

**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: «Розробка пристосування для розсухарювання клапанів газорозподільчого механізму двигуна сільськогосподарського трактора»

КРБ.133ГМбд\_31.17.00.00.000 ПЗ

Виконав: здобувач вищої освіти  
за освітньо-професійною програмою  
*«Машини та обладнання  
сільськогосподарського виробництва»  
спеціалізації 133 «Галузеве  
машинобудування»*  
ступеня вищої освіти *бакалавр*  
групи 133ГМбд\_31[2]  
ПАВЛИНА Віталій

Керівник: старший викладач  
Колесніченко Ірина

**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.

**З А В Д А Н Н Я**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

***Віталій ПАВЛИНА***

1 Тема роботи: *«Розробка пристосування для розсухарювання клапанів газорозподільчого механізму двигуна сільськогосподарського трактора»*,

керівник роботи ***старший викладач Ірина КОЛЕСНІЧЕНКО***,  
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 – *аналіз літературних джерел Полтавської обласної універсальної наукової бібліотеки імені Івана Котляревського; аналіз літературних джерел Національної бібліотеки України імені Володимира Вернадського; сучасний досвід підприємств машинобудування та АПК за тематичним спрямуванням.*

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 розробки, що вноситься на розгляд; кресленники складальних одиниць; техніко-економічні показники конструкторської розробки.*

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	Ірина ЗАГРЕБЕЛЬНА, доцент 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		
7	Попередній захист роботи на кафедрі	До 31.05.2026 р.	
8	Нормалізаційний контроль		
9	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень і пропозицій		
10	Захист кваліфікаційної роботи	3 01.06.2026 р.	

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ Віталій ПАВЛИНА  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Ірина КОЛЕСНІЧЕНКО  
(підпис)

## РЕФЕРАТ

**Пояснювальна записка:** 4 розділи, 1 додаток, 7 рисунків, 19 таблиць, 30 використаних джерел, 48 сторінок.

**Об'єкт розробки** – процес технічного обслуговування та ремонту газорозподільного механізму двигунів внутрішнього згорання сільськогосподарської техніки.

**Предмет розробки** – конструкція пристрою для розсухарювання клапанів (розсухарювача) та технологічний процес виготовлення його елементів.

**Постановка актуальної технічної задачі** – розробка простого, надійного та ефективного розсухарювача клапанів, який забезпечує швидке і безпечне стиснення пружини клапана без пошкодження деталей і може використовуватись як у стаціонарних, так і в польових умовах.

**Мета кваліфікаційної роботи бакалавра** – підвищення ефективності виконання ремонтних робіт шляхом розробки конструкції розсухарювача клапанів та обґрунтування технологічного процесу виготовлення його деталей.

**Практичне значення кваліфікаційної роботи бакалавра** – полягає у можливості впровадження розробленого пристрою у ремонтне виробництво для скорочення часу ремонту, зниження трудомісткості та підвищення безпеки виконання робіт.

У загальному розділі були наведені аналіз умов та технологія використання базової машини, можливі варіанти вирішення технічної задачі. Обґрунтовано вибір доцільного варіанту, приведена розробка та обґрунтування принципів технічних рішень. Представлена постановка технічної задачі та актуальність розробки.

У технологічному розділі здійснено вибір матеріалу основної деталі (гайки), обґрунтовано тип заготовки, визначено припуски на обробку, способи

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

базування та режими різання. Розроблено маршрут виготовлення деталі, складено технологічну карту та виконано розрахунок часу обробки.

**У конструкторському розділі було проведено** розробку конструкції розсухарювача клапанів, визначено основні параметри та принцип роботи пристрою, обґрунтовано вибір конструктивних елементів, матеріалів та забезпечено умови міцності, надійності та зручності експлуатації.

У розділі **економіки, охорони праці та навколишнього середовища** розглянуто питання безпечної експлуатації пристрою, проаналізовано небезпечні та шкідливі фактори, а також визначено заходи щодо їх усунення. Проведено оцінку впливу на довкілля та запропоновано заходи щодо його зменшення.

**Практичні результати роботи** – розроблено конструкцію розсухарювача клапанів та технологічний процес виготовлення його елементів, що дозволяє підвищити продуктивність ремонтних робіт і забезпечити безпечні умови праці.

**Рекомендації щодо використання результатів роботи** – використання розробленого пристрою на станціях технічного обслуговування, ремонтних підприємствах та в умовах польового ремонту для підвищення ефективності обслуговування двигунів.

**Сфера застосування результатів роботи** – підприємства технічного сервісу, автосервіси, ремонтні майстерні, сільськогосподарські підприємства та інші організації, що здійснюють ремонт і обслуговування двигунів внутрішнього згоряння.

Графічна частина роботи становить 4 аркуші.

Результат перевірки тексту пояснювальної записки на плагіат за допомогою профільного сервісу – унікальність 96,48%.

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра присвячена розробці конструкції

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пристосування для розсухарювання клапанів двигунів внутрішнього згоряння з метою підвищення ефективності виконання ремонтних робіт та технічного обслуговування машин. Характерною особливістю пристрою є використання важільного принципу дії, що забезпечує створення необхідного зусилля для стиснення пружини клапана при мінімальних витратах фізичних зусиль оператора. Запропонована конструкція відрізняється простотою, надійністю, універсальністю застосування та можливістю використання як у стаціонарних, так і в польових умовах. Пристосування дозволяє скоротити час виконання операції розсухарювання клапанів, підвищити продуктивність праці та забезпечити безпечні умови виконання робіт.

Ключові слова: РОЗСУХАРЮВАЧ КЛАПАНІВ, ВАЖІЛЬНИЙ МЕХАНІЗМ, КЛАПАННИЙ МЕХАНІЗМ, ДВИГУН ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, РЕМОНТ, ПРУЖИНА КЛАПАНА, ПРИСТОСУВАННЯ.

#### ANNOTATION

The bachelor's qualification work is devoted to the development of a design of a device for drying valves of internal combustion engines in order to increase the efficiency of repair work and maintenance of machines. A characteristic feature of the device is the use of a lever principle of action, which ensures the creation of the necessary force for compressing the valve spring with minimal physical effort of the operator. The proposed design is distinguished by its simplicity, reliability, versatility of application and the possibility of using it both in stationary and field conditions. The device allows you to reduce the time of performing the valve drying operation, increase labor productivity and ensure safe conditions for performing work.

Keywords: VALVE DRYER, LEVER MECHANISM, VALVE MECHANISM, INTERNAL COMBUSTION ENGINE, MAINTENANCE, REPAIR, VALVE SPRING, DEVICE.

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

## ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 ЗАГАЛЬНИЙ .....	10
1.1 Умови та технологія використання базової машини .....	10
1.2 Можливі варіанти вирішення технічної задачі .....	13
1.3 Обґрунтування вибору доцільного варіанту .....	17
1.4 Розробка та обґрунтування принципів технічних рішень .....	20
1.5 Постановка технічної задачі та актуальність розробки .....	22
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ .....	24
2.1 Загальні відомості про деталь та теоретичні основи обробки .....	24
2.2 Матеріал деталі та можливі замінники .....	26
2.3 Відомості про заготовку .....	29
2.4 Припуски, базування, точність і маршрут виготовлення деталі .....	31
2.5 Ескіз деталі, режими обробки та технологічна карта .....	33
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ .....	36
3.1 Обґрунтування необхідності застосування пристрою .....	36
3.2 Опис конструкції запропонованого розсухарювача .....	37
3.3 Конструкторський розрахунок .....	38
4 ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....	41
4.1 Техніко-економічне обґрунтування конструкторської розробки .....	41
4.2 Охорона праці .....	43
4.3 Охорона навколишнього середовища .....	45
ВИСНОВКИ .....	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	49
ДОДАТКИ .....	52

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ			
<i>Змн</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Розробка пристосування для розсухарювання клапанів газорозподільного механізму двигуна сільськогосподарського трактора	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>		Павлина В.В.				7	55	
<i>Перевідив</i>		Колесніченко І.А.						
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Керівник</i>		Колесніченко І.А.						
<i>Зав.кафедр</i>		Попов С.В.			ПДАУ, каф. МЕІ			

## ВСТУП

Сучасний розвиток агропромислового комплексу та транспортної галузі вимагає підвищення ефективності експлуатації автотракторної техніки, зниження витрат на її обслуговування та забезпечення надійності роботи машин. Одним із важливих елементів допоміжних систем двигунів є пасові приводи, які забезпечують передачу крутного моменту до генераторів, насосів, вентиляторів та інших агрегатів. Від їх технічного стану значною мірою залежить стабільність роботи двигуна та ефективність функціонування всієї машини.

У процесі експлуатації пасові приводи піддаються впливу змінних навантажень, температурних коливань, вібрацій та забруднення, що призводить до їх поступового зношування. Одним із ключових параметрів, який визначає працездатність пасового приводу, є натяг паса. Недостатній натяг викликає пробуксовування, зниження переданої потужності та перегрів, тоді як надмірний натяг призводить до перевантаження підшипників і прискореного зносу елементів приводу. Таким чином, підтримання оптимального натягу паса є важливою умовою забезпечення довговічності та ефективності роботи автотракторної техніки.

