладнання;

$И_{пл}$ – витрати на утримання приміщення, яке займає верстат;

$И_{сл}$ – витрати на амортизацію і утримання службово-побутових приміщень;

$$C_1 \text{ на деталь} = 275,21$$

$$C_2 \text{ на деталь} = 147,60$$

$$\begin{array}{lcl}
 \begin{array}{cccccccccccccccc}
 И_з & И_н & И_{ин} & И_{нк} & И_{пр} & И_{усп} & И_а & И_{пл} & И_{сл} & И_р & И_у & И_к \\
 C_1 = & 166400 & + & 7031,62 & + & 0,00 & + & 0,00 & + & 280 & + & 0 & + & 5380,43 & + & 12423,85 & + & 49000 & + & 27098,3 & + & 0,0 & + & 7594,99 & = & 275209,22 \\
 C_2 = & 37311 & + & 4253,76 & + & 3015,18 & + & 178 & + & 104,5333 & + & 0 & + & 4620,00 & + & 10845,00 & + & 35000 & + & 39582,0 & + & 5975,0 & + & 6712 & = & 147596,59
 \end{array}
 \end{array}$$

Складові собівартості :

					КНУ.КБР.131.26.1-05.04.ОЕП	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

1. Зарплатня верстатника (основна та додаткова) I_2

$$I_2 = \text{Нст. заг} \cdot T_{шт} / d$$

де Нст. заг – середньочасова зарплатня верстатників зі усіма нарахуваннями, грн.;

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

d – кількість верстатів, які обслуговує один робочий

$$\text{Нст. заг} = \text{Нст} + \text{Зд} + \text{Свідр} + \text{Спрем}$$

де Нст – тарифна ставка верстатника, грн;

Зд – додаткова заробітна платня, 8%

Свідр – відрахування на соціальне страхування, 12%

Спрем – преміальні доплати, 35%

$$T_{шт} = t_{шт} \cdot N / 60$$

Базовий варіант					Новий варіант				
165	$I_2 =$	Нст. заг	$T_{шт}$	d	Honor Seiki VL- 125C	$I_2 =$	Нст. заг	$T_{шт}$	d
	62692	55,85	1122,567	1		37311	50,03	2237	3
165	$I_2 =$	Нст. заг	$T_{шт}$	d	Всього И ₂	37311			
	49216	52,74	933,1	1					
165	$I_2 =$	Нст. заг	$T_{шт}$	d					
	54492	53,69	1015	1					
4-ий верстат	$I_2 =$	Нст. заг	$T_{шт}$	d					
	0	0	0	0					
Всього И ₂	166400								

2. Зарплатня за наладку верстата I_3

$$I_3 = \text{Ннал. заг} \cdot T_n$$

де Ннал. заг – середньочасова зарплатня наладчиків з усіма нарахуваннями, грн;

T_n – час наладки верстата впродовж року, год

$$\text{Ннал. заг} = \text{Ннал} + \text{Зд} + \text{Свідр} + \text{Спрем}$$

де Ннал – тарифна ставка наладчика, грн;

Зд – додаткова заробітна платня, 8%

Свідр – відрахування на соціальне страхування, 12%

Спрем – преміальні доплати, 30%

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

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

j_p – кількість запусків партій деталей за рік

Базовий варіант				Новий варіант			
165	И _н = 1888,86	Н _{нал} = 52,84	Т _н = 35,75	Н _{онор} Seiki VL-125C	И _н = 4253,76	Н _{нал} = 53,94	Т _н = 78,87
165	И _н = 3482,85	Н _{нал} = 44,34	Т _н = 78,54167	Всього И _{н2}	4253,76		
165	И _н = 1659,91	Н _{нал} = 52,84	Т _н = 31,41667				
4-ий верстат	И _н = 0,00	Н _{нал} = 0,00	Т _н = 0				
Всього И _{н1}	7031,62						

3. Зарплатня наладжувальника інструмента поза верстатом, I_{41}

$$I_{41} = \text{Нін} \cdot T_{нін}$$

де Нін – середньочасова зарплатня наладчика, грн;

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

$$T_{нін} = 1,3 \cdot t_{ін} \cdot T_{шт} \cdot k_t / (T \cdot n\Gamma)$$

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

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

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

k_t – коеф., який враховує питому вагу основного часу в штучному і дорівнює 0,7...0,85;

T – середній період стійкості інструменту, хв.;

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

Базовий варіант				Новий варіант			
165	$I_{ін} =$	$N_{ін}$	$T_{ін}$	Honor Seiki VL-125C	$I_{ін} =$	$N_{ін}$	$T_{ін}$
	0	0	0		3015,18	31,1	96,95
165	$I_{ін} =$	$N_{ін}$	$T_{ін}$	Всього $I_{ін2}$	3015,18		
	0,00	0	0,00				
165	$I_{ін} =$	$N_{ін}$	$T_{ін}$				
	0,00	0	0				
4-ий верстат	$I_{ін} =$	$N_{ін}$	$T_{ін}$				
	0,00	0	0				
Всього $I_{ін1}$	0,00						

4. Витрати на підготовку та поновлення керуючої програми I_{42}

$$I_{42} = K_{пк} / Z$$

165	$I_{42} =$	$K_{пк}$	Z
165	0	0	1000

4-ий верстат	$I_{42} =$	$K_{пк}$	Z
4-ий верстат	0	0	1000

Базовий варіант				Новий варіант			
165	Ипк = 0	Кпк 0	/ Z 3	Honor Seiki VL-125C	Ипк = 178	Кпк 534	/ Z 3
165	Ипк = 0,00	Кпк 0	/ Z 3	Всього Ипк2	178		
Всього Ипк1	0,00						

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

$$И_{пр} = K_{пр} (1/Z + 0,04)$$

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

Базовий варіант				Новий варіант			
165	И _{пр} =	K _{пр}	· (1/Z + 0,04)	Honor Seiki VL-125C	И _{пр} =	K _{пр}	· (1/Z + 0,04)
	93,333333	250	0,333333		104,5333	280	0,333
165	И _{пр} =	K _{пр}	· (1/Z + 0,04)	Всього И _{пр2}	104,5333333		
	93,333333	250	0,333333				
165	И _{пр} =	K _{пр}	· (1/Z + 0,04)				
	93,333333	250	0,333333				
4-ий верстат	И _{пр} =	K _{пр}	· (1/Z + 0,04)				
	0	0	0,333333				
Всього И _{пр1}	280						

