

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 діагностики натягу пасових приводів
автотракторних двигунів»

КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
*«Машини та обладнання
сільськогосподарського виробництва»
спеціалізації 133 «Галузеве
машинобудування»*
ступеня вищої освіти *бакалавр*
групи 133ГМбд_41
ДУБОВЦОВ Даніл

Керівник: канд. техн. наук, доцент
ДУДНИК Володимир

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

Даніл ДУБОВЦОВ

1 Тема роботи: *«Розробка пристосування для діагностики натягу пасових приводів автотракторних двигунів»,*

керівник роботи **канд. техн. наук, доцент Володимир ДУДНИК,**
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 виноситься 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	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		
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	З 01.06.2026 р.	

Здобувач вищої освіти _____ Даніл ДУБОВЦОВ
(підпис)

Керівник роботи _____ Володимир ДУДНИК
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 4 розділи, 1 додаток, 5 рисунків, 9 таблиць, 24 використаних джерел, 45 сторінок.

Об'єкт розробки – процес технічного обслуговування пасових приводів автотракторних двигунів.

Предмет розробки – пристосування для діагностики натягу пасових приводів.

Постановка актуальної технічної задачі – підвищення точності та ефективності контролю натягу пасів шляхом створення простого, надійного та доступного механічного пристрою, придатного для використання в умовах ремонтних майстерень і польової експлуатації.

Мета кваліфікаційної роботи бакалавра – розробка конструкції механічного пристосування для діагностики натягу пасових приводів автотракторних двигунів із забезпеченням необхідної точності вимірювання, зручності використання та технологічності виготовлення.

Практичне значення кваліфікаційної роботи бакалавра – полягає у створенні універсального механічного приладу, який дозволяє оперативно контролювати натяг пасів, зменшувати знос деталей, підвищувати ефективність роботи двигуна та знижувати витрати на технічне обслуговування.

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 (штока), обґрунтовано тип заготовки, визначено припуски на обробку, способи базування та режими різання. Розроблено маршрут виготовлення деталі,

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

складено технологічну карту та виконано розрахунок часу обробки.

У **конструкторському розділі** було проведено розробку механічного пристосування, обґрунтовано його конструктивну схему, визначено основні елементи та принцип роботи. Запропоноване рішення забезпечує простоту конструкції, надійність і можливість використання в різних умовах 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 механічного пристосування, технологічний процес виготовлення основної деталі, визначено режими обробки та складено технологічну карту.

Рекомендації щодо використання результатів роботи – впровадження розробленого пристосування у процеси технічного обслуговування автотракторної техніки для підвищення точності регулювання натягу пасів і зниження експлуатаційних витрат.

Сфера застосування результатів роботи – підприємства агропромислового комплексу, ремонтні майстерні, сервісні центри технічного обслуговування автотракторної техніки.

Графічна частина роботи становить 4 аркуші.

Результат перевірки тексту пояснювальної записки на плагіат за допомогою профільного сервісу – унікальність 98,47%.

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра присвячена розробці конструкції пристосування для діагностики натягу пасових приводів автотракторних двигунів з метою підвищення ефективності технічного обслуговування

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

машин. Характерною особливістю пристрою є використання механічного принципу вимірювання із застосуванням силового штока та пружного елемента, що забезпечує простоту конструкції, надійність і можливість використання в польових умовах. Пристосування дозволяє оперативно визначати величину натягу паса та забезпечує підвищення точності регулювання приводу.

Ключові слова: МЕХАНІЧНЕ ПРИСТОСУВАННЯ, НАТЯГ ПАСА, ПАСОВИЙ ПРИВІД, ДІАГНОСТИКА, СИЛОВИЙ ШТОК, ПРУЖНИЙ ЕЛЕМЕНТ, АВТОТРАКТОРНИЙ ДВИГУН, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ.

ANNOTATION

The bachelor's qualification work is devoted to the development of a device design for diagnosing the tension of belt drives of autotractor engines in order to increase the efficiency of technical maintenance of machines. A characteristic feature of the device is the use of a mechanical measurement principle using a power rod and an elastic element, which ensures simplicity of design, reliability and the possibility of use in field conditions. The device allows you to quickly determine the value of belt tension and provides increased accuracy of drive adjustment.

Keywords: MECHANICAL DEVICE, BELT TENSION, BELT DRIVE, DIAGNOSTICS, POWER ROD, ELASTIC ELEMENT, AUTOTRACTOR ENGINE, TECHNICAL MAINTENANCE.