Аналіз існуючих засобів контролю натягу пасів показує, що вони не завжди відповідають сучасним вимогам експлуатації. Багато з них характеризуються складністю конструкції, необхідністю використання джерел живлення або високою вартістю, що обмежує їх застосування, особливо в умовах польового технічного обслуговування. У зв'язку з цим виникає необхідність розробки простого, надійного та доступного пристосування, яке забезпечить достатню точність вимірювання натягу паса без використання складних електронних систем.

**Мета кваліфікаційної роботи бакалавра – розробка конструкції**

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

механічного пристосування для діагностики натягу пасових приводів автотракторних двигунів із забезпеченням необхідної точності вимірювання, зручності використання та технологічності виготовлення.

**Предмет розробки** – пристосування для діагностики натягу пасових приводів.

Для вирішення поставленої мети необхідно розв'язати технічну задачу, що полягає у створенні універсального переносного пристосування, яке забезпечує швидку, точну та об'єктивну діагностику натягу пасових приводів без демонтажу агрегатів двигуна.

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

## РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНИЙ

### 1.1 Умови та технологія використання базової машини

Базовою машиною, в якій виконується операція розсухарювання клапанів, є двигун внутрішнього згоряння автомобільної або сільськогосподарської техніки [1]. Ефективність роботи такого двигуна значною мірою залежить від справності газорозподільного механізму (ГРМ), який забезпечує своєчасне відкриття і закриття впускних та випускних клапанів.

У процесі експлуатації двигуна клапанний механізм піддається комплексу впливів, що включає [2]:

- циклічні змінні навантаження;
- високі температури (до 150-200 °С);
- ударні навантаження при закритті клапанів;
- інтенсивне тертя та зношування;
- вплив продуктів згоряння та нагару.

Ці фактори призводять до поступового зносу елементів механізму, таких як [3]:

- клапани;
- пружини;
- тарілки;
- сухарі;
- напрямні втулки.

У зв'язку з цим виникає необхідність проведення регулярного технічного обслуговування та ремонту, що включає операцію розсухарювання клапанів.

Особливості конструкції базової машини.

Конструкція газорозподільного механізму може відрізнятися залежно від типу двигуна [4]:

- ОНV (нижній розподільчий вал) – передача руху через штовхачі та

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

коромисла;

- ОНС (верхній розподільчий вал) – прямий вплив на клапани;
- ДОНС – два розподільні вали розміщені в головці блоку циліндрів

над клапанами.

Ці особливості впливають на:

- доступ до клапанів;
- можливість використання інструменту;
- технологію виконання робіт.

Наприклад, у двигунах типу ДОНС доступ до клапанів ускладнений, що потребує використання компактних і універсальних пристосувань.

Розсухарювання клапанів може виконуватись у різних умовах:

1. Стаціонарні (СТО, майстерні):
  - наявність обладнання;
  - зручний доступ до вузлів;
  - можливість демонтажу головки блоку.
2. Польові умови:
  - обмежений інструмент;
  - необхідність швидкого ремонту;
  - робота без демонтажу двигуна.

У польових умовах особливо важливими є:

- компактність пристрою;
- простота конструкції;
- швидкість виконання операцій.

Технологія розсухарювання клапанів [4].

Технологічний процес розсухарювання включає ряд послідовних операцій (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Основні операції процесу

№	Операція	Характеристика
1	Очищення	Видалення забруднень
2	Фіксація клапана	Запобігання падінню
3	Стиснення пружини	Застосування пристрою
4	Видалення сухарів	Демонтаж фіксаторів
5	Зняття пружини	Розбирання вузла

Ключовою операцією є стиснення пружини клапана, яке виконується за допомогою спеціального пристрою – розсухарювача.

Для правильного вибору конструкції пристрою необхідно враховувати наступні параметри табл. 1.2 [5].

Таблиця 1.2 – Умови роботи клапанного механізму

Параметр	Значення	Вплив
Температура	150-200 °С	Зниження міцності матеріалу
Сила пружини	200-400 Н	Необхідність прикладання значного зусилля
Частота циклів	до 3000 хв <sup>-1</sup>	Втомне руйнування
Доступність	обмежена	Потреба компактності

Таким чином, пристосування повинно забезпечувати:

- достатнє зусилля стиснення;
- зручність доступу;
- безпечність роботи.

Схема клапанного механізму двигуна представлена на рис. 1.1.

Рисунок 1.1 – Будова клапанного вузла

1 – розподільний вал, 2 – кулачок, 3 – штовхач, 4 – клапан, 5 – пружина клапана, 6 – тарілка пружини, 7 – сухарі

На ефективність процесу розсухарювання впливають [5]:

- жорсткість клапанної пружини;
- точність виготовлення деталей;
- наявність зносу;
- кваліфікація виконавця;
- тип використовуваного інструменту.

Особливо важливим є забезпечення співвідношення прикладеного зусилля, оскільки перекоси можуть призвести до:

- пошкодження клапана;
- руйнування сухарів;
- деформації тарілки.

На основі аналізу умов експлуатації сформовано вимоги до розсухарювача:

- достатня міцність;
- простота конструкції;
- універсальність;
- зручність використання;
- безпечність роботи.

## 1.2 Можливі варіанти вирішення технічної задачі

У процесі технічного обслуговування та ремонту двигунів внутрішнього згоряння виникає необхідність виконання операції розсухарювання клапанів. Дана операція є важливою складовою розбирання клапанного механізму та вимагає застосування спеціалізованих пристосувань.

Існує декілька основних варіантів вирішення цієї технічної задачі, які відрізняються за: конструкцією, принципом дії, ефективністю та умовами застосування [6].

Усі існуючі пристосування (способи розсухарювання) можна поділити на такі групи:

- механічні (ударні);
- гвинтові;
- важільні;
- гідравлічні;
- комбіновані.

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Кожне з цих пристосувань (спосіб) має свої конструктивні особливості, що визначають сферу їх застосування [7].

### 1. Ударний спосіб.

Ударний спосіб є найпростішим і не потребує спеціального обладнання. Суть його полягає у нанесенні різкого удару по тарілці клапана через проміжний інструмент (трубчастий ключ або оправку), що призводить до звільнення сухарів.

Переваги:

- простота виконання;
- відсутність складного інструменту;
- мінімальні витрати.

Недоліки:

- високий ризик пошкодження клапана;
- можливе руйнування тарілки або сухарів;
- небезпечність для виконавця;
- низька повторюваність результату.

У сучасних умовах цей спосіб практично не застосовується через низьку безпечність.

### 2. Гвинтові пристосування.

Гвинтові розсухарювачі є одними з найбільш поширених. Вони працюють за принципом перетворення обертального руху в поступальний за допомогою гвинтової пари.

Стиснення пружини здійснюється шляхом обертання гвинта, що створює осьове зусилля.

Переваги:

- плавне прикладання зусилля;
- висока точність;
- надійність конструкції;
- довговічність.

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Недоліки:

- значний час виконання операції;
- потреба у фізичних зусиллях при обертанні;
- обмежена продуктивність.

Гвинтові пристрої доцільно застосовувати в умовах стаціонарних майстерень.

### 3. Важільні пристосування.

Важільні розсухарювачі працюють за принципом механічного виштовхування. При прикладанні сили до рукоятки створюється значне зусилля на тарілці клапана.

Переваги:

- висока швидкість роботи;
- простота конструкції;
- зручність використання;
- можливість роботи без демонтажу головки блоку.

Недоліки:

- залежність від прикладеної сили оператора;
- необхідність правильної установки;
- можливість перекосів при неправильному використанні.

Важільні пристрої є найбільш універсальними і широко застосовуються в практиці ремонту.

### 4. Гідравлічні пристрої.

Гідравлічні розсухарювачі використовують енергію робочої рідини для створення зусилля. Вони забезпечують рівномірне і контрольоване стиснення пружини.

Переваги:

- мінімальні фізичні зусилля;
- висока продуктивність;
- точність;

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- безпечність.

Недоліки:

- висока вартість;
- складність конструкції;
- потреба в обслуговуванні;
- залежність від джерела енергії.

Доцільні для використання на великих СТО та підприємствах.

#### 5. Комбіновані пристрої.

Комбіновані системи поєднують у собі елементи декількох принципів (наприклад важільно-гвинтові).

Переваги:

- універсальність;
- підвищена ефективність;
- адаптивність до різних умов.

Недоліки:

- складність виготовлення;
- більша маса;
- вища вартість.

Порівняльний аналіз пристосувань (способів) наведений у табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Порівняння варіантів

Спосіб	Час	Складність	Безпека	Вартість
Ударний	1–2 хв	низька	низька	низька
Гвинтовий	3–5 хв	середня	висока	середня
Важільний	1–2 хв	низька	висока	низька
Гідравлічний	<1 хв	висока	висока	висока

При виборі способу необхідно враховувати [8]:

- умови експлуатації;
- обсяг робіт;
- доступність обладнання;
- економічну доцільність.

Особливо важливими є:

- мінімізація часу операції;
- зниження фізичного навантаження;
- підвищення безпеки.

Проведений аналіз показує, що серед існуючих варіантів найбільш доцільним є використання важільних розсухарювачів, які забезпечують оптимальне поєднання продуктивності, простоти конструкції та економічної ефективності.