7. Амортизаційні відрахування на повне відновлення обладнання И_а

$$И_{а} = K_{а} \cdot A$$

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

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

Базовий варіант				Новий варіант			
165	И _а =	K _а	A	Honor Seiki VL-125C	И _а =	K _а	A
	1880,50	47013	0,04		4620,00	231000	0,02
165	И _а =	K _а	A	Всього И _{а2}	4620,00		
	1539,73	38493	0,04				
165	И _а =	K _а	A				
	1960,20	49005	0,04				
4-ий верстат	И _а =	K _а	A				
	0,00	0	0				
Всього И _{а1}	5380,43						

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

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

де Н_{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						
165	И _{пл} =	Н _{пл}	(A + A _γ)	γ	β		Honor Seiki VL-125C	И _{пл} =	Н _{пл}	(A + A _γ)	γ	β	
	2622,84	180	25,00225	0	1,5	0,39		10845	180	60	0,25	2	0,50
165	И _{пл} =	Н _{пл}	(A + A _γ)	γ	β		Всього И _{пл2}	10845,00					
	4184,76	180	48,72	0	1,5	0,32							
6610	И _{пл} =	Н _{пл}	(A + A _γ)	γ	β								
	5616,25	180	51,3604	0	1,5	0,40							
4-ий верстат	И _{пл} =	Н _{пл}	(A + A _γ)	γ	β								
	0,00	0	0	0	0	0,00							
Всього И _{пл1}	12423,85												

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

$$И_{сл} = Н_{пл} \cdot A_{\delta} \cdot (P_{ст} + P_{н} + P_{доп} + P_{к})$$

Базовий варіант							
К _{сл} =	Ц _{пл.б}	A _б	(P _{ст}	+ P _н	+ P _{доп}	+ P _к)	
49000	1000	7	3	3	0	1	
Всього К _{сл1}	49000						

Новий варіант						
К _{сл} =	Ц _{пл.б}	A _б	(P _{ст} +	P _н +	P _{доп} +	P _к)
35000	1000	7	1	2	1	1
Всього К _{сл2}	35000					

10. Витрати на ремонт та технічне обслуговування обладнання И_р

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

де H_м, H_е – витрати на одиначу ремонтної складності відповідного механічної та електротехнічної частин, грн.; R_м, R_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							Новий варіант						
165	$I_p =$	$(H_m \cdot R_m + H_e \cdot R_e)$	μ	β			Honor Seiki VL-125C	$I_p =$	$(H_m \cdot R_m + H_e \cdot R_e)$	μ			
	7956,0	329 51 86 43	1	0,39				39882,0	383 60 120 75	1,8			
165	$I_p =$	$(H_m \cdot R_m + H_e \cdot R_e)$	μ	β			Всього I_{p2}	39582,0					
	12204,3	329 97 86 75	1	0,32									
6610	$I_p =$	$(H_m \cdot R_m + H_e \cdot R_e)$	μ	β									
	6938,0	329 39 86 50	1	0,40									
4-ий верстат	$I_p =$	$(H_m \cdot R_m + H_e \cdot R_e)$	μ	β									
	0,0	0 0 0 0	0	0,00									
Всього I_{p1}	27098,3												

11. Витрати на технічне обслуговування і ремонт ЧПК Іу

$$I_y = Q \cdot \beta$$

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

Базовий варіант				Новий варіант			
165	$I_y = Q \cdot \beta$	0	0,39	FOUR-STAR FD	$I_y = Q \cdot \beta$	5975,0	11950 0,50
165	$I_y = Q \cdot \beta$	0	0,32	Всього I_{y2}	5975,0		
6610	$I_y = Q \cdot \beta$	0	0,40				
4-ий верстат	$I_y = Q \cdot \beta$	0	0,00				
Всього I_{y1}	0,0						

12. Зарплатня контролера Ік

$$I_k = N_k \cdot T_k$$

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

T_k – час контролю деталей впродовж року, год.

Для базових верстатів:

$$T_{k1} = 0,083 \cdot T_{шт}$$

де 0,083 – середньостатистична частка

трудомісткості контрольних операцій

Для обробки на верстатах з ЧПК

$$T_{k1} = 0,2 \cdot T_{шт}$$

Базовий варіант				Новий варіант			
165	$I_k = N_k \cdot T_k$			Honor Seiki	$I_k = N_k \cdot T_k$		
	2776,56	29,8	93,17	VL-125C	6712	15	447,467
165	$I_k = N_k \cdot T_k$			Всього Ік2	6712		
	2307,93	29,8	77,45				
6610	$I_k = N_k \cdot T_k$						
	2510,50	29,8	84,25				
4-ий верстат	$I_k = N_k \cdot T_k$						
	0,00	29,8	0,00				
Всього Ік1	7594,99						

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.

$$K_1 = 134511 + 34511 + 49000 + 813316 + 750 + 0 = 1032087$$

$$K_2 = 231000 + 30125,00 + 35000 + 240281 + 280 + 534 = 537220,50$$

Статті з яких складаються капітальні витрати :

1. Балансова вартість верстата K_6

$$K_6 = C \cdot \alpha \cdot \beta$$

де C – оптова ціна верстата, грн

α – коеф., що враховує витрати на доставку та встановлення верстата та приймається рівним 1,1;

β – частка завантаження верстата

$$\beta = T_{шт} + T_k / (F_{об} \cdot \eta_2)$$

Базовий варіант					Новий варіант				
165	$K_6 = \quad \quad \quad \Pi \quad \quad \quad \alpha \quad \quad \quad \beta$				Honor Seiki VL-125C	$K_6 = \quad \quad \quad \Pi \quad \quad \quad \alpha \quad \quad \quad \beta$			
	47013	110000,00	1,1	0,39		231000	420000,00	1,1	0,50
165	$K_6 = \quad \quad \quad \Pi \quad \quad \quad \alpha \quad \quad \quad \beta$				Всього К62	231000			
	38493	110000,00	1,1	0,32					
165	$K_6 = \quad \quad \quad \Pi \quad \quad \quad \alpha \quad \quad \quad \beta$								
	49005	110000	1,1	0,40					
4-ий верстат	$K_6 = \quad \quad \quad \Pi \quad \quad \quad \alpha \quad \quad \quad \beta$								
	0	0	1,1	0,00					
Всього К61	134511								

2. Вартість приміщень, які займає верстат K_{Σ}

$K_{\Sigma} = C_{пл.м} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$
де $C_{пл.м}$ – вартість 1 м. кв. площі механічного цеху;
 A – площа, яку займає верстат по габаритах, м. кв.;
 A_y – площа, яку займають виносні, допоміжні пристрої, м. кв.;
 γ – коефіцієнт, який враховує додаткову площу

