

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет інженерно-технологічний**  
**Кафедра механічної та електричної інженерії**

Пояснювальна записка

*до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти*

*бакалавр*

на тему: «Організація машинобудівного виробництва із виготовлення  
гільзи циліндра дизельного двигуна»

КРБ.133ГМбд\_42.11.00.00.000 ПЗ

Виконав: здобувач вищої освіти  
за освітньо-професійною програмою  
*«Машини та обладнання*  
*сільськогосподарського виробництва»*  
спеціальності 133 *«Галузеве*  
*машинобудування»*  
ступеня вищої освіти *бакалавр*  
групи 133ГМбд\_42  
ХОРСУН Вадим

Керівник: канд. техн. наук, доцент  
ПОПОВ Станіслав

**Полтава – 2026 року**

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет інженерно-технологічний  
Кафедра механічної та електричної інженерії

Освітньо-професійна програма «*Машини та обладнання  
сільськогосподарського виробництва*»

Спеціальність 133 «*Галузеве машинобудування*»  
Ступінь вищої освіти *бакалавр*

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри**  
**механічної та електричної**  
**інженерії,**  
канд. техн. наук, доцент,  
\_\_\_\_\_ Станіслав ПОПОВ  
03 грудня 2025 р.

**ЗАВДАННЯ**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

***Вадим ХОРСУН***

1 Тема роботи: «*Організація машинобудівного виробництва із виготовлення гільзи циліндра дизельного двигуна*»,

керівник роботи ***канд. техн. наук, доцент Станіслав ПОПОВ,***  
затверджено засіданням кафедри, протокол №9 від 03 грудня 2025 р.

2 Строк подання здобувачем вищої освіти роботи – до 31 травня 2026 р.

3 Вихідні дані до роботи – *двигун дизельний: потужність, кВт, 2206; тиск наддуву повітря, МПа, 0,155...0,185; максимальна частота обертання колінчатого валу, об/хв., 338...860; тиск згоряння палива, МПа, 13,5; питома витрата палива, г/кВт-год, 205; система живлення – розподілене впорскування; охолодження – рідинне; крутний момент, Н·м, 2500; габаритні розміри, мм, 2000×800×1000; маса, кг, 1500; річна програма випуску, шт., 500.*

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Розділ 1. *Загальний*

Розділ 2. *Технологічний*

Розділ 3. *Конструкторський*

Розділ 4. *Економіка, охорона праці та навколишнього середовища*

5 Перелік графічного матеріалу: *складальний кресленник вузла, що вноситься на розгляд; кресленник деталі вузла; кресленник заготовки деталі вузла; складальний кресленник затискного пристосування.*

6 Консультанти розділів *кваліфікаційної роботи*

Розділ	Власне ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання отримав
Економіка, охорона праці та навколишнього середовища	Інна МИКОЛЕНКО, професор кафедри економіки та публічного управління		
	Володимир ДУДНИК, доцент кафедри механічної та електричної інженерії		
	Павло ПИСАРЕНКО, завідувач кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля		

7 Дата видачі завдання 03 грудня 2025 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з.п.	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір, затвердження теми роботи	До 03.12.2025 р.	
2	Складання, затвердження розгорнутого плану, завдання на кваліфікаційну роботу	15.12-28.12.2025 р.	
3	Опрацювання літературних джерел		
4	Збір, вивчення, обробка інформації, необхідної для виконання роботи		
5	Виконання розділів роботи, графічної частини	04.05-31.05.2026 р.	
6	Оформлення тексту роботи	До 31.05.2026 р.	
7	Попередній захист роботи на кафедрі		
8	Нормалізаційний контроль		
9	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень і пропозицій		
10	Захист кваліфікаційної роботи	3 01.06.2026 р.	

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ Вадим ХОРСУН  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Станіслав ПОПОВ  
(підпис)

## РЕФЕРАТ

**Пояснювальна записка:** 4 розділи, 5 рисунків, 8 таблиць, 50 використаних джерел, 48 сторінок.

**Об'єкт розробки** – дизельний двигун внутрішнього згоряння.

**Предмет розробки** – конструкторсько-технологічні аспекти забезпечення процесів виготовлення гільзи циліндра.

**Постановка актуальної технічної задачі** – дослідити можливості машинобудівного виробництва стосовно виготовлення складової деталі для забезпечення працездатного стану дизельного двигуна внутрішнього згоряння за умов визначеного типу виробництва.

**Мета кваліфікаційної роботи бакалавра** – розроблення базових положень підготовки виробництва для забезпечення потреб ринку.

**Практичне значення кваліфікаційної роботи бакалавра** – розробка документації для впровадження на машинобудівному підприємстві, що спеціалізується на виготовленні вузла.

У загальному розділі наведено загальні положення щодо вузла, винесеного на розгляд.

У технологічному розділі проведено відпрацювання на технологічність виробу та його деталі. Запропоновано маршрути обробки поверхонь гільзи циліндра. Визначено припуски та операційні розміри на обробку відомими методами.

У конструкторському розділі було запропоновано конструкцію затискного пристосування для токарної обробки функціональних поверхонь, а також проведено розрахунок зусилля затиску, параметрів силового приводу, слабкої ланки на міцність.

У розділі економіки, охорони праці та навколишнього середовища здійснено техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки гільзи циліндра, висвітлено питання охорони праці, захисту довкілля на ливарних підприємствах машинобудівної галузі.

**Практичні результати роботи** – розроблено складальний кресленик гільзи циліндра у зборі (двигун дизельний: потужність, кВт, 2206; тиск наддуву повітря, МПа, 0,155...0,185; максимальна частота обертання колінчатого валу, об/хв., 338...860; тиск згоряння палива, МПа, 13,5; питома витрата палива, г/кВт·год, 205; система живлення – розподілене впорскування; охолодження – рідинне; крутний момент, Н·м, 2500; габаритні розміри, мм, 2000×800×1000; маса, кг, 1500; річна програма випуску, шт., 500), вресленик гільзи, кресленик вилівка гільзи, складальний кресленик затискного пристосування для виконання токарної операції механічної обробки гільзи, здійснено технологічно-конструкторські розрахунки.

**Рекомендації щодо використання результатів роботи** – гільза циліндра входить до складу дизельного двигуна внутрішнього згорання.

**Сфера застосування результатів роботи** – галузеве машинобудування.

Графічна частина становить 3,5 арк. ф. А1.

Текст пояснювальної записки кваліфікаційної роботи пройшов перевірку на плагіат за допомогою відповідного сервісу і є оригінальним.

#### АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі бакалавра розглядається конструкція гільзи циліндра, що використовується у дизельного двигуна внутрішнього згорання. Представлено службове призначення вузла. Здійнено аналіз параметрів точності деталі. Охарактеризовано конструкційний матеріал для виготовлення. Визначено тип виробництва. Проведено відпрацювання на технологічність. Проаналізовано діючий процес виготовлення. Розроблено маршрут обробки поверхонь гільзи циліндра. Визначено припуски та операційні розміри. Запропоновано конструкцію затискного пристосування, а також приділено увагу розрахункам зусилля затиску, параметрів штовального приводу, слабкої ланки на міцність. Розраховано економічну ефективність заготівельного виробництва. Вивілено питання охорони праці, захисту довкілля на ливарних підприємствах машинобудівної галузі.

ГІЛЬЗА ЦИЛІНДРА, ДИЗЕЛЬНИЙ ДВИГУН, АНАЛІЗ ТОЧНОСТІ, МАРШРУТ ОБРОБКИ, ПРИПУСК, ПРИСТОСУВАННЯ ЗАТИСКНЕ, ЗАГОТОВКА, ЛИВАРНЕ ВИРОБНИЦТВО, ДОВКІЛЛЯ

#### ANNOTATION

The bachelor's qualification work considers the design of a cylinder liner used in a diesel internal combustion engine. The service purpose of the unit is presented. The analysis of the accuracy parameters of the part is carried out. The structural material for manufacturing is characterized. The type of production is determined. The testing for manufacturability is carried out. The current manufacturing process is analyzed. The route for processing the surfaces of the cylinder liner is developed. The allowances and operating dimensions are determined. The design of the clamping device is proposed, and attention is paid to the calculations of the clamping force, the parameters of the power drive, the weak link for strength. The economic efficiency of the blanking production is calculated. The issues of labor protection and environmental protection at foundry enterprises of the machine-building industry are highlighted.

CYLINDER LINER, DIESEL ENGINE, ACCURACY ANALYSIS, MACHINING ROUTE, ALLOWANCE, CLAMPING DEVICE, BLANK, FOUNDRY PRODUCTION, ENVIRONMENT

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ .....	8
1.1 Службово призначення вузла, характеристика, опис .....	8
1.2 Аналіз параметрів точності .....	11
1.3 Характеристика матеріалу деталі, замінник .....	14
1.4 Визначення типу виробництва та програми запуску .....	15
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ .....	16
2.1 Аналіз технологічності вузла та деталі .....	16
2.2 Аналіз діючого технологічного процесу виготовлення .....	21
2.3 Обробка поверхонь .....	24
2.4 Розробка маршруту виготовлення деталі .....	27
2.5 Визначення припусків на обробку та операційних розмірів .....	31
РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ .....	35
3.1 Розробка конструкції затискного пристосування .....	35
3.2 Розрахунок зусилля затиску .....	37
3.3 Розрахунок параметрів силового приводу .....	39
3.4 Розрахунок слабкої ланки на міцність .....	39
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА .....	41
НАВКОЛИПНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....	41
4.1 Техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки деталі .....	41
4.2 Заходи з охорони праці при ливарному виробництві .....	43
4.3 Вплив ливарного виробництва на довкілля .....	45
ВИСНОВКИ .....	48
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....	49

КРБ.133ГМбД\_42.11.00.00.000 ІЗ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Виконав		Хорсун В.С.			Зміст	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Попов С.В.				н	5	48
Керівник		Попов С.В.						
Н. контр.		Попов С.В.						
Затверд.		Попов С.В.						
					ПДАУ, 2026 р.			

