

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: Організація виробництва великогабаритних деталей приводів гірничо-металургійного обладнання з розробкою та інженерним обґрунтування конструкцій і технологій виготовлення з використанням CAD/CAM-технологій.

Виконав: здобувач групи
ЗПМ-23ск Каренчук Р.Д.

Керівник випускної роботи:
д.т.н., проф. Кіяновський М.В.

м.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: Організація виробництва великогабаритних деталей приводів гірничо-металургійного обладнання з розробкою та інженерним обґрунтування конструкцій і технологій виготовлення з використанням CAD/CAM-технологій.

Виконав здобувач.гр. ЗПМ-23ск

Роман КАРЕНЧУК

Керівник роботи

Микола КІЯНОВСЬКИЙ

Нормоконтроль

Василь НЕЧАЄВ

Завідувач кафедри

Антон РЯЗАНЦЕВ

м.Кривий Ріг
2026 р

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

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

(дата)

(підпис)

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну бакалаврську роботу

Здобувачу гр. ЗПМ-23 ск Роману Леонідовичу Каренчуку

Тема: Організація виробництва великогабаритних деталей приводів гірничо-металургійного обладнання з розробкою та інженерним обґрунтування конструкцій і технологій виготовлення з використанням CAD/CAM-технологій.

1. Керівник проекту д.т.н., проф. Кіяновський М.В.

Тема затверджена наказом по КНУ № 131с 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. РОЗРОБКА ВЕРСТАТНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО

НАЛАГОДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ В СЕРЕДОВИЩІ

FEATURESAM

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

4. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА

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

4. Креслення верстатного оснащення 5. Креслення контрольного оснащення

6. Календарний план:

Етап роботи	Термін виконання
1.ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА 1.1 Службове призначення редуктора 1.2. Службове призначення кришки редуктора 1.3. Аналіз якості поверхонь деталей. 1.4. Технічний контроль робочого креслення. 1.5. Аналіз технологічності деталі. 1.5.1Якісний аналіз технологічності. 1.5.2.Кількісний аналіз технологічності. 1.6.Проектування технологічного процесу. 1.6.1.Вибір типу виробництва. 1.6.2.Вибір діючого заводського чи технологічного процесу. Задачі проектування. 1.6.3 Вибір та проектування заготовки 1.6.4.Вибір і обґрунтування баз. 1.6.5.Вибір і обґрунтування послідовності обробки поверхонь. 16.6.Розробка маршруту обробки деталі. 1.6.7.Розробка технологічної операції. 1.6.8.Вибір міжопераційних розмірів і припусків на обробку.	До 28.01 2026р.
2. МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ САМ-системі FeatureCAM	02.02 2026р.- 20.05.2026р.
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА	з 31.03.2026р.
4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА 4.1 Техніко-економічне обґрунтування проєкту 4.2 Охорона праці та ергономіка в механічному цеху	до 03.04 2026р.
Попередній захист	10 .06 2026р.

Дата видачі завдання: “08” 01 2026р.

Студент _____/ Каренчук Р.Л./
Керівник роботи _____/Кіяновський М.В./

РЕФЕРАТ

Тема кваліфікаційної бакалаврської роботи: Організація виробництва великогабаритних деталей приводів гірничо-металургійного обладнання з розробкою та інженерним обґрунтування конструкцій і технологій виготовлення з використанням CAD/CAM-технологій.

Об'єкт проектування кришка важкого циліндричного редуктору .

Ціль роботи: Розробити технологічний процес обробки кришки редуктору який відповідає вимогам гнучкості і може бути використаний для обробки будь яких корпусних деталей уніфікованого ряду редукторів серії циліндричних.

Розроблено технологічний процес, що використовує універсальні верстати, один з яких з ЧПК, що дозволяє забезпечити гнучкість в умовах середньо серійного виробництва.

У розробленому технологічному процесі аналітичним методом розраховані заготовки, припуски на діаметральні меж операційні лінійні розміри, режими різання і норми часу. Сконструйовано верстатний і контрольний пристрої, що можуть бути використані для обробки і контролю типових корпусних деталей. У цеху розглянуто небезпечні фактори, що виникають під час виготовлення чавунних корпусних деталей у ливарному цеху та їх дія на працівників та розглянуті засоби профілактики дії цих факторів.

РЕДУКТОР, КРИШКА, ВІДЛИВКА, БАЗУВАННЯ, ПРИПУСК, ДОПУСК,
ОСНАЩЕННЯ, СОБІВАРТІСТЬ, CAD/ CAM ТЕХНОЛОГІЇ

ABSTRACT

Subject of the qualification bachelor's thesis: Production management for large-scale drive components of mining and metallurgical equipment with development and engineering rationale for designs and manufacturing technologies using CAD/CAM technologies .Design object: cover of cylindrical gearbox .

Objective of the work: To develop a technological process for processing a gearbox cover that meets the requirements of flexibility and can be used for processing any housing parts of a unified series of gearboxes of the cylindrical series.

A technological process has been developed that uses universal machines, one of which is CNC, which allows for flexibility in medium-volume production.

In the developed technological process, blanks, allowances for diametrical limits, operating linear dimensions, cutting modes and time standards have been calculated by analytical method. A machine tool and control device have been designed that can be used for processing and controlling typical housing parts.. The workshop considered dangerous factors that arise during the manufacture of cast iron housing parts in the foundry and their effect on workers, and considered means of preventing the action of these factors.

GEARBOX, COVER, CASTING, BASEMENT, ASSUMPTION,
EQUIPMENT, COST COST, CAD/CAM TECHNOLOGY

					КНУ.КБР.131.26.4-02.Р			
Змін	Аркв	№	Підпис	Дат	РЕФЕРАТ			
Розроб.	Капенчук							
Перевір.	Кіяновський							
Н. контр.	Нечаєв							
Затверд.	Рязанцев				Кафедра ТМ зв ЗПМ-ЗЗрк			

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №						Документація		
	A4	1			КНУКБР.131.26.4-02ПЗ	Пояснювальна записка		
	A4	2				Альбом тех.карт на ТП		
						Креслення		
	A2	4			КНУКБР.131.26.4-02К	Кришка редуктора	1	
	A1	5			КНУКБР.131.26.4-02ЕО	Ескізи операцій	1	
	A1	6			КНУКБР.131.26.4-02ВІН	Верстатно-інструментальне налагодження	1	
	A1	7			КНУКБР.131.26.4-02ТО	Технологічне оснащення	1	
Подп. и дата							1	
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КНУ.КБР.131.26.4-02.ВОКБР		
	Разраб.	Каренчук						
Взам. инв. №	Проб.	Кіянєвський						
	Н.контр.	Нечаєв						
Подп. и дата	Утв.	Рязанцев						
Відомість об'єму кваліфікаційної бакалаврської роботи						Лит.	Лист	Листов
								1
						каф. ТМ		
						гр. ЗІМ 23ск		

Копіював

Формат А4

ЗМІСТ

Вступ

1.ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

1.1 Службове призначення редуктора .

1.2. Службове призначення кришки редуктора .

1.3. Аналіз якості поверхонь деталей.

1.4. Технічний контроль робочого креслення.

1.5. Аналіз технологічності деталі.

1.5.1 Якісний аналіз технологічності.

1.5.2.Кількісний аналіз технологічності.

1.6.Проектування технологічного процесу.

1.6.1.Вибір типу виробництва.

1.6.2.Вибір діючого заводського чи технологічного процесу. Задачі проектування.

1.6.3 Вибір та проектування заготовки

1.6.4.Вибір і обґрунтування баз.

1.6.5.Вибір і обґрунтування послідовності обробки поверхонь.

16.6.Розробка маршруту обробки деталі.

1.6.7.Розробка технологічної операції.

1.6.8.Вибір міжопераційних розмірів і припусків на обробку..

2 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ САМ-системі FeatureCAM

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА

4.1 Техніко-економічне обґрунтування проєкту

4.2 Охорона праці та ергономіка в механічному цеху

Висновки.

Список використаних джерел.

					КНУ.КБР.131.26.4-02.3		
Змін	Аркв	№	Підпис	Дат	ЗМІСТ		
Розроб.	Каренчук						
Перевір.	Кіяновський						
Н. контр.	Нечаєв						
Затверд.	Рязанцев						
					Лім.	Арк.	Аркшів
					Кафедра ТМ		
					зп ЗПМ-23ск		

ВСТУП

Машинобудування є однією з базових галузей промисловості, яка визначає рівень технічного розвитку держави та забезпечує виробничі потреби гірничодобувної, металургійної, енергетичної, транспортної та інших галузей економіки. Особливе значення для сучасного промислового виробництва має виготовлення надійного та високопродуктивного обладнання, здатного працювати в умовах значних навантажень, підвищених температур, вібрацій і агресивних виробничих середовищ.

Одним із найважливіших напрямів розвитку машинобудування є удосконалення технологічної підготовки виробництва, впровадження сучасних цифрових технологій проєктування та виготовлення продукції, підвищення продуктивності праці, скорочення термінів освоєння нових виробів і зниження собівартості продукції при забезпеченні високих показників якості. Досягнення цих цілей можливе завдяки комплексному застосуванню автоматизованих систем проєктування та технологічної підготовки виробництва, зокрема CAD/CAM-технологій.

Для підприємств гірничо-металургійного комплексу особливу актуальність має виробництво великогабаритних деталей приводів технологічного обладнання, до складу яких входять корпуси редукторів, кришки, вали, зубчасті колеса та інші відповідальні елементи. Такі деталі характеризуються значними габаритами та масою, високими вимогами до точності виготовлення, надійності та довговічності, що потребує застосування сучасних технологічних рішень на всіх етапах виробництва.

Важливим завданням є розроблення ефективних технологічних процесів виготовлення великогабаритних деталей, вибір раціональних методів базування та закріплення заготовок, застосування високопродуктивного обладнання з числовим програмним керуванням, а також використання сучасних засобів комп'ютерного моделювання. Застосування CAD/CAM-систем дозволяє суттєво підвищити якість конструкторської та технологічної підготовки виробництва, оптимізувати маршрути обробки, скоротити трудомісткість розроблення технологічної документації та забезпечити високу точність виготовлення деталей.

Метою кваліфікаційної бакалаврської роботи є організація виробництва великогабаритних деталей приводів гірничо-металургійного обладнання з розробленням та інженерним обґрунтуванням конструкцій і технологій їх виготовлення із застосуванням сучасних CAD/CAM-технологій.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішуються такі завдання:

- проведення аналізу конструкції та службового призначення великогабаритної деталі приводу гірничо-металургійного обладнання;
- оцінка технологічності конструкції деталі;
- вибір заготовки та способу її отримання;
- розроблення раціонального технологічного процесу механічної обробки;

					КНУ.КБР.131.26.4-02.В							
Змін	Аркв	№	Підпис	Дат	ВСТУП				Лім.	Арк.	Арквшів	
Розроб.	Капенчук											
Перевір.	Кіяновський											
Н. контр.	Нечаєв											
Затверд.	Рязанцев											

- проєктування технологічного оснащення та пристосувань;
- вибір металорізального обладнання, різального та вимірювального інструменту;
- розроблення керуючих програм і технологічних рішень із використанням CAD/CAM-систем;
- виконання техніко-економічного обґрунтування прийнятих рішень.

Практичне значення роботи полягає у розробленні сучасних організаційно-технологічних рішень для виробництва великогабаритних деталей приводів гірничо-металургійного обладнання, що сприятимуть підвищенню ефективності виробництва, покращенню якості продукції та зростанню конкурентоспроможності машинобудівних підприємств.

					КНУ.КБР.131.26.4-02.В	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА ВИРОБУ

1.1 Службове призначення редуктора

Редуктор є важконавантаженим двоступеневим циліндричним редуктором, який застосовується в приводах гірничо-металургійного обладнання, зокрема стрічкових конвеєрів, дробарок, млинів, агломераційних машин та інших механізмів, що працюють в умовах значних навантажень і потребують передачі великих крутних моментів при зниженій частоті обертання вихідного вала. Його використання забезпечує надійність роботи технологічного обладнання та тривалий ресурс експлуатації.

1.2 Службове призначення кришки редуктора

Кришка редуктора є відповідальною корпусною деталлю, яка призначена для закриття внутрішньої порожнини редуктора та забезпечення його нормального функціонування в процесі експлуатації. Вона утворює разом із корпусом замкнену конструкцію, в якій розміщуються елементи зубчастої передачі, вали, підшипникові вузли та мастильна система.

Основними функціями кришки є забезпечення необхідної жорсткості та герметичності корпусу редуктора, захист внутрішніх деталей від потрапляння пилю, вологи та інших забруднень із зовнішнього середовища, а також запобігання витіканню мастильного матеріалу. Крім того, кришка забезпечує правильне взаємне розташування корпусних елементів і бере участь у сприйнятті навантажень, що виникають під час роботи редуктора.

Конструкцією кришки передбачаються поверхні для з'єднання з корпусом за допомогою болтових з'єднань, отвори для кріпильних елементів, а також технологічні та оглядові отвори, необхідні для монтажу, технічного обслуговування і контролю стану внутрішніх вузлів. В окремих випадках на кришці можуть розміщуватися елементи ущільнення, оглядові люки, маслопоказники або пристрої для заливання мастила.

Таким чином, кришка редуктора забезпечує герметичність, міцність і надійність роботи редуктора, створює умови для захисту його внутрішніх механізмів та сприяє підтриманню необхідних експлуатаційних характеристик приводу в умовах важкого гірничо-металургійного виробництва..