Базовий варіант							Новий варіант								
165	$K_{\Sigma} = C_{пл.м} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$	7286	500	25,002	0	1,5	0,39	Нонор Seiki VL-125C	$K_{\Sigma} = C_{пл.м} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$	30125	500	60	0,25	2	0,50
165	$K_{\Sigma} = C_{пл.м} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$	11624	500	48,72	0	1,5	0,32	Всього Kкл2	30125,00						
165	$K_{\Sigma} = C_{пл.м} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$	15601	500	51,36	0	1,5	0,40								
4-ий верстат	$K_{\Sigma} = C_{пл.м} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$	0	500	0	0	0	0,00								
Всього Kкл1	34511														

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

$K_{сл} = C_{пл.б} \cdot A_{б} \cdot (P_{ст} + P_{к} + P_{дод} + P_{к})$
де $C_{пл.б}$ – вартість 1 м. кв. службово-побутових приміщень, грн;
 $A_{б}$ – площа службово-побутових приміщень, яка приходить на одного робочого;
 $P_{ст}, P_{к}, P_{дод}$ – кількість відповідно верстатників, наладчиків та додаткових робочих по обслуговуванню верстатів з ЧПК;
 $P_{к}$ – кількість контролерів

Базовий варіант						
$K_{сл} = C_{пл.б} \cdot A_{б} \cdot (P_{ст} + P_{к} + P_{дод} + P_{к})$						
49000	1000	7	3	3	0	1
Всього $K_{сл 1}$						49000
Новий варіант						
$K_{сл} = C_{пл.б} \cdot A_{б} \cdot (P_{ст} + P_{к} + P_{дод} + P_{к})$						
35000	1000	7	1	2	1	1
Всього $K_{сл 2}$						35000

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

$K_{вз} = 3 \cdot n'' \cdot (S_{заг} + C / N_{річ} \cdot 0,5) \cdot \beta$
де 3 – число партій деталей, які приходяться всередньому на одне робоче місце;
 n'' – розмір налагодочної партії деталей (партії запуску), шт;
 $n'' = N_{річ} / j_p$
 $S_{заг}$ – вартість заготовки, грн;
 C – собівартість механічної обробки річного випуску деталей, грн;
 $0,5$ – коеф. наростання витрат

Базовий варіант						
$K_{вз} = 3 \cdot n'' \cdot (S_{заг} + C / N_{річ} \cdot 0,5) \cdot \beta$						
813315,63	15,385	15714	275209,22	1000	1,11	
Всього $K_{сл 1}$						813316
Новий варіант						
$K_{вз} = 3 \cdot n'' \cdot (S_{заг} + C / N_{річ} \cdot 0,5) \cdot \beta$						
240281,50	15,385	10338	147596,59	1000	0,50	
Всього $K_{сл 1}$						240281

Приведені витрати

$Z_1 = C_1 + E_n \cdot K_1$			
430022,291	275209	0,15	1032087
$Z_2 = C_2 + E_n \cdot K_2$			
228179,667	147597	0,15	537220

Річний економічний ефект

$E = Z_1 - Z_2$			
201842,623	430022,3	228180	

В результаті аналізу можна побачити на які статті затрат необхідно вплинути, щоб підвищити економічну ефективність застосування високовартісного обладнання. Строк окупності застосування таких верстатів залежить від завантаження та кількості запусків деталі у роботу.

4.2 Реконструкція діючого механоскладального цеху

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для проектування

Найменування деталі та матеріал	Програма випуску, шт./рік	$T_{шт.к.}$, хв.	вага деталі	Найменування виробу
Шестерня конічна Сталь 34ХН1М	1000	1357,702	m= 334 кг	Дробарка

1 Аналіз часу виготовлення деталі:

$$T_p = T_{шт.к.} \cdot N \quad (4.1)$$

Таблиця 4.2 – Розрахунки трудомісткості виготовлення деталей

Верстат	Операція	$T_{шт.к.}$, хв.	T_p , хв.	T_p , год.
1	2	3	4	5
Honor Seiki VL-125C	Токарно-карусельна з ЧПК	47,354	47354	789,23
Honor Seiki VL-125C	Токарно-карусельна з ЧПК	45,986	45986	766,43
STH S-Slot V5050	Довбальна	107,05	10705	178,41
Waldrich Coburg PowerTec	Фрезерна з ЧПК	968,9	968900	16148,3
Honor Seiki VL-125C	Токарно-карусельна з ЧПК	40,9	40900	681,66
Gleason Phoenix 1600HC	Зубофрезерна	183,512	183512	3058,53

Визначення складу і кількості основного технологічного устаткування

$$S_p = \frac{T_p}{F_D \cdot m \cdot \eta_3} \quad (4.2)$$

						Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат	КНУ.КБР.131.26.1-05.04.ОЕП	

Для верстата моделі Honor Seiki VL-125C – $S_p = \frac{789,23}{2040 \cdot 1 \cdot 0,8} = 0,48$

$$F_D = 2040 \quad m = 1 \quad \eta_3 = 0,8$$

Приймаємо 1 верстат.

Таблиця 4.3 – Склад основного технологічного обладнання

Верстат	T_p , год.	S_p	S_{II}	$\eta_{заг}$,
Honor Seiki VL-125C	789,23	0,48	1	48,0
Honor Seiki VL-125C	766,43	0,46	1	46,0
STH S-Slot V5050	178,41	0,1	1	10
Waldrich Coburg PowerTec	16148,3	9,8	10	98
Honor Seiki VL-125C	681,66	0,41	1	41,0
Gleason Phoenix 1600HC	681,66	1,8	2	20,42

На вільній виробничій площі цеху розміщується обладнання, призначене для виготовлення двох інших проєктованих виробів, а також конструктивно й технологічно подібних до них деталей. З метою забезпечення максимальної гнучкості виробничої системи, компонування технологічного устаткування здійснюється за принципом групового розстановлення (за типами верстатів). При цьому, відповідно до нормативних вимог, сумарний парк верстатів цеху має становити понад 40 одиниць. Зважаючи на це, загальний склад обладнання доукомплектується до регламентованого обсягу шляхом введення до складу виробничих ділянок верстатів необхідних типів і типорозмірів.

Оцінка трудомісткості складальних операцій, підбір складу та розрахунок кількості одиниць устаткування

$$S_C = \frac{\sum_{i=1}^n T_{C_i} \cdot M_i}{F_D}, \quad (4.3)$$

					КНУ.КБР.131.26.1-05.04.ОЕП	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

Таблиця 4.4 – Складальні операції

Найменування виробу		Трудомісткість, г рік			
Узел	деталь	Механообробна			Складання
		хв./шт.	$N_{\text{в}}$	г/рік	г/рік
Привід дробарки	Шестерня конічна	104,49	5000	8707,5	3007,6
	вал	31,64	3000	989	346,5
		Всього (складання)			3783,3

$$S_C = \frac{3783,3}{2040} = 1,85$$

Приймаємо 2 прес-верстата.