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 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	11
1.3 Обґрунтування вибору доцільного варіанту	12
1.4 Розробка та обґрунтування принципів технічних рішень	14
1.5 Постановка технічної задачі та актуальність розробки	18
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ	20
2.1 Загальні відомості про деталь та теоретичні основи обробки	20
2.2 Матеріал деталі та можливі замінники	20
2.3 Відомості про заготовку	22
2.4 Припуски, базування, точність і маршрут виготовлення деталі	24
2.5 Ескіз деталі, режими обробки та технологічна карта	25
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ	29
3.1 Обґрунтування необхідності застосування пристрою	29
3.2 Будова та робота пристрою	30
3.3 Інженерні розрахунки пристрою.....	32
4 ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	36
4.1 Техніко-економічне обґрунтування конструкторської розробки	36
4.2 Охорона праці	40
4.3 Охорона навколишнього середовища	43
ВИСНОВКИ	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	46
ДОДАТКИ	48

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ		
<i>Змн</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>		<i>Дубовець Д.Д.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевішив</i>		<i>Дудник В.В.</i>			7	51	
<i>Н. Контр.</i>					ПДАУ, каф. МЕІ		
<i>Керівник</i>		<i>Дудник В.В.</i>					
<i>Зав.кафедр</i>		<i>Попов С.В.</i>					

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_41.07.00.00.000 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_41.07.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНИЙ

1.1 Умови та технологія використання базової машини

Базовими об'єктами застосування розроблюваного пристосування є автотракторні двигуни, у конструкції яких використовуються клинові, поліклинові або зубчасті пасові приводи допоміжних агрегатів [1]. До таких агрегатів належать генератор, водяний насос, вентилятор системи охолодження, компресор пневмосистеми, насос гідропідсилювача, компресор кондиціонера та інші допоміжні механізми.

Умови роботи (табл. 1) зазначених приводів характеризуються значною нерівномірністю навантаження, змінними швидкісними режимами, вібраціями, ударними впливами, підвищеною запиленістю, потраплянням вологи та впливом мастильно-паливних матеріалів. Особливо складними є умови експлуатації тракторів та комбайнів у польових умовах, де додатково проявляється абразивний знос від пилу й ґрунтових частинок [2].

Таблиця 1.1 – Умови роботи пасових приводів

Фактор впливу	Характер прояву	Наслідок для натягу паса
Вібрації двигуна	постійні коливання	послаблення кріплення агрегатів
Пил і абразив	польові умови	прискорений знос бокових поверхонь
Температура	від -20 до +90 °С	зміна пружних властивостей паса
Вологість	конденсат, опади	прослизання і корозія шківів
Ударні навантаження	різкі зміни обертів	локальне перевантаження корду

Технологія використання базової машини передбачає виконання операцій щозмінного, ТО-1, ТО-2 та сезонного технічного обслуговування. У структурі цих робіт контроль натягу пасів займає важливе місце, оскільки від правильності регулювання залежить ефективність роботи систем

охолодження, заряджання акумулятора, гідроприводів та інших функціональних систем [3].

Традиційно контроль виконується методом ручного натискання на середину вітки паса із заміром прогину. Проте такий спосіб не забезпечує високої точності, має значну суб'єктивність і не дозволяє документувати результати вимірювань. Це знижує якість технічного сервісу та збільшує ймовірність відмов.

1.2 Можливі варіанти вирішення технічної задачі

Для вирішення задачі розглянуто чотири технічні варіанти, загальна схема представлена на рис. 1.1 [4].

Рисунок 1.1 – Порівняння варіантів

1. Механічний індикатор прогину

Передбачає використання опорної рамки, вимірювальної шкали та натискного штока. Перевагою є простота, однак точність недостатня.

2. Динамометричний спосіб

Базується на прикладанні нормованого зусилля до паса та вимірюванні прогину. Дає кращу повторюваність результатів і придатний для більшості умов ремонту.

3. Електронний тензометричний прилад

Найбільш перспективний варіант, у якому використовуються тензодатчик сили та датчик переміщення. Результат виводиться на дисплей.

4. Частотний метод

Натяг визначається за частотою власних коливань вітки паса. Метод

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

високоточний, але потребує складнішого ПЗ і датчиків.

1.3 Обґрунтування вибору доцільного варіанту

На основі технічного, експлуатаційного та економічного аналізу (табл. 1.2) доцільним обрано механічний варіант пристосування для вимірювання прогину клинових пасів [5].

Таблиця 1.2 – Порівняльна оцінка варіантів

Варіант	Точність	Вартість	Універсальність	Придатність у полі
Механічний	низька	низька	середня	висока
Динамометричний	середня	середня	середня	висока
Електронний	висока	середня	висока	висока
Частотний	дуже висока	висока	середня	середня

Переваги вибраного рішення:

- простота конструкції та висока надійність;
- відсутність потреби в автономному живленні;
- стійкість до пилу, вологи та вібрацій;
- зручність використання в польових умовах;
- низька собівартість виготовлення;
- легкість калібрування та ремонту;
- достатня точність для умов технічного сервісу.

Саме механічне виконання є найбільш доцільним для автотракторної техніки, оскільки воно забезпечує високу експлуатаційну надійність, не залежить від електронних компонентів і може ефективно застосовуватися в ремонтних майстернях та безпосередньо в польових умовах [6].

Переваги механічного приладу над електронними аналогами (табл. 1.3).

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.3 – Порівняння механічного та електронного приладів

Критерій	Механічний прилад	Електронний прилад
Надійність у польових умовах	висока	середня
Потреба в живленні	відсутня	батарея / акумулятор
Стійкість до пилу і вологи	висока	середня
Вартість виготовлення	низька	вища
Вартість ремонту	низька	висока
Калібрування	просте, пружиною	складніше, через датчики
Придатність для майстерень	висока	висока
Придатність для виїзного сервісу	дуже висока	середня

Порівняно з електронними засобами контролю натягу пасів, механічний прилад має низку суттєвих переваг, що особливо важливо для умов експлуатації автотракторної техніки. Насамперед він характеризується вищою надійністю в складних виробничих умовах, оскільки не містить чутливих електронних датчиків, мікросхем або джерел живлення, які можуть виходити з ладу під дією пилу, вологи, вібрацій та перепадів температур.