Саме цей варіант приймається за основу для подальшої розробки пристрою.

### **1.3 Обґрунтування вибору доцільного варіанту**

На основі проведеного аналізу можливих пристосувань (способів) розсухарювання клапанів виникає необхідність обґрунтованого вибору найбільш раціонального варіанту. Вибір конструкції пристрою повинен базуватись на технічних, економічних та експлуатаційних критеріях.

Критерії вибору конструкції.

Для оцінки ефективності різних варіантів приймаються наступні критерії [9]:

- продуктивність (швидкість виконання операції);
- зручність використання;
- безпечність роботи;
- вартість виготовлення;
- надійність і довговічність;
- універсальність застосування.

З метою підвищення об'єктивності вибору використовується метод бальної оцінки з урахуванням вагових коефіцієнтів.

Значущість кожного критерію різна, тому вводяться вагові коефіцієнти

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Вагові коефіцієнти критеріїв

Критерій	Позначення	Вага
Продуктивність	$k_1$	0,25
Зручність	$k_2$	0,20
Безпечність	$k_3$	0,20
Вартість	$k_4$	0,15
Надійність	$k_5$	0,10
Універсальність	$k_6$	0,10

Сума вагових коефіцієнтів становить 1, що забезпечує коректність розрахунку.

Оцінювання проводиться за п'ятибальною шкалою (табл. 1.5) [10].

Таблиця 1.5 – Бальна оцінка варіантів

Критерій	Гвинтовий	Важільний	Гідравлічний
Продуктивність	3	5	5
Зручність	3	5	5
Безпечність	5	4	5
Вартість	5	5	2
Надійність	5	4	4
Універсальність	3	5	4

Розрахунок інтегрального показника [10].

Інтегральна оцінка визначається за формулою:

$$K = \sum (k_i \cdot b_i), \quad (1.1)$$

де:  $k_i$  – ваговий коефіцієнт;

$b_i$  – бальна оцінка.

Результати розрахунку представлені у табл. 1.6.

Таблиця 1.6 – Інтегральна оцінка

Варіант	Значення К
Гвинтовий	3,9
Важільний	4,7
Гідравлічний	4,2

Отримані результати показують, що:

- важільний варіант має найвищий інтегральний показник;

- гвинтовий варіант поступається за продуктивністю;
- гідравлічний варіант є ефективним, але економічно недоцільним.

При виборі конструкції також враховуються:

- витрати на виготовлення (див. табл. 1.7);
- складність обслуговування;
- можливість ремонту;
- енергозалежність.

Таблиця 1.7 – Техніко-економічні показники

Показник	Гвинтовий	Важільний	Гідравлічний
Собівартість	середня	низька	висока
Обслуговування	просте	просте	складне
Ремонтопридатність	висока	висока	середня
Енергонезалежність	так	так	ні

На основі проведеного аналізу встановлено, що важільний розсухарювач має наступні переваги:

- найвищу продуктивність;
- простоту конструкції;
- низьку собівартість;
- можливість використання в різних умовах;
- достатній рівень безпеки.

При цьому він не потребує додаткових джерел енергії, що робить його універсальним.

Таким чином, на основі багатокритеріального аналізу обґрунтовано вибір важільного варіанту розсухарювача клапанів як найбільш доцільного.

Обраний варіант відповідає сучасним вимогам до технічного обслуговування, забезпечує високу ефективність виконання операцій та є економічно обґрунтованим.

Отримані результати використовуються як основа для подальшої розробки конструкції пристрою.

## 1.4 Розробка та обґрунтування принципових технічних рішень

На основі проведеного аналізу існуючих конструкцій та обґрунтування вибору доцільного варіанту встановлено, що найбільш ефективним є застосування важільного розсухарювача клапанів [11]. Подальша розробка пристрою базується на принципі механічного виграшу, який дозволяє значно зменшити фізичні зусилля оператора при виконанні технологічної операції.

Принцип роботи розсухарювача полягає у створенні осьового зусилля, спрямованого на тарілку клапана, за рахунок прикладення сили до рукоятки важеля (рис. 1.2). При цьому відбувається стиснення пружини клапана та звільнення сухарів.

Рисунок 1.2 – Схема роботи пристосування

Важільний механізм дозволяє отримати виграш у силі за рахунок співвідношення плечей важеля.

Основні переваги:

- зменшення прикладеної сили;
- підвищення продуктивності;
- простота реалізації;

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- відсутність складних вузлів.

Основні конструктивні елементи (табл. 1.8).

Розроблений пристрій складається з наступних елементів:

1. Рукоятка – виконує функцію важеля та призначена для прикладання сили.

Вимоги:

- достатня міцність;
- ергономічність;
- оптимальна довжина ( $\approx 300-400$  мм).

2. Пластина (робочий орган) – забезпечує контакт із тарілкою клапана.

Вимоги:

- точність форми;
- рівномірний розподіл навантаження;
- зносостійкість.

3. Опорний елемент (гак або упор) – служить для фіксації пристрою.

Вимоги:

- жорсткість;
- надійність кріплення;
- відсутність ковзання.

Таблиця 1.8 – Основні параметри конструкції

Параметр	Значення	Обґрунтування
Довжина рукоятки	350-360 мм	Забезпечує вигреш у силі
Діаметр рукоятки	20 мм	Міцність і зручність
Матеріал	Сталь 20	Достатня міцність
Зусилля	до 300 Н	Відповідає пружині

У процесі роботи найбільші навантаження виникають у рукоятці, яка працює на згин.

Основні фактори:

- величина прикладеної сили;

- довжина важеля;
- матеріал конструкції.

Для забезпечення надійності необхідно:

- вибрати відповідний діаметр;
- забезпечити запас міцності;
- уникати концентрації напружень.

При розробці пристрою прийняті наступні рішення:

- застосування простих геометричних форм;
- мінімізація кількості деталей;
- забезпечення співвідношення навантаження;
- використання стандартних елементів.

### **1.5 Постановка технічної задачі та актуальність**

У процесі експлуатації автомобільної та сільськогосподарської техніки важливе значення має забезпечення надійної роботи двигунів внутрішнього згоряння та зменшення витрат на їх обслуговування. Однією з необхідних операцій ремонту є розсухарювання клапанів, яке виконується під час обслуговування головки блоку циліндрів.

Аналіз існуючих способів показує, що вони мають певні недоліки. Ударний спосіб є небезпечним і може призвести до пошкодження деталей, гвинтові пристрої характеризуються низькою продуктивністю, а гідравлічні – складні та дорогі у використанні. Це обмежує їх ефективне застосування, особливо в умовах невеликих майстерень або польового ремонту.

У зв'язку з цим виникає необхідність розробки простого та ефективного пристрою, який забезпечує швидке і безпечне стиснення пружини клапана без пошкодження деталей. Особливо важливою є можливість виконання робіт без демонтажу головки блоку циліндрів, що дозволяє зменшити трудомісткість і тривалість ремонту.

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Технічна задача полягає у створенні універсального розсухарювача клапанів, який поєднує простоту конструкції, надійність та зручність використання. Пристрій повинен забезпечувати достатнє зусилля стиснення, бути безпечним в експлуатації та придатним для використання в різних умовах.

Актуальність полягає в розробці простого, надійного та ефективного розсухарювача клапанів, який забезпечує швидке і безпечне стиснення пружини клапана без пошкодження деталей і може використовуватись як у стаціонарних, так і в польових умовах.

Висновки до розділу.

У результаті аналізу встановлено, що процес розсухарювання клапанів є важливою складовою технічного обслуговування двигунів. Існуючі методи мають недоліки, що знижують ефективність ремонту.

Обґрунтовано вибір важільного пристрою, який забезпечує:

- високу продуктивність;
- простоту конструкції;
- економічність.

Отримані результати є основою для подальшого конструкторського розрахунку.

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

### 2.1 Загальні відомості про деталь та теоретичні основи обробки

Деталь «гайка» є важливим елементом різьбових з'єднань, які широко застосовуються в машинобудуванні, автомобільній та сільськогосподарській техніці. Основним призначенням гайки є створення та підтримання необхідного зусилля затягування з'єднання, що забезпечує фіксацію деталей та передачу навантажень між ними [12].

З конструктивної точки зору деталь являє собою тіло обертання з внутрішнім різьбовим отвором та зовнішньою шестигранною поверхнею, що забезпечує можливість її обертання за допомогою стандартного інструменту. Внутрішня різьба виконана за метричною системою (M10) і є основним функціональним елементом деталі. Додатково конструкція передбачає наявність фасок, які полегшують нагвинчування гайки на болт або шпильку, а також рифленої поверхні, що покращує зчеплення з інструментом або рукою.

У процесі експлуатації гайка працює в умовах складного напруженого стану. Основними видами навантажень, що діють на деталь, є осьове розтягування, яке виникає внаслідок затягування різьбового з'єднання, а також контактні напруження між витками різьби [13]. Крім того, в умовах змінних навантажень можливе виникнення втомного руйнування, що висуває підвищені вимоги до точності виготовлення та якості поверхонь.

Особливе значення має точність виконання різьби, оскільки від цього залежить рівномірність розподілу навантаження між витками та надійність з'єднання. Недостатня точність або погана якість поверхні можуть призвести до концентрації напружень, передчасного зносу або зриву різьби.