Число робочих місць в непотоковому виробництві для вузлової зборки визначаємо за формулою

$$R_m = \frac{\sum_{i=1}^n T_i \cdot M_i}{F \cdot P} \quad (4.4)$$

$$R_m = \frac{3783,3}{1840 \cdot 2} = 1,02$$

Приймаємо 1-го робочого.

Знаходимо коефіцієнт завантаження верстатів:

$$\eta_3 = \frac{S_p}{S_n} \quad (4.5)$$

$$\eta_3^{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n \eta_3}{n} = 52 \% \quad (4.6)$$

На графіку представлено розподіл парку обладнання за функціональними групами із чітким розмежуванням на устаткування безпосередньо технологічної лінії та загальноцехове обладнання (із зазначенням точної кількості одиниць у кожній категорії).

У випадку низького коефіцієнта завантаження окремих верстатів або технологічних груп, передбачено їх додаткове завантаження шляхом впровадження в обробку деталей, які є конструктивно та технологічно подібними до основної номенклатури цех.

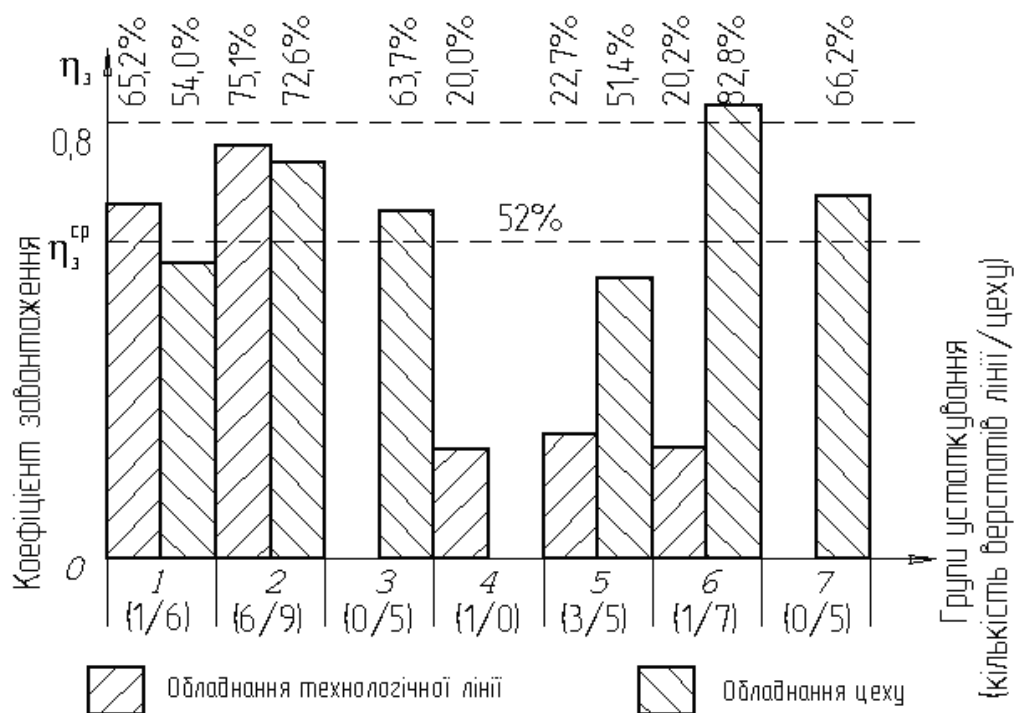


Рисунок 4.1-Графік завантаження обладнання

Площа, що займана верстатами:

$$S = n \cdot S_C \quad (4.7)$$

$$S = 44 \cdot (30) = 1320 \text{ м}^2$$

Вибір цехової системи транспортування стружки залежить від кількості, сорту матеріалу і виду стружки, а також компонування і планування устаткування.

Визначимо загальний обсяг стружки, одержуваний у результаті обробки річного об'єму завданих деталей:

$$\frac{2600}{1000 \cdot 1,1} = 2,36 \text{ м}^3/\text{рік} \quad \frac{2,36}{2040} \cdot 8 = 0,001 \text{ м}^3/\text{зміну}$$

У проєктованому цеху передбачено застосування механізованої системи транспортування стружки з її ручним збиранням у контейнери та використанням внутрішньоцехових транспортних засобів загального призначення. Процес утилізації організовано так: від робочих зон верстатів стружка вручну перевантажується у спеціальну тару, після чого за допомогою мостових кранів, кран-балок, електротельферів на монорейках, самохідних візків або автонавантажувачів переміщується до відділення переробки та утилізації відходів.

Для збирання й тимчасового зберігання стружки передбачено 2 контейнери з габаритними розмірами $2,5 \times 1,0 \times 0,5 \text{ м}^3$

Площа відділення для збору и переробки стружки складає 3-4% від виробничої площі:

$$S_{стт} = 1320 \cdot \frac{3}{100} = 39 \text{ м}^2 \quad (4.8)$$

Оскільки відділення централізованого подавання мастильно-охолоджувальних технологічних засобів (МОТЗ) проєктується виключно для цехів із парком обладнання понад 50 верстатів, у даному проєкті його організація є недоцільною.

При розробленні загального плану цеху передбачено інтеграцію елементів системи енергозабезпечення, до складу яких належать: силові знижувальні трансформаторні підстанції; головні та цехові розподільні електричні щити; системи автоматичного блокування та аварійного вимкнення технологічного устаткування; захисні електричні системи заземлення.

Таблиця 4.5 – Споживання стиснутого повітря і пари

Група обладнання	Витрата, $\text{м}^3/\text{г}$
1. Пневмоінструмент	20
2. Технологічне оснащення	16
3. Обдування стисненим повітрям	12

Проведемо уточнювальний розрахунок:

1) Обдування верстатів. Обдуванню підлягають 20 верстатів. Середня витрата стисненого повітря становить $2 \text{ м}^3/\text{ч}$ на кожний верстат за робочого тиску 0,3 МПа.

2) Обдування деталей та вузлів після миття (на дільниці складання). Витрата повітря становить $1,0 - 1,2 \text{ м}^3/\text{год}$ на одне встановлене сопло. Тиск повітря 0,3 МПа. на одне встановлене сопло. Встановлено 2 сопла.

3) Пневматичні затиски. В цеху немає верстатів з пневматичним затиском.

4) Пневматичний інструмент. Для складальних та слюсарних робіт використовується 3 одиниці пневмоінструмента. Середня витрата $3 \text{ м}^3/\text{год}$. Тиск повітря 0,5 МПа.

5) Пневмопідйомники. Середня витрата $15 \text{ м}^3/\text{ч}$ Тиск повітря 0,6 МПа.

6) Розпилювачі. Середня витрата $2 \text{ м}^3/\text{ч}$ Тиск повітря 4-6 МПа.