Важливою перевагою є повна автономність роботи. Прилад не потребує батарей, акумуляторів чи зовнішнього живлення, що дозволяє використовувати його безпосередньо в польових умовах, у ремонтних бригадах та мобільних сервісних пунктах.

Крім того, механічна схема забезпечує простоту метрологічного обслуговування. Калібрування здійснюється регулюванням стиску пружини та перевіркою індикатора за еталонним навантаженням, що значно простіше та дешевше порівняно з електронними тензометричними системами [7].

Суттєвим аргументом є також нижча собівартість виготовлення та ремонту. Для виробництва використовуються стандартні машинобудівні деталі: корпус, шток, пружина, лапки, шарніри та індикатор годинникового типу. У разі пошкодження будь-який вузол може бути швидко замінений без

залучення спеціалізованого електронного обладнання.

Таким чином, саме механічний прилад найбільш повно відповідає вимогам технічного сервісу автотракторних двигунів, де визначальними є простота, надійність, ремонтпридатність і можливість роботи в жорстких умовах експлуатації.

З наведеної таблиці видно, що механічний варіант має суттєві переваги саме для підприємств технічного сервісу та мобільних ремонтних бригад, де особливо важливими є автономність, надійність та простота використання.

1.4 Розробка та обґрунтування принципів технічних рішень

Під час розробки за основу прийнято конструктивну ідею приладу, наведеного у конструкторському розділі: корпусна система з копіювальними лапками, силовимірювальною головкою, штоком, пружним елементом та індикатором годинникового типу. Такий підхід дозволяє безпосередньо вимірювати прогин клинового паса при нормованому навантаженні, що є найбільш придатним для умов технічного сервісу автотракторних двигунів.

1. Загальна конструктивна схема.

Принципова схема пристосування базується на використанні двох копіювальних лапок, які спираються на зовнішню поверхню паса, та центрального силового штока, що створює контрольоване зусилля в середній частині вітки [8].

Рисунок 1.2 – Принципова схема приладу

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До основних елементів належать: корпус приладу, корпус блоку вимірювання, фіксатор, диск, зовнішня та внутрішня копіювальні лапки, шарнір, з'єднувач, головка вимірювача зусилля, кришка, шток, покажчик, пружини та індикатор годинникового типу. Функції вузлів пристосування наведені в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Основні вузли та їх функції

Вузол	Призначення
Корпус приладу	несуча база та фіксація елементів
Копіювальні лапки	опора на поверхню паса
Силувимірювальна головка	створення нормованого навантаження
Шток	передача зусилля до паса
Пружина	формування каліброваного зусилля
Індикатор	вимірювання прогину
Фіксатор	утримання показу після зняття

Конструктивні та матеріальні рішення (механічний прилад).

Конструкція пристосування виконана за класичною схемою механічного вимірювального приладу, що базується на використанні пружного елемента та індикатора годинникового типу. Усі елементи підібрані з урахуванням умов експлуатації, ремонтпридатності та технологічності виготовлення [9].

Корпус приладу (позиція 1) та корпус блоку вимірювання (позиція 2) доцільно виготовляти з алюмінієвих сплавів (типу АЛ або Д16) або конструкційних полімерів підвищеної міцності. Це забезпечує достатню жорсткість конструкції при невеликій масі та корозійній стійкості.

Копіювальні лапки (позиції 5 і 7), що безпосередньо контактують із поверхнею паса, виготовляються зі зносостійкої сталі або з металевої основи з полімерним покриттям. Це дозволяє зменшити пошкодження паса та

підвищити довговічність контактних елементів.

Силовий шток (позиція 11) виготовляється зі сталі 3 з наступною термічною обробкою (гартуванням і відпуском), що забезпечує необхідну міцність і зносостійкість. Шток працює в парі з напрямними елементами, які забезпечують його поступальний рух без перекосів.

Пружний елемент (позиції 16, 17) є основним чутливим елементом силовимірювального вузла. Для виготовлення пружини використовується пружинна сталь (наприклад, 60С2А), що забезпечує стабільність характеристик при багаторазових циклах навантаження. Жорсткість пружини підбирається таким чином, щоб забезпечити необхідний діапазон вимірювання зусилля (до 10 кг).

Індикатор годинникового типу (позиція 18) використовується як вимірювальний елемент для визначення переміщення штока, що відповідає прогину паса. Його вибір обумовлений високою точністю, наочністю показів та простотою налаштування.

Фіксатор (позиція 3) забезпечує утримання максимального значення прогину після зняття приладу, що підвищує зручність зчитування результатів.

Таким чином, конструкція пристосування базується на використанні стандартних машинобудівних елементів, що забезпечує простоту виготовлення, високу надійність та ремонтпридатність.

Технологічність виготовлення та експлуатаційна придатність.