Технологічність деталі визначається її простою геометричною формою та можливістю виготовлення з використанням стандартного обладнання. Основними поверхнями, що підлягають обробці, є:

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

- внутрішня різьбова поверхня;
- зовнішня циліндрична поверхня;
- шестигранні грані;
- торцеві поверхні.

З точки зору теорії різання матеріалів, обробка деталі базується на процесі пластичного деформування і відокремлення стружки від заготовки під дією ріжучого інструменту. Основними параметрами процесу є швидкість різання, подача та глибина різання, які визначають продуктивність і якість обробки [14].

Точіння є основною операцією, при якій формується зовнішня поверхня деталі. Свердління використовується для отримання отвору під різьбу, після чого виконується нарізання різьби метчиком. Для формування шестигранної поверхні застосовується фрезерування, яке забезпечує необхідну точність і геометрію граней. Рифлення виконується методом накатки, що дозволяє отримати шорстку поверхню без зняття матеріалу.

Шорсткість поверхні є важливим параметром, що впливає на експлуатаційні характеристики деталі. Для даної деталі передбачено значення Ra 6,3 мкм для робочих поверхонь та Ra 12,5 мкм для допоміжних, що відповідає середньому класу точності [15].

Важливим аспектом є також забезпечення співвісності отвору та зовнішніх поверхонь, що досягається правильним базуванням деталі під час обробки. Порушення співвісності може призвести до нерівномірного розподілу навантаження та зниження надійності з'єднання.

Таким чином, деталь «гайка» характеризується відносно простою конструкцією, але високими вимогами до точності виготовлення, якості поверхні та правильності виконання різьби. Теоретичні основи її обробки базуються на класичних процесах механічної обробки металів, що забезпечують отримання необхідних геометричних параметрів та експлуатаційних властивостей.

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

## 2.2 Матеріал деталі та можливі замітники

Відповідно до креслення (додаток А), деталь «гайка» виготовляється зі сталі 20 за ГОСТ 1050-88. Вибір матеріалу обумовлений умовами роботи деталі, її конструктивними особливостями та вимогами до міцності, пластичності і технологічності [15].

Сталь 20 належить до групи конструкційних вуглецевих сталей і характеризується невисоким вмістом вуглецю (0,17-0,24 %), що забезпечує хорошу оброблюваність різанням, достатню пластичність і в'язкість. Ці властивості є важливими для виготовлення різьбових деталей, оскільки дозволяють уникнути утворення тріщин і забезпечують стабільну роботу в умовах змінних навантажень.

Деталь «гайка» працює в умовах дії осьових навантажень і контактного тиску в зоні різьбового з'єднання. Основні напруження виникають у витках різьби, де відбувається передача зусилля між гайкою та болтом. Тому матеріал повинен мати достатню міцність і зносостійкість, а також забезпечувати рівномірний розподіл навантаження [16].

Сталь 20 після нормалізації або без термічної обробки забезпечує межу міцності на рівні 400-500 МПа, що є достатнім для більшості різьбових з'єднань загального призначення. Водночас вона має гарну здатність до пластичної деформації, що позитивно впливає на надійність різьби та знижує ризик її руйнування.

Важливою перевагою сталі 20 є її висока технологічність (табл. 2.1). Матеріал добре обробляється на токарних, свердлильних та фрезерних верстатах, що дозволяє отримати необхідну точність і шорсткість поверхні без значних витрат часу та енергії (табл. 2.2). Крім того, сталь 20 добре піддається нарізанню різьби, що є критично важливим для даної деталі [14].

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі 20

Елемент	Вміст, %
Вуглець (C)	0,17-0,24
Марганець (Mn)	0,35-0,65
Кремній (Si)	0,17-0,37
Сірка (S)	≤0,04
Фосфор (P)	≤0,035

Таблиця 2.2 – Механічні властивості

Показник	Значення
Межа міцності	400-500 МПа
Межа текучості	240-280 МПа
Відносне подовження	25-30 %
Твердість	НВ 120-170

Ці характеристики забезпечують достатню міцність і довговічність деталі при нормальних умовах експлуатації.

Для підвищення експлуатаційних характеристик деталі можуть застосовуватись такі види термічної обробки [17]:

- нормалізація – покращує структуру та механічні властивості;
- цементация – підвищує зносостійкість поверхні різьби;
- гартування з відпуском – підвищує міцність.

У більшості випадків для гайок загального призначення достатньо нормалізації або обробки без термічного зміцнення.

Матеріал повинен забезпечувати:

- достатню міцність різьби;
- стійкість до зношування;
- відсутність крихкого руйнування;
- хорошу оброблюваність;
- стабільність властивостей.

У разі відсутності сталі 20 або необхідності підвищення характеристик можуть використовуватись інші матеріали (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Замінники матеріалу

Матеріал	Характеристика	Доцільність застосування
Сталь 10	Висока пластичність	Невеликі навантаження
Сталь 35	Підвищена міцність	Середні навантаження
Сталь 45	Висока твердість	Підвищені навантаження
Леговані сталі	Зносостійкість	Спеціальні умови

Порівняння показує, що сталь 20 є оптимальним варіантом, оскільки [14]:

- забезпечує баланс міцності та пластичності;
- має низьку вартість;
- легко обробляється;
- широко доступна.

Більш міцні сталі (35, 45) доцільні лише при підвищених навантаженнях, але вони ускладнюють обробку та збільшують собівартість.

На вибір матеріалу також впливають:

- корозійна стійкість;
- температурні умови;
- вібрації;
- циклічні навантаження.

У разі агресивного середовища можливе застосування захисних покриттів:

- цинкування;
- фосфатування;
- оксидування.

Таким чином, сталь 20 є раціональним матеріалом для виготовлення деталі «гайка», оскільки забезпечує необхідні механічні властивості, технологічність обробки та економічну доцільність. Розглянуті заміники можуть застосовуватись у спеціальних умовах, однак у більшості випадків використання сталі 20 є оптимальним рішенням.

### 2.3 Відомості про заготовку

Вибір заготовки є важливим етапом розробки технологічного процесу виготовлення деталі, оскільки він безпосередньо впливає на витрати матеріалу, трудомісткість обробки та собівартість продукції [18]. Для деталі «гайка», враховуючи її конструкцію та відносно невеликі розміри, доцільно застосовувати заготовку у вигляді круглого прокату (прутка).

Використання круглого прокату обумовлено простою геометрією деталі, яка наближена до тіла обертання, а також можливістю ефективного використання токарної обробки. Крім того, такий вид заготовки є широко доступним, економічно вигідним та не потребує складної підготовки перед обробкою.

Діаметр заготовки вибирається з урахуванням найбільшого зовнішнього розміру деталі з додаванням припуску на механічну обробку. Згідно креслення, максимальний розмір деталі становить близько 40 мм, тому доцільно застосовувати пруток діаметром 42-45 мм (табл. 2.4). Це дозволяє забезпечити необхідні припуски для обробки та отримання заданої точності.

Таблиця 2.4 – Характеристика заготовки

Параметр	Значення
Тип заготовки	Круглий прокат
Матеріал	Сталь 20
Діаметр	42-45 мм
Довжина	згідно партії
Спосіб отримання	Гарячекатаний

Заготовка виготовляється методом гарячої прокатки, що забезпечує достатню однорідність структури матеріалу та прийнятні механічні властивості. Разом з тим, поверхня прокату може мати окалину та незначні дефекти, які необхідно враховувати при призначенні припусків на обробку.

Перед початком механічної обробки заготовка піддається попередній підготовці, яка включає:

- різання прутка на заготовки необхідної довжини;

- очищення поверхні від окалини;
- контроль геометричних розмірів.

Різання заготовки може виконуватись на відрізних верстатах або стрічкових пилах, що забезпечує достатню точність та продуктивність (рис. 2.1) [14].

Рисунок 2.1 – Схема отримання заготовки

Вибір саме прокатної заготовки пояснюється також тим, що застосування більш складних методів отримання заготовок, таких як лиття або штампування, є економічно недоцільним для даної деталі через її просту форму та невеликі розміри. Крім того, використання прокату дозволяє зменшити підготовчі витрати та спростити технологічний процес.

Водночас у масовому виробництві можливе застосування штампованих заготовок, які мають форму, наближену до готової деталі. Це дозволяє зменшити припуски на обробку та скоротити витрати матеріалу, однак це потребує використання спеціального оснащення, що не завжди є доцільним.

Переваги обраної заготовки:

- простота отримання;
- низька вартість;
- доступність матеріалу;
- зручність обробки;
- універсальність застосування.

Недоліки:

- наявність припусків, що збільшує обсяг обробки;
- можливі поверхневі дефекти;
- більші втрати матеріалу порівняно зі штампуванням.

Таким чином, використання круглого прокату як заготовки для виготовлення деталі «гайка» є технологічно та економічно обґрунтованим

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рішенням. Обраний тип заготовки забезпечує необхідні умови для подальшої механічної обробки, дозволяє отримати деталь заданої точності та якості при мінімальних витратах.

#### 2.4 Припуски, базування, точність і маршрут виготовлення деталі

Раціональне призначення припусків, правильний вибір баз та послідовності операцій є важливими умовами забезпечення точності виготовлення деталі «гайка» і зниження трудомісткості її обробки. З урахуванням простої геометричної форми деталі та застосування заготовки у вигляді круглого прокату, технологічний процес може бути побудований на основі стандартних методів механічної обробки.