Компонувальне рішення: Площа, необхідна для розміщення компресорних установок, приймається в межах 6–8% від загальної виробничої площі цеху. Через високий рівень акустичного навантаження (шуму) компресорна станція розміщується в окремому ізольованому приміщенні:

$$S_{\text{компр}} = 1320 \cdot \frac{7}{100} = 70 \text{ м}^2$$

Для забезпечення технологічних процесів обробки різанням у цеху необхідна наявність таких видів МОТЗ:

- водні емульсії;
- сульфозфрезол;
- машинні (індустріальні) оливи.

З урахуванням обмеженої номенклатури використовуваних засобів та невеликої кількості верстатів у цеху, доцільно застосовувати уніфіковані (однотипні) за складом марки охолоджувальних рідин та олив.

Зважаючи на малий обсяг споживання, впровадження автоматизованої централізованої системи подачі МОТЗ трубопроводами до кожного верстата є економічно неефективним. Замість цього у цеху передбачено децентралізований (механізований) спосіб транспортування рідин із використанням ручної праці та залученням цехових транспортних засобів загального призначення (мобільних заправних візків, тари тощо).

Склад матеріалів та заготовок складає 10-15% від верстатної площі (70 м²).

Склад готових деталей 10% від верстатної площі: (65 м²).

Таблиця 4.5 – Планування площ цехових дільниць

Найменування виробничої площі	Зайнята площа, м ²	Примітки
1. Верстатна площа	1320	Уточнюється планом цеху
2. Площа допоміжних відділень:		
2.1. Інструментальне забезпечення цеху	36	
2.2. Кладова пристосувань	21	
2.3. Кладова абразивів	2,4	
2.4. Система видалення та переробки стружки	39	
2.5. Склад матеріалів та заготовок	70	
2.6. Склад готової продукції	65	
2.7. Склад ЗОР	30	
3. Дільниця зборки	100	
4. Дільниця ВТК	20	
5. Місце майстрів	15	
6. Магістральні проходи та проїзди	130	
Технологічна площа:	6048	

Таблиця 4.6 – Показники транспортного устаткування цеху

Група обладнання	Кількість	Тип, модель	Вантажо- підйомність, т	Габаритні розміри, м
1. Кран мостовий	2	Кран мостовий	16	18x4
2. Таль електрична	2	ТЕ1-Б11	2	
3. Електрокар транспортний	2	ЕКТ-01	1	2,8x1,2x1,5

Тоді площа контрольного відділення складе 30 м^2 .

Розмір контрольних площадок $4,5 \times 2 \text{ м}^2$.

Контрольних площадок в проектуваному цеху – 2.

З урахуванням усіх факторів, впливаючих на вибір типа конструкції та розмірів виробничої будівлі, приймаємо наступну схему будівлі:

Висота будівлі $H = 18 \text{ м}$;

Довжина будівлі $L_H = 84 \text{ м}$; крок колон по периметру будівлі дорівнює 6 м ; ширина прольоту цеха $L = 72 \text{ м}$; розрахункова площа цеху складає 6048 м^2 .

Будівля одноповерхова з добудовою для побутових та адміністративних приміщень.

Креслимо план цеху у масштабі 1:100.

4.3 Охорона праці та техніка безпеки при реалізації технологічного процесу на зубофрезерному верстаті з ЧПК

4.3.1. Аналіз потенційних небезпечних та шкідливих виробничих чинників

У процесі механічної обробки деталі «Шестерня конічна» (маса заготовки — 334 кг , модуль зубчастого вінця — $m = 30 \text{ мм}$, матеріал — легована сталь 34ХН1М) на зубофрезерному обробному центрі з ЧПК на оператора діє комплекс небезпечних та шкідливих виробничих чинників (згідно з ДСТУ EN ISO 12100:2014).

Основними джерелами небезпеки на даній операції є:

- Механічні чинники: елементи верстата та інструментальні системи, що обертаються; велика маса заготовки (334 кг), що створює загрозу травмування при транспортуванні та встановленні.

- Термічні чинники: висока температура стружки (до $650...700 \text{ }^\circ\text{C}$) при швидкісному фрезеруванні сталі 34ХН1М, а також нагріті поверхні самої деталі.

- Елементи середовища: дрібнодисперсний металевий пил та масляний туман, який утворюється внаслідок випаровування змащувально-охолоджувальних технологічних засобів (МОТС) в обмеженому просторі робочої зони.

- Психофізіологічні чинники: фізичні перевантаження при неправильній організації вантажопідйомних робіт; напруженість зору та уваги при наладці системи ЧПК.

- 2. Технічні та організаційні заходи безпеки при роботі на зубофрезерному верстаті з ЧПК

- 2.1. Організація безпечного виконання вантажопідйомних операцій

Зважаючи на те, що маса заготовки (334 кг) значно перевищує гранично допустимі норми підйому вантажів вручну для чоловіків (понад 30 кг), усі операції з транспортування, базування, встановлення та зняття деталі регулюються вимогами НПАОП 0.00-1.80-18 «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідйомних кранів, підйомних пристроїв та відповідного обладнання».

- Установка деталі на поворотний стіл верстата з ЧПК проводиться виключно за допомогою цехової кран-балки або консольно-поворотного крана.

- До виконання робіт допускаються лише верстатники, які пройшли навчання за спеціальністю «стропальник» і мають відповідне посвідчення.

- Застосовуване чалочне оснащення (ланцюгові або текстильні стропи) повинно проходити регулярне технічне опосвідчення, мати чітке маркування із зазначенням вантажопідйомності та клеймо техконтролю.

- Перед фінішним відчепленням стропів оператор зобов'язаний перевірити надійність фіксації конічного колеса у спеціальному гідравлічному затискному пристосуванні верстата. Схема базування повинна унеможливити радіальне або осьове зміщення деталі під дією власної ваги.

- - 4.3.2 Забезпечення безпеки при зубофрезеруванні великомодульного профілю

Особливістю обробки модуля $m = 30$ є виникнення колосальних сил різання. Головна складова сили різання (тангенціальна сила P_z) при фрезеруванні легованої сталі великим модулем розрахована за класичною за емпіричною залежністю, де великі значення глибини різання (t) та ширини фрезерування (B) генерують силу P_z , яка досягає десятків кілоньютонів. Це висуває жорсткі вимоги до міцності інструменту та безпеки зони обробки:

1. Технічний стан інструменту: Перед початком автоматичного циклу ЧПК за керуючою програмою оператор зобов'язаний виконати візуальний та інструментальний контроль зуборізної головки. Усі змінні твердосплавні пластини повинні бути затягнуті в гніздах динамометричним ключем із паспортним зусиллям. Недозатиснута пластина під дією циклічного ударного навантаження (переривчасте різання) буде миттєво зруйнована, а її уламки набудуть кінетичної енергії снаряда.