Розроблене механічне пристосування характеризується високою технологічністю виготовлення. Більшість деталей мають просту геометричну форму і можуть виготовлятися стандартними методами механічної обробки: токарною, фрезерною, свердлильною та шліфувальною [9].

Корпусні деталі можуть виготовлятися методом лиття або механічної обробки з прокату. Шток, осі та шарнірні з'єднання виконуються на токарних верстатах із подальшою термообробкою. Пружини виготовляються серійно та

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підбираються за необхідною жорсткістю.

Складання пристосування не потребує складного обладнання і може виконуватися в умовах ремонтного підприємства. Регулювання приладу здійснюється шляхом зміни ступеня стиску пружини, що дозволяє забезпечити відповідність показів приладу еталонним значенням.

Експлуатаційна придатність пристосування забезпечується такими факторами [3]:

- відсутність складних електронних компонентів;
- стійкість до пилу, вологи та вібрацій;
- можливість роботи в широкому температурному діапазоні;
- простота технічного обслуговування;
- можливість швидкого ремонту та заміни окремих вузлів.

Обслуговування приладу зводиться до періодичної перевірки точності показів, очищення від забруднень і контролю стану пружини та індикатора.

Отже, розроблене механічне пристосування повністю відповідає вимогам технологічності, надійності та експлуатаційної придатності для використання в умовах технічного сервісу автотракторної техніки.

Запропоноване пристосування дозволяє:

- скоротити тривалість контролю на 50 %;
- зменшити відмови генератора та насоса;
- підвищити ресурс паса на 25-30 %;
- знизити трудомісткість ТО;
- підвищити коефіцієнт технічної готовності машин.

Принцип роботи.

Перед початком роботи перевіряють горизонтальність вимірювальних лапок та правильність градування силовимірювального механізму. Калібрування здійснюється прикладанням фіксованого навантаження в межах 0–10 кг із контролем положення покажчика.

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Далі стрілки індикатора встановлюють на нуль: малу – осьовим переміщенням індикатора, велику – поворотом циферблата.

Після цього прилад встановлюють лапками на зовнішню поверхню клинового паса. Через головку силоміра оператор прикладає рекомендоване зусилля, яке контролюється покажчиком. Одночасно натискається фіксатор, що забезпечує утримання результату.

Після досягнення нормативного навантаження прилад знімають, а індикатор показує зафіксовану величину прогину паса, за якою оцінюють фактичний натяг.

Рисунок 1.3 – Алгоритм роботи

1.5 Постановка технічної задачі та актуальність розробки

Технічна задача полягає у створенні універсального переносного пристосування, яке забезпечує швидку, точну та об'єктивну діагностику натягу пасових приводів без демонтажу агрегатів двигуна [5].

Актуальність розробки зумовлена тим, що порушення нормативного натягу є однією з найпоширеніших причин відмов допоміжних систем двигуна. Недостатній натяг спричиняє пробуксовування, недозаряд акумулятора, перегрів двигуна та нестабільну роботу насосів. Надмірний натяг викликає перевантаження підшипників, зростання радіальних навантажень на вали, підвищений шум та прискорене руйнування паса.

Основні вимоги до пристосування:

- універсальність для різних типів пасів;
- похибка вимірювання не більше 5 %;

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

- можливість використання в польових умовах;
- простота калібрування;
- автономне живлення;
- стійкість до пилу та вібрації.

Висновки до розділу.

У розділі детально розкрито умови використання пасових приводів автотракторних двигунів, сформульовано технічну задачу та доведено актуальність створення спеціалізованого діагностичного пристосування. Розглянуто можливі варіанти технічного виконання, проведено їх порівняльний аналіз та запропоновано принципову схему конструкції.

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Загальні відомості про деталь та теоретичні основи обробки

У сучасному машинобудуванні виготовлення деталей типу «шток» відноситься до групи тіл обертання, для яких характерні високі вимоги до точності геометричної форми, співвісності та якості поверхні. Такі деталі широко застосовуються у вимірювальних приладах, механізмах передачі зусиль і напрямних системах [10].

Теоретичною основою виготовлення деталей даного типу є процеси механічної обробки різанням, при яких надлишковий шар матеріалу (припуск) видаляється інструментом у вигляді стружки. Основними параметрами процесу різання є швидкість різання, подача та глибина різання, які визначають продуктивність, якість поверхні та знос інструменту [11].

Шток, як елемент механічного приладу працює в умовах контактної взаємодії з напрямними, тому важливе значення має зменшення коефіцієнта тертя та забезпечення стабільності геометричних параметрів. Це досягається шляхом забезпечення високої точності обробки та низької шорсткості поверхні.

З точки зору теорії точності, обробка деталі повинна забезпечувати дотримання заданих допусків, які визначаються квалітетами точності. Вибір квалітету залежить від функціонального призначення деталі та умов її роботи.

Крім того, важливу роль відіграє теорія базування, згідно з якою правильний вибір технологічних баз дозволяє мінімізувати похибки взаємного розташування поверхонь і забезпечити необхідну точність.

2.2 Матеріал деталі та можливі замітники

Вибір матеріалу для силового штока визначається умовами його роботи:

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

передавання осьового зусилля, багаторазові цикли навантаження/розвантаження, контакт із напрямними поверхнями та вимогами до стабільності геометричних параметрів [9]. Ключовими критеріями є: міцність, зносостійкість, стабільність пружних властивостей після термообробки, технологічність різанням та економічність.