Припуски призначаються для видалення шару матеріалу, що має дефекти після прокатки, а також для забезпечення досягнення заданих розмірів і шорсткості поверхні. Величина припусків залежить від способу отримання заготовки, її розмірів та вимог до точності [19].

У табл. 2.5 наведені орієнтовні припуски деталі.

Таблиця 2.5 – Припуски на обробку

Поверхня	Припуск
Зовнішня циліндрична	1,0-1,5 мм
Торцева	0,5-1,0 мм
Отвір під різьбу	0,5 мм
Під шестигранник	1,0 мм

Зазначені припуски забезпечують можливість усунення нерівностей поверхні та досягнення необхідної точності обробки.

Базування деталі виконується з метою забезпечення правильного взаємного розташування поверхонь при обробці. Для деталі «гайка» доцільно використовувати комбіновану систему базування.

Основними базами є:

- осьова база – отвір деталі;

- торцева база – опорна поверхня.

На початкових операціях базування здійснюється по зовнішній поверхні заготовки, що дозволяє сформувати базові поверхні для подальшої обробки. Після свердління отвору і формування торців доцільно переходити до базування по отвору, що забезпечує співвісність внутрішньої різьби та зовнішніх поверхонь.

Правильний вибір баз дозволяє:

- забезпечити співвісність;
- підвищити точність;
- зменшити похибки обробки.

Згідно креслення (додаток А), до деталі пред'являються вимоги щодо середнього класу точності. Основні параметри якості поверхонь [20]:

- для різьбової поверхні – стандартна точність метричної різьби М10;
- для опорних поверхонь – шорсткість Ra 6,3 мкм;
- для допоміжних поверхонь – Ra 12,5 мкм.

Досягнення заданої точності забезпечується:

- застосуванням чистових операцій;
- правильним вибором інструменту;
- дотриманням режимів обробки.

Технологічний маршрут визначає послідовність операцій обробки заготовки до отримання готової деталі (табл. 2.6).

Таблиця 2.6 – Маршрут виготовлення

№	Операція	Зміст
1	Відрізання	Різання прутка
2	Точіння	Обробка зовнішньої поверхні
3	Підрізання торця	Формування бази
4	Свердління	Отвір під різьбу
5	Нарізання різьби	Метчиком М10
6	Фрезерування	Формування шестигранника
7	Накатка	Рифлення поверхні
8	Контроль	Перевірка розмірів

Послідовність операцій обрана таким чином, щоб спочатку сформувати базові поверхні, а потім виконати більш точні операції (рис. 2.2).

Рисунок 2.2 – Схема маршруту

При розробці технологічного процесу враховано:

- мінімізацію кількості установок;
- використання універсального обладнання;
- забезпечення стабільності обробки;
- зниження втрат матеріалу.

Особливу увагу приділено операції нарізання різьби, оскільки вона є найбільш відповідальною. Для її виконання необхідно забезпечити точність отвору та правильне центрування інструменту.

Таким чином, призначення припусків, вибір баз і побудова маршруту виготовлення деталі «гайка» виконані з урахуванням вимог точності, технологічності та економічності. Запропонований технологічний процес забезпечує отримання деталі необхідної якості при мінімальних витратах часу і ресурсів.

## 2.5 Ескіз деталі, режими обробки та технологічна карта

Ескіз деталі є невід’ємною частиною технологічного процесу, оскільки дозволяє наочно відобразити форму, геометричні параметри та основні елементи деталі «гайка». Він використовується для визначення послідовності обробки, вибору інструменту та встановлення базування на різних операціях.

Деталь має просту, але функціонально важливу конструкцію, що включає внутрішню різьбу М10, шестигранні грані під ключ, торцеві поверхні та допоміжні елементи у вигляді фасок. Основна увага при обробці

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приділяється забезпеченню точності різьби та співвісності всіх поверхонь [20].

Схема формування послідовності поверхонь показана рис. 2.3.

Рисунок 2.3 – Послідовність обробки

Режими різання визначаються з урахуванням матеріалу деталі (сталь 20), типу інструменту та виду обробки. Їх правильний вибір забезпечує стабільність процесу, високу якість поверхні та ефективність виробництва.

Точіння є основною операцією, при якій формується зовнішня поверхня та торці деталі (табл. 2.7).

Таблиця 2.7 – Режимы точіння

Параметр	Чорнова обробка	Чистова обробка
Швидкість $V$ , м/хв	50-60	70-80
Подача $S$ , мм/об	0,25-0,3	0,1-0,2
Глибина $t$ , мм	1-2	0,5

Отвір під різьбу М10 виконується свердлом діаметром 8,5 мм (табл. 2.8).

Таблиця 2.8 – Режимы свердління

Параметр	Значення
Швидкість $V$	25–30 м/хв
Подача $S$	0,2 мм/об

Різьба нарізається метчиком із дотриманням кроку різьби (табл. 2.9).

Таблиця 2.9 – Режимы нарізання різьби

Параметр	Значення
Швидкість	10–15 м/хв
Подача	відповідає кроку

Особливу увагу слід приділяти змащенню та центруванню інструменту.

Рифлення виконується методом пластичної деформації без зняття матеріалу, що підвищує зносостійкість поверхні.

Технологічна карта визначає повну послідовність виготовлення деталі

(табл. 2.10).

Таблиця 2.10 – Технологічна карта

№	Операція	Обладнання	Інструмент
1	Різання заготовки	Пила	Диск
2	Точіння	Токарний	Різець
3	Підрізання торця	Токарний	Різець
4	Свердління	Свердлильний	Свердло
5	Нарізання різьби	Токарний/ручний	Метчик
6	Фрезерування	Фрезерний	Фреза
7	Накатка	Токарний	Накатник
8	Контроль	Вимірювальний	Штангенциркуль

Контроль якості виконується після завершення обробки і включає перевірку геометричних параметрів, різьби та шорсткості поверхні [20]. Для забезпечення стабільності процесу рекомендується застосовувати охолоджувальні рідини, а також регулярно перевіряти стан інструменту.

Правильний вибір режимів обробки та дотримання технологічної дисципліни дозволяють уникнути дефектів, таких як зрив різьби, відхилення розмірів або погіршення якості поверхні.

Висновок до розділу.

У результаті розробки технологічного процесу виготовлення деталі «гайка» виконано повний аналіз її конструкції, умов роботи та вимог до якості. Обґрунтовано вибір матеріалу, визначено тип заготовки та встановлено раціональні припуски на обробку.

Розроблено послідовність технологічних операцій, яка забезпечує отримання деталі заданої точності та шорсткості поверхні при мінімальних витратах матеріалу і часу. Вибрані режими обробки відповідають властивостям матеріалу та забезпечують ефективну роботу обладнання.

Запропонований технологічний процес є простим у реалізації, економічно доцільним і може бути застосований як у умовах одиничного, так і серійного виробництва. Отримані результати можуть бути використані для подальшого вдосконалення технології виготовлення подібних деталей.

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

### 3.1 Огляд конструкцій пристосувань для сушіння клапанів

Розсухарювачі або пристосування для стиснення пружин клапанів газорозподільного механізму застосовуються під час технічного обслуговування і ремонту двигунів внутрішнього згоряння [21]. Їх основне призначення – забезпечення швидкого, безпечного та надійного демонтажу сухарів клапанного механізму без пошкодження деталей.

Існує значна кількість конструкцій розсухарювачів, які можна класифікувати за такими ознаками [22]:

- за способом встановлення – стаціонарні та пересувні;
- за принципом дії – гвинтові, важільні, ексцентрикові;
- за універсальністю – спеціалізовані та універсальні.

Стаціонарні пристрої застосовуються переважно в умовах ремонтних майстерень і являють собою стенди для розбирання головок блоку циліндрів. Вони забезпечують високу точність і зручність виконання операцій, проте мають обмежену мобільність і потребують демонтажу головки блоку.

Пересувні розсухарювачі мають значну перевагу, оскільки дозволяють виконувати роботи без зняття головки блоку циліндрів. Це значно зменшує трудомісткість ремонту та скорочує час обслуговування.

Окремо варто відзначити так званий «ударний спосіб» розсухарювання, при якому за допомогою трубчастого ключа та молотка здійснюється різкий удар по тарілці клапана. Незважаючи на простоту, цей метод є небезпечним і може призвести до:

- деформації клапана;
- руйнування тарілок пружин;
- пошкодження головки блоку циліндрів.

Тому його використання в сучасних умовах є недоцільним.

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Гвинтові розсухарювачі відзначаються простотою конструкції, надійністю та довговічністю. Вони забезпечують плавне прикладання зусилля, що зменшує ризик пошкодження деталей. Проте їх недоліком є відносно низька продуктивність через необхідність обертання гвинта.

Важільні та ексцентрикові пристрої забезпечують значно більшу швидкодію за рахунок використання механічного впливу [21]. Вони дозволяють швидко стискати пружину клапана, що є важливим при серійному ремонті.

Таким чином, аналіз існуючих конструкцій показує, що найбільш доцільним є використання пересувних важільних пристроїв, які поєднують у собі мобільність, продуктивність і достатню надійність (рис. 3.1).