					КНУ.КБР.131.26.4-02.01.ТПВ				
Змін	Аркв	№	Підпис	Дат	ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА	Лім.		Арк.	Аркшів
Розроб.	Капенчук								
Перевір.	Кіяновський								
Н. контр.	Нечаєв								
Затверд	Рязанцев								
						Кафедра ТМ зп ЗПМ-ЗЗск			

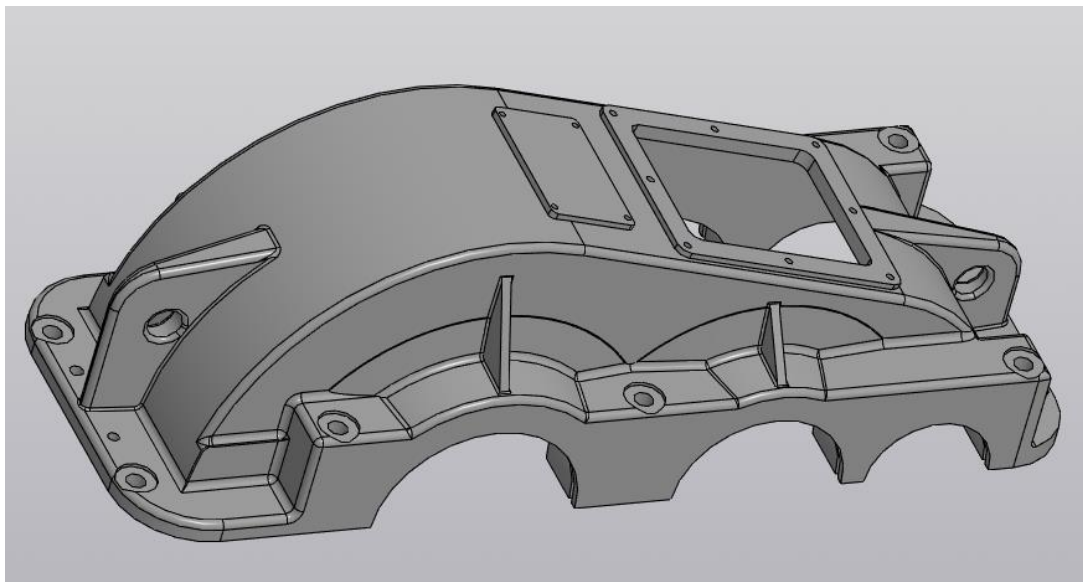


Рисунок 1.1- 3D модель кришки, виконана в CAD системі Solid Works

Матеріалом деталі обираємо чавун СЧ15 → EN-GJL-150, (EN — європейський стандарт; GJ — чавун (cast iron); L — пластинчастий графіт (сірий чавун); за ДСТУ EN 1561. 150 — мінімальна межа міцності на розтяг, МПа. який найбільше підходить своїми властивостями до вимог даних корпусів.

На заміну цього чавуну можна порекомендувати СЧ18 EN-GJL-18 механічні властивості яких наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1-Механічні властивості відливок з сірого чавуну

Марка чавуну	Границя міцності на розтягування МПа	Межа прочності при згибу МПа	Стріла прогину мм	Твердість по Брінелю НВ
СЧ150	15	32	2.5	163-229
СЧ180	18	36	2.5	170-229

1.3 Аналіз якостей поверхонь деталей

Для аналізу якості поверхонь деталей проставляємо номери на всі поверхні, що обробляються. На кресленні кришки визначаємо призначення поверхонь і вимоги до них. Основною поверхнею є площина роз'єму (пов.4) за допомогою якої вона установлюється на корпус, тому до неї пред'являються досить високі вимоги - шорсткість $R_a 1,6$ і відхилення від площинності $0,04\text{мм}$.

Допоміжними є поверхні 5-7, на які установлюються підшипники кочення, до них пред'являються стандартні вимоги як до підшипникових опір IT7 $R_a 0,8$. Відхилення форми отворів вибрано по нормальній точності: від круглості і циліндричності $0,012\text{мм}$.

Сформульовані вимоги до співвісності отворів, що розташовані у різних стінках корпусу і кришки - відхилення від співвісності осей не більше $0,1$, а

					КНУ.КБР.131.26.4-02.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

відхилення від паралельності не більше 0,06 мм.

Високі вимоги до точності IT7 та шорсткості $R_a 0{,}8$ сформульовані до 2 отворів в (14) під шрифти, які виконуються разом з корпусом.

Спряженими є поверхня 1 під оглядові кришки та поверхні під кріплення (пов. 12,13,15,16,18,20), які виконуються з мінімальною точністю IT 14 та шорсткістю $R_a 12{,}5$. Цього достатньо для поверхонь такого призначення.

Бокові поверхні 8 і 9 є торцевими сторонами отворів під підшипники, тому повинні бути оброблені, хоча до них не приєднується жодна деталь ($R_a 12{,}5$).

Канавки 17 під кришки до підшипників виконуються з шорсткістю $R_a 3{,}2$ і точністю IT12, що є нормальними вимогами до таких спряжених поверхонь. Інші поверхні є вільними і не обробляються.

Термічна обробка чавуну СЧ15 (EN-GJL-150) застосовується для зняття внутрішніх напружень, стабілізації розмірів виливків, поліпшення оброблюваності різанням та забезпечення необхідних експлуатаційних властивостей деталей.

Для усунення внутрішніх ливарних напружень та забезпечення стабільності геометричних розмірів кришки редуктора з чавуну СЧ15 застосовується відпал для зняття напружень. Термічну обробку проводять при температурі 500–600 °С з витримкою 2–8 годин і подальшим повільним охолодженням разом із піччю. Така обробка зменшує внутрішні напруження у виливку, запобігає деформаціям під час механічної обробки та підвищує експлуатаційну надійність деталі.

1.4 Технічний контроль робочого креслення

На кресленні кришка представлена трьома основними видами, двома розрізами та одним перетином, що забезпечує повне уявлення про її конструкцію, геометричну форму та взаємне розташування елементів.

Для допоміжних отворів (поверхні 5–7) задано посадку H7 та шорсткість поверхні $R_a 0{,}8$. Крім того, встановлено вимоги щодо точності взаємного розташування осей отворів і форми циліндричних поверхонь, які на кресленні показані умовно.

На основних базових поверхнях (поверхня 4) вказано допуск площинності 0,04 мм, а також шорсткість $R_a 3{,}2$ і $R_a 1{,}6$. Також наведено вимоги до паралельності між основними та допоміжними поверхнями кришки. Для всіх функціонально важливих поверхонь зазначено номінальні розміри з відповідними допусками, параметри шорсткості та вимоги до точності форми й взаємного розташування поверхонь.

Для спряжених поверхонь встановлено шорсткість $R_a 12{,}5$, а точність їх виготовлення за 14-м квалітетом наведена в технічних вимогах на полі креслення.

Лінійні розміри нанесені переважно ланцюговим способом, унаслідок чого окремі розмірні ланцюги утворюють замкнуті контури.

Необроблювані поверхні деталі повинні виготовлятися литтям із забезпеченням параметра шорсткості $R_z 100$, про що зроблено відповідний запис у правому верхньому куті креслення.

Технічні вимоги щодо виготовлення виливка та механічної обробки наведені безпосередньо на полі креслення. Основний напис містить усі необхідні

					КНУ.КБР.131.26.4-02.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

відомості про матеріал деталі, її масу та масштаб зображення.

Загалом креслення відповідає вимогам Єдиної системи конструкторської документації (ЕСКД). Розміри отворів і більшість лінійних розмірів обрані відповідно до нормального ряду лінійних розмірів. Креслення містить повний обсяг інформації, необхідної для визначення форми, розмірів, технічних вимог і показників якості деталі.

1.5 Аналіз технологічності деталі

1.5.1 Якісний аналіз технологічності

Кришка має прямокутну форму, яка є достатньо технологічною з точки зору виготовлення. Конструкція деталі характеризується наявністю прямолінійних площин роз'єму, однакових діаметрів отворів у протилежних стінках, взаємно перпендикулярним розташуванням осей отворів і площин, а також паралельністю осей трьох основних отворів.

Певне зниження технологічності спричиняє лише поверхня 20, розташована під кутом 45° до горизонтальної площини. Для її механічної обробки необхідно застосовувати спеціальну поворотну шпиндельну головку або спеціальне пристосування, що забезпечує встановлення деталі під необхідним кутом.

Завдяки значній жорсткості конструкції кришка не схильна до деформацій під час обробки, що дозволяє використовувати багатопозиційне оснащення та виконувати обробку декількома інструментами одночасно. Наявність великих плоских поверхонь забезпечує надійне базування та закріплення деталі на верстаті.

Найбільш точні поверхні, для яких встановлено квалітет точності IT7 та шорсткість $Ra\ 0,8$, можуть бути отримані на розточувальних або багатofункціональних оброблювальних центрах за два-три переходи без значних технологічних ускладнень.

Інші поверхні виготовляються з точністю IT12–IT14 та шорсткістю $Ra\ 3,2$ – $12,5$, що забезпечується на універсальних верстатах нормальної точності без застосування спеціальних методів налагодження. Вимоги щодо форми отворів і точності їх взаємного розташування можуть бути виконані за рахунок використання жорсткого різального інструменту та точного його налаштування.

Матеріалом деталі є сірий чавун СЧ15 (EN-GJL-150), який характеризується добрими ливарними властивостями та задовільною оброблюваністю різанням. При механічній обробці доцільно використовувати твердосплавний інструмент марок ВК6 або ВК8, що забезпечує необхідну продуктивність і стійкість.

Кришка належить до великогабаритних деталей. Її значні розміри та маса потребують застосування великогабаритного металорізального обладнання. Для встановлення, транспортування та зняття деталі під час обробки необхідно використовувати вантажопідіймальні механізми, що дещо ускладнює технологічний процес і впливає на рівень технологічності конструкції.

У цілому конструкція кришки відповідає основним вимогам технологічності, забезпечує можливість ефективного виготовлення із

						Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат	КНУ.КБР.131.26.4-02.01.ТПВ	

застосуванням сучасних методів механічної обробки та не містить складних елементів, які суттєво ускладнювали б процес її виробництва.

1.5.2 Кількісний аналіз технологічності

1. Коефіцієнт використання матеріалу.

$$K_{в.м} = \frac{Q_d}{Q_z} \quad (1.1)$$

$$K_{в.м} = 1060 / 1020 = 0,8$$

Коефіцієнт використання матеріалу 0,8 нормальний для корпусної деталі у сереньосерійному виробництві.

4. Середня точність деталі.

$$IT_c = \frac{\sum IT \cdot n}{N} \quad (1.2)$$

$$IT_{скр} = \frac{IT7 \cdot 8 + IT12 \cdot 27 + IT14 \cdot 10}{45} = 11,5;$$

Значення середньої точності IT11,5-11,7 відповідає нормальній точності деталей.

5. Середня шорсткість поверхонь:

$$R_{аскр} = \frac{0,8 \cdot 8 + 1,6 \cdot 1 + 3,2 \cdot 11 + 12,5 \cdot 25}{45} = 7,9;$$

Значення середньої шорсткості між $R_a 6$, , що до шорсткості середні вимоги, які не потребують використання яких-небудь спеціальних або допоміжних способів обробки поверхонь.

6. Коефіцієнт уніфікації

$$K_y = \frac{\sum n}{N} \quad (1.3)$$

$$K_{ук} = \frac{\sum 16}{18} = 0,88;$$

Коефіцієнт уніфікації достатньо високий для корпусних деталей.
Таким чином, деталь технологічна.

									Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат	КНУ.КБР.131.26.4-02.01.ТПВ				

1.6 Проектування технологічного процесу

1.6.1 Вибір типу виробництва

Тип виробництва малосерійний

1.6.2 Вибір типового технологічного процесу. Задачі проектування

Типовий технологічний процес виготовлення кришки редуктора [5] :

Матеріал: сірий чавун СЧ15 (EN-GJL-150)

Тип заготовки: виливок, отриманий литтям у піщано-глинисті форми.

Тип виробництва: серійне або дрібносерійне.

005 Заготівельна операція

Виготовлення виливка кришки методом лиття.

Очищення виливка від формувальної суміші.

Видалення ливникової системи та прибутків.

Зачищення поверхонь від задирок і напливів.

Обладнання: обрубні та шліфувальні машини.

010 Термічна обробка

– Відпал для зняття внутрішніх напружень.

– Нагрівання до температури 550–600 °С.

– Витримка та повільне охолодження разом із піччю.

Обладнання: камерна термічна піч.

015 Контроль заготовки

– Зовнішній огляд виливка.

– Контроль основних габаритних розмірів.

– Перевірка відсутності тріщин, раковин та інших дефектів.

Засоби контролю: рулетка, штангенциркуль, шаблони.

020 Фрезерна (чорнова)

– Обробка нижньої базової площини.

– Створення технологічної бази для подальших операцій.

Обладнання: поздовжньо-фрезерний верстат.

025 Фрезерна (чорнова)

Обробка верхньої площини роз'єму.

Чорнове фрезерування бічних поверхонь.

Обладнання: поздовжньо-фрезерний верстат.

030 Розмічальна

Нанесення осей отворів та контрольних рисок.

Обладнання: розмічальна плита.

035 Свердлильна

– Свердління кріпильних отворів.

– Свердління допоміжних технологічних отворів.

Обладнання: радіально-свердлильний верстат.

040 Координатно-розточувальна (чорнова)

– Чорнове розточування посадочних отворів під підшипникові вузли.

					КНУ.КБР.131.26.4-02.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

- Обробка допоміжних отворів.

Обладнання: горизонтально-розточувальний верстат.

045 Фрезерна (чистова)

- Чистова обробка площини роз'єму.
- Досягнення заданої шорсткості та площинності.

Обладнання: поздовжньо-фрезерний або оброблювальний центр.

050 Координатно-розточувальна (напівчистова)

- Напівчистове розточування основних отворів.
- Забезпечення припуску під остаточну обробку.

Обладнання: горизонтально-розточувальний верстат.

055 Свердлильна

- Зенкерування та розгортання точних отворів.
- Нарізання різьб у кріпильних отворах.

Обладнання: радіально-свердлильний верстат.

060 Координатно-розточувальна (чистова)

- Остаточне розточування посадочних отворів до IT7–IT8.
- Забезпечення співвісності та взаємного розташування отворів.

Обладнання: горизонтально-розточувальний верстат або оброблювальний центр з ЧПК.

065 Обробка похилої поверхні

- Фрезерування поверхні, розташованої під кутом 45°.
- Використання поворотного пристосування або універсальної головки.

Обладнання: горизонтально-розточувальний верстат.

070 Слюсарна

- Зняття задирок.
- Притуплення гострих кромek.
- Очищення поверхонь.

075 Контрольна

- Контроль лінійних розмірів.
- Контроль площинності, паралельності та перпендикулярності.
- Контроль діаметрів і співвісності отворів.
- Перевірка шорсткості поверхонь.

Засоби контролю: індикатори, нутроміри, мікрометри, штангенінструмент, контрольні оправки.

080 Фарбувальна

- Очищення поверхні.
- Ґрунтування та фарбування зовнішніх поверхонь.

085 Приймальний контроль

- Остаточна перевірка відповідності кресленню та технічним вимогам.
- Маркування деталі.
- Передача на склад або в складальний цех.

Такий маршрут є типовим для великогабаритної кришки редуктора масою близько 1060 кг, що виготовляється з чавунного виливка та має високоточні посадочні отвори під підшипникові вузли, можна використовувати його як базовий

					КНУ.КБР.131.26.4-02.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

застосувавши сучасне обладнання.