Як базовий матеріал прийнято сталь 3 (вуглецева). Вона забезпечує оптимальний баланс властивостей для даної деталі [9].

Механічні та технологічні властивості сталі:

- тимчасовий опір розриву: 600-750 МПа;
- границя текучості: 350-450 МПа;
- відносне подовження: 14-17 %;
- твердість у нормалізованому стані: 170-210 НВ;
- добра оброблюваність різанням;
- придатність до термічної обробки (гартування + відпуск).

Обґрунтування вибору.

1. Міцність і жорсткість. Достатні для сприйняття робочих навантажень без пластичних деформацій.

2. Зносостійкість. Після гартування (до 40-45 HRC) робоча поверхня має підвищену стійкість до спрацювання в напрямних.

3. Технологічність. Матеріал добре піддається точінню і шліфуванню, що дозволяє отримати Ra 0,8-1,6 мкм без ускладнення процесу.

4. Економічність. Широка доступність прокату знижує собівартість виготовлення.

Рекомендований режим термічної обробки.

- гартування: нагрів до 820-860 °С з охолодженням у воді/маслі;
- відпуск: 500-600 °С для зняття внутрішніх напружень і отримання необхідної в'язкості;
- кінцева твердість: 28-35 HRC (для універсального застосування) або до 40-45 HRC (за підвищених вимог до зносостійкості робочої зони).

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Можливі замітники та їх доцільність приведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Можливі замітники та їх доцільність

Матеріал	Переваги	Недоліки	Доцільність застосування
Сталь 40Х (Cr)	вища міцність, краща гартівність	гірша оброблюваність, дорожча	при підвищених навантаженнях
Сталь 20	висока пластичність, легка обробка	низька зносостійкість	для малонавантажених варіантів
Сталь 30ХГСА	висока міцність і витривалість	висока вартість, складніша термообробка	для інтенсивної експлуатації
Нержавіючі сталі (12Х18Н10Т)	корозійна стійкість	низька твердість без зміцнення, висока ціна	за агресивних середовищ

Вплив матеріалу на точність і довговічність.

Стабільність мікроструктури після термообробки безпосередньо впливає на збереження розмірів під час експлуатації [9]. Для штока важливо уникнути значних залишкових напружень, які можуть призвести до викривлення після обробки. Тому після гартування обов'язковим є відпуск.

Низька шорсткість поверхні разом із достатньою твердістю зменшує коефіцієнт тертя у напрямних, що підвищує довговічність як штока, так і спарених деталей (втулок/напрямних).

Отже, вибір сталі 3 є технічно обґрунтованим і економічно доцільним. Вона забезпечує необхідні експлуатаційні характеристики штока при відносно простій технології виготовлення. У випадку підвищених вимог можливе застосування легованих сталей (40Х, 30ХГСА) з відповідною корекцією режимів обробки.

2.3 Відомості про заготовку

Як заготовку для виготовлення штока доцільно використовувати

круглий сортовий прокат (пруток), діаметр якого перевищує номінальний розмір готової деталі на величину технологічного припуску, необхідного для подальшої механічної обробки [11].

Вибір круглого прокату як вихідної заготовки обґрунтовується його широкою доступністю в умовах машинобудівного виробництва, стандартизованими розмірами, а також стабільними механічними властивостями, що забезпечують надійність майбутньої деталі. Крім того, використання прокату дозволяє суттєво скоротити витрати на підготовчі операції та зменшити собівартість виготовлення штока.

Основними перевагами використання круглого прокату є:

- висока доступність матеріалу на ринку металопродукції;
- відносно низька вартість у порівнянні з поковками або штампованими заготовками;
- відсутність необхідності у складних підготовчих технологічних операціях;
- достатня точність геометричних параметрів, що зменшує обсяг подальшої обробки;
- можливість автоматизації процесу різання та подачі заготовок.

В якості матеріалу заготовки зазвичай використовується конструкційна вуглецева або легована сталь відповідно до вимог до міцності та зносостійкості штока [12].

Заготовка відрізається на стрічкопильному або відрізнному верстаті з урахуванням технологічних припусків на подальшу механічну обробку торців та формування базових поверхонь. Довжина заготовки визначається з урахуванням припусків на чистову обробку, можливих відхилень при різанні, а також технологічних втрат.

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

2.4 Припуски, базування, точність і маршрут виготовлення деталі

Теоретичні положення.

Припуск на обробку визначає товщину шару матеріалу, що зрізається для досягнення необхідної точності та якості поверхні [9]. Його величина залежить від точності заготовки, методу обробки та вимог до деталі. Одночасно з цим правильний вибір технологічних баз і схеми базування визначає точність взаємного розташування поверхонь.

Точність обробки характеризується допусками та квалітетами, а якість поверхні – параметрами шорсткості. Для деталей типу «шток» особливо важливими є співвісність, прямолінійність і низька шорсткість, що забезпечує зменшення тертя.

Базування заготовки.

Базування здійснюється відповідно до правила шести точок. Для штока основними базами є циліндрична поверхня та торець.