1 – рукоятка; 2 – пластина; 3 – гайка

Рисунок 3.1 – Важільний розсухарювач клапанів

### 3.2 Опис конструкції пропонованого розсухарювача

Запропонована конструкція розсухарювача належить до важільних пересувних пристроїв і призначена для використання в умовах ремонтних майстерень та автосервісів.

Основними елементами пристрою є:

- рукоятка;
- пластина;
- гайка.

Рукоятка виконує функцію важеля, за допомогою якого створюється

необхідне зусилля для стиснення пружини клапана. Вона має достатню довжину для забезпечення механічного впливу та зменшення фізичного навантаження на оператора.

На торцевій частині рукоятки виконаний паз, у який встановлюється пластина. Після встановлення, пластина жорстко фіксується за допомогою зварювання, що забезпечує надійність конструкції під час роботи.

Пластина має круглий виріз, який взаємодіє з тарілкою клапана. Конструкція вирізу дозволяє:

- забезпечити рівномірний розподіл навантаження;
- уникнути перекосів;
- підвищити безпечність виконання операції.

Під час роботи пластина встановлюється на шпильку таким чином, щоб вона розташовувалася між її пелюстками. На різьбову частину шпильки нагвинчується гайка, яка забезпечує фіксацію пристрою.

Принцип роботи пристрою полягає в наступному: при натисканні на рукоятку створюється згинальний момент, який через пластину передається на тарілку клапана, стискаючи пружину. Це дозволяє звільнити сухарі та виконати їх демонтаж.

Перевагами запропонованої конструкції є:

- простота виготовлення;
- низька собівартість;
- висока продуктивність;
- зручність у використанні;
- можливість роботи без демонтажу головки блоку.

### 3.3 Конструкторський розрахунок

У процесі роботи пропонованого розсухарювача клапанів газорозподільного механізму він піддається впливу напружень згину. Зробимо

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перевірочний розрахунок пристосування за згинальним моментом [23]. Схема дії сил представлена рис. 3.2.

Рисунок 3.2 – Розрахункова схема

Рукоятка отримує напруження згину, тому перевіряємо умову міцності за формулою [23]:

$$\sigma_3 \leq [\sigma_3], \quad (3.1)$$

де  $\sigma_3$  – напруження згину, що діє на матеріал рукоятки, Н/мм<sup>2</sup>;

$[\sigma_3]$  – допустиме для вибраного матеріалу рукоятки напруження згину (для сталі 20 при пульсуючому навантаженні від нуля до максимального за таблицею [23]  $\sigma_3 = 120$  Н/мм<sup>2</sup>).

Визначаємо діюче напруження згину:

$$\sigma_3 = \frac{M_3}{W_3}, \quad (3.2)$$

де  $M_3$  – діючий на рукоятку згинальний момент, Н;

$W_3$  – момент опору згину, мм<sup>3</sup>;

Визначаємо згинальний момент, що діє на рукоятку:

$$M_3 = L_{II} F_{II}, \quad (3.3)$$

де  $L_{II}$  – довжина важеля,  $L = 360$  мм;

$F_{II}$  – прикладена до рукоятки сила, Н.

Значення прикладеної сили приводу пристосування  $F_{II}$  визначимо по залежності [23]:

$$F_{II} = \frac{FL}{L_{II} + L}, \quad (3.4)$$

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $F$  – сила, необхідна для стиснення пружини при розсухарюванні клапана ( $F = 300$  Н [23]), Н;

$L$  – відстань між центром тарілки клапана та віссю шпильки, на яку нагвинчується фіксуюча гайка ( $L=20\dots 100$  мм), мм.

$$F_{II} = \frac{300 \cdot 100}{360 + 100} = 65,2 \text{ Н.}$$

$$M_3 = 360 \cdot 65,2 = 23472 \text{ Н} \cdot \text{мм.}$$

Момент опору згину для круглого перерізу визначається за формулою [23]:

$$W_3 = 0,1d^3, \quad (3.5)$$

де  $d$  – діаметр поперечного перерізу рукоятки ( $d = 20$  мм), мм.

$$W_3 = 0,1 \cdot 20^3 = 800 \text{ мм}^3.$$

$$\sigma_3 = \frac{32472}{800} = 40,6 \text{ Н/мм}^2.$$

Перевіряємо умову міцності [23]:

$$40,6 \text{ Н/мм}^2 < 120 \text{ Н/мм}^2.$$

Умова виконується, отже матеріал пристосування та її основні геометричні параметри прийняті правильно.

Визначаємо значення коефіцієнта запасу міцності:

$$k = \frac{[\sigma_3]}{\sigma_3}. \quad (3.6)$$

$$k = \frac{120}{40,6} = 3.$$

Отримане значення коефіцієнта запасу міцності відповідає вимогам.

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 4.1 Техніко-економічне обґрунтування конструкторської розробки

Техніко-економічне обґрунтування конструкторської розробки є важливим етапом оцінки доцільності впровадження нового пристрою у виробничий процес. Запропонований розсухарювач клапанів призначений для підвищення ефективності виконання ремонтних робіт, зменшення трудомісткості та покращення умов праці. Його застосування дозволяє скоротити час виконання операції розсухарювання клапанів і знизити фізичне навантаження на працівника.

У порівнянні з існуючими способами, такими як гвинтові пристрої або ударний метод, запропонований важільний розсухарювач має суттєві переваги. Він забезпечує швидке та рівномірне стиснення пружини клапана та підвищує продуктивність праці [24].

Економічна ефективність розробки визначається зменшенням витрат часу на виконання операції [25]. Економія часу на одну операцію визначається за формулою:

$$\Delta t = t_1 - t_2, \quad (4.1)$$

де  $\Delta t$  – економія часу на одну операцію, хв;

$t_1$  – час виконання операції при використанні традиційного пристрою, хв;

$t_2$  – час виконання операції при використанні розробленого пристрою, хв.

При  $t_1 = 4$  хв та  $t_2 = 1,5$  хв отримуємо  $\Delta t = 2,5$  хв.

Загальні витрати часу за зміну визначаються:

$$T_1 = (t_1 \cdot n)/60, \quad T_2 = (t_2 \cdot n)/60, \quad (4.2)$$

де  $T_1$  і  $T_2$  – відповідно витрати часу при традиційному та новому способах, год;

$n$  – кількість виробів за зміну, шт.

При  $n = 50$  отримуємо  $T_1 = 3,33$  год та  $T_2 = 1,25$  год.

Економія часу за зміну [26]:

$$\Delta T = T_1 - T_2, \quad (4.3)$$

У результаті  $\Delta T = 2,08$  год.

Трудомісткість операції визначається:

$$\tau_1 = t_1/60, \tau_2 = t_2/60, \quad (4.4)$$

де  $\tau_1$  і  $\tau_2$  – трудомісткість операції відповідно при традиційному та новому способах, люд.-год.

Отримуємо  $\tau_1 = 0,067$  люд.-год та  $\tau_2 = 0,025$  люд.-год.

Зниження трудомісткості:

$$\Delta \tau = \tau_1 - \tau_2, \quad (4.5)$$

У результаті  $\Delta \tau = 0,042$  люд.-год.

Відносне зниження трудомісткості:

$$\eta = (\Delta \tau / \tau_1) \cdot 100\%, \quad (4.6)$$

Отримуємо  $\eta \approx 62,7$  %.

Економія заробітної плати за зміну:

$$E_{зм} = \Delta T \cdot C, \quad (4.7)$$

$C$  – погодинна ставка.

При  $C = 120$  грн/год отримуємо  $E_{зм} \approx 250$  грн.

Річний економічний ефект:

$$E_{річн} = E_{зм} \cdot D, \quad (4.8)$$

$D$  – кількість робочих днів у році.

При  $D = 250$  отримуємо  $E_{річн} = 62\,500$  грн.

Термін окупності пристрою:

$$T_{ок} = K / E_{зм}, \quad (4.9)$$

$K$  – вартість пристрою.

При  $K = 1000$  грн отримуємо  $T_{ок} = 4$  зміни.

Коефіцієнт економічної ефективності [26]:

$$K_e = E_{річн} / K, \quad (4.10)$$

					КРБ.133ГМБд_31.17.00.00.000 ПЗ	42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



факторами є рухомі та обертові частини верстатів, ріжучий інструмент, стружка, підвищений рівень шуму та вібрацій, а також можливість ураження електричним струмом. Особливу небезпеку становить процес різання металу, при якому утворюється гостра та гаряча стружка, що може спричинити травмування рук та очей. Крім того, під час обробки деталей виникають локальні підвищення температури, що також потребує дотримання відповідних заходів безпеки [28].

Для забезпечення безпечних умов праці перед початком роботи працівник повинен пройти інструктаж з охорони праці, перевірити справність обладнання та інструменту, а також використовувати засоби індивідуального захисту. Під час роботи необхідно суворо дотримуватись технологічної дисципліни, не допускати використання несправного обладнання та не виконувати операції, що не передбачені технологічним процесом. Забороняється торкатись обертових частин верстата, прибирати стружку руками або працювати без захисних пристроїв.