## ВСТУП

Дизельні двигуни широко застосовуються у сільському господарстві завдяки своїй високій ефективності, надійності та економічності. Ось кілька ключових областей їх використання:

1) трактори (дизельні трактори є основним обладнанням для обробки землі, посіву та збирання врожаю. Вони забезпечують потужність виконання важких робіт);

2) комбайни (для збирання врожаю використовують комбайни з дизельними двигунами, які забезпечують високу продуктивність та надійність у полі);

3) іригаційні системи (дизельні насоси застосовуються для подачі води в іригаційних системах, особливо в регіонах з обмеженим доступом до водних ресурсів);

4) генератори (дизельні генератори забезпечують електроенергію для ферм, особливо у віддалених районах, де немає доступу до централізованих електромереж);

5) транспортні засоби (для перевезення продукції та матеріалів у сільському господарстві використовуються дизельні вантажівки та інші транспортні засоби);

6) обробка ґрунту (дизельні двигуни застосовуються у пристроях для обробки ґрунту, таких як ротарійні культиватори та сівалки).

Отже, переваги дизельних двигунів у сільському господарстві включають їхню високу паливну ефективність, тривалий термін служби та здатність працювати у важких умовах [32].

Деталь, винесена на розгляд у кваліфікаційній роботі (гільза), є складовою частиною двигуна внутрішнього згоряння.

**Мета** роботи полягає у розробленні базових положень для підготовки виробництва із забезпечення потреб ринку. **Об'єктом** розробки є дизельний двигун внутрішнього згоряння, а **предметом** – конструкторсько-технологічні аспекти забезпечення процесів виготовлення гільзи циліндра.

Для вирішення поставленої мети необхідно розв'язати наступні **задачі**:

- проаналізувати службове призначення вузла, здійснити аналіз точності, охарактеризувати конструкційний матеріал, що застосовуються для виготовлення деталі, а також визначити тип виробництва на підставі річної програми запуску виробу;
- здійснити відбракування на технологічність вузла та деталі, запропонувати маршрут обробки поверхонь деталі, а також визначити припуски та операційні розміри відомими методами;
- сконструювати затискне пристосування для реалізації процесу механічної обробки, а також здійснити його розрахунок;
- визначити економічну ефективність методу отримання заготовки деталі, а також запропонувати заходи із охорони праці та захисту довкілля;
- розробити комплект технічної документації для забезпечення потреб підприємств та вузевого машинобудування.

					КРБ.133ГМбд_42.11.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

## РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ

### 1.1 Службове призначення вузла, характеристика, опис

Гільза циліндра у зборі (рисунок 1.1) є складальною одиницею дизельного двигуна внутрішнього згорання, що являє собою чотирьохактний, восьмициліндровий V-подібний двигун з газотурбінним наддувом і охолодженням повітря, що надувається.

Рисунок 1.1 – Гільза циліндра у зборі: 1 – гільза циліндра; 2 – сорочка;  
3, 5, 9, 12 – кільце гумове; 4 – шпилька; 6, 8 – гайка; 7 – шайба;  
10 – прокладка; 11 – втулка

					КРБ.133ГМбд_42.11.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Основою дизеля є зварно-литий, сталевий блок циліндрів. У отвори блоку вставлені гільзи циліндрів з сорочками. На гільзу циліндра 1 напресована сорочка 2. Між гільзою і сорочкою створена порожнина для проходження охолоджуючої рідини, яка ущільнена гумовими кільцями 3 і 9. До кришки циліндра гільза прикріплюється шпильками 4. Стик між кришкою і гільзою циліндра ущільнений сталеву обмідненою прокладкою. У блоці гільза фіксується верхнім і нижнім опорними поясами. В отвори верхнього торця гільзи циліндрів запресовані втулки 11. Із зовнішнього боку втулки мають теплоізолюючий шар. Їх бурти ущільнені знизу паронітовими прокладками 10, а зверху – гумовими кільцями 12. Охолоджуюча вода по отвору в блоці циліндрів поступає в порожнину охолодження через втулки 11 перетікає в кришку циліндра. У нижній частині втулки є два отвори для закріплення пристрою, що утримує поршень у гільзі циліндра при підніманні і опусканні циліндрового комплексу.

Основна технічна характеристика двигуна наведена у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика дизельного двигуна

Назва параметра	Величина
Потужність, кВт	2200
Тиск наддуву повітря, МПа	0,155...0,165
Максимальна частота обертання колінчатого валу, об/хв.	338...860
Тиск згоряння палива, МПа	13,5
Питома витрата палива, г/кВт·год	205
Система живлення	розподілене впорскування
Охолодження	рідинне
Крутний момент, Н·м	2500
Габаритні розміри, мм	2000×800×1000
Маса, кг	1500

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.133ГМбд\_42.11.00.00.000 ПЗ

Аркуш

9

На нижньому бурті втулки зроблено скіс, який при установці вузла в блок повинен знаходитися з боку всмоктування. Шпилька закріплення гільзи до кришки циліндра, встановлена над скосом, має глуху гайку 6 і гумове кільце 15 для ущільнення шпильки у кришці циліндра. Найвідповідальнішою поверхнею вузла є внутрішня поверхня гільзи циліндра, де присутні висока температура, близько 160°C, і тертя поршня та поршневих кілець. Основна функція – це забезпечення нормального стискання у камері згорання та мінімальний знос поверхні тертя. Тому гільза циліндра виготовляється з хроммолібденового чавуну, що володіє високою зносостійкістю необхідними антифрикційними властивостями.

Деталлю, що вноситься на детальний розгляд, є гільза циліндра (рисунок 1.2).

Рисунок 1.2 – Гільза циліндра

					КРБ.133ГМбд_42.11.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Це металева деталь, що служить для створення робочого простору циліндра, в якому відбувається згорання палива і рух поршня. Гільза виконує кілька ключових функцій:

- стійкість до високих температур і тиску: гільза повинна підтримувати значні термічні та механічні навантаження, що виникають в процесі роботи двигуна;
- зносостійкість: поверхня гільзи обробляється спеціальним способом, щоб знизити знос від тертя з поршнем і кільцями;
- теплопередача: гільза допомагає відвести тепло від камери згорання, запобігаючи перегріву двигуна.

Деталь виготовляється із сірого чавуну СЧ40 за ДСТУ 8833:2019.

Для нормального функціонування як вузла, так і всього двигуна в цілому, необхідно виконувати вимоги з експлуатації, особливо стежити за температурними показниками.

## 1.2 Аналіз параметрів точності

При проведенні аналізу параметрів точності деталі заповнюємо таблицю 1.2 (рисунок 1.2), у якій наведені дані про точність виготовлення та якість обробки [3, 9, 11, 13, 18, 21, 25, 29, 40, 47, 48].

Таблиця 1.2 – Аналіз точності деталі

№ пов.	Найменування поверхні	Розміри з відхиленням	Квалітет точності	Точність форми	Точність відносного положення	Шорсткість, мкм	
						R <sub>a</sub>	R <sub>z</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Торець	520 <sub>-0,7</sub>	h12	—	—	—	20

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8
2.	Горель	520 <sup>-0,7</sup>	h12	—		—	20
3.	Циліндрична поверхня	Ø250 <sup>+0,052</sup>	H7	—	—	0,63	—
4.	Циліндрична поверхня	Ø339,5 <sup>-1,4</sup>	h14	—	—	—	20
5.	Циліндрична поверхня	Ø325 <sup>+0,089</sup>	H8	—		2,5	—
6.	Циліндрична поверхня	Ø295 <sup>-1,3</sup>	h14	—	—	—	20
7.	Циліндрична поверхня	Ø273 <sup>+0,52</sup>	H7	—	—	—	20
8.	Циліндрична поверхня	Ø340 <sup>-0,210 -0,299</sup>	d8	—		2,5	—
9.	Циліндрична поверхня	Ø285 <sup>-1,3</sup>	h14	—	—	—	20
10.	Циліндрична поверхня	Ø299,5 <sup>-0,5</sup>	—	—	—	—	20
11.	Циліндрична поверхня	Ø340 <sup>-0,056 -0,133</sup>	f7	—		2,5	—
12.	Циліндрична поверхня	Ø285 <sup>-1,3</sup>	h14	—	—	—	20
13.	Виступ	Ø552 <sup>-0,36</sup>	h11	—	—	2,5	—
14.	Різьбова поверхня	M20×1,5- 6H	—	—		—	20
15.	Отвір	Ø12 <sup>+0,027</sup>	H6	—		2,5	—

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8
16.	Виступ	410±2	—	—	—	—	20
17.	Канавка	8 <sup>+0,09</sup>	H11	—	—	2,5	—
18.	Канавка	8 <sup>+0,09</sup>	H11	—	—	2,5	—
19.	Канавка	8 <sup>+0,09</sup>	H11	—	—	2,5	—
20.	Лиска	4 <sub>-0,3</sub>	±IT14/2	—	—	—	20
21.	Дно канавки	5 <sub>-0,08</sub> <sup>-0,01</sup>	—	—		2,5	—
22.	Дно канавки	5 <sub>-0,06</sub> <sup>+0,12</sup>	—	—		2,5	—
23.	Площина	0,25±0,05	—	—	—	—	20
24.	Виступ	2 <sup>+0,1</sup>	H12	—		—	20
25.	Виступ	0,7 <sup>-0,1</sup>	—	—	—	—	20
26.	Виступ	0,7 <sup>-0,1</sup>	—	—	—	—	20
27.	Виступ	2 <sup>+0,1</sup>	—	—	—	—	20
28.	Виступ	0,7 <sup>-0,1</sup>	—	—	—	—	20
29.	Отвір	Ø11 <sup>+0,43</sup>	H14	—	—	—	80
30.	Виїмка	Ø20 <sup>+0,52</sup>	H14	—	—	—	80
31.	Виїмка	Ø15 <sup>+0,43</sup>	±IT14/2	—	—	—	80
32.	Виступ	85 <sub>-0,22</sub>	h11	—	—	—	20
33.	Канавка	38±0,5	—	—	—	—	20
34.	Різьбова поверхня	36±0,5	—	—	—	—	80

При проведенні аналізу виявлено, що вимоги до точності і шерсткості прийнятні, розміри проставлені раціонально. Найточніша внутрішня поверхня – циліндрична поверхня діаметром 260H7, шерсткість  $R_a=0,03$  мкм, що цілком задовольняє умови працездатності. Дана вимога виконується застосуванням методу хонінгування при остаточній обробці.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.133ГМбд\_42.11.00.00.000 ПЗ

Аркуш

13

### 1.3 Характеристика матеріалу деталі, замінник

Для виготовлення деталі застосовується сірий чавун СЧ40 за ДСТУ 8833:2019 (таблиця 1.3) [24, 37].