1.6.3 Вибір та проектування заготовки

Деталь кришка виготовляється з чавуну і заготовки можуть бути виконані одним з методів лиття. Вибір методу обираємо з матриці впливу факторів, що розміщена у таблиці 1.2

Таблиця 1.2 -Матриця впливу факторів

Засіб виготовлення заготовки	Фактори						
	Форми і розміри заготовки	Точність і якість поверхного шару	Технологічні властивості металу	Годова програм	Виробничі можливості підприємства	Клас розмірної точності вилив	Сума
1. Лиття у кокіль з пісчаними стержнями	+	+	+	-	-	9т-13	3
3. Лиття у пісчано-глиняні форми з рівнем до НВ=80	+	+	+	+	-	9-13	4
3. Лиття у пісчано-глин. Підсушені і сухі форми	+	+	+	+	+	10-14	5
4. Лиття у пісчано-глин. Форми з низьким рівнем до НВ<70	+	-	-	+	+	11-14	3

Згідно таблиці найбільшу суму балів набрали 2 і 3 методи. Але враховуючи відсутність виробничих можливостей на підприємстві обираємо лиття у підсушені та сухі пісчано-глинясті форми. Враховуючи відсутність альтернативного методу отримання заготовок техніко-економічне обґрунтування проводитись не буде.

Обираємо клас розмірної точності виливка - 10. По ньому з ДСТУ8781: 2018 бираємо інші показники:

- ступінь короблення елементів виливка - 6;
- ступінь точності поверхонь - 12;
- шорсткість поверхонь - R_a 25;
- клас точності маси - 12
- ряди припусків на обробку - 10;

					КНУ.КБР.131.26.4-02.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

- точність обробки - середня.

Розрахунок розмірів заготовок зводимо у таблиці 3.3

Таблиця 1.3 -Розрахунок точності розмірів

Розміри деталі	Допуски розмірів форми і розташування поверхонь	Загальний припуск на елементи	Загальний допуск елементів	Допуски форми і розташування виливка	Розміри виливка
Ø 360 H7	3,2	5,4	3,2	0,4	$\phi 368 \pm 1,6$
Ø 500 H7	3,2	5,4	3,2	0,5	$\phi 510 \pm 1,6$
Ø 540 H7	3,2	5,4	3,2	0,5	$\phi 550 \pm 1,6$
310 h14	4	5,3	4	1.0	322 ± 2
5 h14	2,0	3,6	2	0,4	9 ± 1
250 h13	3,2	4,6	3,2	0,5	$259 \pm 1,6$
25 h14	2,0	3,6	2	0,4	29 ± 1

1.6.4 Вибір і обґрунтування баз

Кришка має коробчасту форму і використовують традиційні схеми базування корпусних деталей. На перших операціях при обробки технологічних баз деталі базуються по трьом площинам згідно рис. 1.2

Подальша обробка деталей проводиться сумісно у зборі і базування проходить по другій схемі - по площині і двом отворах 3. Кришка базується на корпусі по 2 технологічним отворах, що є її конструкторською базою.

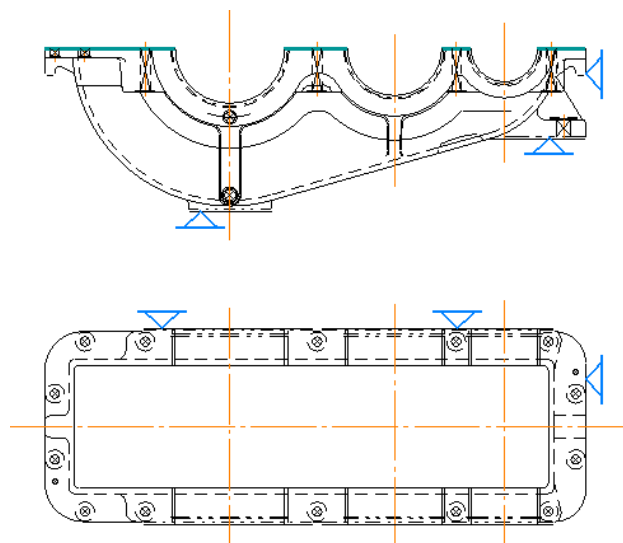


Рисунок 1.2-Теоретичні схеми базування кришки:
а) на першій операції

					КНУ.КБР.131.26.4-02.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

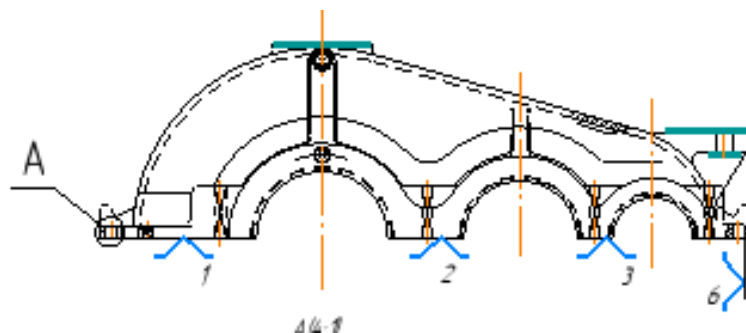


Рисунок 1.3- Теоретичні схеми базування кришки;
б) на інших операціях.

При базуванні по трьом площинам поверхня 1 буде установчою, вона реалізує 3 точки. Найбільша поверхня (бокова) реалізує ще дві точки 4 і 5 і називається направляючою. Шоста точка знаходиться на найкоротшій поверхні, яка називається упорною .

Використовуючи тільки дві схеми базування і установлюючи деталі при обробці на основні поверхні ми виконуємо принципи єдності та суміщення баз, що забезпечить отримання максимальної точності обробки.

1.6.5 Вибір і обґрунтування послідовності обробки поверхонь

На внутрішні і торцеві поверхні, що обробляються, визначаємо кількість переходів, необхідних для досягнення необхідної точності і шорсткості.

Таблиця 1.4 -Послідовність обробки поверхонь

Номер поверхні	Найменування переходів	Шорсткість	Точність ІТ	Допуск Т
1	2	3	4	5
Пов.5 Ø 360H7	1. Заготовка	25	16	2,2
	3. Чорнове розточування	12,5	11	0,22
	3. Чистове розточування	3,2	9	0,087
	4. Тонке розточування	0,8	7	0,035
Пов.6,5 Ø 500H7 Ø 540H7	1. Заготовка	R_a 25	16	2,5
	3. Розточування чорнове	12,5	11	0,25
	3. Розточування чистове	3,2 0,8	9	0,1
	4. Розточування тонке		7	0,04
Пов.4 18h14 R_a 1,6	1. Заготовка	25	17	1,8
	3. Чорнове фрезерування	6,3	15	0,7
	3. Чистове фрезерування	1,6	14	0,43

Пов. 6,5 Ø 150H7 Ø 180H7	1. Заготовка 3. Розточування чорнове 3. Розточування чистове 4. Розточування тонке	R_a 25 12,5 3,2 0,8	16 11 9 7	2,5 0,25 0,1 0,04
Пов.4 18h14 R_a 1,6	1. Заготовка 3. Чорнове фрезерування 3. Чистове фрезерування	25 6,3 1,6	17 15 14	1,8 0,7 0,43
Пов.1 R_a 3,2 250-0,72	1. Заготовка 3. Чорнове фрезерування 3. Чистове фрезерування	25 12,5 3,2	16 15 13	2,9 1,85 0,72
Пов.8,9 R_a 12,5	1. Заготовка Чорнове фрезерування	25 12,5	16 1,4	3,2 1,3
Пов. Ø 20H7 R_a 0,8	1. Свердління 3. Зенкерування 3. Розгортання	12,5 3,2 0,8	11 9 7	0,09 0,036 0,022
Пов. Ø 47H9 Ø 47H11	1. Свердління 3. Зенкерування	12,5 3,2	11 9	0,11 0,043
Пов. Ø 35H14 R_a 12,5	1. Свердління 3. Цекування	12,5 12,5	14 14	0,62 0,62
Пов. M24x2- 7H R_a	1. Свердління 3. Нарізання різьби	12,5 3,2	12 7H	0,21 0,25
Пов. Ø 12H10 R_a 3,2	1. Свердління 3. Зенкерування	12,5 3,2	12 10	0,18 0,07

Розточування канавок у отворах шириною 5H10 до шорсткості R_a 3,2 виконується канавочним різцем за один прохід.

1.6.6 Розробка маршруту обробки деталі

Таблиця 1.5- Послідовність обробки деталей

№ операції	Найменування операції	№ обробляємих поверхонь	№ базуємих поверхонь	Тип модель верстата
1.	Поздовжньо-фрезерна	4	1 2	6Г610
3.	Поздовжньо-фрезерна	1, 8, 9	4 4	6Г610

					КНУ.КБР.131.26.4-02.01.ТПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

3.	Радіально-свердлильна		4 4	2М55
4.	Поздовжньо-фрезерна		6	6Г610
5.	Складальна	Складання корпусу і кришки		
6.	Радіально-свердлильна	Свердлення базових отворів		2М55Ф2
7.	Складальна	Кріплення кришки до корпусу		
8.	Багатоцільова			2А622МФ2
9.	Мийка			
10.	Контроль			

1.6.6 Розробка технологічних операцій

Таблиця 1.6 -Розробка технологічних операцій

№ оп	1. Назва операції 3. Верстат 3. Зміст операції	Верстатне пристососування	Інструмент
	2	3	4
005	Поздовжньо-фрезерна модель 6Г610 1. Установити, закріпити, зняти . 2. Фрезерувати площину роз'єму 4 начорно	Стійка, прокладки, підкладки, прихвати	Фреза 2214-0157 ДСТУГОСТ 9473-80 Ø 160ВК6 торцева - 2шт.

010	Повздовжньо-фрезерна модель 6Г610 1. Установити, закріпити, зняти. Корпус 3. Фрезерувати установчу площину 1 4300x1300 начорно і пів чисто Кришка 3. Фрезерувати площину 1 під наглядові вікна 4. Фрезерувати бокові приливи 8 і 9 начорно і півчисто	Підкладки, прокладки, прихвати	Фреза торцева насадна ВК6 Ø 100мм z=10 Фреза 2214-0133 ДСТУГОСТ 9473-81 Штангенциркуль 1-250. Фреза торцева насадна ВК6 Ø 315 z =30 Фреза 2214-0172 ДСТУГОСТ 9473-81 Рівень
-----	--	--------------------------------	--

020	Складальна 1. напресувати конічні штифти у технологічні отвори. 3. Скласти кришку і корпус. 3. Скріпити кришку з корпусом.	Спеціальний пристрій	Молоток
025	Радіально-свердлильна 2М55 1. Установити, закріпити, зняти. 3. Свердлити 10 отворів $\phi 1$. 3. Зенкувати 10 отворів до $\phi 35$ мм.	Спеціальний пристрій	Свердло 2301-1707 ДСТУГОСТ 22736-77 $\phi 1$ №2 L=185 l=85 Зенківка ^35 2350-0165 ДСТУГОСТ 15600-70 №4 L=220 l=40
030	Складальна 1. Завернути 10 болтів і 20 гайок на площині роз'єму		

1.6.8 Вибір міжопераційних розмірів і припусків на обробку

Таблиця 1.7- Міжопераційні розміри

								Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат	КНУ.КБР.131.26.4-02.01.ТПВ			

035	Багатоцільова модель 2А 622 МФ2 1. Установити, закріпити, установити. 3. Розточити отвір ϕ 180 начорно. 3. Розточити отвір ϕ 180 напівчисто. 4. Розточити канавку. 5. Розточити отвір ϕ 180 чисто. 6. Розточити отвір ϕ 150 начорно. 7. Розточити отвір ϕ 150 напівчисто. 8. Розточити канавку. 9. Розточити отвір ϕ 150Н7 начисто. 10. Розточити отвір 0110 начорно. 11. Розточити отвір 0110 напівчисто. 13. Розточити канавку. 13. Розточити отвір 0110 начисто. 14. Повернути деталь на 180°. 15. Установити В. 16. Виконати п.1-13 установки А.	Головка двозуба $\emptyset$ 178 1813 52020-ДСТУГОСТ 2423-1-83. Оправка розточувальна К50 0179,8. Оправка 191421057-ТУ2-035-775-80. Оправка з мікрометричною подачею різця $\emptyset$ 180Н7 14141421257-ТУ2-035-774-80. Головка ϕ 148 двозуба 181352022-ДСТУГОСТ21123-1-83. Оправка розточна $\emptyset$ 149,8 191421057-ТУ2-035-775-80. Оправка з мікрометричною подачею $\emptyset$ 150Н7 191421258-ТУ2-035-774-80. Головка двозуба $\emptyset$ 109. Головка 181352020-ОСТ21123-1-83. Оправка розточувальна К500109,8. Оправка 191421057-ТУ2-035-775-80. Оправка з мікрометричною подачею $\emptyset$ 110Н7. Оправка 141421257-ТУ2-035-774-80. Різець канавочний в 5 16х16. Оправка 6500-0401 D=60 l=300.
-----	--	--

№ поверхні	Найменування переходу	Шорсткість R_a	Тонкість УТ	Допуск кТ	Припуск t	Міжопераційний розмір з відхиленням
1	2	3	4	5	6	7
Пов.5 Ø360Н 7 Ra 0,8	Заготовка Чорнове розточування Пів чистове розточування Чистове розточування	250 12,5 3,2 0,8	11 9 7	3,2 0,22 0,087 0,035	8 6,5 1,4 1	Ø362±1,6 Ø368,5+0,22 Ø369+0,087 Ø 370+0,035
Пов.6 Ø500Н 7 Ra 0,8	Заготовка Чорнове розточування Пів чистове розточування Чистове розточування	250 12,50 3,2 0,8	11 9 7	3,2 0,25 0,1 0,04	8 6,5 1,4 1	Ø502±1,6 Ø508,5+0,25 Ø 509,9+0,1 Ø 510+0,04
Пов.7 Ø540Н 7 Ra 0,8	Заготовка Чорнове розточування Пів чистове розточування Чистове розточування	250 12,5 3,2 0,8	11 9 7	3,2 0,25 0,1 0,04	8 6,5 1,4 1	Ø542±1,6 Ø548,5+0,25 Ø 549,9+0,1 Ø 550+0,04
8,9 310h14 Ra12,5	Заготовка Чорнове фрезерування	25 12,5	14	3,2 1,3	6x2 6x2	322±1,6 310-1,3
4 250hl3 Ra 1,6	Заготовка Чорнове фрезерування Пів чистове фрезерування Чистове фрезерування	25 12,5 3,2 1,6	15 14 13	3,2 1,25 1,15 0,72	5 2,7 1,3 1	259±1,6 256,3-1,85 251-1,15 250-0,72
1 250hl3 Ra3,2	Заготовка Чорнове фрезерування Пів чистове фрезерування	25 12,5 3,2	15 14	3,2 1,85 1,15	4 2,7 1,3	259+1,6 256,3-1,85 251-1,15
Кришка 4 18hl4 Ra1,6	Заготовка Чорнове фрезерування Чистове фрезерування	25 6,3 1,6	15 14	1,8 0,7 0,13	4 3 1	22 ±0,9 19-0,7 18-0,43