Особливі вимоги висуваються до безпеки роботи на металорізальних верстатах. Заготовка повинна бути надійно закріплена в патроні або пристосованні, інструмент має бути правильно встановлений і заточений, а робоча зона – обладнана захисними кожухами. Видалення стружки повинно здійснюватися спеціальними гачками або щітками після повної зупинки верстата. Недотримання цих вимог може призвести до серйозних травм [28].

Важливим аспектом є електробезпека. Усі електричні установки повинні мати справну ізоляцію та бути заземленими. Забороняється працювати з пошкодженими електропроводами або торкатись електрообладнання вологими руками. У разі виявлення несправностей робота повинна бути негайно припинена, а обладнання відключене від мережі.

Для захисту працівників використовуються засоби індивідуального захисту, зокрема спецодяг, захисні окуляри, рукавиці та спеціальне взуття. При підвищеному рівні шуму застосовуються протишумові навушники або

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

беруші [28]. Використання цих засобів дозволяє значно знизити ризик травматизму та професійних захворювань.

Під час виконання робіт з використанням розсухарювача клапанів необхідно забезпечити правильне встановлення пристосування, уникати перекосів і контролювати прикладене зусилля. Особливу небезпеку становить можливе раптове вивільнення пружини клапана, що може призвести до травмування. Тому робота повинна виконуватись уважно та з дотриманням усіх вимог безпеки.

Не менш важливими є санітарно-гігієнічні умови праці. Робоче місце повинно бути добре освітленим, мати достатню вентиляцію та відповідати нормам мікроклімату. Рівень шуму та вібрації не повинен перевищувати допустимі значення. Дотримання цих умов сприяє підвищенню продуктивності праці та збереженню здоров'я працівників.

Окрему увагу слід приділити пожежній безпеці. На виробничих ділянках повинні бути встановлені вогнегасники, а також забезпечений вільний доступ до засобів пожежогасіння. Забороняється використання відкритого вогню поблизу обладнання, а також необхідно регулярно перевіряти стан електромережі для запобігання коротким замиканням [28].

Таким чином, дотримання вимог охорони праці під час виготовлення деталі «гайка» та використання пристосування для розсухарювання клапанів є необхідною умовою забезпечення безпечних умов праці. Виконання запропонованих заходів дозволяє знизити ризик травматизму, підвищити ефективність виробничого процесу та забезпечити відповідність сучасним вимогам безпеки.

### **4.3 Охорона навколишнього середовища**

Охорона навколишнього середовища є важливою складовою сучасного виробництва і спрямована на зменшення негативного впливу технологічних

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

процесів на довкілля. Під час виготовлення деталі «гайка» та виконання ремонтних робіт із застосуванням пристосування для розсухарювання клапанів відбувається утворення відходів і викидів, які можуть негативно впливати на атмосферне повітря, ґрунт і водні ресурси. Тому при організації виробництва необхідно передбачити заходи, спрямовані на їх мінімізацію [29].

У процесі механічної обробки металів основними джерелами забруднення є металева стружка, абразивний пи́л, змащувально-охолоджувальні рідини, а також відпрацьовані мастила. Металева стружка утворюється під час точіння, свердління та фрезерування і повинна збиратись у спеціальні контейнери з подальшою передачею на переробку. Повторне використання металевих відходів дозволяє зменшити витрати матеріалу та знизити навантаження на природні ресурси [30].

Змащувально-охолоджувальні рідини, які застосовуються для підвищення ефективності обробки та зниження зношування інструменту, також є потенційним джерелом забруднення. Їх неправильне зберігання або утилізація може призвести до потрапляння шкідливих речовин у ґрунт або воду. Тому необхідно забезпечити герметичність систем подачі, своєчасну заміну та утилізацію відпрацьованих рідин відповідно до встановлених норм.

Під час роботи обладнання в атмосферу можуть потрапляти аерозолі, пи́л і продукти згоряння мастильних матеріалів. Для зменшення їх концентрації необхідно застосовувати ефективні системи вентиляції та очищення повітря. Місцеві відсмоктувачі та фільтри дозволяють знизити рівень забруднення робочої зони та навколишнього середовища [30].

Значну роль відіграє раціональне використання енергоресурсів. Електрообладнання повинно працювати у встановлених режимах, а простої та перевантаження мають бути мінімізовані. Це дозволяє зменшити споживання електроенергії та знизити непрямий вплив на довкілля.

Особливу увагу слід приділяти поводженню з відходами. Виробничі відходи необхідно сортувати за видами та передавати на спеціалізовані

підприємства для утилізації або переробки. Забороняється їх безконтрольне накопичення або викидання, оскільки це може призвести до забруднення навколишнього середовища.

Для забезпечення екологічної безпеки виробництва необхідно також проводити регулярний контроль стану навколишнього середовища, зокрема рівня забруднення повітря, води та ґрунту [29]. Важливим є дотримання екологічних норм і стандартів, а також впровадження сучасних ресурсозберігаючих технологій.

Таким чином, виконання заходів з охорони навколишнього середовища під час виготовлення деталі «гайка» та проведення ремонтних робіт дозволяє зменшити негативний вплив на довкілля, забезпечити раціональне використання природних ресурсів і відповідність виробництва сучасним екологічним вимогам.

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

1. Проведено детальний аналіз умов експлуатації базової машини та існуючих способів розсухарювання клапанів, у результаті якого встановлено їх основні недоліки, зокрема низьку продуктивність, складність використання та підвищену небезпечність, що обґрунтувало необхідність розробки нового пристосування.

2. На основі технічного аналізу обрано важільний принцип дії та розроблено конструкцію розсухарювача клапанів, яка забезпечує ефективне та безпечне стиснення пружини клапана. Запропонована конструкція відрізняється простотою, надійністю, зручністю у використанні та можливістю застосування без демонтажу головки блоку циліндрів.

3. Встановлено, що використання розробленого розсухарювача дозволяє скоротити час виконання операції з 4 хв до 1,5 хв на один клапан, тобто більш ніж у 2 рази, що забезпечує значне підвищення продуктивності ремонтних робіт.

4. Розроблено технологічний процес виготовлення деталі «гайка», який включає вибір матеріалу, типу заготовки, припусків, базування та режимів обробки, що забезпечують необхідну точність, якість поверхні та економічну ефективність виробництва.

5. Встановлено, що при використанні розробленого пристрою витрати часу за зміну зменшуються з 3,33 год до 1,25 год, що забезпечує економію 2,08 год робочого часу, а трудомісткість знижується з 0,067 до 0,025 люд.-год (на 62,7 %).

6. Річний економічний ефект від впровадження розробленого розсухарювача становить 62 500 грн при вартості виготовлення близько 1000 грн, що забезпечує термін окупності приблизно 4 зміни та підтверджує високу економічну ефективність і доцільність впровадження розробки у виробничу практику.

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сідашенко О.І., Науменко О.А. Ремонт машин та обладнання агропромислового виробництва. Київ: Ліра-К, 2018. 544 с.

2. Ремонт тракторів і автомобілів: Навчально-методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи студентів спеціальності 208 «Агроінженерія» ОКР «Бакалавр». Ч. 1: Розбирання та дефектація деталей та агрегатів тракторів та автомобілів. Д.П. Домуші, П.І. Осадчук, П.М. Павлішин. Одеса: ОДАУ, 2019. 66 с.

3. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигиринець А.Д. Експлуатаційна надійність автомобілів: підручник у 2 ч., 4 кн. Київ: Вища школа, 2000. Ч. 1: кн. 1. 609 с., кн. 2. 458 с.; Ч.2: кн.3. – 321 с.; кн. 4. 552 с.

4. Практичні основи діагностування автомобільних двигунів: навч. посібник. В.Д. Мигаль, В.А. Корогодський, О.І. Воронков, І.М. Нікітченко. Харків: ХНАДУ, 2021. 412 с.

5. Ремонт тракторів і автомобілів: навчальний посібник: у 2-х кн. Кн.1. Д.П. Домуші, А.М. Яковенко, П.І. Осадчук та ін. Одеса: ТЕС, 2020. 191 с.

6. Основи діагностики автомобіля: навчально-методичний посібник до практичних та самостійних робіт студентів вищих навчальних закладів України. В.С. Люлька, М.М. Коньок, Ю.Є. Перинський, О.М. Клімов. Чернігів: ЧНПУ імені Т.Г. Шевченка, 2013. 188 с.

7. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Організація і управління. Київ: Знання-Прес, 2004. 478 с.

8. Молодик М.В. Наукові основи системи технічного обслуговування і ремонту машин. Кіровоград: КОД, 2009. 180 с.

9. Надійність машин та обладнання. Ч. 2. Ремонт машин та відновлення деталей. З. В. Ружи́ло та ін. Київ: Видавн. центр НУБіП України, 2023. 310 с.

10. Конспект лекцій з дисципліни «Випробування автотракторної техніки» для здобувачів вищої освіти третього (доктор філософії) рівня вищої освіти спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» курс 2 [Текст]. укл.: М.А. Подригало, М.Л. Шуляк, А.Т. Лебедев. СНАУ. Суми. 2023. 50 с.

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

11. Трактори та автомобілі. Ч.4. Робоче, додаткове і допоміжне обладнання. навч. посібник. В.М. Антощенко, М.Ф. Бойко, А.Т. Лебедев та ін.; за ред. проф. А.Т. Лебедева. Харків, 2006. 164 с.