Таблиця 1.3 – Хімічний склад матеріалу деталі

Хімічний склад, %								
C+Si	C	Mn	P	S не	Cr	Ni	Mo	Cu
			більше					
4,4-5,3	2,9-3,2	0,8-1,2	0,18	0,06	0,4-0,06	1,1-1,5	0,4-0,6	0,25-0,45

Механічні властивості чавуну гільзи циліндра повинні бути наступними:

- тимчасовий опір при розтягненні не менше 200 МПа;
- твердість за Брінелем НВ 217...269;
- межа міцності при згині чавуну повинна бути не менше 650 МПа.

Мікроструктура чавуну гільз повинна являти собою перлітну основу з рівномірно розподіленими включеннями пластинчатого графіту. Матеріал деталі відповідає умовам експлуатації, маючи при цьому високі антифрикційні властивості і не потребує заміни. Але у випадку необхідності можемо запропонувати сірий чавун марки СЧ 30.

Це сірий чавун, що має меншу міцність порівняно з СЧ 40, але також має добру оброблюваність і ливарні властивості. Він може бути використаний у менш навантажених конструкціях або в тих випадках, коли вимоги до міцності менш суворі.

Якщо потрібно замінити СЧ 40 на СЧ 30, то необхідно мати на увазі наступні моменти:

- навантажувальні умови (переконатися, що передбачувана заміна не вплине на міцність та довговічність виробу);
- оброблюваність (СЧ 30 краще обробляється, що може знизити витрати на виробництво);

- корозійна стійкість (якщо виріб піддається корозії, можливо, варто розглянути додаткові покриття або обробку).

#### 1.4 Визначення типу виробництва та програми запуску

Маркетингове дослідження показало попит ринку в деталях типу гільза циліндра у кількості 500 штук на рік. Визначимо річну програму запуску виробів за формулою.

$$N_{зан} = (N_{вин} + N_{зч}) \cdot (1 + k_{бр}), \quad (1.1)$$

де  $N_{вин}$  – річна програма випуску виробів, шт.;

$N_{зч}$  – кількість виробів, що йдуть на запчастини, приймаємо рівною 3-5% від програми випуску, тис. од;

$k_{бр}$  – коефіцієнт, що враховує технологічні витрати, які неможливо уникнути.

Приймаємо рівним 2-3% від сумарної кількості виробів, що формують програму випуску та йдуть на запчастини.

$$N_{зан} = (500 + 0,04 \cdot 500) \cdot (1 + 0,025) = 533 \text{ (шт.)}$$

Максимальна маса оброблюваних заготовок деталей вузла не перевищує 300 кг, тому за [34] визначаємо тип виробництва - середньосерійне.

					КРБ.133ГМбд_42.11.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

## РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

### 2.1 Аналіз технологічності вузла та деталі

Аналіз технологічності вузла та деталі включає оцінку їх конструкції, виробничих процесів та експлуатаційних характеристик. Ось ключові аспекти, на які варто звернути увагу:

#### 1. Конструкція:

- форма та розміри (оптимальність геометрії для подальшої обробки);
- кількість деталей (складність вузла та можливість скорочення кількості компонентів).

#### 2. Матеріали:

- вибір матеріалів (відповідність матеріалів вимогам міцності, легкості та корозійної стійкості);
- технологічність обробки (можливість застосування доступних технологій (точіння, фрезерування, лиття та ін.).

#### 3. Виробничі процеси:

- технологічні операції (ефективність операцій, що використовуються, час на обробку);
- автоматизація (можливість автоматизації процесів підвищення продуктивності).

#### 4. Складання:

- легкість складання (наявність уніфікованих з'єднань, мінімізація числа операцій);
- регулювання та налаштування (спрощення процесів налаштування вузлів у процесі експлуатації).

#### 5. Експлуатаційні характеристики:

- надійність та термін служби (оцінка довговічності вузла та деталі);

										Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						16

- умови експлуатації (здатність витримувати задані умови (температура, вологість, навантаження).

6. Економічні аспекти:

- собівартість (оцінка вартості матеріалів та виробничих процесів);
- порівняння з аналогами (аналіз конкурентоспроможності).

7. Екологічні аспекти:

стале виробництво (оцінка впливу на довкілля, можливість переробки матеріалів)

Саме ці аспекти допоможуть визначити, наскільки вузол або деталь є технологічними, виявити можливі шляхи для їх поліпшення [23].

При складанні вузла і встановленні його у двигун приганяльні роботи відсутні. Це пояснюється правильним вибором конфігурації деталей, доцільним їх розташуванням, застосуванням гумових кілець, що компенсують похибку при встановленні.

Можливість спрощення з'єднання деталей виключається, так як при цьому зміниться герметичність вузла. У даному випадку з'єднання деталей найпростіше і зменшення кількості деталей виключається. Вузол не має зайвих складових частин.

Дана складальна одиниця піддається в умовах експлуатації періодичним розбиранням зри ремонті. Вузол технологічний з точки зору процесу розбирання завдяки простому прикріпленню одної деталі до іншої наявності різьбового з'єднання і складових частин.

Гільза циліндра у блок дизеля встановлюється за діаметром шорочки 318 мм і гільзи – 285 мм. Нещільність компенсується гумовими кільцями. Безначеність базування здійснюється завдяки прикріпленню вузла до кришки.

Компоновка складальної одиниці досить хороша. Гумові ущільнювачі встановлюються у канавки на деталях, що зручно з точки зору їх надійної фіксації. Так як деталі мають зручну циліндричну форму є нормальний доступ до поверхонь складання.

У конструкції вузла передбачені елементи, що забезпечують задану точність

						КРБ.133ГМбд_42.11.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			17

розташування її складових частин. Фаски, виконані на втулці циліндра і сорочки, центрують складальну одиницю у блоці дизеля. Роль компенсаторів і регуляторів відіграють гумові ущільнення.

На основі цих факторів можна зробити висновок, що вузол є технологічним, що приводить до спрощення та скорочення трудомісткості складання, дозволяє не тільки знизити вартість виробів, але й одночасно підвищити їх якість.

Результати аналізу на технологічність деталі наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Аналіз на технологічність деталі

№ з.п.	Показники технологічності	Висновки за показниками технологічності	Дії щодо поліпшення технологічності
1	2	3	4
1	Необхідна наявність зручних технологічних баз, які забезпечують необхідну орієнтацію і надійне закріплення заготовки.	Деталь має зручні технологічні бази: на першій операції механічної обробки – отвір, на подальших операціях – зовнішню поверхню й отвір. Таким чином забезпечується необхідна орієнтація і надійне закріплення заготовки.	
2	Конструкція деталі повинна дозволити установку і закріплення її простими пристроями.	Конструкція деталі дозволяє установку і закріплення її простими пристроями: пневматичними розтискними оправками, упорами.	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
3	Отвори в деталі повинні бути такими, щоб їх можна було обробити на прохід.	Деталь має не глухі отвори: M10, 12 отворів Ø12, два отвори Ø11 і глухі отвори M20 у кількості шести.	Виконання глухих отворів M20 у даному випадку доцільне, так як зміна конструкції отворів позначиться на прцездатності деталі.
4	В деталях необхідно уникати отворів $L > 8 \dots 10D$ .	У даному випадку такі отвори відсутні.	-
5	Розміри розташування отворів повинні допускати багатошпindelну обробку, для цього відстань між осями повинна бути не менше 30...40 мм.	Розміри розташування отворів допускають багатошпindelну обробку.	-
6	Не потрібно застосовувати дрібні різьбові отвори.	У конструкції деталі не застосовуються отвори (найменший різьбовий отвір M10).	-

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
7	Припуски на заготовку повинні бути мінімальні.	Виходячи з виробничої програми і методу отримання заготовки – литво у піщані форми при машинній формовці припуски на заготовку мінімальні.	-
8	Різьбові отвори не бажані.	Найменший різьбовий отвір М10.	-
9	При аналізі креслення необхідна перевірка співвідношення між допуском і шорсткістю.	При проведенні аналізу креслення виявлено, що є співвідношення між полями допусків і шорсткістю, крім поверхні $\varnothing 325H8$ .	На поверхні $\varnothing 225H8$ встановити шорсткість $R_a=2,5$ мкм.
10	Для автоматизованого складання необхідно застосувати елементи для самовстановлення і центрування поверхонь.	Конструкція втулки циліндра має елементи для самовстановлення і центрування поверхонь – фаски, радіуси закруглень.	-

Конструкція гільзи циліндра є технологічною, так як забезпечуються не лише експлуатаційні вимоги, а і вимоги до найбільш економічного виготовлення. При проведенні аналізу виявлено, що деталь відповідає основним показникам технологічності обробки деталей в автоматизованому виробництві.

## 2.2 Аналіз діючого технологічного процесу виготовлення

### 1. Операція 005 Заготівелина.

Заготовка для виготовлення гільзи циліндра отримується методом лиття в піщано-глинисті форми при машинній формовці. Коефіцієнт використання металу у даному випадку:

$$K_{\text{ВМ}} = \frac{m_g}{m_3}, \quad (2.1)$$

де  $m_g$  – маса деталі,  $m_g = 57,6$  кг;

$m_3$  – маса заготовки,  $m_3 = 122$  кг.

$$K_{\text{ВМ}} = \frac{57,6}{122} = 0,47.$$

Невисокий коефіцієнт отриманий тому, що деталь дуже відповідальна і має високу точність, а тим більша точність тим більші припуски на обробку. Крім цього, заготовка має у верхній частині пригарок металу для випробування, що згодом відрізається.

Такий метод отримання заготовки прийнятний, так як дає можливість отримати необхідну структуру чавуну після лиття. У подальшому при виборі методу для лиття застосуємо найбільш дешевий спосіб.

### 2. Операція 010 Токарна.

Деталь встановлюється на розтискну оправку внутрішньої поверхнею. Проводиться обточка поверхонь: 3 (рисунок 1) до діаметра  $344_{-0,14}$ , 10 до діаметра  $304h11$ , які будуть базами при розточуванні отвору.

Підрізається торець і виступ, відрізається прибуток і кільце для випробування. Обробка виконується на токарному верстаті моделі 1А64. Точність циліндричних поверхонь контролюється скобами.

### 3. Операція 015 Токарна.

					КРБ.133ГМбд_42.11.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Гільза циліндра поверхнею закріплюється в патроні по діаметру 304h11 у спеціальному пристосуванні. Розточується отвір до розміру 257H13 на токарному верстаті моделі 1A64.