Продовження таблиці 1.7

№ поверхні	Найменування переходу	Шорст кість Ra	Точні сть ІТ	Допукк Т	При пуск t	Між операційний розмір з відхилення м
1	2	3	4	5	6	7
Пов. Ø10H7 Ra0,8	Свердління Зенкерування Розгортання	12,5 3,2 0,8	11 9 7	0,09 0,036 0,022	4,9 0,16 0,04	Ø 9,8+0,09 Ø 9,96+0,036 Ø 10+0,022
Пов. Ø17H9 Ra3,2	Свердління Зенкеруванн я	12,5 3,2	11 9	0,11 0,043	7,62 1,75	Ø15,25+0,11 Ø 17+0,043
Ø17P1 1	Свердління	12,5	11	0,11	8,5	Ø17+0,11
Пов. M24x2 -7H	Свердління Нарізання різьби	12,5 3,2	12 7H	0,21 0,25	10,95 2,1	Ø21,9+0,24 M24x2-7H
Пов. Ø12 H10 Ra3,2	Свердління Зенкеруванн я	12,5 3,2	12 10	0,18 0,07	5,35 1,3	Ø 10,7+0,18 Ø 12+0,07

2 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

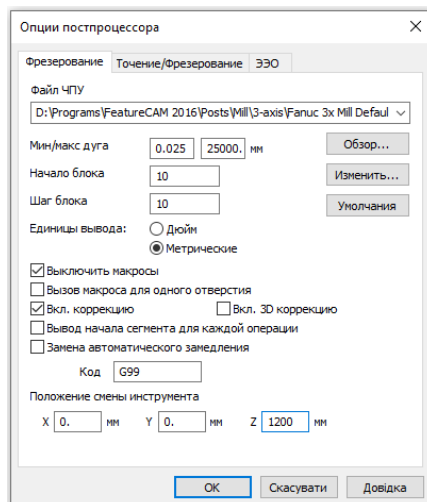


Рисунок 2.1 – Опції постпроцесора

2.2 Моделювання обробки та перевірка керуючих програм

Обробка отворів виконується після всіх фрезерних та розточувальних операцій. Деталь встановлюється на стіл верстата на пальці по основній площині. Змоделюємо обробку отворів глибиною 90 мм.

Імпортуємо в проєкт модель деталі для автоматичного розпізнання оброблюваних отворів. Нуль по X, Y задаємо по куту деталі, по Z — на відстані 90 мм від нижньої площини деталі.

Результат наведено на рисунку 2.1. Призначаємо матеріал — СЧ150 ДСТУ 8833:2019.

					КНУ.КБР.131.26.4-02.02.МПО		
Змін	Архв	№	Підпис	Дат			
Розроб.	Каренчук				МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ		
Перевір.	Кіяновський						
Н. контр.	Нечаєв						
Затверд.	Рязанцев						
					Літ.	Арк.	Архивів
					Кафедра ТМ зв ЗПМ-ЗЗск		

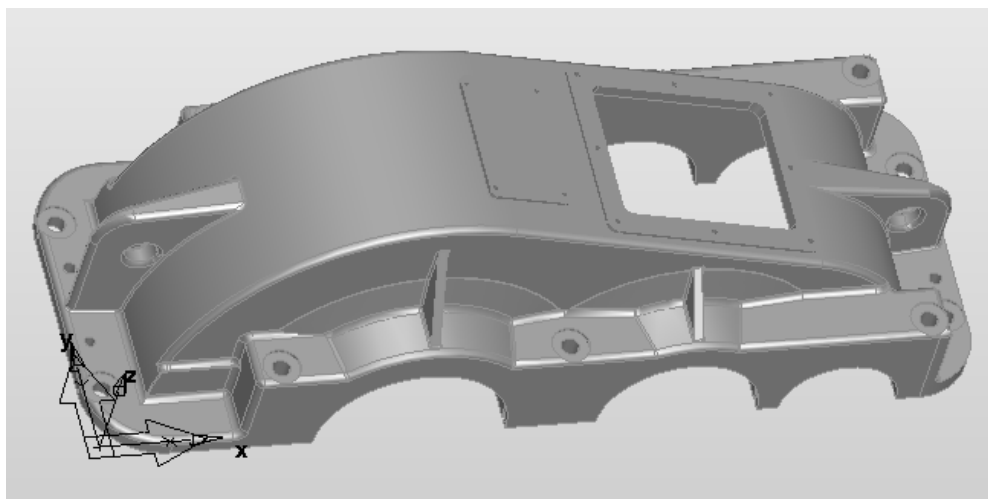


Рисунок 2.1 – Імпорт деталі у Autodesk FeatureCAM

Через великі діаметри отворів виконуємо їх розфрезерування кінцевими фрезами, що не потребують попереднього свердлення. Розробка операцій відбувається в наступній послідовності:

- 1) розфрезерування 2 отв. діаметром 50 мм;
 - 2) розфрезерування 2 отв. діаметром 68 мм під різьблення M80x6;
 - 3) різьбофрезерування 2 отв. M80x6;
 - 4) розфрезерування 4 отв. діаметром 85 мм;
 - 5) фрезерування цековки на 4 отв. діаметром 175 на глибину 15 мм.
- Координати оброблюваних отворів наведені на рисунку 2.2, 2.3, 2.4.

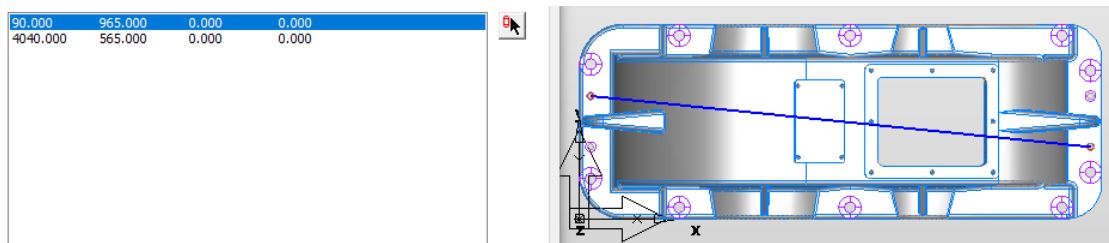


Рисунок 2.2 — Координати оброблюваних отворів діаметром 50 мм

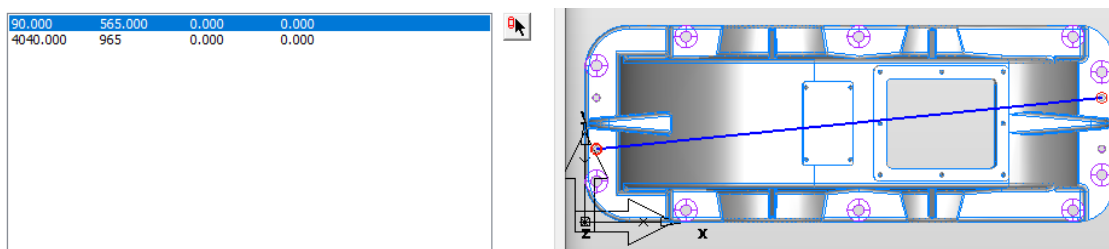


Рисунок 2.3 — Координати оброблюваних отворів M80x6

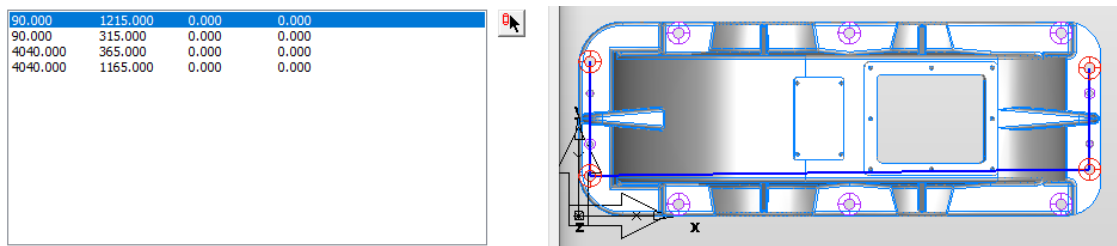


Рисунок 2.4 — Координати оброблюваних отворів діаметром 85 мм з цековкою 175 мм

Переходи між траєкторіями задаємо на відстані 25 мм над найвищою точкою деталі — Z1140. Перебіг задаємо 5 мм.

Траєкторії переміщень інструментів наведено на рисунку 2.5. Перелік створених операцій з режимами різання – рис. 2.6

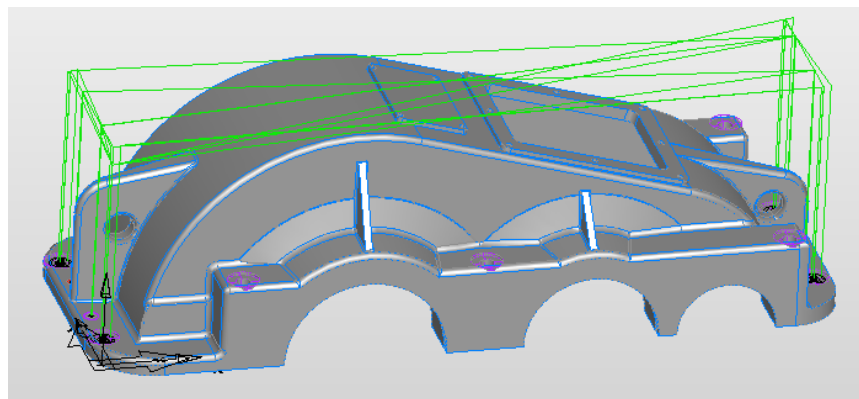


Рисунок 2.5 – Траєкторії переміщень інструментів

Операция	Элемент	Инструмент	Подача	Скорость	Глубина
черн.	массив1.d50	конц.фрезаM2...	375.0 мм/мин	* 1500 об/мин	95.000 мм
черн.	массив1.d50	конц.фрезаM2...	375.0 мм/мин	* 1500 об/мин	95.000 мм
черн.	массив2_m80x6	Конц.фрезаM...	* 210.0 мм/мин	* 650 об/мин	97.391 мм
черн.	массив2_m80x6	Конц.фрезаM...	* 210.0 мм/мин	* 650 об/мин	97.391 мм
черн.	массив3.d85_d175	Конц.фрезаM...	* 210.0 мм/мин	* 650 об/мин	98.500 мм
черн.	массив3.d85_d175	Конц.фрезаM...	* 210.0 мм/мин	* 650 об/мин	98.500 мм
черн.	массив3.d85_d175	Конц.фрезаM...	* 210.0 мм/мин	* 650 об/мин	98.500 мм
резьба чистовая	массив2_m80x6	* tmM0600i	58.0 мм/мин	819 об/мин	90.000 мм
резьба чистовая	массив2_m80x6	* tmM0600i	58.0 мм/мин	819 об/мин	90.000 мм
цилиндрически...	массив3.d85_d175	конц.фрезаM5...	* 210.0 мм/мин	* 650 об/мин	15.000 мм
цилиндрически...	массив3.d85_d175	конц.фрезаM5...	* 210.0 мм/мин	* 650 об/мин	15.000 мм
цилиндрически...	массив3.d85_d175	конц.фрезаM5...	* 210.0 мм/мин	* 650 об/мин	15.000 мм
цилиндрически...	массив3.d85_d175	конц.фрезаM5...	* 210.0 мм/мин	* 650 об/мин	15.000 мм

Рисунок 2.6 – Створені операції механічної обробки

Результат моделювання обробки представлено на рисунку 2.7.

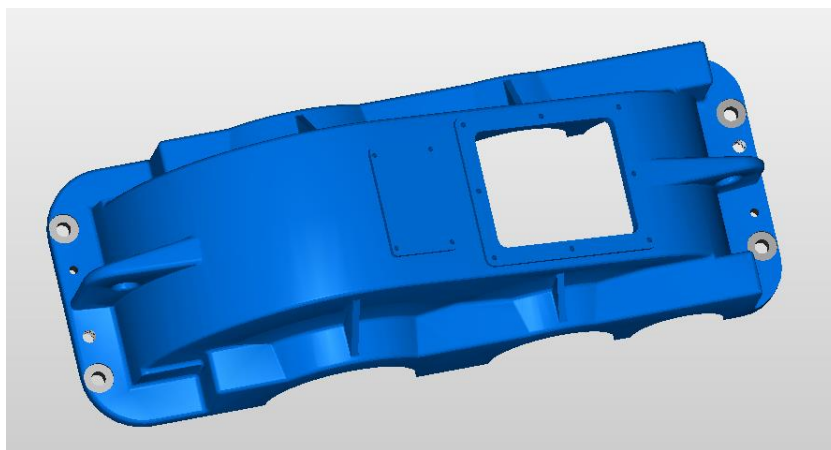


Рисунок 2.7 – Результат обробки

Після моделювання обробки генеруємо керуючу програму, фрагмент якої наведено на рис. 2.8. Загальна кількість кадрів – 562. Машинний час обробки – 3 год 40 хв.

```

%
O0001(КРИШКА РЕДУКТОРА)
N40 G00 G21 G17 G40 G49 G80 G94
N50 G91 G28 Z0

N60 ( РОСЕТКА ROUGH1 D50 )
N70 T1 M6
N80 G00 G54 G90 X90.0 Y965.0 S1500 M03
N90 G43 H1 Z1140.422 M08
N100 Z3.0
N110 G01 Z0.03 F187.
N120 X102.5
N130 G03 X102.5 Y965.0 Z-3.367 I-12.5 J0.
N140 X102.5 Y965.0 Z-6.764 I-12.5 J0.
N150 X102.5 Y965.0 Z-10.161 I-12.5 J0.
N160 X102.5 Y965.0 Z-13.559 I-12.5 J0.
N170 X102.5 Y965.0 Z-16.956 I-12.5 J0.
N180 X102.5 Y965.0 Z-20.353 I-12.5 J0.
N190 X77.5 Y965.0 Z-22.051 I-12.5 J0.
N200 X102.5 Y965.0 Z-23.75 I12.5 J0.
N210 G01 X94.175 F375.
N220 G03 X94.175 Y965.0 I-4.175 J0.
N230 G01 X86.839 Y973.913
N240 G03 X77.649 Y966.927 I-0.964 J-8.269
N250 X77.649 Y966.927 I12.351 J-1.927
N260 X77.508 Y965.435 I12.351 J-1.927
N270 X85.216 Y956.843 I8.32 J-0.29
N280 G01 X94.1 Y964.213
N290 X90.0 Y965.0
N300 X102.5 F187.