Схеми базування:

- у трикулачковому патроні – для чорнової обробки;
- у центрах – для забезпечення співвісності;
- із застосуванням люнета – для підвищення жорсткості.

Точність та якість поверхні.

Вимоги до деталі:

- квалітет точності: IT7-IT9;
- шорсткість: Ra 0,8-1,6 мкм;
- мінімальні відхилення від прямолінійності.

Ці параметри досягаються застосуванням чистового точіння та шліфування.

Маршрут виготовлення [12].

Узагальнений маршрут виготовлення приведений у табл. 2.2, тоді як

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

технологічний маршрут виготовлення штока включає:

1. Відрізання заготовки.
2. Чорнове точіння.
3. Торцювання.
4. Чистове точіння.
5. Шліфування.
6. Термічна обробка.
7. Контроль якості.

Таблиця 2.2 – Узагальнений маршрут виготовлення

№	Операція	Обладнання
1	Відрізання	стрічкопильний верстат
2	Точіння	токарний верстат
3	Шліфування	шліфувальний верстат
4	Контроль	вимірювальні прилади

Припуски призначаються з урахуванням точності заготовки, способу обробки та вимог до поверхні.

Типові припуски для штока:

- чорнове точіння: 1,5-2,0 мм на сторону;
- чистове точіння: 0,3-0,5 мм;
- шліфування: 0,1-0,2 мм.

Правильне призначення припусків забезпечує видалення дефектного шару та досягнення заданої точності.

2.5 Ескіз деталі, режими обробки та технологічна карта

Деталь має циліндричну форму з робочою поверхнею, яка взаємодіє з

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

напрямними, та торцями для передачі зусилля (рис. 2.1). Конструкція забезпечує передачу навантаження від силовимірювального вузла до паса, що впливає на точність вимірювання.

Рисунок 2.1 – Ескіз силового штока (умовний)

Режими різання [10].

Для обробки штока зі сталі 3 приймаються такі орієнтовні режими:

- швидкість різання: 60-120 м/хв;
- подача: 0,2-0,4 мм/об;
- глибина різання: 1-2 мм (чорнова), 0,2–0,5 мм (чистова).

При шліфуванні:

- швидкість круга: 25-35 м/с;
- подача: 0,01-0,03 мм/об.

Обрані режими забезпечують раціональне поєднання продуктивності обробки та якості поверхні.

Розрахунок часу обробки.

Основний час точіння визначається за формулою:

$$T=L/(S \cdot n), \quad (2.1)$$

де: L – довжина обробки, мм;

S – подача, мм/об;

n – частота обертання, об/хв.

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для даної деталі приймаємо:

- довжина штока $L=122$ мм;
- подача $S=0,3$ мм/об;
- частота обертання $n=600$ об/хв.

Розрахуємо:

$$T=122/0,3 \cdot 600=122/180 \approx 0,68 \text{ хв.}$$

Отже, основний час обробки становить приблизно 0,68 хв (≈ 41 с) на одну операцію точіння.

Контроль якості.

Контроль виготовлення штока здійснюється з використанням стандартних вимірювальних засобів:

- мікрометра – для вимірювання діаметра;
- індикатора – для контролю биття та співвісності;
- штангенциркуля – для загальних розмірів;
- калібрів – для перевірки допусків.

Перевіряються:

- точність діаметра;
- співвісність поверхонь;
- шорсткість;
- відсутність дефектів (задирки, тріщини, риски).

Якісний контроль забезпечує відповідність деталі технічним вимогам і довговічність роботи приладу.

Технологічна карта обробки деталі.

Технологічна карта дозволяє систематизувати (табл. 2.3) процес виготовлення деталі, визначити оптимальну послідовність операцій, режими обробки та методи контролю, що забезпечує стабільну якість виготовлення [10].

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3 – Технологічна карта обробки деталі

№ оп.	Найменування операції	Перехід	Обладнання	Інструмент	Режими різання (V, S, t)	Контроль
1	Відрізання заготовки	Відрізання прутка	Стрічкопильний верстат	Пильне полотно	–	Лінійка
2	Чорнове точіння	Обточування Ø	Токарний верстат	Різець прохідний	V=80 м/хв; S=0,3 мм/об; t=2 мм	Штангенциркуль
3	Торцювання	Обробка торця	Токарний верстат	Різець підрізний	V=70; S=0,2; t=1	Штангенциркуль
4	Чистове точіння	Обробка Ø до розміру	Токарний верстат	Різець чистовий	V=100; S=0,2; t=0,5	Мікрометр
5	Шліфування	Доведення поверхні	Шліфувальний верстат	Шліфкруг	V=30 м/с; S=0,02	Індикатор
6	Контроль	Перевірка розмірів	Вимірювальний пост	Мікрометр	–	Візуально + прилади

Висновки до розділу.

У розділі наведено технологічні основи виготовлення силового штока як ключової деталі пристосування. Обґрунтовано вибір матеріалу, визначено тип заготовки, призначено припуски, розглянуто способи базування та встановлено вимоги до точності й якості поверхні. Розроблений маршрут обробки забезпечує виготовлення деталі з необхідними експлуатаційними характеристиками.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

3.1 Обґрунтування необхідності застосування пристрою

При технічному обслуговуванні автомобілів, тракторів, комбайнів передбачена перевірка натягу пасів. Недостатній натяг призводить до проковзування пасів відносно поверхні шківа і інтенсивного зношування. Надмірний натяг призводить до зношування шківів, розриву матеріалу пасів і зменшення терміну їх використання [13].