					КНУ.КБР.131.26.1-05.04.ОЕП	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

2. Огородження робочої зони: Обробка повинна виконуватися виключно при повному закритті захисної кабіни верстата. Верстат *Gleason Phoenix* обладнаний системою захисного блокування дверей: при спробі відкриття кабіни під час відпрацювання програми ЧПК автоматично блокує приводи подач та зупиняє обертання шпинделя (час екстреного гальмування не повинен перевищувати 3 секунд). Захисне скло кабіни має бути виконане з багатошарового полікарбонату, здатного витримати прямий удар уламка інструменту.

3. Контроль та видалення стружки: Велика зливна стружка, що утворюється при обробці сталі 34XH1M, здатна накопичуватися у впадинах зубів («пакування стружки»). Це призводить до заклинювання інструменту. Видалення стружки з робочої зони автоматизоване завдяки шнековому або стрічковому транспортеру верстата. Ручне прибирання стружки під час роботи шпинделя суворо заборонено. Очищення зони базування деталі після завершення операції виконується спеціальними гачками та щітками-кмітками в захисних рукавицях після повної зупинки верстата.

4.3.3 Виробнича санітарія, гігієна праці та екологічна безпека

1.Ергономіка робочої зони: Навколо верстата *Honor Seiki* та зубофрезерного верстата повинні бути встановлені дерев'яні настили (трапи) з рифленою поверхнею для запобігання ковзанню ніг оператора у разі потрапляння крапель мастила.

2.Аспірація повітряного середовища: Оскільки сухе фрезерування супроводжується виділенням аерозолів та дрібного пилу, кабіна верстата інтегрована з локальною витяжною вентиляційною системою, оснащеною повітряними фільтрами класу HEPA. Концентрація металевого пилу в зоні дихання оператора не повинна перевищувати ГДК (гранично допустиму концентрацію), яка згідно з ДСТУ для сталі 34XH1M (з вмістом хрому та нікелю) становить 1.0 мг/м³.

3.Екологічна безпека: Відпрацьовані технологічні рідини (ЗОР), технологічні оливи гідросистем верстатів з ЧПК підлягають обов'язковому збору в спеціальні герметичні ємності та передачі на спеціалізовані підприємства для утилізації або регенерації. Скидання масляних емульсій у загальноцехову каналізацію категорично заборонено.

4.3.4 Порядок дій в аварійних ситуаціях

При виникненні аварійної ситуації (раптове руйнування корпусу зуборізної головки, скол пластин, критичний збій за координатами ЧПК, спалах масляного туману) оператор зобов'язаний діяти за такою інструкцією:

1.Негайно натиснути кнопку аварійного вимкнення верстата «Emergency Stop» (червона кнопка грибоподібної форми, розташована на пульті ЧПК та дубльована на станині верстата). Це призводить до

					КНУ.КБР.131.26.1-05.04.ОЕП	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

миттєвого знеструмлення приводів та активації механічних гальм шпинделя.

2.Вимкнути головний автоматичний вимикач (рубильник) на електричній шафі верстата для повної ізоляції обладнання від електромережі цеху.

3.У разі виникнення локального загоряння (наприклад, оливи чи масляного туману в кабіні), оператор повинен скористатися вуглекислотним (ВВ-3, ВВ-5) або порошковим вогнегасником. Придушення пожежі в електроустановках верстата водою або пінними вогнегасниками суворо заборонено через загрозу ураження електричним струмом.

4.Доповісти про інцидент майстру зміни або начальнику механічного цеху. Повторний запуск верстата дозволяється лише після повного усунення причин аварії та складання відповідного технічного акта комісією з охорони праці.

					КНУ.КБР.131.26.1-05.04.ОЕП	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

ВИСНОВКИ

У даному проєкті розроблено та обґрунтовано сучасну конструкторсько-технологічну підготовку виробництва конічної шестерні масою 334 кг, яка є типовою деталлю приводів важкого машинобудування з використанням CAD/CAM-технологій. Складність і низька початкова технологічність деталі зумовлені її значною масою та великим модулем зуба ($m = 30\text{мм}$). Для вирішення цих завдань на кожному етапі проєктування було виконано детальний аналіз та розрахунки, які підтвердили техніко-економічну доцільність прийнятих рішень.

У роботі реалізовано такі прогресивні рішення:

- Оптимізація заготовчого виробництва: Застосовано прогресивний метод одержання заготовки — кування на ковальсько-пресовому обладнанні з частковим оформленням контуру у підкладних штампах. Призначення мінімальних припусків на механічну обробку дозволило підвищити коефіцієнт використання матеріалу (КВМ) з 0,42 до 0,52, а також скоротити час механічної обробки на 10%.
- Впровадження обладнання з ЧПК: Враховуючи дрібносерійний характер виробництва, для обробки деталі запропоновано ширше використання сучасних високопродуктивних верстатів із ЧПК. Це дозволило максимально реалізувати принцип концентрації технологічних операцій на одному робочому місці. Проведено моделювання процесу в САМ системі.

Економічне обґрунтування застосування обладнання з ЧПК базується на: підвищенні продуктивності праці на 11% за рахунок автоматизації робочого циклу та суттєвого скорочення допоміжного часу; досягненні вищої точності обробки на складних і трудомістких операціях, що безпосередньо збільшує експлуатаційний ресурс та термін служби готових агрегатів.

Для забезпечення максимальної ефективності виробництва підібрано сучасний різальний інструмент та прогресивні засоби вимірювального контролю, а всі технологічні операції ретельно пронормовано.

Окрему увагу приділено зубообробці: низькопродуктивний метод зубостругання, що використовувався у базовому технологічному процесі, замінено на високоефективну схему, яка включає попереднє чорнове фрезерування дисковою фрезою та остаточне зубофрезерування круговою різцевою головкою.

Розроблений технічний проєкт забезпечує суттєве зростання продуктивності праці, покращення якості готової продукції та зниження матеріаломісткості виробництва, що свідчить про його практичну цінність та доцільність впровадження на базовому підприємстві.