4. Операція 020 Токарна. На спеціальному гідрокопіювальному автоматі моделі РТ-338 проводиться обробка зовнішніх поверхонь по копію, підрізається виступ 33. Деталь встановлена на розтискну оправку. База – отвір. Розмір контролюється скобами.

5. Операція 025 Термічна Штучне старіння.

6. Операція 030 Токарна. Гільза циліндра поверхнею закріплюється в патроні, виступ фіксується упорами, отвір розточується у діаметр 259<sub>-0,3</sub> на токарному горизонтально-розточному верстаті моделі РТ-334. За допомогою установочного кільця проводиться контроль точності.

7. Операція 035 Токарна. Верстат токарно-гвинторізний моделі 1М63. Деталь встановлюється на розтискну оправку; підрізається торець, обточуються поверхні, радіус R<sub>1</sub> розточується виточка, точиться канавка газowego стику, фаски: 0,5×45°, 1×45°, 10±2° на довжину, підрізається виступ.

8. Операція 040 Токарна. На токарно-гвинторізному верстаті з ЧПК моделі 16K30Ф3 втулка циліндра з одного боку фіксується по поверхні і торцеві, з іншого боку вставлено грибоквий центр. Обточуються зовнішні поверхні, підрізаються канавки, розточується виточка, точиться фаски 3×30°, радіуси: R12; R1; R2. Забезпечується 12 квалітет, шорсткість R<sub>a</sub> = 5 мкм; 9 квалітет, R<sub>a</sub> = 2,5 мкм. Контроль розмірів здійснюється штихмасом і шаблонами.

9. Операція 045 Слюсарья. На стенді деталь піддають опресовці гідравлічним тиском по поверхні для виявлення можливого браку. Фіксація – прихватами по виступу. Для визначення тиску задіяно манометр.

10. Операція 050 Розточувальна. Спорні точки накладаються на торець, поверхню, виступ. На алмазно-розточному верстаті моделі ОС19-98 розточується отвір. Після обробки точність контролюється установочним кільцем, 8 квалітет, шорсткість R<sub>a</sub> = 2,5 мкм.

										Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_42.11.00.00.000 ПЗ					22

11. Операція 055 Свердлильна. Гільза базується у пристрої по торцю, виступу, повернях. Верстат радіально-свердлильний моделі 2Н55. Свердління, зенкерування, зенкування і розверчування отворів діаметром 12Н8. Шорсткість  $R_a = 1,25$  мкм

12. Операція 060 Свердлильна. Фазування здійснюється згідно операції 055. Свердліться, зенкуються отвори і фаски, нарізається різьба М20×1,5 – 6Н під шпильки. Контроль проводиться калібром-пробкою.

13. Операція 065 Фрезерна. Зв'язки накладаються на поверхні, торці втулки циліндра, яка встановлюється у пристрій горизонтального консольно-фрезерного верстату моделі ФР32Г. Фрезерується лиска під кутом  $20^\circ$  до осі деталі. Шорсткість  $R_a = 20$  мкм.

14. Операція 070 Свердлильна. На верстаті моделі 2Н55 свердліться отвори діаметром  $20^{+0,52}$  і  $8,43^{+0,3}$ , зенкуються, нарізається різьба М10-7Н. Базування по торцях 1 і 2, поверхнях 3 і 14. Контроль точності здійснюється калібром-пробкою. Шорсткість  $R_z = 80$  мкм, різьбовий отвір – 20 мкм по  $R_z$

15. Операція 075 Слюсарна. Аналогічна операції 045.

16. Операція 080 Шліфувальна. Гільза циліндра встановлюється у грибокві центри. Шліфуються поверхні діаметрами 340d18 і 295f7 на круглошліфувальному верстаті моделі 3М164. Шорсткість  $R_a = 2,5$  мкм.

17. Операція 085 Хонінгувальна. У пристосуванні хонінгувального верстату моделі 3Н85 деталь базується по торцю, виступу і поверхні. Виконується попереднє хонінгування отвору у діаметр  $260^{+0,03}_{-0,02}$ , шорсткість  $R_a = 2,5$  мкм. Контроль розміру виконується установочним кільцем.

18. Операція 090 Хонінгувальна. Дана операція аналогічна попередній щодо вибору баз та верстату. Поверхня гільзи хонінгується остаточно у діаметр 260f7, шорсткість  $R_a = 0,63$  мкм.

19. Операція 095 Контрольна. Для чорнової обробки циліндричних поверхонь застосовуються різці, різальна частина яких виконана із металокерамічного твердого сплаву марки ВК8, для чистової обробки – ВК6. Для фрезерування лиски

						КРБ.133ГМбд_42.11.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			23

використовується фреза з матеріалом зубів – ВК8. Свердла, зенкера, зенківки і мітчики мають матеріал різальної частини ВК6 і швидкорізальну сталь Р6М5.

На основі діючого технологічного процесу можна зробити висновок, що гільза циліндра має прийнятні вимоги до точності і шорсткості поверхонь, нормальну послідовність операцій, правильний вибір верстатів, технологічних баз та інструменту. Але по операціям 055 і 060 необхідне покращення процесу обробки отворів для зниження собівартості виготовлення і витрат часу. Для цього необхідно спроектувати агрегатний верстат. Також недоліком є відсутність миючої операції.

### 2.3 Обробка поверхонь

Різні поверхні деталі виконують різні функції, тому вимоги до них найрізноманітніші: за точністю, шорсткістю та іншими критеріями [3, 6, 9, 11, 13, 18, 21]. Кількість ступенів обробки визначається за формулою:

$$\varepsilon = \frac{T_3}{T_D} = \frac{T_3}{T_1} \cdot \frac{T_3}{T_2} \dots \frac{T_{i-1}}{T_i} \dots \frac{T_{n-1}}{T_D} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \dots \varepsilon_n = \prod_{i=1}^n \varepsilon_i, \quad (2.2)$$

де  $\varepsilon$  – загальне значення;

$\varepsilon_i$  – окремі ступені уточнення;

$P$  – число ступенів обробки;

$T_3, T_D, T_i$  – відповідно допуски для заготовки, деталі, окремого ступеня обробки.

Розкладаючи загальне значення на співмножники, потрібно враховувати типові рекомендації: для першого ступеня чоргової обробки досяжними є величини уточнення  $\varepsilon < 6$ ; для проміжних ступенів напівчистої обробки  $\varepsilon = 3 \dots 4$ ; для ступенів чистої обробки  $\varepsilon = 1,5 \dots 2$ .

Для найбільш спрямованого вибору числа ступенів обробки необхідно застосувати формулу:

						КРБ.133ГМбд_42.11.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			24

$$n_p = \lg(\varepsilon) / 0,46. \quad (2.3)$$

Пропонуємо наступні обробки поверхонь деталі (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 – Методи обробки поверхонь деталі

Позначення поверхні	Допуск на поверхню за рисунком	Шорсткість поверхні Ra, мкм	Допуск на заготовку поверхні $\delta_3$ , мм	Загальне значення $\varepsilon_{заг}$	Можливі технологічні маршрути обробки поверхонь		Економічні допуски	Коеф. уточн.
					№ марш.	Вміст маршруту		
2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0,7	5	5,6	8	1	1. Чорнове точіння	0,7	8
2	0,7	5	5,6	8	1	1. Чорнове точіння	0,7	8
3	0,052	0,63	5	6,2	1	1. Чорнове розточування 2. Чистове розточування 3. Тонке розточування 4. Попереднє хонінгування 5. Остаточне хонінгування	0,81 0,32 0,13 0,081 0,052	6,17 2,43 2,46 1,61 1,56
4	1,4	5	5	3,6	1	1. Чорнове точіння	1,4	3,6
5	0,089	2,5	5	56,2	1	1. Чорнове розточування 2. Чистове розточування	0,36 0,089	13,8 4,7
6	1,3	5	5	3,8	1	1. Чорнове розточування	1,3	3,8

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

Продовження таблиці 2.2

7	0,52	5	5	9,6	1	1. Чорнове точіння	0,52	9,6
8	0,089	2,5	5	56,2	1	1. Чорнове точіння	0,57	8,77
						2. Напівчист. точіння	0,14	4,07
					2	3. Чистове точіння	0,23	2,47
						4. Шліфування	0,089	2,58
10	0,5	5	5	10	1	1. Чорнове точіння	0,32	5,6
						2. Чистове точіння	0,5	0,64
11	0,052	2,5	5	96,2	1	1. Чорнове точіння	0,52	9,62
						2. Чистове точіння	0,13	4
					2	3. Шліфування	0,052	2,5
						1. Чорнове точіння	0,52	9,62
12	1,3	5	5	3,8		2. Чистове точіння	0,13	4
						3. Тонке точіння	0,052	2,5
17	0,36	2,5	5	13,9	1	1. Чорнове точіння	0,36	13,9
18	0,09	2,5	2,0	22,2	1	1. Чорнове точіння	0,1	20
						2. Чистове точіння	0,09	1,1
19	0,09	2,5	2,0	22,2	1	1. Чорнове точіння	0,1	20
						2. Чистове точіння	0,09	1,1
21	0,18	2,5	1,8	10	1	1. Чорнове точіння	0,3	6
						2. Чистове точіння	0,18	1,67
22	0,18	2,5	1,8	10	1	1. Чорнове точіння	0,3	6
						2. Чистове точіння	0,18	1,67
33	0,22	5	2,8	12,7	1	1. Чорнове точіння	0,5	5,6
						2. Чистове точіння	0,22	2,27

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.133ГМбд\_42.11.00.00.000 ПЗ

Аркуш

26

Приклад для обробки поверхні  $\varnothing 260H7^{(+0,052)}$ . Допуск за кресленням 0,052 мм, допуск заготовки 5 мм. Загальне уточнення складає:

$$r = \frac{5,0}{0,052} = 96,15.$$

Орієнтовна кількість ступенів обробки

$$n_p = \frac{\lg 96,15}{0,46} \approx 4,3$$

Отже, необхідно передбачити не менше 4 етапів обробки для даної поверхні.