```

Рисунок 2.8 – Фрагмент згенерованої керуючої програми

Додатково перевіримо створену керуючу програму у програмному забезпеченні CIMCO Edit. Траєкторії переміщень інструментів наведено на рис. 2.9, твердотільна верифікація — рис. 2.10.

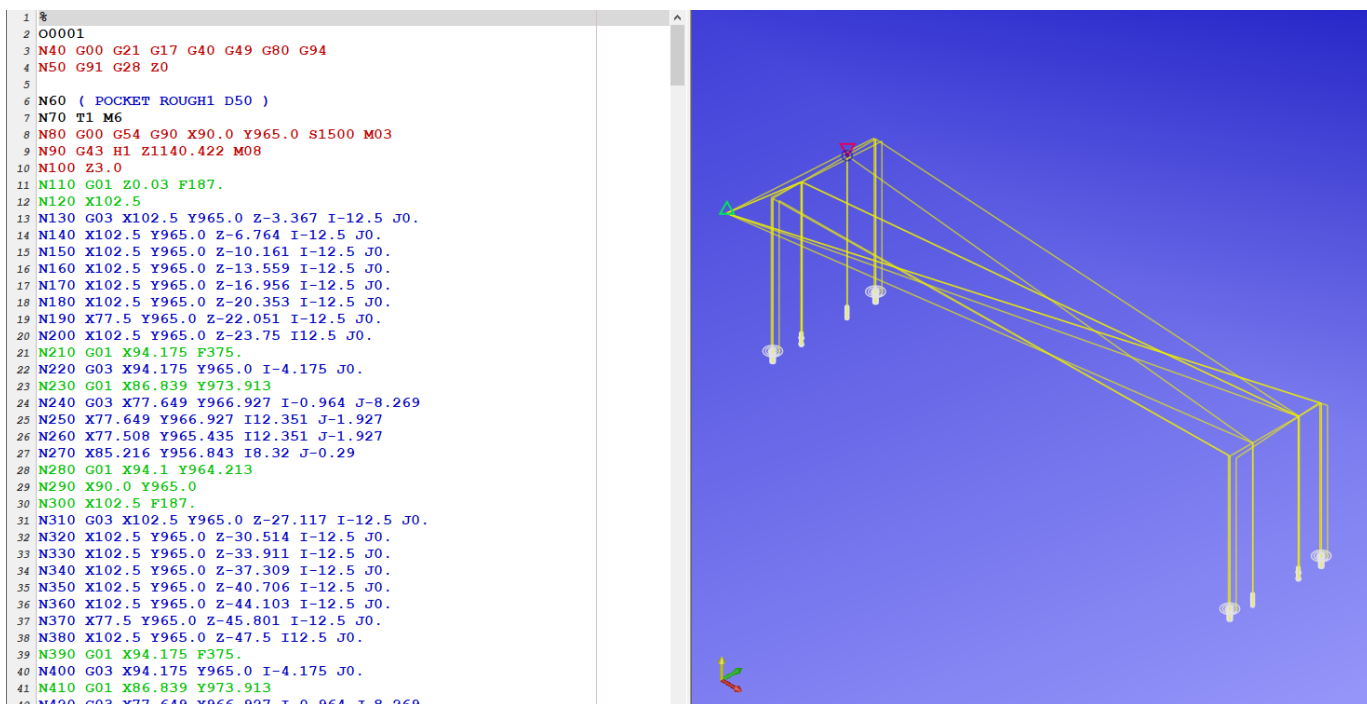


Рисунок 2.9 – Траєкторії переміщень інструментів у CIMCO Edit

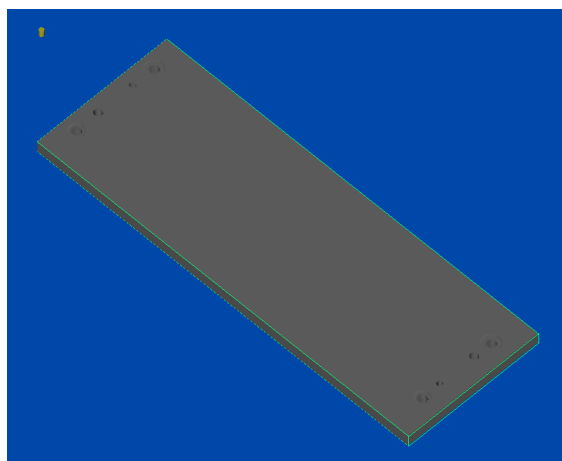


Рисунок 2.10 – Твердотільна верифікація обробки у CIMCO Edit

					КНУ.КБР.131.26.4-02.02.МПО	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

З КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

3.1 Вибір і опис конструкції верстатного пристосування

Під час механічної обробки кришки в зборі з корпусом на металорізальних верстатах її встановлюють на основну базову площину. На поздовжньо-фрезерних і свердлильних операціях базування здійснюється за трьома взаємно перпендикулярними площинами, а закріплення деталі виконується за допомогою прихватів.

Особливу увагу приділено пристосуванню для встановлення деталі на горизонтально-розточувальному багатоопераційному верстаті з ЧПК моделі 2А622МФ3, де виконуються найбільш відповідальні операції з розточування посадочних отворів під підшипники кочення.

Під час обробки деталь базується по основній площині та двох базових отворах. Один отвір взаємодіє з циліндричним (круглим) пальцем, а другий — зі зрізаним пальцем. Така схема відповідає класичному принципу базування корпусних деталей за схемою «площина та два отвори», що забезпечує надійне позиціонування заготовки та необхідну точність обробки.

Пристосування розроблене на основі елементів універсально-збірного оснащення (УСП) і складається з плити 1, до якої кріпляться чотири кутники 3. За допомогою цих елементів плита фіксується на столі верстата через Т-подібні пази. Робочий стіл верстата має поздовжні пази з кроком 70 мм та поперечні пази з кроком 140 мм. Конструкція столу забезпечує його переміщення в поздовжньому та поперечному напрямках, а також поворот навколо вертикальної осі. Діаметр поворотного столу становить 630 мм, що дозволяє встановлювати пристосування разом із деталлю без обмежень за габаритами.

На плиті змонтовано чотири опорні підкладки 4, дві з яких оснащені установочними пальцями 5. У верхній лівій підкладці встановлено круглий палець, а в нижній правій — зрізаний. Таке конструктивне рішення забезпечує компенсацію можливих відхилень у взаємному розташуванні базових отворів деталі та виключає виникнення надлишкових зв'язків під час базування.

Орієнтація плити відносно столу верстата здійснюється за допомогою двох шпонок 16, а її кріплення забезпечується чотирма болтами 13–15.

Закріплення кришки на пристосуванні виконується чотирма пневматичними циліндрами, оснащеними прихватами. Пневмоциліндри мають діаметр поршня 40 мм, шпонки — 20 мм, а робочий тиск у пневматичній мережі становить 0,5 МПа. Така система забезпечує надійне закріплення деталі під час виконання розточувальних операцій і сприяє підвищенню продуктивності праці.

					КНУ.КБР.131.26.4-02.03.КПВ			
Змін	Арку	№	Підпис	Дат				
Розроб.	Капенчук				КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА	Лім.	Арк.	Арквів
Перевір.	Кіяновський							
Н. контр.	Нечаєв					Кафедра ТМ зв ЗПМ-ЗЗск		
Затверд.	Рязанцев							

3.2 Розробка кінематичної схеми пристосування і розрахунок зусилля затиску

Найбільш навантажений перехід при обробці, корпусу і кришки в зборі - фрезерування площин торцевою фрезою ф 200 мм, глибина різання $t=2,5$ мм. Зусилля різання визначається по виразу [3]:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot S_s^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^n} \cdot K_{ii} \quad (3.1)$$

де z - число зубів фрези $z=24$;

n - частота обертання $n=278$;

S_z -подача на зуб $S_z=0,2$;

B - ширина обробки $B=250$;

D - діаметр фрези $D=250$;

t - глибина різання $t=2,5$;

C_p - коефіцієнт сили різання;

q, y, n, w — показники ступеня;

K_{mp} - коефіцієнт, що залежить від обробки матеріалу.

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 2,5^1 \cdot 0,27^{0,8} \cdot 434 \cdot 24}{278^0} \cdot 0,67 = 8954565H \quad (3.2)$$

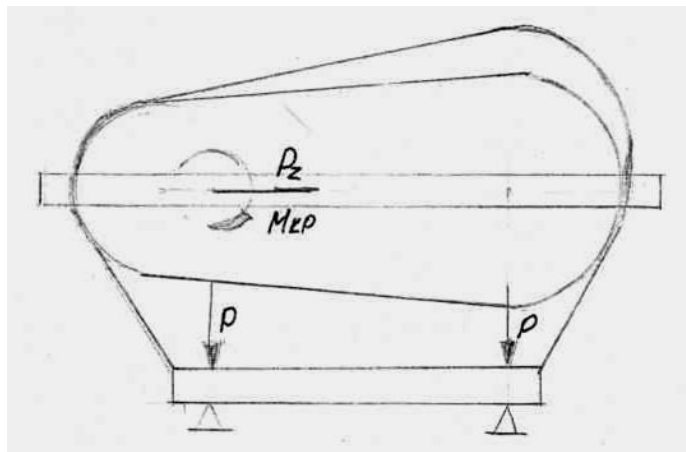


Рисунок 3.1- Схема дії сил при фрезеруванні площин

При фрезеруванні, крутний момент, буде прагнути повернути заготовку, а сила різання зрушити її. Для врівноваження цих сил необхідно, щоб $4P > M_{кр}$

У нашому випадку для закріплення використовуються підоймові прихвати, що сприймають зусилля від штока, що штовхає.

					КНУ.КБР.131.26.4-02.03.КПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

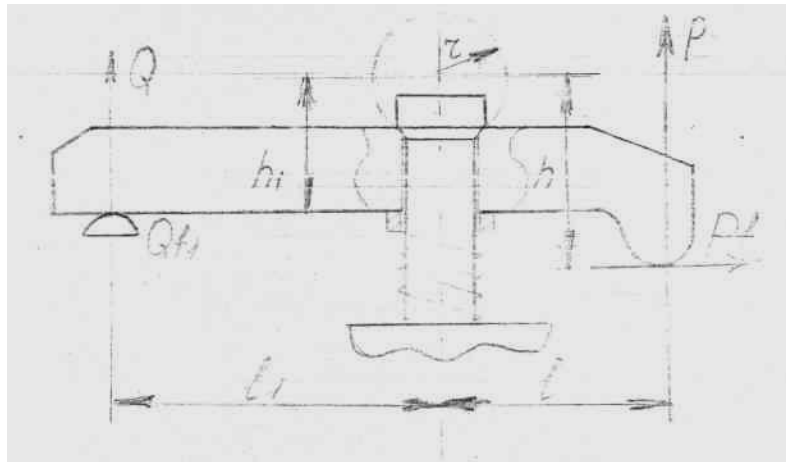


Рисунок 3.2 -Схема закріплення деталі за допомогою важільного прихвату

Для прихвата, показаного з рівності моментів сил, що діють на прихват і щодо осі обертання О маємо [12]:

$$\sum \dot{I}_{\text{ед}} = Ql_1 - Hl - Q^1rf_0 = 0 \quad (3.3)$$

З рівності випливає:

$$Q = P_z \frac{l + rf_0}{l_1 - rf_0} \quad (3.4)$$

де Q - сила дії штока;

l_1 , l - довжина плечей прихвата, 40:70;

r-радіус гайки;

f_0 - коефіцієнт тертя.

$$Q = \frac{89545,5}{4} \cdot \frac{70 + 10 \cdot 0,16}{40 - 10 \cdot 0,16} = 41638H$$

Для створення зусилля затиску використовується циліндр одnobічної силової дії з поворотною пружиною. Вихідне зусилля на штоку при ущільненні поршня одним круглим гумовим кільцем: [17];

$$Q_{\text{ед}} = \frac{\ddot{I} \ddot{A}^2 \ddot{\delta}}{4} \cdot \ddot{\delta} - (\dot{Q}_e \cdot \ddot{I} \ddot{A}_e + q) \quad (3.5)$$

де D - діаметр циліндра;

p - тиск повітря 50 МПа;

T_k - сила тертя, що залежить від твердості кільця, що ущільнює;

Арку

Змі	Арку	№	Підпис	Дат	КНУ.КБР.131.26.4-02.03.КПВ
-----	------	---	--------	-----	----------------------------

q - жорсткість пружини.

$$q = \ddot{O}_e \ddot{I} \ddot{A}_e \ddot{A} \ddot{f} \quad (3.6)$$

де $K=1,2$ - коефіцієнт твердості пружини

$$q = 2,5 - 3,1440 - 1,2 = 376,8 \text{ Н}$$

$$Q_{\theta\theta} = \frac{3,14 \cdot 40^2}{4} \cdot 50 - (314 + 376,8) = 62800 - 690,8 + 62109,2 \text{ Н}$$

Сила, створювана на штоку 62109,2 Н більше сили, необхідної для закріплення.

$Q=41638 \text{ Н}$ при забезпеченні нерухомості заготівлі

$$Q_{\theta\theta} > Q_{\zeta} \quad 62109,2 > 41638$$

Запас міцності при закріпленні 1,49р, що цілком достатньо, з огляду на вагу деталі.