					КНУ.КБР.131.26.1-05.В			
Змін	Аркв	№	Підпис	Дат	ВИСНОВОК			
Розроб.	Дільний							
Перевір.	Шивінда							
Н. контр.	Нечаєв							
Затверд.	Рязанцев				Кафедра ТМ з ПМ-22			

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1.С.Г. Бондаренко. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва. – Київ, 1993.
- 2.Дипломне проектування з технології машинобудування/ Григурко О.І, Брендюля МФ., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008,-860 с.
3. Інженерна графіка в SolidWorks: Навчальний посібник/ С.І. Пустюльга, В.Р. Самостян, Ю.В. Клак. Луцьк: Вежа, 2018. 172 с. URL: <http://surl.li/fmeiv>
4. ДСТУ 7806:2015 Прокат з легованої конструкційної сталі
5. ДСТУ EN 10250-1:2008 Поковки сталеві ковані для машинобудування
- 6.ДСТУ 2500-94 Основні норми взаємозамінності. Єдина система допусків та посадок. Терміни та визначення. Позначення та загальні норми.
- 7.ДСТУ 2413-94 Основні норми взаємозамінності. Шорсткість поверхні.
- 8.ДСТУ 2498-94 Основні норми взаємозамінності. Допуски форми та розташування поверхонь. Терміни та визначення
9. Методичні вказівки з курсу “Технологія машинобудування“ до практичної роботи “Аналіз технологічності конструкції виробу та деталі при проектуванні технологічних процесів”, для здобувачів спеціальності 131 Прикладна механіка денної та заочної форми навчання /Цивінда Н.І. - Кривий Ріг: КНУ, 2024.
- 10.Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. Навч. посібник - К.: Вища шк. 1993р. - 414с.
11. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок - Львів, Світ ,1996.
- 12.ДСТУ 3.1107-81. Базування та бази в машинобудуванні.
13. Технологія машинобудування Горбатюк Е.О. Мазур М.П.,Зенкін А.С., Каразей В.Д. Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008,-360 с.
14. Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) Григурко О.І, Брендюля МФ., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008, 576 с.
- 15.Залога В. О. Сучасні інструментальні матеріали у машинобудуванні Суми: СумДУ, 2013.
- 16.Методичні вказівки з курсу ”Системи ЧПК та програмування обробки деталей” до практичної роботи ”Розробка верстатно-інструментального налагодження на верстаті з ЧПК”, для здобувачів спеціальності 131 Прикладна механіка денної та заочної форми навчання / Цивінда Н.І., - Кривий Ріг: КНУ, 2025.

					КНУ.КБР.131.26.1-05.СВД			
Змін	Аркв	№	Підпис	Дат				
Розроб.	Дільний				ОРГАНІЗАЦІЙНО- ЕКОНОМІЧНА ПІЛГОТОВКА	Лім.	Арк.	Архивів
Перевір.	Цивінда							
						Кафедра ТМ з ПМ-22		
Н. контр.	Нечаєв							
Затверд	Рязанцев							

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

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

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

20.ДСТУ 2974-95. Технологічне підготовлення виробництва. Основні терміни та визначення.

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

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

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

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

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

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

					КНУ.КБР.131.26.1-05.СВД	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

ДОДАТКИ

Подл.										Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
												Листов		Лист
Разраб.				КНУ										
Проверил														
Согласов.														
Т. контр.														
Н. Контр.														
«ЗАТВЕРДЖУЮ» Зав. кафедрою технології машинобудування _____ (Рязанцев А.О.) « ____ » _____ 2026 г. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС деталі шестерня конічна Виріб привід дробарки КМДТ 2200 Узгоджено: Керівник Цивінда Н.І. (_____) Розробник Дільний О.Ю. (_____) Н.контроль Нечасв В.П.(_____) .														
ТП		ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС												

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

**АЛЬБОМ КРЕСЛЕНЬ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ЗАСВІДЧУЮЧИХ
АРКУШІВ**

КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виробництва
деталі «Шестерня конічна валу дробарки» з використанням
CAD/CAM-технологій