#### 2.4 Розробка маршруту виготовлення деталі

Маршрут обробки деталі будемо на підставі обраних маршрутів обробки окремих поверхонь з урахуванням типу виробництва (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3 – Маршрут обробки деталі

Номер та назва операції	Устаткування	Зміст операції
1	2	3
005 Токарна	Токарний верстат моделі 1A64	1. Точити поверхню 10 в розмір $\varnothing 304p11$ . Припуск 2,5 мм 2. Точити поверхню 9 в розмір $\varnothing 344h10$ . Припуск 4 мм. 3. Підрізати торець 1 і 33. 4. Відрізати грибуток. 5. Відрізати кільце у розмір 15.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Продовження таблиці 2.3

1	2	3
010 Токарна	Токарний верстат моделі 1М64	1. Встановити, закріпити і зняти. 2. Розточити отвір у розмір $\varnothing 257+0681$ . Припуск 3,5 мм.
015 Токарна	Спеціальний токарний, гідрокопіювальний верстат моделі РТ338	1. Встановити, закріпити і зняти. 2. Точити деталь по копію. Підрізати торець 2.
020 Термічна	Піч.	Штучне старіння.
025 Токарна	Токарний, горизонтально-розточний верстат моделі РТ-334	1. Встановити, закріпити і зняти. 2. Розточити отвір у розмір $\varnothing 259-0,3$ . Припуск 1 мм
030 Токарна	Токарногвинтерізний верстат моделі 1М63	1. Встановити, закріпити і зняти. 2. Підрізати торець 2 в розмір 520-0,7, 3. Точити поверхні 4 і 8. 4. Точити радіус R1. 5. Точити поверхні 23, 26-29 після розточки виточки 6. Точити фаски $0,5 \times 45^\circ$ , підрізати торець 33, точити фаски $1 \times 45^\circ$ і $10 \pm 2^\circ$ на довжину 4.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Продовження таблиці 2.3

1	2	3
035 Токарна	Токарний верстат з ЧПК моделі 16K3003	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити, закріпити і зняти.</li> <li>2. Точити поверхню 12, 10, 9, 4, 6, радіуси: R12, R1, R2.</li> <li>3. Прорізати дві канавки під гумові кільця попередньо і остаточно.</li> <li>4. Розточити вигочку 5 попередньо і остаточно.</li> <li>5. Точити фаски <math>3 \times 30^\circ</math></li> </ol>
040 Слюсарна	Станд гідропробу- вань (спец.)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити, закріпити і зняти.</li> <li>2. Протерти поверхні, що оглядаються.</li> <li>3. Заповнити порожнини рідиною</li> <li>4. Опресувати гідравлічним тиском зони I і II.</li> <li>5. Зареєструвати результати гідропробування.</li> </ol>
045 Розточна	Алмазно- розточний верстат моделі ОС-1998	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити, закріпити і зняти.</li> <li>2. Розточити отвір із залишеннями припуску під попереднє хонінгування.</li> </ol>
050 Агрегатна	Агрегатно- свердлильний верстат (спец.)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити, закріпити, зняти.</li> <li>2. Свердлити 12 отворів. <math>\varnothing 11</math>.</li> <li>3. Зенкерувати 12 отворів.</li> <li>4. Зенкерувати фаски <math>45^\circ</math> у 12 отворів.</li> <li>5. Розвернути 12 отворів у розмір <math>\varnothing 12^{+0,02}</math></li> <li>6. Свердлити 6 отворів <math>\varnothing 18</math> на глибину 39-0,1</li> <li>7. Зенкерувати фаски <math>2 \times 45^\circ</math> у шести отворах.</li> </ol> <p>Продути отвори.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>8. Нарізати різьбу M20<math>\times</math>1,5-6H</li> </ol>

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.133ГМбд\_42.11.00.00.000 ПЗ

Аркуш

29

Продовження таблиці 2.3

1	2	3
055 Свердлиль- на	Радіально- свердлильний верстат моделі 2Н55	1. Встановити, закріпити, зняти. 2. Свердлити 2 отвори. $\varnothing 11+0,43$ . 3. Свердлити отвір під різьбу М10. 4. Зенкувати два отвори $\varnothing 20+0,52$ . Нарізати різьбу М10-7Н.
060 Фрезерна	Горизонтальний консольно- фрезерний верстат моделі 6Р82Г	1. Встановити, закріпити і зняти. 2. Фрезерувати лиску зтулки під кутом $20^\circ$ , витримавши розмір 4.
065 Шліфуваль- на	Круглошліфу- вальний верстат моделі 3М164	1. Встановити, закріпити і зняти. 2. Шліфувати поверхню 8 у розмір $\varnothing 340_{\pm 0,08}$ . Шліфувати поверхню 11 у розмір $\varnothing 295_{\begin{smallmatrix} -0,050 \\ -0,108 \end{smallmatrix}}$ .
070 Слюсарна	Стенд гідровипробува- нь (спец.)	1. Встановити, закріпити і зняти. 2. Протерти поверхні, що оглядаються. 3. Заповнити порожнини рідиною. 4. Опресувати гідравлічним тиском. 5. Зареєструвати результати гідровипробування.
075 Хонінгу- вальна	Хонінгувальний верстат моделі 3Н85	1. Встановити, закріпити і зняти. 2. Хонінгувати поверхню 3 із залишенням припуску під остаточне хонінгування.
080 Хонінгу- вальна	Хонінгувальний верстат моделі 3Н85	1. Встановити, закріпити і зняти. 2. Хонінгувати поверхню 3 в розмір $\varnothing 260H7(+0,052)$ .

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.133ГМбд\_42.11.00.00.000 ПЗ

Аркуш

30

Продовження таблиці 2.3

1	2	3
085 Мийна	Машина мийна (спец.)	Промити деталь.
090 Контрольна	Стіл ВТК	Контролювати відповідність розмірів кресленню

### 2.5 Визначення припусків на обробку та операційних розмірів

Як відомо, застосовуються два методи для визначення припусків на обробку: розрахунково-аналітичний та табличний [29, 40, 48]. Визначення припусків на механічну обробку розрахунково-аналітичним методом проводимо для однієї найбільш точної поверхні. У нашому випадку це розмір  $\varnothing 260H7^{(+0,052)}$  мм.

Розрахункова формула для визначення припуску на обробку зовнішньої чи внутрішньої поверхонь обертання

$$2z_{i, \text{min}} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (2.4)$$

де  $Rz_{i-1}$  – висота мікронерівностей, мкм;

$T_{i-1}$  – глибина дефектного шару на попередньому переході, мкм;

$\rho_{i-1}$  – сумарні відхилення розташування поверхні (відхилення від паралельності, перпендикулярності, співвісності, симетричності, перетину осей, позиційне) і у деяких випадках відхилення форми поверхні (відхилення від площинності, прямолінійності) на попередньому переході;

$\varepsilon_i$  – похибка встановлення заготовки на переході, що виконується.

Правильність розрахунку перевіряється за формулою:

$$z_{0 \text{ max}} - z_{0 \text{ min}} = \delta_{\text{заг.}} - \delta_{\text{дет.}}, \quad (2.5)$$

де  $\delta_{заг.}$ ,  $\delta_{дет.}$  – допуск заготовки та деталі відповідно.

Карта розрахунку припусків на обробку та граничні розміри по технологічних переходах наведені у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Розрахункова карта припусків і граничних розмірів за технологічними переходами при обробці  $\varnothing 260H7^{(+0,052)}$  мм

Технологічний перехід	Елемент припуску, мкм				Розрахунковий припуск, $2Z_{imin}$ , мкм	Розрахунковий розмір, $d_p$ , мм	Допуск, $\delta$ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничний припуск, мкм	
	$R_z$	T	$\rho$	$\epsilon$				$D_{min}$	$D_{max}$	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
Заготовка	320	5000	1200	-	-	255,498	5000	250	255	-	-
Розточування чорнове	100	100	12	-	2·2000	259,499	810	258,69	259,5	4500	8690
Розточування чистове	25	25	-	-	2·212	259,922	320	259,60	259,92	420	910
Розточування	10	-	-	-	2·50	260,022	81	259,941	260,02	102	341
Хонінгування попереднє	5	-	-	-	2·13	260,042	50	259,992	260,04	20	31
Хонінгування остаточне	-	-	-	-	2·5	260,052	52	260	260,05	10	8
Сума										5052	10000

Проводимо перевірку правильності розрахунку:

$$2 \cdot Z_{max} - 2 \cdot Z_{min} = \delta_{заг.} - \delta_{дет.} \quad (2.6)$$

$$10000 - 5052 = 5000 - 52,$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

$$4948 = 4948.$$

Розрешовані припуски та виконавчі розміри зобразимо графічно (рисунок 2.1).

Рисунок 2.1 – Графічне поле допусків та розмірів для  $\varnothing 200H7^{(+0,052)}$  мм

На решту поверхонь деталі припуски визначаються за довідником (таблиця 2.5).

					КРБ.133ГМбд_42.11.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Таблиця 2.5 – Припуски на обробку поверхонь гільзи циліндра

Позначення поверхні	Технологічний перехід	Припуск, мм
1	2	3
1	Чорнове точіння	21,0
2	Чорнове точіння	4,0
4	Чорнове точіння	0,55
5	Розточування чорнове	-
	Розточування чистове	0,5
6	Точіння чорнове	5,5
	Точіння напівчистове	1,5
7	Чорнове точіння	0,5
10	Точіння чорнове	4,0
	Точіння напівчистове	2,25
11	Точіння чорнове	2,0
	Точіння чистове	2,2
	Шліфування	0,3
13	Точіння чорнове	5,0
	Точіння напівчистове	2,0
17	Точіння чорнове	7,0
18	Точіння чорнове	-
	Точіння чистове	1,0
21	Точіння чорнове	-
	Точіння чистове	1,0
22	Точіння чорнове	-
	Точіння чистове	1,0

## РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

### 3.1 Розробка конструкції затискного пристосування

Для операції механічної обробки деталі (токарна 015) розробляємо конструкцію затискного пристосування, керуючись рекомендаціями [12, 36, 38, 39]. Складальний кресленник пристосування представлено у графічній частині роботи, а також на рисунку 3.1.

Рисунок 3.1 – Пристосування затискне

Пристосування складається із наступних елементів: 1 – корпус; 2, 4, 5 – гвинт; 3 – кришка; 6 – кулачок; 7 – пружина; 8 – пор; 9 – шайба; 10, 14 – гайка; 11 – штапга; 12 – клин; 13, 22, 24 – болт; 15 – втулка; 16 – гільза; 17 – шпindelъ; 18 – штанга; 19 – шток; 20 – вставка; 21, 27 – кільце; 23 – фланець; 25 – кришка; 26 – гайка стопорна; 28 – манжета; 29, 30, 31, 34 – кільце; 32 – поршень; 33 – циліндр; 35 – гайка; 36 – палець; 37 – корпус; 38, 41, 42 – кільце; 39 – підшипник; 40 – гвинт;

					КРБ.133ГМбд_42.11.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

43 – валик; 44 – манжета; 45 – корпус муфти; 46, 47, 49 – рукав; 48 – кран розподільний; 50 – штовхач.