3.3 Розрахунок точності установки в пристосуванні

Деталь установлюється на площину і два пальці: круглий $\varnothing 20 \frac{H10}{h6} \left(\begin{smallmatrix} +0,084 \\ -0,013 \end{smallmatrix} \right)$

І зрізаний за схемою,

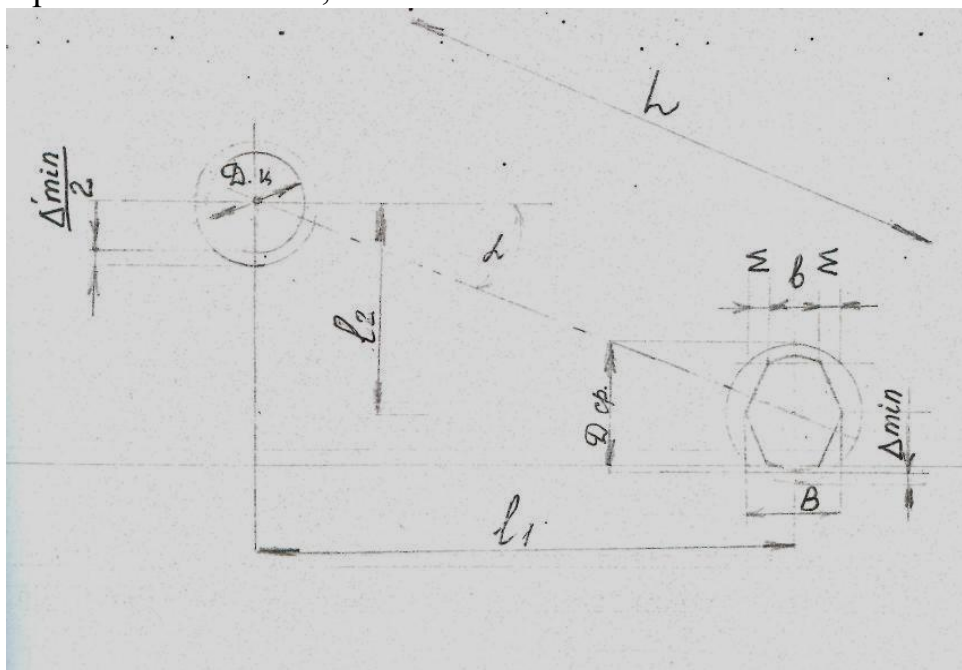


Рисунок 3.3 - Схема установки деталі на пальці

					КНУ.КБР.131.26.4-02.03.КПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

1. Найменший зазор між циліндричним пальцем і отвором заготівлі.
Для посадки

$$\varnothing 20 \quad \frac{H10}{h6} \left(\begin{array}{c} +0,084 \\ -0,013 \end{array} \right)$$

$$S_{\max} = 0,096$$

$$S_{\min} = 0,0$$

$$\Delta_{\min}^1 = EJ - es = 0 - 0 = 0,$$

3. Зазор для зрізаного пальця, обумовлений зсувом отворів і настановних пальців за рахунок допусків на міжцентрову відстань

$$\sum = y - y_1 - \Delta_{\min}^1$$

де y - найбільше відхилення відстані між центрами отворів;

y_1 - найбільше відхилення відстані між центрами пальців.

У нашому випадку пристосування $l_1=462$ мм, $l_2=325$ мм. Відстань між пальцями:

$$L = \sqrt{462^2 + 325^2} = 565$$

$$a = \operatorname{tg} \frac{235}{462} = 0,7 \quad a = 35^\circ$$

Допуски на відстані між осями беремо по ІТ 14, тобто $l_1 = 462 \pm 0,775$ мм; $l_2 = 325 \pm 0,7$ мм; тоді допуск на L буде

$$TL = \sqrt{1,5^2 - 1,4^2} = 2,05 \text{ мм, тобто } L = 565 \pm 1,025 \text{ мм.}$$

Відстань між пальцями в пристосуванні беремо по ІТ12, тобто

$$TL_{\gamma\delta} = 565 \pm 0,35 \text{ мм.}$$

Тоді y - найбільше відхилення відстані між центрами отворів у корпусі буде $y+1,025$ мм, y_1 - найбільше відхилення відстані між центрами пальців

$y = +0,35$ мм.

$$\sum = 1,025 - 0,35 - 0 = 0,675 \text{ мм.}$$

1. Найбільший діаметр зрізаного пальця $\varnothing 20 \frac{H10}{h6}$

$$\ddot{A}_{\gamma\delta \max} = 19,98 \text{ мм}$$

$$\ddot{A}_{\gamma\delta \min} = 19,967 \text{ мм.}$$

					КНУ.КБР.131.26.4-02.03.КПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

$$S_{1\max} = 0,117$$

$$S_{1\min} = 0,02$$

4. Ширина направляючого колеса на зрізаному пальці $b=3,0$ мм

5. Погрішність установки за рахунок можливого кута повороту заготівлі внаслідок посадкового зазору між настановними пальцями й отвором

$$\Delta a = \frac{S_{1\max} - S_{1\min}}{L} = \frac{0,117 - 0,096}{565} = 0$$

Таким чином, погрішність установки деталі в пристосуванні на два пальці виготовлених по ІТ 10, тобто (20Н10, на відстані $L=565+1,025$ мм дорівнює нулю.

3.4 Проектування контрольного пристрою

Для контролю технічних умов - торцеве биття плоских поверхонь під кришку відносно вісі отвору не більше 0,06 мм, розроблено пристрій, приведений на кресленні 7.

Він складається з двох частин - спеціальної і універсальної. До спеціальної частини відноситься оправка 2, яка має конусність 1:72, що дозволяє щільно установлюватись у отвір. Оправка може стати будь який діаметру. У нашому разі Ø360Н7, Ø500Н7, Ø5400Н7. Вона виконана сумісно з стійкою 10 і ручкою 9. На стійку 10 надівається універсальна частина, яка складається з втулок нижньої 5 і верхньої 4. На них базується втулка 3 з траверсою 4. На траверсі має змогу переміщатись індикаторна державка 7 з індикатором часового типу 1. Траверса може установлюватись на діаметр не більше 300 мм. Для виключення перекосу і заклинювання на другому кінці траверси розміщено противагу 8, яка також може переміщатись продовж неї.

Траверса з індикаторною державкою і противагою обертається навколо стойки з оправкою і виконує заміри.

Дві гайки 11 регулюють торцеві зазори для забезпечення можливості обертання траверси. При замірах зручно держатись за ручку і піджимати оправку до отвору.

На перерізі А-А показано яким чином сконструйована індикаторна державка. У тілі державки 12 розташована втулка 18, у якій встановлюється індикатор. Він кріпиться гвинтом 24. Ніжка індикатора контактує з рівноплічним важелем 17, установленим на осі 14.

Пружина 23 піджимає другий кінець важеля до пальця 13, розташованого у втулці 14.

Втулка і палець піджимаються до поверхні, що вимірюється за допомогою пружини 23.

Величина їх переміщення організується канавкою у втулці стопорним гвинтом 25.

					КНУ.КБР.131.26.4-02.03.КПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

Гвинт 21 утримє державку і противагу у потрібному місці.

3.5 Визначення допустимої похибки вимірювання

За допомогою пристрою необхідно контролювати відхилення 0,06 мм.
Допустима похибка складає (10-30%) Т. У нашому випадку

$$W_{\text{дiл}} = 0,3 \cdot 0,06 = 0,018 \text{ мм.}$$

Необхідно задати посадки, які забезпечили перекіс до 0,018 мм.

3.6 Розрахунок похибки вимірювання

У пристрої, що складається, похибка вимірювання буде складатись з- похибки зсуву і похибки перекосу траверси. Похибка зсуву не буде впливати на точність показників торцевого биття, тому, що вони знаходяться в одній площині. Точність перекосу буде впливати на показання індикатору і виглядає, як похибка базування Δ_{δ} .

Загальний вираз для розрахунку похибки вимірювання у нашому пристрої буде мати вид:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\delta}^2 + \Delta_a^2 + \Delta_{\text{зг}}^2} \quad (3.7)$$

Якщо окреслити значення сумарної похибки

$$\Delta_{\Sigma} = W_{\text{дiл}} = 0,018 \text{ мм},$$

то знайдемо значення Δ_{δ}

$$W_{\text{дiл}} = \sqrt{\Delta_{\delta}^2 + \Delta_a^2 + \Delta_{\text{зг}}^2} \quad (3.8)$$

Випадкові похибки розраховують як 5% від допустимої, тобто

$$\Delta_a = 0,05 \cdot W_{\text{дiл}} = 0,05 \cdot 0,018 = 0,0009 \text{ мм.}$$

Похибка індикатора часового типу ІЧ10 складає 0,0004 мм при ціні шкали 0,01 мм.

Таким чином, вираз (4.8) вирішується так:

$$0,020 = \sqrt{\Delta_{\delta}^2 + 0,0019^2 + 0,0004^2}$$

					КНУ.КБР.131.26.4-02.03.КПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

$$\Delta_s^2 = 0,02^2 - 0,0019^2 - 0,0004^2$$

$$\Delta_s = 0,017 \text{ мм.}$$

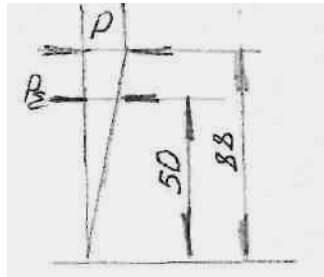


Рисунок 3.4 -Схема перекосу траверси

Перекося можливий у межах зазору між верхньою втулкою і втулкою траверси, які сполучаються по посадці $\varnothing 50 \frac{H6}{h5}$.

Граничні зазори у посадці $\varnothing 50 \frac{H6}{h5} \left(\begin{matrix} +0,016 \\ -0,011 \end{matrix} \right)$.

$$S_{\max} = ES - ei = 0,016 + 0,011 = 0,027 \text{ мм}$$

$$S_{\min} = EJ - es = 0 - 0 = 0$$

Допуск на посадку $T_s = S_{\max} - S_{\min} = 0,027 \text{ мм}$

Перекося можливий у межах $T_s = p = 0,027 \text{ мм}$

Згідно схеми перекося у перерізі розташування траверси P_{Σ} можна знайти з геометричних побудов.

$$\frac{P}{88} = \frac{P_{\Sigma}}{50}$$

$$P_{\Sigma} = \frac{P \cdot 50}{88} = \frac{0,0027 \cdot 50}{88} = 0,015 \text{ мм}$$

Така величина перекося траверси нас задовольняє, так як $0,015 < 0,017$.

					КНУ.КБР.131.26.4-02.03.КПВ	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА

4.1 Розділ: Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях в ливарно-механічному цеху

4.1.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів під час виготовлення великогабаритних чавунних деталей

Під час виготовлення чавунних корпусних деталей у ливарному цеху на працівників впливає комплекс небезпечних і шкідливих виробничих факторів. До найбільш значущих фізичних факторів належить переміщення великогабаритних деталей масою понад 1000 кг, які відносяться до третьої категорії вантажів. Порухення вимог безпеки під час стропування, транспортування та встановлення таких виробів може призвести до важких виробничих травм. Значний вплив на умови праці також чинить несприятливий мікроклімат, зумовлений високою температурою розплавленого металу, нагрітого обладнання та поверхонь, що створює ризик перегрівання організму й виникнення теплових уражень.

Під час роботи формувального обладнання, вибивних установок, очисних барабанів та пневматичного інструменту виникають підвищені рівні шуму і вібрації, які негативно впливають на стан здоров'я працівників. Крім того, використання електропечей, електроприводів та підйомно-транспортного обладнання пов'язане з небезпекою ураження електричним струмом. До шкідливих хімічних факторів належать пил кремнезему, графіту та інші аерозолі, а також токсичні газоподібні речовини, що виділяються під час заливання форм і охолодження виливків. Виконання технологічних операцій в умовах високих температур і значної відповідальності за безпечне поводження з розплавленим металом супроводжується фізичними перевантаженнями та нервово-емоційним напруженням.

4.1.2 Заходи щодо забезпечення безпечних умов праці

Для створення безпечних умов праці необхідно максимально механізувати вантажно-розвантажувальні операції. Переміщення деталей масою 1060 кг повинно здійснюватися виключно за допомогою мостових кранів та інших вантажопідіймальних механізмів із призначенням відповідальної особи за безпечне виконання робіт.

					КНУ.КБР.131.26.4-02.04.ОЕП		
Змін	Аркв	№	Підпис	Дат	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА		
Розроб.	Капенчук						
Перевір.	Кіяновський						
Н. контр.	Нечаєв						
Затверд.	Рязанцев				Кафедра ТМ зп ЗПМ-ЗЗСК		

Для надійного захоплення корпусних деталей доцільно використовувати спеціальні траверси та вантажозахоплювальні пристрої, які забезпечують правильне положення центру ваги та виключають можливість розгойдування вантажу під час транспортування.

Небезпечні виробничі зони, зокрема ділянки плавлення металу та заливання форм, повинні бути обладнані захисними огороженнями та сигнальними засобами. Особлива увага приділяється питанням виробничої санітарії. Для видалення пилу, газів і надлишкового тепла необхідно застосовувати загальнообмінну припливно-витяжну вентиляцію у поєднанні з місцевими відсмоктувачами, встановленими безпосередньо в місцях інтенсивного виділення шкідливих речовин. Освітлення робочих місць повинно відповідати нормативним вимогам і забезпечувати рівень освітленості не менше 300 лк. Для зниження шумового навантаження рекомендується використовувати звукоізоляційні конструкції та засоби індивідуального захисту органів слуху.

Усе технологічне обладнання та підйомно-транспортні механізми повинні мати надійне захисне заземлення. Зважаючи на наявність відкритих джерел тепла та розплавленого металу, ливарний цех необхідно оснащувати первинними засобами пожежогасіння, автоматичною пожежною сигналізацією та системами оповіщення про пожежу.

4.1.3 Засоби індивідуального захисту

Під час виконання ливарних робіт працівники повинні бути забезпечені відповідними засобами індивідуального захисту. Для захисту очей від бризок металу, пилу та механічних частинок застосовують захисні окуляри, а для захисту обличчя — спеціальні щитки та маски, стійкі до впливу високих температур. Захист рук забезпечується використанням спеціальних рукавиць або рукавичок із термостійких матеріалів, які захищають від механічних пошкоджень і теплового впливу.

Працівники повинні бути забезпечені спеціальним одягом і взуттям, призначеними для роботи в умовах підвищених температур. Спецодяг має запобігати контакту шкіри з розплавленим металом та його бризками, а спецвзуття повинно захищати ноги від механічних пошкоджень і впливу нагрітих поверхонь. Для запобігання травмуванню голови використовуються захисні каски або шоломи. Засоби індивідуального захисту розглядаються як додатковий рівень безпеки та повинні застосовуватися разом із колективними засобами захисту. Важливо також контролювати справність спецодягу, який має бути повністю застебнутим, а волосся працівника — надійно схованим під головним убором.

4.1.4 Вентиляція ливарного цеху

Одним із ключових заходів щодо забезпечення безпечних умов праці є організація ефективної вентиляції. Під час заливання чавуну в атмосферу виробничого приміщення виділяються значні обсяги тепла, пилу та газоподібних продуктів термічного розкладу формувальних матеріалів. Для їх видалення

					КНУ.КБР.131.26.4-02.04.ОЕП	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

застосовується комбінована система вентиляції, яка включає місцеву витяжну, загальнообмінну та місцеву припливну вентиляцію.

Місцева витяжна вентиляція встановлюється безпосередньо над місцями заливання металу. Для цього використовуються витяжні зонти або всмоктувальні панелі, які забезпечують ефективне уловлювання гарячих газів та аерозолів ще до їх поширення по робочій зоні. Видалення забрудненого повітря здійснюється через систему повітропроводів за допомогою вентиляторів необхідної продуктивності.

Загальнообмінна вентиляція призначена для видалення залишкових тепловиділень і шкідливих речовин, які не були вловлені місцевими відсмоктувачами. У виробничих приміщеннях великої висоти припливне повітря рекомендується подавати на висоті до чотирьох метрів горизонтальними струменями безпосередньо в робочу зону. Видалення нагрітого повітря здійснюється з верхньої частини приміщення через вентиляційні шахти, дефлектори або механічні витяжні установки.