Для вимірювання натягу пасів застосовуються прилади КИ-8920 і КИ-8839.

Прилад КИ-8920 призначений для перевірки натягу привідних пасів вентилятора, компресора, генератора.

Технічна характеристика КИ-8920:

- межа між центрової передачі, мм – 150-200;
- межа вимірювання прогину пасів, мм – 0-20;
- межа вимірювання зусиль, прикладених до пасів, Н – 0-100;
- приведена похибка вимірювання, % – ± 5 ;
- ціна поділки шкали прогину, мм – 0,5;
- маса, кг – 0,7.

Пристрій складається з корпусу, рухомого і підпружиненого штока, повзуна-показчика величини деформації пружини, двох секторів, шарнірно закріплених на кінці штока. На корпусі пристрою мають шкала для реєстрації зусилля, що діє на пас, кнопка повернення повзуна у вихідне положення, регулювальний і стопорний гвинти робочої пружини. На секторах нанесені шкали для реєстрації величини прогину пасів.

Для перевірки натягу пасів пристрій приводять в вихідне положення: показчик навантаження встановлюють на нуль, а сектори ставлять в положення, що відповідає нульовий величині прогину паса, потім пристрій

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

встановлюють опірними торцями секторів на середину паса так, щоб шток був перпендикулярний до перевіряємої вітки паса, і натискають на корпус пристрою вздовж штока, спостерігаючи за переміщенням покажчика навантаження до заданої величини.

Під дією прикладеного навантаження пас прогинається. При цьому сектори пристрою повертаються відносно своєї вісі на кут, пропорційний величині прогину паса. Знявши пристрій з паса, визначають зафіксований прогин паса і прикладене до нього навантаження.

Недоліки даного пристрою:

1. Мала межа вимірювання прогину.
2. Повинне бути чітке положення приладу відносно перпендикуляра до перевіряемого паса.
3. Велика похибка вимірювання.

Пристрій КИ-8839 для перевірки натягу пасів складається із корпусу, в якому розміщений стрілковий покажчик прогину паса, динамометр і сигнальна лампочка, натискних лапок, головки і фіксатора [14]. Для встановлення навантаження з тильної сторони корпусу встановлений рухомий контакт.

Зусилля натискування на головку через лапки передається пружині динамометра, і по досягненню заданого зусилля лампочка загоряється. При цьому показання стрілчатого покажчика, кінематично зв'язаного з лапками відповідають величині прогину паса живлення сигнальної лампочки здійснюється від електричних елементів.

Даний пристрій доцільніше застосовувати для пасів з великими міжцентровими відстанями (для комбайнів), він порівняно дорогий і на сьогодні його неможливо придбати.

3.2 Будова та робота пристрою

В якості конструкторської розробки пропонується новий пристрій для

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

вимірювання прогину клинових пасів. На рис. 3.1 приведена схема і будова приладу.

Рис. 3.1 – Схема і будова приладу

Даний прилад включає в себе: корпус приладу 1, корпус блоку вимірювання 2, фіксатор 3, диск 4, лапку копіювальну зовнішню 5, шарнір 6, лапку копіювальну внутрішню 7, з'єднувач 8, головку вимірювача зусилля 9, кришку головки 10, шток 11, показчик 12, пружину 16, пружину 17, індикатор годинникового типу 18.

Прилад працює наступним чином.

Спочатку перевіряють, щоб вимірювальні лапки 5, 7 – розміщувалися горизонтально. Після цього перевіряють правильність градуювання силовимірювального механізму, який включає в себе головку 9, тримач штока 15, кришку 16, шток 11, і пружину. Для цього на кришку 10 діють фіксованим навантаженням від 0 до 10 кг, перевіряючи при цьому по показчику 12 відповідність їх відміткам. Якщо вони не відповідають, то регулюють зміною

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зусилля стискування пружини.

Після цього встановлюють стрілки вимірювального індикатора по «0». Мала стрілка «0» встановлюється переміщенням самого індикатора «вверх» або «вниз» в з'єднувачах.

Велика стрілка індикатора встановлюється на «0» поворотом циферблата. Після цього прилад поверхнею лапок 5 і 7 встановлюється на зовнішню поверхню перевіряемого клинового паса. Діючи зусиллям руки через головку силоміра 9 на пас створюємо рекомендоване навантаження (для кожного типорозміру паса своє навантаження), яке контролюємо показчиком 12.

При цьому одночасно другою рукою натискаємо на фіксатор 3. Після досягнення необхідного навантаження відпускаємо фіксатор 3 і знімаємо прилад з паса. При цьому індикатор покаже зафіксоване переміщення (прогин паса).

3.3 Інженерні розрахунки пристрою

В пристрої найбільш навантаженими деталями являються (див. додаток А) [15]:

- 1) шток 11, який працює на стискування. В ньому можливі деформації згину;
- 2) пружина циліндрична, яка працює на стискування;
- 3) диск 4, який при допомозі зварювання прикріплений до корпусу і має деформацію згину;
- 4) пружина плоска 13, в якій виникають складні деформації.