Розтиснена пневматична оправка монтується на передній бабці токарного гідрокопіювального верстата РТ-338 і служить для закріплення деталі по внутрішньому діаметру.

У корпус 1, що кріпиться до шпинделя 17 верстата, встановлено клин, 12, який з'єднується з штоком 19 пневмоциліндра. Гільза 16 за допомогою зворотного конуса утримує фланець зі шпинделем.

Пневматичний циліндр складається з корпусу та поршня. В отворі корпусу зцентрований та затягнутий гайкою 35 опорний валик 43 невітропровідної муфти з установленими ущільнювальними манжетами 44 з підшипниками 39. Останні необхідні у зв'язку з тим, що корпус муфти 45 під час обертання циліндра з опорним валиком повинен залишатись нерухомим.

Між кожною парою манжет закладені розпирні кільця з радіальними отворами для проходу повітря, і, крім цього, для фіксації манжет передбачені упорні кільця 38.

У центральний отвір валика 43 запресований повітропровідний палець 36. При подачі стиснутого повітря до рукаву 46 енергоносій поступає в ліву порожнину циліндра і поршень зі штоком переміщується в ліве крайнє положення. Таким чином відбувається затискання заготовки через штангу 11, клин 12, штовхачі 50 і кулачки 6. При переключенні розподільного крану 48 повітря через рукав 47 подається у ліву порожнину циліндра, змушуючи поршень вправо. Оброблювана заготовка розкріплюється.

Однією з основних умов працездатності пристосування є забезпечення допустимого биття поверхонь кулачків. Тому при виготовленні оправки гвинти 4 і 5 відіграють роль фіксаторів: у зібраному стані спочатку затискаються і прошліфуються контактуючі поверхні штовхачів, а потім кулачки. Це є особливістю пристосування.

						КРБ.133ГМбд_42.11.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			36

### 3.2 Розрахунок зусилля затиску

По зусиллям різання і прийнятій схемі установки (рисунок 3.2) складаємо схему сил, діючих на заготовку [7, 28, 12, 36, 38, 39].

Рисунок 3.2 – Розрахункова схема:

$W$  – сила затискання, Н;  $F_{тр}$  – сила тертя, Н;  $R$  – рівнодіюча сил  $P$  і  $N$ , Н;  
 $Q$  – зусилля пневмоприводу, Н;  $\alpha$  – кут злису клину,  $\alpha=15^\circ$ ;  $\varphi$  – кут тертя;  $\varphi=6^\circ 40'$

Сумарна сила затискання  $W$ :

$$W = Q \frac{1}{(\sin \alpha + \varphi)} \quad (3.1)$$

Визначаємо  $Q$ :

$$Q = W \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi). \quad (3.2)$$

При обробці на заготовку діють момент  $M_{різ}$  і складова сили різання. Під їх дією заготовка при недостатній силі затиску може повернутися відносно осі  $y$  або здвинутись вздовж неї. Тому для її рівноваги необхідно, щоб  $\Sigma M_{ц} = 0$ ,  $R_z - P_{тр} = 0$ .

					КРБ.133ГМбд_42.11.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

$$\Sigma F_{\pi} = 0;$$

$$W_z f R - K M_{\text{pi3}} = 0$$

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

де  $K_p = K_{\text{mp}} \cdot K_{\text{фр}} \cdot K_{\text{гр}} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\text{грх}}$

$$K_{\text{mp}} = \left( \frac{HB}{190} \right)^n, \quad (3.3)$$

для чавуну HB=250 МПа, n=0,4.

$$K_{\text{mp}} = \left( \frac{250}{190} \right)^{0,4} = 1,12.$$

При  $\varphi=45^\circ$   $K_{\text{фр}}=1,0$ ;  $\gamma=5^\circ$   $K_{\text{гр}}=1,0$ ;  $\lambda=10^\circ$ ,  $K_{\lambda p}=1,0$ ;  $K_{\text{грх}}=1,0$ .

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

$C_p = 92$ ;  $x=1,0$ ;  $y=0,75$ ;  $t=5$  мм;  $S=1$  мм/об.;  $V=38,2$  м/хв.

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 5^{1,0} \cdot 1^{0,75} \cdot 38,2^{0,4} \cdot 1,12 = 5152 \text{ (Н)}$$

$$W = \frac{2,5 \cdot 5152 \cdot 0,152}{2 \cdot 0,35 \cdot 0,1285} = 14510 \text{ (Н)}$$

Пошукове зусилля, що створюється силовим приводом:

$$Q = 14510 \cdot \text{tg}(15+6'40'') = 5174 \text{ (Н)}.$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

### 3.3 Розрахунок параметрів силового приводу

Діаметр пневматичного циліндра:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi P_n \eta}}, \quad (3.4)$$

де  $P_n$  – тиск стиснутого повітря,  $P_n = 0,5$  МПа;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії привода;  $\eta = 0,85$ ;

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 5774}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 0,85}} = 55,9 \text{ (мм)}.$$

Із стандартного ряду приймаємо діаметр пневматичного циліндра 60 мм.

Відповідно, реальне зусилля, що створюється силовим приводом становитиме:

$$Q = P_n \frac{\pi D^2}{4} \eta, \quad (3.5)$$

$$Q = 0,5 \cdot \frac{3,14 \cdot 60^2}{4} \cdot 0,85 = 1201,1 \text{ (Н)}.$$

### 3.4 Розрахунок слабкої ланки на міцність

Найбільш слабким елементом пристосування є шток, на який діють значні навантаження.

Проведемо розрахунок на зминання:

					КРБ.133ГМбд_42.11.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

$$\tau_{зм} = \frac{Q}{F_{ш}} \leq [\tau_{зм}], \quad (3.6)$$

де  $F_{ш}$  – площа штока в небезпечному перерізі:

$$F_{ш} = \frac{\pi d^2}{4},$$

$$F_{ш} = \frac{3,14 \cdot 0,024^2}{4} = 452,2 \cdot 10^{-6} (\text{м}^2);$$

$[\tau_{зм}]$  – допустиме напруження зминання, 100...120 МПа;

$$\tau_{зм} = \frac{1201,1}{452,2 \cdot 10^{-6}} = 2,7 (\text{МПа}).$$

Умова міцності на зминання забезпечена.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАБЕКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 4.1 Техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки деталі

Для деталі «Гільза циліндра», що виготовляється із чавуну, способи отримання заготовок: виготовлення литвом у кокіль та піщано-глиняні форми при машинному формуванні [1, 4, 5, 30, 34, 49].

Точність розмірів при литві у піщані форми 15...19 квалітет, шорсткість поверхні за Rz до 30, коефіцієнт використання матеріалу заготовки 0,7.

Точність розмірів при литві у кокіль 14...17 кв., шорсткість поверхні за Rz 30...40, коефіцієнт використання матеріалу заготовки 0,85.

При отриманні деталі методом литва у піщані форми маса заготовки буде становити:

$$m_{заг} = \frac{m_0}{k_i}; \quad (4.1)$$

де  $m_0$  – маса деталі;

$k_i$  – коефіцієнт використання матеріалу.

$$m_{заг} = \frac{57,6}{0,7} = 82,3 \text{ кг.}$$

При литві у кокіль:

$$m_{заг} = \frac{57,6}{0,85} = 67,8 \text{ кг.}$$

Проведемо порівняння методів отримання заготовки за собівартістю виготовлення.

Собівартість виготовлення заготовки визначається за формулою:

$$C = \left( \frac{S_3 Q_3}{1000} K_T K_C K_B K_{M3} K_{B6} \right) - (Q_3 - q_d) \frac{S_{відх}}{1000}, \quad (4.2)$$

де  $S_3$  – базова вартість 1 т заготовок;

$K_T, K_C, K_B, K_{M3}, K_{B6}$  – коефіцієнти, які залежать відповідно від класу точності, класу складності, маси заготовки, марки матеріалу, від обсягу виробництва;

$q_d$  – маса деталі, кг;

$S_{відх}$  – вартість 1 т відходів, грн.

У піщані форми.

$$C = (140 \cdot 82,3 \cdot 1,0 \cdot 0,81 \cdot 0,94 \cdot 1,04 \cdot 1,0) - (82,3 - 57,6) \cdot 10 = 8876,8 \text{ грн.}$$

У кокіль:

$$C = (140 \cdot 67,8 \cdot 1,32 \cdot 0,81 \cdot 0,94 \cdot 1,04 \cdot 1,0) - (67,8 - 57,6) \cdot 10 = 9819,5 \text{ грн.}$$

Таким чином, порівнюючи отримані значення ціни заготовки, видно, що з економічної сторони, нам вигідно застосовувати литва у піщані форми. Економічний ефект у цьому випадку буде становити:

$$E = (9819,5 - 8876,8) \cdot 500 = 471350 \text{ (грн.)}$$

Основна перевага методу литва у піщані форми – нижчій собівартості (942,7 грн. на одиниці) і потрібній мікросруктурі чавуну, в той час як при литті у кокіль чавунні виливки можуть відбілюватись. Це вимагатиме додаткового випалювання. Також можуть мати місце тріщини у металі, які можна видалити лише після механічної обробки при гідровипробуванні.

						КРБ.133ГМбд_42.11.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			42

Висновок: проаналізувавши два методи виготовлення заготовки обираємо метод виготовлення заготовки гільзи циліндра – литво у піщані форми.

#### 4.2 Заходи з охорони праці при ливарному виробництві

Розглянемо особливості безпечного ливарного виробництва на машинобудівному підприємстві [2, 8, 10, 14-17, 19, 20, 22, 26, 27, 31, 33, 41-46, 50].

Охорола праці в ливарному цеху машинобудівного заводу потребує комплексного підходу, що враховує специфіку виробничих процесів та потенційні небезпеки. Зробимо детальний опис заходів з охорони праці:

##### 1. Навчання та інструктаж:

- планування та проведення навчання (розробка програм навчання з охорони праці, що охоплюють особливості роботи у ливарному цеху, включаючи роботу з гарячими металами та небезпечними матеріалами. Навчання має включати теоретичні та практичні заняття, що охоплюють правила безпеки, використання обладнання та дії в екстрених ситуаціях);

- регулярні інструктажі (проведення вступних інструктажів для нових співробітників та регулярних, повторних інструктажів для усіх працівників, з акцентом на зміни в технологіях та процедури).