Виконав здобувач гр. ПМ-22

Олександр ДІЛЬНИЙ

Керівник роботи

Наталія ЦИВІНДА

Нормоконтроль

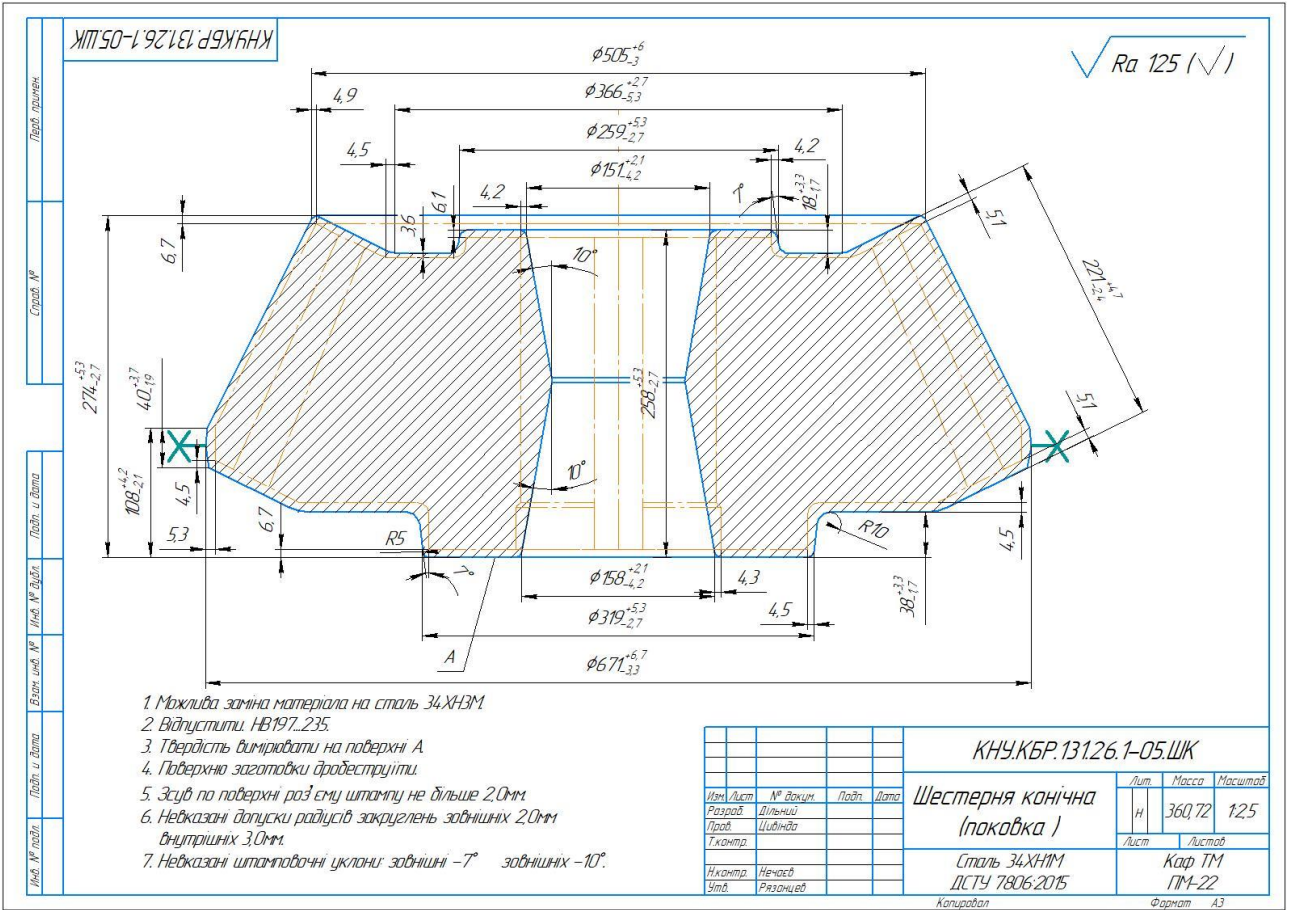
Василь НЕЧАЄВ

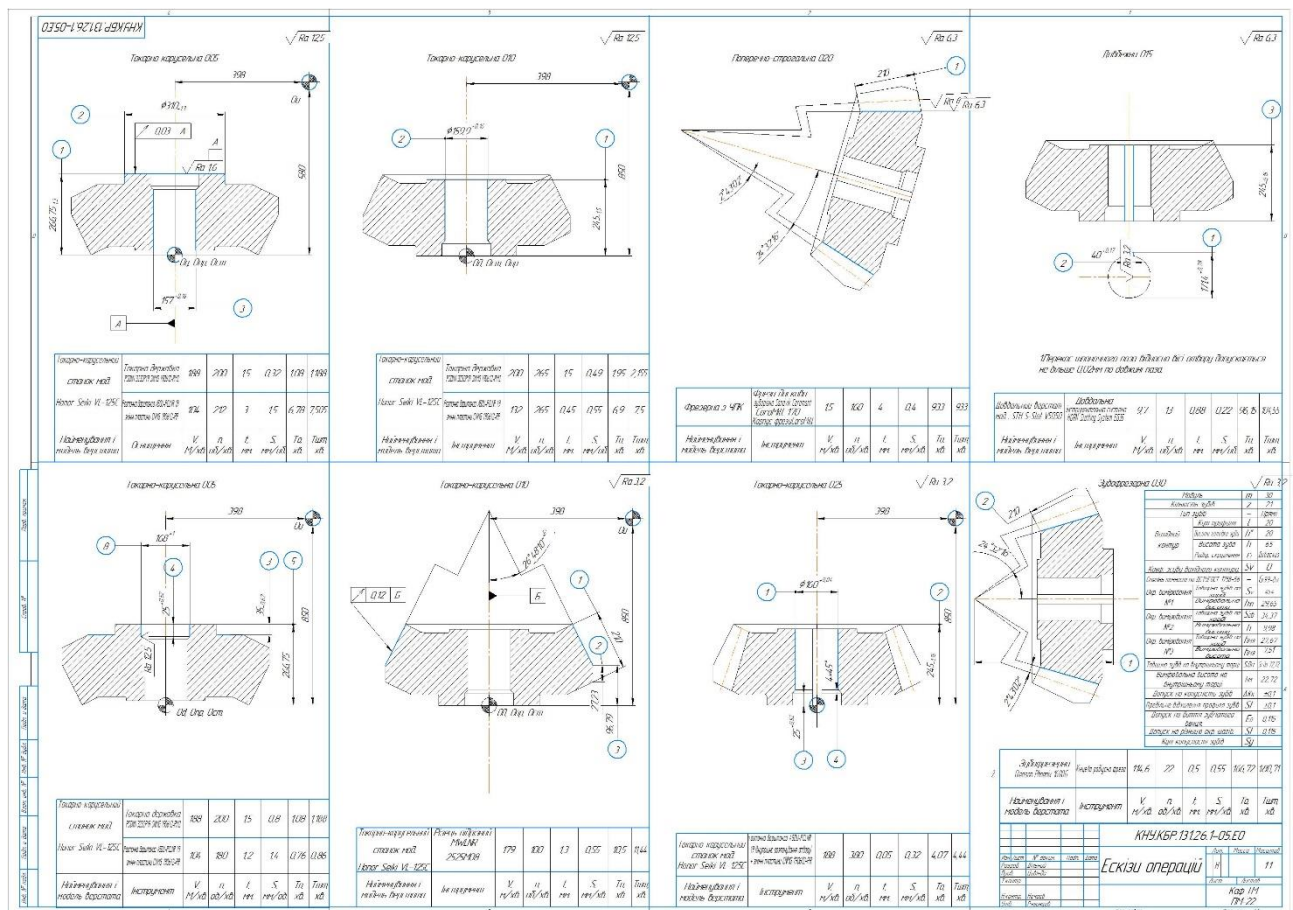
Завідувач кафедри

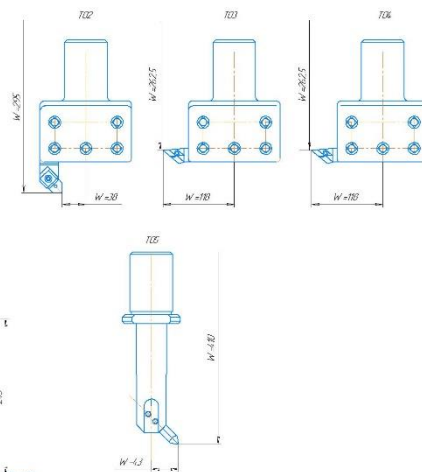
Антон РЯЗАНЦЕВ

м.Кривий Ріг
2026 р.

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	A4						
					Графична частина		
	A1			КНУ.КБР.131.26.1-05.КШ	Креслення шестірні	1	
	A2			КНУ.КБР.131.26.1-05.КЗШ	Креслення заготовки шестірні	1	
	A1			КНУ.КБР.131.26.1-05.КЕО	Креслення ескізів операцій шестірні	1	
	A1			КНУ.КБР.131.26.1-05.КВІН	Креслення верстатно-інструментального налагодження	1	
	A1			КНУ.КБР.131.26.1-05.КВП	Креслення верстатного пристосування	1	
	A1			КНУ.КБР.131.26.1-05.ККП	Креслення контрольного пристосування	1	
				КНУ.КБР.131.26.1-05.КПМЦ	Креслення плану механоскладальної ділянки	1	
Подп. и дата	Подп. и дата	Инв. № докл.	Взам. инв. №				
				КНУ.КБР.131.26.1-05.ВО.			
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
	Разраб.	Дільний				Лит.	Лист
	Пров.	Цивінда				1	2
	Н. контр.	Нечаєв				Каф. ТМ	
	Утв.	Рязанцев				гр ПМ-22	
Відомість електронних документів КБР							
Копіював						Формат A4	





[illegible]