Для покращення мікрокліматичних умов на робочих місцях заливальників застосовується місцева припливна вентиляція у вигляді повітряного душування. Спрямований потік повітря зі швидкістю від 1 до 3,5 м/с створює комфортні умови праці та знижує теплове навантаження на організм працівника.

Система вентиляції повинна забезпечувати концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони на рівні, що не перевищує гранично допустимих концентрацій. Для пилу, який не містить вільного діоксиду кремнію, допустима концентрація становить 6 мг/м³, а для пилу з вмістом SiO₂ від 10 до 70 % — від 2 до 4 мг/м³. Під час проєктування вентиляційної системи також необхідно враховувати вимоги до виробничих приміщень, згідно з якими на одного працівника має припадати не менше 15 м³ об'єму приміщення та 4,5 м² площі робочого простору. Висота виробничих приміщень повинна забезпечувати ефективний повітрообмін і відповідати вимогам чинних нормативних документів.

4.2 Техніко-економічне обґрунтування варіантів маршруту технологічного процесу

Проводимо економічне порівняння двох варіантів обробки деталі за допомогою програмного продукту Economical Linksmoon (рисунки 4,1; 4,2; 4,3; 4,4).

Розрахуємо технологічну собівартість за варіантом заготовки- однакові, верстати різні (два верстати 2М55 порівнюється з верстатом 2А622МФ2)

З кадрів програми видно, що економічний ефект введення верстату з ЧПК складає 3349,45 грн., а термін окупності проєкту складає 4,65 років. Отже введення верстату є доцільним та аргументованим.

					КНУ.КБР.131.26.4-02.04.ОЕП	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

Входные данные

Перед началом ввода убедитесь, что включена АНГЛИЙСКАЯ РАСКЛАДКА КЛАВИАТУРЫ и включен NUM LOCK. Затем с помощью правой цифровой панели клавиатуры введите требуемые данные. Для перехода в следующее поле используйте клавишу TAB...

	Базовый вариант	Станок с ЧПУ
Трудоёмкость		
Годовой объём выпуска деталей, шт	500	500
Штучное время обработки детали, мин	125,4	100,12
Время настройки станка в течение года		
Количество запусков, шт	12	12
Время наладки станка, мин	125	60,5
Время настройки инструмента вне станка на протяжении года		
Среднее время настройки по прибору одного инструмента вне станка, мин	14	4
Среднее количество граней пластинки, шт	1	3
Средний период стойкости инструмента, мин	60	90
Количество станочников		
Количество станков, обслуживаемых одним рабочим	1	2
Дополнительное количество рабочих по обслуживанию станков с ЧПУ		
Эффективный годовой фонд времени работы станка	4055	3955
Коэффициент загрузки станка	0.85	0.95
Балансовая стоимость станка		
Оптовая цена станка	25000	45000
Масса станка, т		
	8,4	9

Далее

Назад

Выход

Рисунок 4.1-Перший кадр програми Economical Linksmoon

Входные данные

Стоимость помещения		
Площадь станка по габаритам	28	22
Коэффициент, учитывающий доп. площадь станка	4.5	4
Площадь устройства ЧПУ, м	0	1.42
Стоимость 1 м.кв. площади мех. цеха, грн.	595	595
Площадь служебно-бытовых помещений, приходящаяся на одного рабочего, м.кв.	4	5
Стоимость 1 м.кв. площади, занятой служебно-бытовыми помещениями (грн.)	318	318

Далее

Назад

Выход

Стоимость разработки ПУ		
Стоимость разработки ПУ, грн.	0	116

Оборотные средства в незавершённом производстве		
Стоимость заготовки S _{заг} , грн.	668	547,5

Себестоимость обработки		
Среднегодовая зарплата станочника, грн.	1.4	1.2
Среднегодовая зарплата наладчика, грн.	1.1	1.2
Среднегодовая зарплата настройщика инструмента, грн.	0	1.2
Среднегодовая зарплата контролёра, грн.	1	1

Затраты на подготовку и обновление ПУ, грн.		
Длительность выпуска деталей Z (3-5 лет)	3	5

Затраты на ремонт и ТО оборудования		
Категория сложности ремонта станка ЕРС (механическая часть)	12	11
Категория сложности ремонта станка ЕРС (электротехническая часть)	9.5	22

Рисунок 4.2 – Другой кадр програми Economical Linksmoon

Входные данные

Затраты на одну единицу ЕРС станка, грн (механическая часть)	30.1	30.3
Затраты на одну единицу ЕРС станка, грн. (электротехническая часть)	7.4	7.7
Коэффициент, учитывающий класс точности станка	1	1.2
Затраты на содержание и амортизационные расходы на 1 м.кв. цеха Нпл, грн (10% от стоимости)	59.5	59.5

Далее

Назад

Выход

Затраты на ТО и ремонт устройства ЧПУ, грн.		
Норматив годовых затрат на текущее обслуживание и ремонт УЧПУ, грн.	0	860

Рисунок 4.3-Третий кадр програми Economical Linksmoon


Входные данные

Версия программы от 17.10.2005

Согласно расчётам по введённым данным годовой экономический эффект от введения станка с ЧПУ составит

3349.45 грн

Срок окупаемости, лет

4,65 лет

Разработано на основе "Методических указаний ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СТАНКОВ С ЧПУ".

Составители: проф. Марутов В.А.; ст.преп. Цывинда Н.И., Криворожский Технический Университет

Далее

Назад

Выход

Программный продукт разработан
LinksmooN

Рисунок 4.4-Підсумки

4.3.Проектування механоскладального цеху

4.3.1 Аналіз вихідних даних

У цеху обробляється кришка і корпус редуктора по серійному типу виконуються складальні операції для сумісної обробки цих деталей, а також складання готових редукторів. Крім цього на ділянках дрібносерійного виробництва виробляються деталі різних класів. Для випуску деталей у дрібносерійному виробництві у цеху є всі види універсальних верстатів, які розставлені по групах.

Корпус і кришка виготовляється на технологічній лінії, яка укомплектована універсальними верстатами з ЧПУ. Однією із задач проектування цеху є розробка технологічної лінії для обробки кришки і корпусу редуктора.

Вихідні данні:

1. Корпус - С418; деталі 1070 кг, маса заготовки 1077 кг, програма випуску 400шт.

					КНУ.КБР.131.26.4-02.04.ОЕП	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

3. Кришка - С418, маса деталі 1030 кг, маса заготовки 1080 кг, програма випуску 400шт.

Верстатне устаткування, що використовується, приведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1- Вихідні дання для розрахунку

№ п/п	Тип верстата	Модель верстата	Габаритні розміри	Маса кг	Норматив м ²	Потужність ел. двигуна кВт
1	Фрезерна	6Г610	8700х5000х4050	35000	45	30
2	Свердлильна	2М53	5380х1920х3430	4700	30	5,5
3	Багатоцільова	2А622МФ2	5520х4885х3965	20000	30	15
4			2	105		50,5

4.3.2 Компоновка і планування площі ділянки

Площа під верстатне устаткування складає $S_v = 105 \text{ м}^2$
Визначення допоміжних площ.

Проектування інструментального забезпечення цеху.

Інструментальне господарство цеху організується з метою керування і проведення робіт із забезпечення виробництва інструментом та технологічним оснащенням, його збереження, експлуатації і ремонту.

До складу інструментального господарства цеху входять: інструментально-роздавальна складова (ІРК), комора пристосувань і абразивів, заточувальне відділення, контрольно-перевірочний пункт.

Цехові комори розміщують на початку (при поточному виробництві) чи в середній частині цеху (при одиничному та серійному виробництві).

Кількість верстатів загального призначення в заточувальному відділенні визначаємо по відсотковому відношенню до числа що обслуговуються: для цехів серійного, дрібносерійного й одиничного виробництв – 3%.

Загальна площа заточувального відділення визначається по питомій площі на один заточувальний верстат, що встановлюється: для цехів, що випускають дрібні вироби, – 8 – 10 м²; для цехів, що випускають середні вироби, – 10 - 12 м² і 12 - 14 м² – для великих виробів.

Визначимо кількість станків загального призначення в заточному відділенні – 3% от загальної кількості верстатів:

$$S_3 = 8 \cdot \frac{3}{100} = 0,24; \text{ приймаємо 1 верстат.}$$

Площа заточувального відділення – $S_{\text{зат}} = 12 \times 2 = 24 \text{ м}^2$.

Площа ІРК:

					КНУ.КБР.131.26.4-02.04.ОЕП	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

$$S_{\text{ИРК}} = q_1 \cdot K_{\text{П}} = 8 \cdot 1 = 8 \text{ м}^2 \quad (4.1)$$

де q_1 - норма площини на 1 верстат (для умов серійного виробництва – 1 м²);
Площа складової пристосувань:

$$S_{\text{ПП}} = q_2 \cdot K_{\text{П}} = 0.7 \cdot 8 = 5,6 \approx 6 \text{ м}^2 \quad (4.2)$$

де q_2 – норма площини на 1 станок (для умов серійного виробництва – 0,8 м²);

Площа складової абразивів:

$$S_{\text{Аб}} = q_3 \cdot K_{\text{П}} = 0,8 \cdot 6 = 4,8 \approx 5 \text{ м}^2 \quad (4.2)$$

де q_3 – норма площини на 1 шліфувальний станок (для умов серійного виробництва – 0,8 м²);

Об'єднаємо площу складової пристосувань та площу складової абразивів в одне приміщення площею 27 м².

Проектування систем видалення і переробки стружки, готування і видачі МОТЗ

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

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для розрахунку:

Деталь	Вихід стружки, кг	Річна програма випуску	Загальна маса стружки, кг
1. кришка	60	400	2400
2. корпус	70	400	2800
Загальний вихід стружки:			5200

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

$$\frac{5200}{1000 \cdot 1,1} = 472,7 \text{ м}^3 / \text{рік} \quad \frac{5200}{2040} \cdot 8 = 2039 \text{ м}^3 / \text{зміну}$$

У цеху застосуємо частково механізовану систему транспортування стружки з її ручним видаленням у контейнери та застосуванням транспортних засобів загального призначення: від верстатів стружка вручну перевантажується у тару, а потім мостовим краном транспортується у відділення переробки стружки. При 8-мигодинному робочому дні обсяг стружки складе не вище норми та видалять її з цеху можна 1 раз в 1 зміну.

Для утилізації використаємо 2 контейнера 3,0×3,0×1,5 м³

Площина відділення для збору и переробки стружки складає 3-4% від виробничої площини:

					КНУ.КБР.131.26.4-02.04.ОЕП	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

$$S_{смт} = 1200 \cdot \frac{4}{100} = 48 \text{ м}^2 \quad (4.3)$$

При проектуванні на загальному плані цеху повинно бути передбачено підключення верстатів до енергоносіїв цеху (енергосистема, стисле повітря, ЗОР).

Відділення приготування та регенерації ЗОР проектуємо для 2 сумісних цехів з кількістю верстатів більше 50.

Площа відділення для приготування та регенерації ЗОР приймається виходячи із нормативів, для 50 верстатів становить 40 м². Відділення ЗОР об'єднуємо із складом машинного мастила.

Необхідні наступні ЗОР: – емульсії, сульфофрезол, масло машинне.

З врахуванням номенклатури ЗОР та числа верстатів використаємо однотипне по складу ЗОР;

Оскільки кількість цехових верстатів замала, то централізована система постачання ЗОР до верстатів є недоцільною, у цеху використовується механізований спосіб постачання, система постачання ЗОР має мережу, яка розташована у цеху з вихідними кранами які знаходяться у цеху біля колон, звідки ЗОР з застосуванням ручної праці доставляється до верстатів у тарі.

У відділенні передбачене підведення води, пари для нагрівання та стерилізації, а також стисненого повітря для змішування розчинів.

Складається зведена таблиця споживачів стиснутого повітря і пари:

Таблиця 4.2 – Споживання стиснутого повітря і пари

Група обладнання	Витрата, м ³ /ч	Примітки
1. Пневматичний інструмент	9	
2. Технологічне оснащення	48	
3. Обдування стисненим повітрям	58	

Проведемо уточнювальний розрахунок:

1) Обдування верстатів. Обдуванню підлягають усі верстати. Витрати стисненого повітря у середньому 2 м³/ч на кожний верстат. Тиск повітря 4 МПа.

2) Обдування деталей після мийки в баках вузлів та виробів при складанні. Витрата стисненого повітря в середньому 1,0 – 1,2 м³/год на одне встановлене сопло. Тиск повітря 4 МПа. на одне встановлене сопло. Встановлено 2 сопла.

3) Пневматичні затиски. В цеху використовується спеціальне технологічне оснащення для 12 верстатів з пневматичним затиском. Середні витрати 4 м³/г. Тиск повітря 4 МПа.

4) Пневматичні інструменти. У цеху використовується 3 пневматичного інструменту. Середня витрата 3 м³/г. Тиск повітря 4 МПа.

Площа, необхідна для розміщення компресорних установок 6-8% від виробничої площі:

$$S_{компр} = 1200 \cdot \frac{7}{100} = 84 \text{ м}^2$$

					КНУ.КБР.131.26.4-02.04.ОЕП	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

Компресорна станція розміщується в ізолюваному приміщенні з окремим входом із тої сторони приміщення де немає людських потоків , унаслідок високого рівня створюваного шуму.

Проектування цехових складів матеріалів, заготовок і готових деталей

Основною задачею цехових складів є забезпечення нормального ходу виробництва. У комплекс цехових складів входять склади металу, заготовок, між операційний, готових деталей. Склад матеріалів та заготовок складає 5.3..10% від верстатної площі.

Склад заготовок і напівфабрикатів розмістимо на початку прольотів відповідно до оброблюваних деталей.

Між операційні склади призначаються для збереження деталей при переході від однієї операції до іншої. В серійному виробництві створюються між операційні склади для групи верстатів чи ділянок.

Склад готових деталей призначений для збереження деталей перед відправленням на складання. У проектуемому механоскладальному цеху серійного виробництва склад готових деталей поєднуємо з комплектувальним відділенням.

Склад готових деталей і комплектувальний склад розмістимо наприкінці прольотів механічного цеху на шляху проходження деталей на зборку.

Склад готових деталей 5.3..10% від верстатної площі.

Площа для магістральних проїздів та проходів становить 15...20 % від основної площі.

Місце майстрів назначаємо 40 м² .

Дільниця ВТК становить 3...5 % від основної площі (40 м²).