##### 2. Використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ).

- підбір та забезпечення ЗІЗ (аналіз ризиків та вибір необхідних ЗІЗ: термостійкі рукавички, захисні окуляри, шоломи, респіратори, спеціальний одяг та взуття. Проведення регулярного контролю стану ЗІЗ та їх заміна у міру зношування.

- інструкції з використання ЗІЗ (навчання працівників правильному надягання, використанню та догляду за ЗІЗ, а також попередження про наслідки їх неналежного використання).

##### 3. Організація робочого місця:

- ергономіка та порядок на робочому місці (забезпечення зручного розміщення обладнання, інструментів та матеріалів для мінімізації фізичного навантаження та

										Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_42.11.00.00.000 ПЗ					43

ризиків травм. Підтримка чистоти та порядку, запобігання утворенню сміття та зайвих предметів на робочому місці).

- світло та вентиляція (встановлення ефективного освітлення, особливо в зонах з високим ризиком. Забезпечення якісної вентиляції для зниження концентрації шкідливих речовин та підтримки комфортного температурного режиму).

#### 4. Безпека обладнання:

- технічне обслуговування та ремонт (регулярні перевірки, планове технічне обслуговування та ремонт обладнання із записом усіх операцій. Впровадження системи контролю справності та безпеки машин, наприклад, з використанням журналів обліку);

- захисні пристрої (встановлення захисних огорож, блокувань та сигналізацій на небезпечному обладнанні. Забезпечення автоматичних систем зупинки у разі аварійної ситуації).

#### 5. Управління ризиками:

- оцінка ризиків (проведення регулярних оцінок ризиків робочих місць з урахуванням специфіки процесів ливарного виробництва. Розробка заходів щодо мінімізації виявлених ризиків);

- аналіз інцидентів (ведення реєстру нещасних випадків та інцидентів, аналіз їх причин та розробка профілактичних заходів).

#### 6. Пожежна безпека:

- навчання з пожежної безпеки (проведення інструктажів щодо дій у разі пожежі, включаючи евакуацію та використання засобів пожежогасіння. Регулярні тренування з евакуації для відпрацювання дій у скрутних ситуаціях);

- контроль за станом засобів пожежогасіння (забезпечення наявності вогнегасників, пожежних кранів та інших засобів на робочих місцях, регулярна перевірка їхньої працездатності).

#### 7. Організація першої допомоги:

										Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_42.11.00.00.000 ПЗ					44

- навчання першій допомозі (навчання співробітників основ першої допомоги, у тому числі обробці травм, надання серцево-легеневої реанімації та використання аптечок);

- обладнання аптечками (забезпечення наявності аптечок першої допомоги на всіх ділянках цеху з регулярною перевіркою їх утримання).

#### 8. Культура безпеки:

- створення безпечного робочого середовища (формування культури безпеки, де кожен працівник усвідомлює свою відповідальність за дотримання норм охорони праці);

- заохочення за дотримання правил (впровадження систем мотивації та заохочення працівників за дотримання правил охорони праці, активну участь у заходах щодо безпеки).

Отже, ці заходи допоможуть знизити ризики травматизму та забезпечити безпеку працівників у ливарному цеху. Постійний моніторинг та вдосконалення системи охорони праці є ключовими для досягнення високих стандартів безпеки.

### 4.3 Вплив ливарного виробництва на довкілля

Розглянемо вплив ливарного виробництва на довкілля, а також заходи, спрямовані задля поліпшення екологічності.

#### 1. Забруднення повітря:

- викиди парникових газів (ливарні процеси та термообробка, супроводжуються значними викидами вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>) та інших парникових газів. Це сприяє глобальному потеплінню;

- токсичні речовини (при плавленні металів можуть виділятися оксиди азоту (NO<sub>x</sub>), сірки (SO<sub>x</sub>) та важкі метали (наприклад, свинець, кадмій), які небезпечні для здоров'я людей та навколишнього середовища;

- пил та дрібні частинки (процес шліфування та обробки також генерує пил, що може негативно позначатися на якості повітря).

						КРБ.133ГМбд_42.11.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			45

## 2. Забруднення води:

- скидання стічних вод (ливарні заводи можуть скидати неочищені стічні води, що містять небезпечні хімічні речовини, в річки та озера, що завдає шкоди водним екосистемам);

- промислові відходи (відходи, такі як шлаки та невикористані матеріали, можуть забруднювати водойми, якщо не здійснювати їх правильну утилізацію).

## 3. Відходи:

- тверді відходи (ливарне виробництво генерує великі обсяги твердих відходів, включаючи відрацьовані форми та шлаки, які потребують спеціальної обробки та утилізації);

- неефективне використання ресурсів (частина матеріалів може йти у відходи, що призводить до нераціонального використання ресурсів).

## 4. Енергетичні витрати:

- Великі потреби в енергії (плавка металів вимагає значних витрат енергії, що сприятиме підвищенню рівня викидів вуглецевих сполук, особливо якщо використовується невідновлювана енергія).

Основними заходами щодо покращення екології ливарного виробництва є

1. Очищення викидів (фільтри та очисні споруди (встановлення систем фільтрації та очищення для зниження рівня забруднюючих речовин у викидах. Це може включати використання електростатичних фільтрів та систем пиловловлювачів).

## 2. Заміщення матеріалів:

- використання вторинних матеріалів, таких як перероблений метал, дозволяє скоротити кількість первинних ресурсів та зменшити обсяг відходів;

- екологічно чисті добавки (застосування нешкідливих добавок та сполучних речовин замість токсичних хімікатів).

3. Замкнуті водні цикли (системи повторного використання (реалізація замкнутих систем водопостачання дозволяє мінімізувати витрату води та знизити

						КРБ.133ГМбд_42.11.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			46

забруднення, оскільки стічні води очищаються та повторно використовуються у виробничих процесах).

4. Енергозбереження:

- відновлювані джерела енергії (інвестування у сонячні, вітрові та інші відновлювальні джерела енергії може знизити вуглецевий слід виробництва);
- енергоефективне обладнання (використання вискоелективних печей та обладнання для зниження споживання енергії).

5. Екологічний менеджмент:

- системи управління (впровадження стандартів та інших систем екологічного менеджменту для моніторингу та керування впливом на навколишнє середовище);
- планування та аналіз (регулярний аналіз екологічних ризиків та розробка заходів щодо їх мінімізації)

6. Навчання та інформування:

- навчання співробітників (впровадження тренінгів для працівників з екології та сталого виробництва, щоб підвищити їх обізнаність та залученість до екологічних ініціатив);

публікація звітів (регулярна публікація екологічних звітів про вплив підприємства на довкілля підвищення прозорості та відповідальності).

Впровадження цих заходів дозволить знизити негативний вплив лізарного виробництва на навколишнє середовище та сприятиме сталому розвитку галузі.

									Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_42.11.00.00.000 ПЗ				47

## ВИСНОВКИ

Відповідно до отриманого завдання на кваліфікаційну роботу здобувача вищої освіти та за результатами її виконання зроблено наступні висновки.

1. Визначено службове призначення вузлової складової дизельного двигуна внутрішнього згоряння. Проведено аналіз деталі, що є складовою частиною, а саме гільзи циліндра. Охарактеризовано конструкційний матеріал цієї деталі, надано рекомендації стосовно замітника-аналогу. Здійснено визначення типу виробництва на підставі маркетингового дослідження – середньосерійний.

2. Відпрацьовано на технологічність вузол та його деталь. Проаналізовано логічний технологічний процес виготовлення. Розроблено маршрут обробки поверхонь гільзи циліндра. Здійснено визначення припусків на обробку та операційних розмірів поверхні  $\varnothing 260H7^{(+0,052)}$  мм розрахунково-аналітичним методом, на решту поверхонь – табличним способом.

3. Запропоновано конструкцію затискного пристосування, що може бути використано під час операції механічної обробки гільзи циліндра (токарна операція). Визначено зусилля затиску. Розраховано параметри силового приводу, слабку ланку на міцність.

4. Здійснено техніко-економічне обґрунтування виробництва заготовки гільзи циліндра. Річний економічний ефект для програми випуску 500 шт. склав 417350 грн. Окрім того, висвітлено питання охорони праці, захисту довкілля на ливарних підприємствах машинобудівної галузі.

5. У графічній частині роботи наведено складальний кресленик гільзи циліндра у зборі, кресленик гільзи, кресленик вилівка гільзи, складальний кресленик затискного пристосування для виконання токарної операції механічної обробки гільзи.

									Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					48

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Акімов І.В., Плескач В.М. Прейскурант для техніко-економічного обґрунтування вибору оптимальної технології виробництва заготовок при виконанні розрахунково-графічних та контрольних завдань з дисциплін з технологічних методів виробництва заготовок для студентів спеціальностей: 131 Прикладна механіка, 132 Матеріалознавство, 133 Галузеве машинобудування, 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка, денної та заочної форми навчання. Запоріжжя: ЗНТУ. 2019. 18 с.
2. Березульський В.В. Основи охорони праці: навч. посіб. Харків: Факт, 2005. 180 с.
3. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Львів: Світ, 2001. 456 с.
4. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок. Львів: Світ, 1996. 363 с.
5. Бойчик І.М. Економіка підприємства. Київ: Каравела, Львів: «Новий Світ-2001», 2001. 298 с.
6. Бочков В.М., Сігін Р.І., Гаврильченко О.В. Розрахунок та конструювання металорежальних верстатів. Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2008. 448 с.
7. Буц Б.Д., Приходько В.С., Ткачов Ю.В. Розрахунок режимів різання металів. Дніпропетровськ: РВВ ДНУ, 2005. 76 с.
8. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: навч. посіб. Київ: Каравела, 2003. 408 с.
9. Гевко Б.М., Гевко І.Б., Радик Д.Л. Технологія сільськогосподарського машинобудування: Підручник. Київ: Кондор, 2006. 496 с.
10. Гогіташвілі Г.Г., Карчевські Є.Т., Лапін В.М. Управління охороною праці та ризиком за міжнародними стандартами. Київ: Знання, 2007. 367 с.
11. Горбатюк Є.О., Мазур М.П., Зедкін А.С., Каразей В.Д. Технологія машинобудування. Львів: Новий Світ – 2000, 2012. 358 с.