12. Дубянський О.В., Хрунь В.М. Конструювання та розрахунок автомобіля: навч. посіб. М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. політехніка», Ін-т дистанційного навчання. Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2013. Ч. I.: Трансмісія автомобіля. 172 с.

13. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид., переробл. Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д.О., 2015. 492 с.

14. Пастухов В.І. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Харків: Факт, 2021. 410 с.

15. Деталі машин. Розрахунок та конструювання: підручник. Г.В. Архангельський, М.С. Воробйов, В.С. Гапонов [та ін.]. Київ: Талком, 2014. 684 с.

16. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів: навчальний посібник. І.Б. Гевко, Р.М. Рогатинський, О.Л. Ляшук, І.З. Гудь, М.Г. Левкович. Тернопіль: в-во ТНТУ Івана Пулюя, 2021-234 с.

17. Міцність та надійність машин. В.Я. Анілович, О.С. Гринченко, В.В. Карабін та ін.; за ред В.Я. Аніловича. Київ: Урожай, 1996. 248 с.

18. Войтюк В.Д., Рубльов В.І., Роговський І.Л. Системні принципи забезпечення якості технічного сервісу сільськогосподарської техніки: монографія. Київ: НУБіП України, 2016. 360 с.

19. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання: підр. для студ. вищ. навч. закл. Освіти. А.А. Дудніков, І.С. Сірий, Г.О. Іванов та ін.; за ред. А.А. Дуднікова і І.С. Сірого. Київ: Аграрна освіта, 2015. 327 с.

20. Кадомський С.В. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання: курс лекцій для студ. спец. напряму 0902 «Інженерна механіка» всіх форм навч. Київ: НУХТ, 2012. 354 с.

21. Булгаков В.М., Ружилюк З.В. Надійність і ремонт машин. Київ: Центр учбової літератури, 2019. 380 с.

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

22. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Київ: Знання-Пресс, 2003. 511с.

23. Деревенько І.А., Сивак Р.І. Короткий курс опору матеріалів. Вінниця: ВНАУ, 2020. 308 с.

24. Аулін В.В., Жулай О.Ю., Лівіцький О.М. Транспортні засоби в агропромисловому комплексі та система діагностичного моніторингу їх технічного стану. *Конструювання, виробництво та експлуатація с/г машин*. 2007. Вип.37. С. 146-154.

25. Шваб Л.І. Економіка підприємства. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ: Каравела. 2004, 568 с.

26. Азарова А.О., Нікіфорова Л.О. Економіка підприємства. практикум: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Вінниця: ВНТУ, 2016. 216 с.

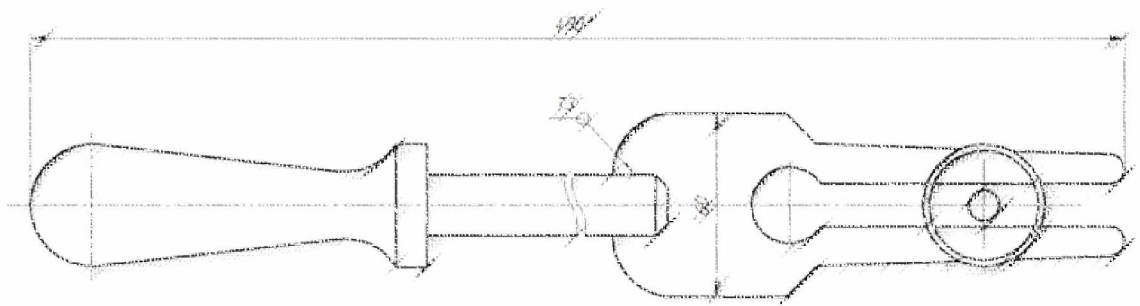
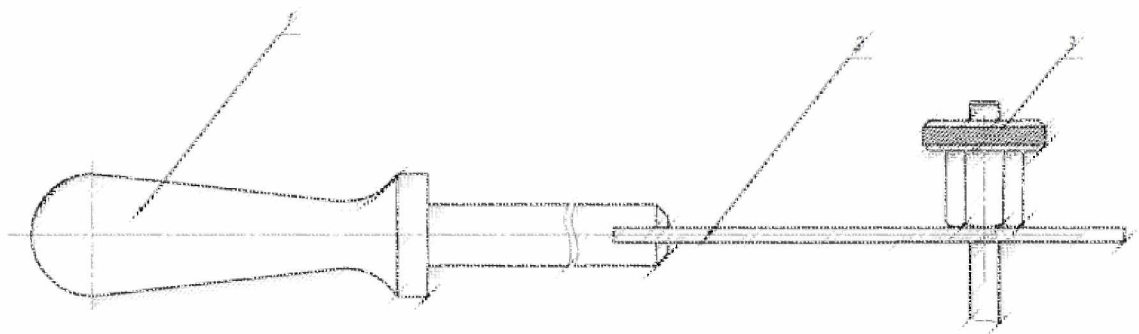
27. Закон України Про охорону праці. Київ: Відомості Верховної Ради України, чинна редакція.

28. Геврик Є.О., Сомар Г.В., Пешко Н.П. Техніка безпеки. Київ: Ельга, 2006. 316 с.

29. Закон України «Про екологічну експертизу»: за станом на 9 лютого 1995р. Верховна Рада України. Офіц. вид. Київ: Парлам. вид-во, 1995. 36 с.

30. Гутаревич Ю.Ф., Зеркалов Д.В., Говорун А.Г. Екологія та автомобільний транспорт: Київ: Арістей, 2006. 262 с.

					КРБ.133ГМбд_31.17.00.00.000 ПЗ	51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

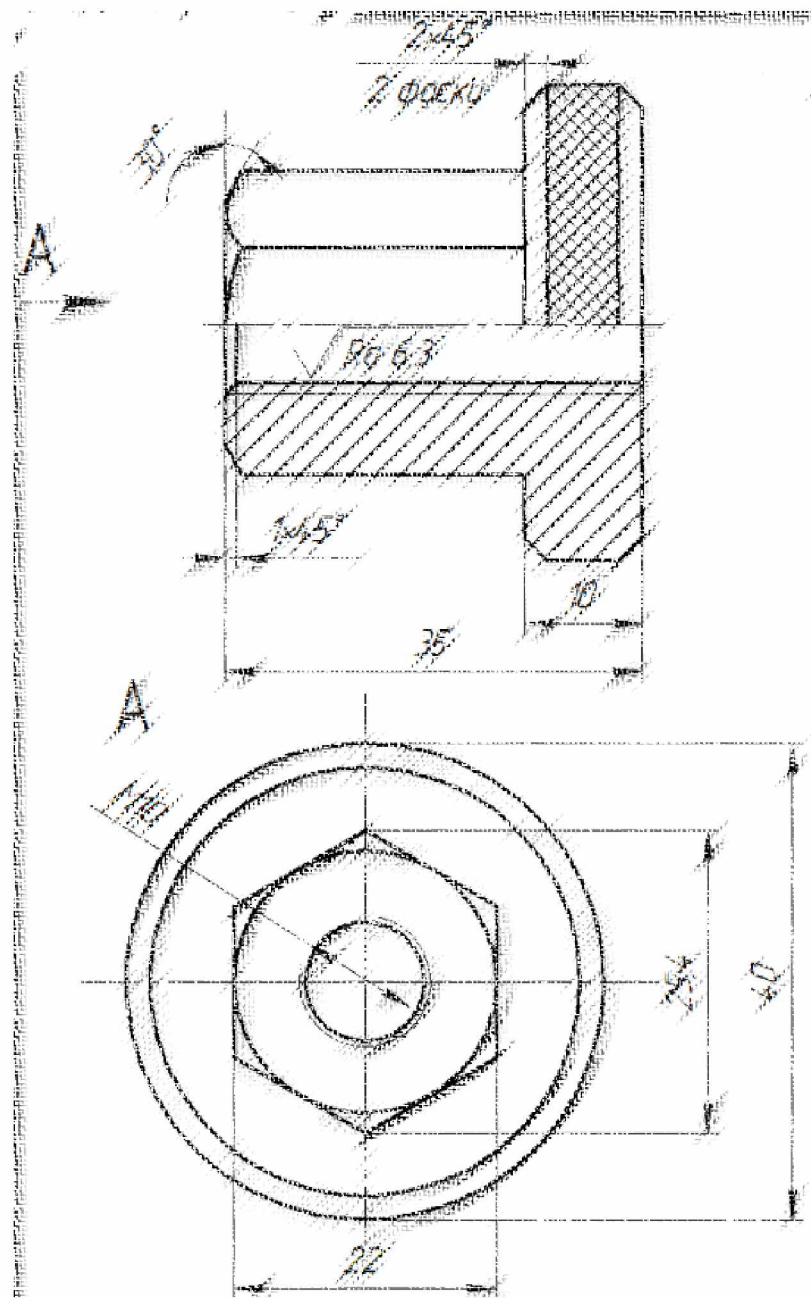


1 – рукоятка; 2 – пластина; 3 – гайка

Загальний вид пристосування

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.133ГМбд\_31.17.00.00.000 ПЗ



Гайка

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.133ГМбд\_31.17.00.00.000 ПЗ