Таблиця 4.3 – Планування площ цехових дільниць

Найменування виробничої площі	Зайнята площа, м ²	Примітки
1	2	3
1. Верстатна площа	105(1200)	Уточнюється планом цеху
2. Площа допоміжних відділень:		
2.1. Інструментальне забезпечення цеху	34	
2.2. Кладова пристосувань	24	
2.3. Кладова абразивів	5	
2.4. Система видалення та переробки стружки	48	
2.5. Склад матеріалів та заготовок	96	
2.6. Склад готової продукції	96	
2.7. Склад ЗОР	84	
3. Дільниця складання	300	

					КНУ.КБР.131.26.4-02.04.ОЕП	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

4. Дільниця ВТК	40	
5. Місце майстрів	20	
6. Магістральні проходи та проїзди	180	
Технологічна площа:	2147	

Планування дільниці складання

З урахуванням конструкції, розміру і ваги виробу, що складаються, і програми випуску визначається форма технологічного процесу складання і його структура (стаціонарна).

Для цієї форми організації складання на площі складальної ділянки, плануються транспортні пристрої, верстати і засоби механізації.

Розташування робочих місць для різних видів робіт складальної ділянки повинне відповідати послідовності проходження деталей по стадіях зборки. Таке розташування дає можливість досягти найменшого шляху руху деталей і одержати постійний загальний напрямок вантажопотоку.

Для заданої деталі організація труда по площі складального цеху планується:

- в обладнання складальної дільниці входить прес – 2 шт.
- стенд для випробування – 1 шт.
- підйомно-транспортне обладнання – кран поворотний консольний з електричною талю;
- верстати спарені та одиничні.

Розробка транспортної системи цеху

На основі аналізу конструкції, габаритів, і ваги оброблюваних деталей і з урахуванням програми випуску застосовуємо метод транспортування і вибираємо устаткування для внутрішнього цехового і міжцехового транспортування.

Таблиця 4.4 – Показники транспортного устаткування цеху

Група обладнання	Кількість	Тип, модель	Вантажо-підйомність, т	Габаритні розміри, м
1. Кран мостовий	2	Кран мостовий	30	18x4
2. Кран консольний стаціонарний поворотний	2	СКПЗ1 5921	3,2	Висота підйому 4 м, висота крюка 4 м
3. Електрокара транспортна	2	ЕКТ-01	2	2,8x1,2x1,5

					КНУ.КБР.131.26.4-02.04.ОЕП	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

Проектування приміщень і засобів для охорони праці

При проектуванні механоскладального цеху необхідно керуватися діючими нормами, інструкціями та правилами проектування, які торкаються питань охорони праці, техніки безпеки, пожежної та вибухової безпеки.

Для створення високого загального рівня виробничого середовища та культури виробництва в цеху необхідно передбачити систему охорони праці.

На плануванні ділянки треба передбачити захисні загородження у основного і допоміжного обладнання та пульти аварійного його відключення . Рекомендована висота загородження 1,3 м від рівню пола.

Загородження виконуються з труб обтягнутих металевою сіткою з вічками 60х60 мм. При використанні підвісного транспорту під проходами та робочими місцями передбачаються захисні щитки, попереджуючі падіння переміщуваних виробів.

В цеху прийнято засоби електробезпеки – розрахована схема заземлення та пожежної безпеки – розрахована кількість та види засобів для тушіння пожеж та відведені місця для їх зберігання (розділ 15).

Проектування систем контролю якості

Контрольне відділення в цеху є частиною загальнозаводського контролю і розташовується наприкінці ділянки механічної обробки по шляху руху деталей на складання. Крім контрольного відділення в механічному цеху між верстатами встановлюються контрольні площадки на якій виконується перевірка деталей між верстатними операціями і тимчасове збереження деталей, до надходження їх для обробки на наступний верстат.

Площі КП і КВ визначають з урахуванням планування всіх робочих місць контролерів, необхідного устаткування й інвентарю.

Тоді площа контрольного відділення складає 40 м².

Розмір контрольних площадок 2,5х2,5 м².

Контрольних площадок в проектованому цеху – 2.

Проектування будівельних та несучих конструкцій будівлі механоскладального цеху

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

Приймаємо рекомендовану сітку колон для середнього машинобудування $L \times l = 18 \times 6$ м.

Висота будівлі $H = 18$ м;

Довжина будівлі 118 м; крок колон по периметру будівлі дорівнює 6 м.

З урахуванням норми на довжину цеху, яка не повинна перевищувати 80 м для механоскладальних цехів середнього машинобудування проектуємо двох прольотну будівлю довжиною 60 м із сіткою колон 18×6 м. Уточнена площа цеху

					КНУ.КБР.131.26.4-02.04.ОЕП	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

становить 2160 м² з урахуванням розвитку виробництва.

Будівля одноповерхова з добудовою для побутових та адміністративних приміщень (на плані цеху не показуємо).

Креслимо план цеху у масштабі 1:100.

Виконуємо компоновочний план цеху.

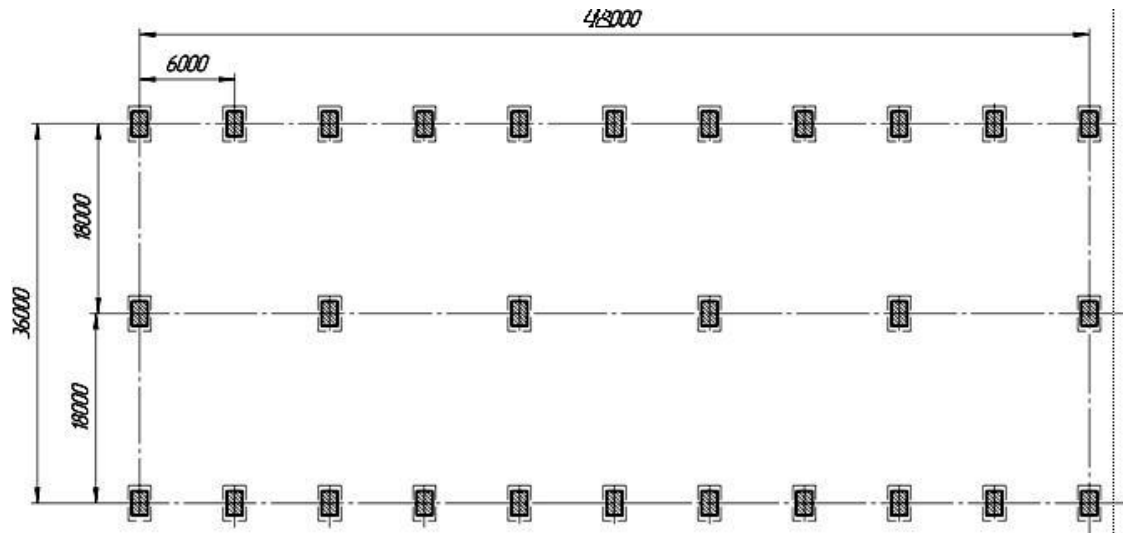


Рисунок 4.4 – Сітка колон проектуємого цеху

					КНУ.КБР.131.26.4-02.04.ОЕП	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

ВИСНОВКИ

У бакалаврській роботі на тему «Організація виробництва великогабаритних деталей приводів гірничо-металургійного обладнання з розробкою та інженерним обґрунтуванням конструкцій і технологій виготовлення з використанням CAD/CAM-технологій з детальною розробкою технологічного процесу виготовлення кришки циліндричного редуктора Ц-1250» вирішено комплекс взаємопов'язаних конструкторських, технологічних та організаційних завдань, спрямованих на підвищення ефективності виробництва відповідальних великогабаритних деталей машинобудування.

У процесі виконання роботи проведено аналіз конструкції та службового призначення кришки циліндричного редуктора Ц-1250, визначено умови її експлуатації та основні вимоги до точності, якості поверхонь і надійності. Виконано оцінку технологічності конструкції деталі, що дозволило обґрунтувати вибір раціональних технологічних рішень і забезпечити ефективне виготовлення виробу в умовах машинобудівного підприємства.

На основі аналізу можливих способів отримання заготовки обрано найбільш доцільний варіант її виготовлення, що забезпечує необхідні технічні характеристики, зниження матеріаломісткості та скорочення обсягів механічної обробки. Розроблено маршрутний та операційний технологічні процеси виготовлення деталі з визначенням технологічних баз, припусків на механічну обробку, режимів різання, норм часу та необхідного технологічного оснащення.

Особливу увагу приділено застосуванню сучасних CAD/CAM-технологій. У середовищі SolidWorks створено тривимірну параметричну модель деталі, що дозволило виконати перевірку конструктивних рішень та підготувати комплект конструкторської документації. У САМ-системі розроблено технологічні операції механічної обробки та сформовано керуючі програми для обладнання з числовим програмним керуванням, що забезпечує підвищення точності обробки, скорочення термінів технологічної підготовки виробництва та зменшення ймовірності помилок під час програмування.

У роботі також виконано аналіз організації виробництва великогабаритних деталей приводів гірничо-металургійного обладнання та запропоновано шляхи її вдосконалення шляхом використання сучасного високопродуктивного обладнання, прогресивних методів обробки та цифрових технологій підготовки виробництва. Проведено підбір сучасних зарубіжних аналогів металорізального обладнання, що дозволяє підвищити техніко-економічні показники виробництва та забезпечити конкурентоспроможність продукції.

					КНУ.КБР.131.26.4-02.В					
Змін	Аркв	№	Підпис	Дат						
Розроб.		Капенчук								
Перевір.		Кіяновський								
Н. контр.		Нечаєв			ВИСНОВКИ					
Затверд.		Рязанцев								
					Лім.		Арк.		Арквшів	
					Кафедра ТМ зп ЗПМ-ЗЗск					

У розділі з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях проаналізовано небезпечні та шкідливі виробничі фактори, характерні для виготовлення великогабаритних деталей, і розроблено комплекс організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів щодо забезпечення безпечних умов праці персоналу.

Результати виконаної роботи підтверджують, що впровадження сучасних CAD/CAM-технологій, використання раціонально спроектованих технологічних процесів та удосконалення організації виробництва дозволяють підвищити продуктивність праці, забезпечити стабільну якість виготовлення кришки циліндричного редуктора Ц-1250, скоротити виробничі витрати та підвищити ефективність виготовлення великогабаритних деталей приводів гірничо-металургійного обладнання. Запропоновані технічні рішення можуть бути використані під час модернізації діючих виробництв і впровадження сучасних цифрових технологій у машинобудуванні.

					КНУ.КБР.131.26.4-02.В	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1.С.Г. Бондаренко. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва. – Київ, 1993.
- 2.Дипломне проектування з технології машинобудування/ Григурко О.І, Брендуля 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 ковани 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, Брендуля МФ., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008, 576 с.
- 15.Залога В. О. Сучасні інструментальні матеріали у машинобудуванні..... Суми: СумДУ, 2013.
- 16.Кузнєцов Ю.М. Верстати з ЧПУ та верстатні комплекси. Частина 2.-К.-Тернопіль.ТОВ «ЗМОК» -ПП «Гнозіс», 2001.-298 с.
- 17.Кіяновський М.В., Цивінда Н.І., Цівко Ф.В. Довідник нормувальника машинобудівного виробництва. – Кривий Ріг: Видавничий центр КТУ, 2008.
- 18.Методичні вказівки з курсу ”Системи ЧПК та програмування обробки деталей” до практичної роботи ”Розробка верстатно-інструментального налагодження на верстати з ЧПК”, для здобувачів спеціальності 131 Прикладна механіка денної та заочної форми навчання / Цивінда Н.І., - Кривий Ріг: КНУ, 2025.
19. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: Підручник. – Львів: Афіша, 2005.

					КНУ.КБР.131.26.4-02.СВД			
<i>Змін</i>	<i>Аркв</i>	<i>№</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ			
<i>Розроб.</i>	<i>Капенчук</i>							
<i>Перевір.</i>	<i>Кіяновський</i>							
<i>Н. контр.</i>	<i>Нечаєв</i>							
<i>Затверд.</i>	<i>Рязанцев</i>							
						<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Арквшів</i>
						Кафедра ТМ зв ЗПМ-ЗЗск		

- 20.ДСТУ ГОСТ 3.1127:2014. Єдина система технологічної документації. Загальні правила виконання текстових технологічних документів. (ГОСТ 3.1127-93, IDT).
- 21.ДСТУ ГОСТ 3.1128:2014. Єдина система технологічної документації. Загальні правила виконання графічних технологічних документів. (ГОСТ 3.1128-93, IDT).
- 22.ДСТУ 2974-95. Технологічне підготовлення виробництва. Основні терміни та визначення.
- 23.ДСТУ 2925-94. Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення.
- 24.ДСТУ ГОСТ 3.1102:2014 Єдина система технологічної документації. Стадії розробки та види документів. Загальні положення).
- 25.ДСТУ ГОСТ 3.1105:2014 Єдина система технологічної документації. Форми та правила оформлення документів загального призначення
- 26.ДСТУ ГОСТ 2.308:2013 ЄСКД. Зазначення допусків форми та розміщення поверхонь (ГОСТ 2.308-2011, IDT).
- 27.Єдина система конструкторської документації НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ І ГРАНИЧНИХ ВІДХИЛІВ (ГОСТ 2.307-2011, IDT) ДСТУ ГОСТ 2.307:2013
- 28.Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи для студентів спеціальності 131“Прикладна механіка ”Освітньо-професійної програми Прикладна механіка усіх форм навчання, Кривий Ріг: КНУ, 2025.

					КНУ.КБР.131.26.4-02.СВД	Арку
Змі	Арку	№	Підпис	Дат		

ДОДАТКИ

Взам.												
Подл.							Из м	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
Разраб.												
Проверил												
Согласов.												
Т. контр.												
Н. Контр.												

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедрою технології машинобудування

_____(Рязанцев А.О.)

«__»_____2026

г.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС

Виготовлення деталі кришка редуктору
редуктор

УЗГОДЖЕНО:

Керівник _____(Кіяновський М.В.)

Розробник ____.(Каренчук Р.Л.)

Н.контроль _____(Нечаєв В.П.)

ТП

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС

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

**АЛЬБОМ КРЕСЛЕНЬ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-
ЗАСВІДЧУЮЧИХ АРКУШІВ**

КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Організація виробництва великогабаритних деталей приводів гірничо-металургійного обладнання з розробкою та інженерним обґрунтування конструкцій і технологій виготовлення з використанням CAD/CAM-технологій.

Виконав здобувач.гр. ЗПМ-23ск

Роман КАРЕНЧУК

Керівник роботи

Микола КІЯНОВСЬКИЙ

Нормоконтроль

Василь НЕЧАЄВ

Завідувач кафедри

Антон РЯЗАНЦЕВ

м.Кривий Ріг
2026 р

[illegible]