						КРБ.133ГМбд_42.11.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			49

12. Дичковський М.Г. Технологічна оснастка. Курс лекцій. Навчальний посібник. Херсон: Олді-прес, 2008. 328с.

13. Добрянський С.С., Малафеев Ю.М. Технологічні основи машинобудування: підручник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 379 с.

14. Жидецький В.Ц. Засоби індивідуального захисту та електрозахисні засоби. Київ: Основа, 2003. 133 с.

15. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: навч. посіб. Львів: Укр. академія друкарства, 2006. 324 с.

16. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: навч. посіб. Львів: Афіша, 2002. 311 с.

17. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Львів: Афіша, 2000. 348 с.

18. Захаркін О.У. Технологічні основи машинобудування. Суми: СумДУ, 2004. 98 с.

19. Катренко Л.А., Кіт Ю.В., Івстун І.П. Охорона праці: навч. посіб. Суми: Університетська книга, 2004. 205 с.

20. Керб Л.П.. Основи охорони праці: навч.-метод. посіб. Київ: КНЕУ, 2001. 252 с.

21. Коробко Б.О., Фролов Є.А., Попов С.В., Ясько С.Г. Прогресивні технології у машинобудуванні. Навчальний посібник для студентів механічних спеціальностей закладів вищої освіти. Полтава: Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2020. 168 с.

22. Купчик М.П., Гандзюк М.П. Основи охорони праці: навч. посіб. Київ: Основа, 2000. 416 с.

23. Лапковський С.В., Солдатова М.О., Трудько І.С. Відпрацьовання конструкції виробу на технологічність – один із найважливіших етапів технологічної підготовки виробництва. Вісник Національного технічного університету «КПІ». 2011. С. 203-207.

						КРБ.133ГМбд_42.11.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			50

24. Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів: підручник/ Опальчук А.С. та ін. Ніжин: ЦП Лисенко М.М., 2013. 751 с.

25. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.П. Технологія машинобудування: Підручник. Житомир: ЖДТУ, 2005. 876 с.

26. Москальова В.М. Основи охорони праці: підручник. Київ: Професіонал, 2005. 672 с.

27. Основи проектування технологічних процесів / Гречкосій В.Д. та ін. Ніжин: МП АНІК, 2009. 111 с.

28. Паливода Ю.Є., Дячук А.Є., Лещук Р.Я. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки: навчально-методичний посібник. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. 240 с.

29. Пасько М.М., Проказаньева С.Л. Технологія машинобудування. Краматорськ: ФСП МК ДДМА, 2019. 289 с.

30. Петрович Й.М., Кіт А.Ф., Семенів О.М. Економіка підприємства. Львів: «Новий Світ-2000», 2004. 680 с.

31. Пістун І.П., Кіт Ю.В. Основи охорони праці: практикум. Суми: Університетська книга, 2000. 207 с.

32. Полиць С., Скрипник В. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня бакалавра здобувачами вищої освіти зі спеціальності 133 І агульне машинобудування за освітньо-професійною програмою Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва галузі знань 13 Механічна інженерія. Полтава: ПДАУ, 2022. 32 с.

33. Рогач Ю.П. Пожежна безпека. Мелітополь: ГДАА, 2001. 121 с.

34. Руденко П.А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. Киев: Высшая школа, 1991. 247 с.

35. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник. Київ: Вища школа, 1993. 414 с.

						КРБ.133ГМбд_42.11.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			51

36. Сапон С.П. Проектування технологічного оснащення. Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2022. 47 с.

37. Сологуб М.А., Рожнецький І.О., Некоз О.І. Технологія конструкційних матеріалів: Підручник. Київ: Вища школа, 2002. 374 с.

38. Технологічне забезпечення оснащенням гнучких виробничих систем механообробного виробництва: навчальний посібник / Є. А. Фролов, О.І. Біловод, С.В. Голов, А.О. Келемеш, Ю.О. Попова. Полтава: ПП «Астрыя», 2022. 130 с.

39. Технологічне оснащення. Конспект лекцій для студентів денної та заочної форми навчання спеціальності 131 Прикладна механіка. Дніпро: Національний технічний університет «Дніпровська політехніка». 2020. 403 с.

40. Токаренко В.М. Технологія автотранспортного машинобудування: курсове проєктування. Київ: Вища школа, 1992. 127 с.

41. Трахтенберг І.М. Гігієна праці та виробнича санітарія: підручник. Київ, 1998. 254 с.

42. Федоров М.І. Охорона праці в галузі: навч. посіб. Полтава: ПДАА, 2012. 135 с.

43. Федоров М.І., Костенко О.М., Дрожжана О.У. Збірник законодавчих та нормативних актів з охорони праці: навч. посіб. Том 1. Полтава: Інтерграфіка, 2004. 336 с.

44. Федоров М.І., Костенко О.М., Дрожжана О.У. Нормативні акти і документація з охорони праці, що діє у межах підприємства: навч. посіб. Том 2. Полтава: Інтерграфіка, 2004. 296 с.

45. Федоров М.І., Лапенко Т. Г., Дрожжана О.У. Охорона праці в галузі (збірник схем, термінів...): навч. посіб. Полтава: ПДАА, 2005. 118 с.

46. Федоров М.І., Лапенко Т.Г., Дрожжана О.У. Охорона праці в галузі АПК: навч. посіб. Полтава: Інтерграфіка, 2005. 297 с.

47. Фролов Є.А., Кравченко С.І., Попов С.В., Гнітько С.М. Технологічне забезпечення якості продукції машинобудування: монографія. Полтава: Технологічний Центр, 2019. 204 с.

									Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					52

КРБ.133ГМбд\_42.11.00.00.000 ПЗ

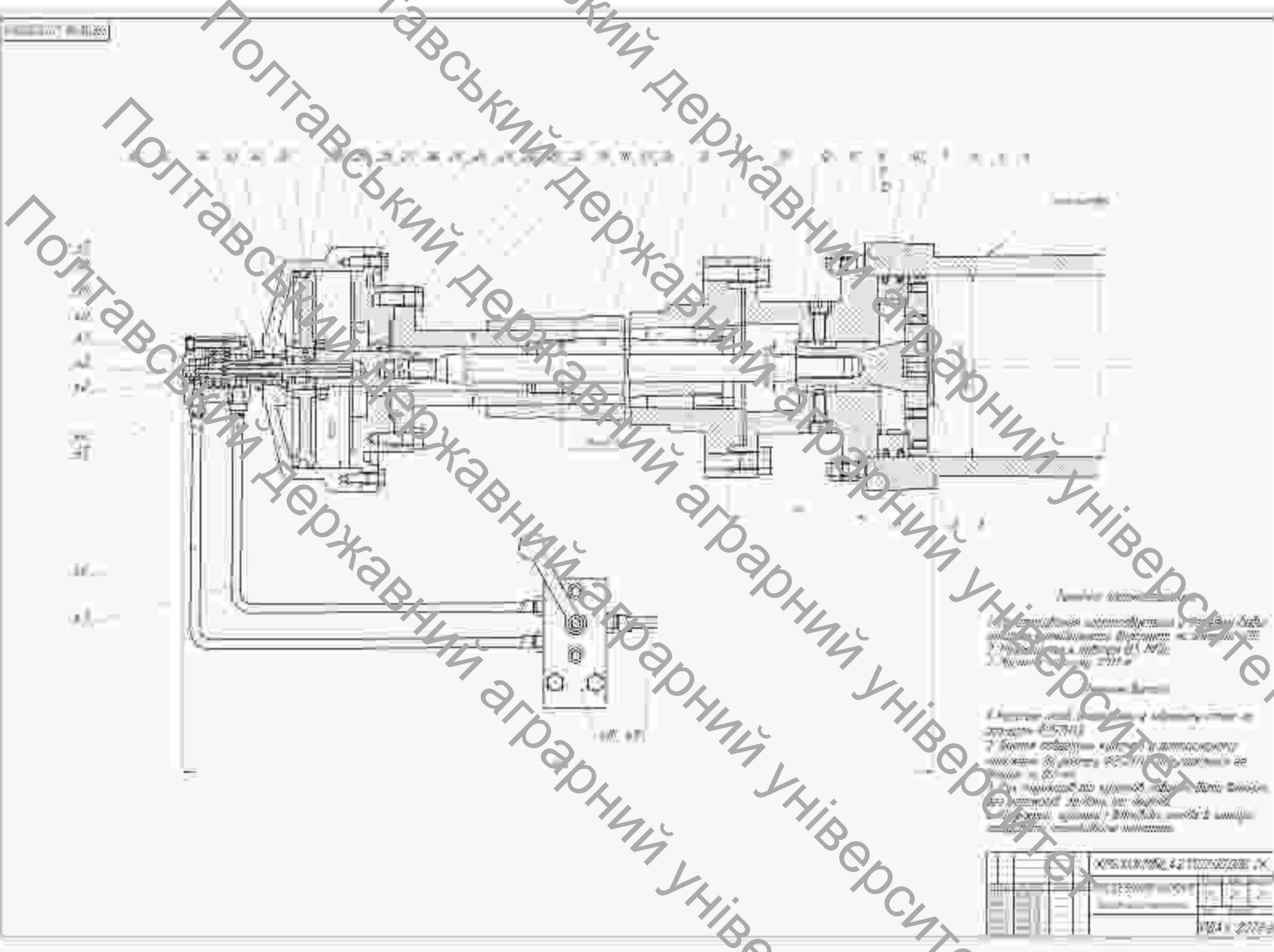
48. Черевко С.І., Михайлов В.М., Бабкіна І.В. Технологічні основи машинобудування. Харків: ХДУХТ, 2005. 82с.

49. Ціаб Л.І. Економіка підприємства: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ: Каравела, 2005. 568 с.

50. Ярошевська В.М. Охорона праці в галузі: навч. посіб. Київ: Професіонал, 2004. 288 с.







Лист № 1  
 1. Назначение помещений  
 2. Описание помещений  
 3. Технические характеристики помещений  
 4. Требования к помещениям

№	Наименование	Единица измерения	Количество
1	Площадь помещений	кв. м	1000
2	Объем помещений	куб. м	2000
3	Длина помещений	м	100
4	Ширина помещений	м	20
5	Высота помещений	м	3