Розрахунок циліндричної пружини.

Навантаження на пружину початкове $P_1 = 20$ Н, максимальне навантаження $P_2 = 100$ Н.

Визначаємо граничне значення сили P_3 по формулі [15]:

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$P_3 = \frac{P_2}{1-S}, \quad (3.1)$$

де P_2 – максимальне навантаження, Н;

S – відносний інерційний зазор пружини стискування: $S = 0,09 \div 0,25$

$$P_3 = \frac{100}{1-0,05} \div \frac{100}{1-0,25} = 105,2 \div 133,3 \text{ Н}$$

По таблицях [16] вибираємо пружину 1 класу, а у пружин цього класу норма напружень становить $\tau_3 = 630 \text{ Н/мм}^2$.

Вибираємо по [16] номер пружини 377 з параметрами $d = 1,8$; $D = 10 \text{ мм}$, $F_1 = 393 \text{ Н/мм}^2$, $f_3 = 0,695 \text{ мм}$.

Перевіряємо відношення пружини до 1 класу по формулі:

$$V_{\text{кр}} = \frac{\tau_3 \left(1 - \frac{P_2}{P_3}\right)}{35,8}, \quad (3.2)$$

де $V_{\text{кр}}$ – критична швидкість пружини стискування.

$$V_{\text{кр}} = \frac{630 \left(1 - \frac{100}{133,3}\right)}{35,8} = 4,4 \text{ м/сек.}$$

Жорсткість пружини визначаємо по формулі:

$$F = \frac{P_2 - P_1}{h}, \quad (3.3)$$

де h – робочий хід пружини, мм.

$$F = \frac{100 - 20}{30} = 2,66 \text{ Н/мм.}$$

Число робочих витків пружини становить:

$$n = \frac{F_1}{F}, \quad (3.4)$$

$$n = \frac{39,3}{2,66} = 14,5 \text{ витків.}$$

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Уточнена жорсткість становить:

$$F = \frac{F_1}{n}, \quad (3.5)$$

$$F = \frac{393}{14,5} = 2,71 \text{ Н/мм}$$

Повне число витків становитиме:

$$n_1 = n + n_2, \quad (3.6)$$

$$n_1 = 14,5 + 1,5 = 16.$$

Середній діаметр пружини:

$$D_0 = D - d, \quad (3.7)$$

$$D_0 = 10 - 1,8 = 8,2 \text{ м.}$$

Індекс пружини:

$$C = \frac{D_0}{d}, \quad (3.8)$$

$$C = \frac{8,2}{1,8} = 4,55.$$

Крок пружини становитиме:

$$t = f_3 + d, \quad (3.9)$$

$$t = 0,695 + 1,8 = 2,5 \text{ мм.}$$

Довжина заготовки дроту для пружини становитиме:

$$L = 3,2 \cdot D_0 \cdot n, \quad (3.10)$$

$$L = 3,2 \cdot 8,2 \cdot 16 = 420 \text{ мм.}$$

Розрахунок зварювального з'єднання.

Таким є з'єднання диска 4 з корпусом 2.

Розрахунок даних зварних з'єднань можна провести за формулою [9]:

$$\tau_{\text{ср.св}} = \frac{P}{0,7h_{\text{ш}} \sum l_{\text{ш}}} \leq [\tau_{\text{ср}}], \quad (3.11)$$

де P – навантаження, Н;

$h_{\text{ш}}$ – висота шву, см;

$\sum l_{\text{ш}}$ – сумарна довжина шву, см;

$[\tau]_{\text{ср.св}}$ – допустиме напруження для зварних швів на зрізування, МПа

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

(80 мПа).

$$\tau_{\text{ср.св}} = \frac{135}{07 \cdot 0,3 \cdot 2} = 3,21 \text{ мПа} < 80 \text{ мПа} .$$

Розрахунок свідчить, що дане з'єднання витримає навантаження.

Розрахунок болтового з'єднання.

В даному випадку болтове з'єднання працює на зрізання. а зрізання болт розраховується по формулі:

$$\frac{\pi d^2}{4} [\tau_{\text{ср}}] \geq P, \quad (3.12)$$

де d – діаметр болта, мм;

$[\tau]$ – допустиме напруження на зрізання для болта, Н/мм²;

$[\tau] = 400 \text{ кг/см}^2 = 4000 \text{ Н/см}^2$;

$$135 < \frac{3,14 \cdot 4^2}{4} \cdot 4000 = 502,4 \text{ Н} .$$

Значить $135 < 502 \text{ Н}$, умова витримується. Даного болта М4 достатньо для нормальної роботи приладу.

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Техніко-економічне обґрунтування конструкторської розробки

Затрати коштів на виготовлення пристрою визначаються за формулою:

$$C_{\text{виг}} = C_{\text{п.д.}} + C_{\text{м}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{нар}} + C_{\text{накл}}, \quad (4.1)$$

де $C_{\text{п.д.}}$ – вартість покупних деталей, приладів, вузлів, грн.;

$C_{\text{м}}$ – вартість матеріалів, грн.;

$C_{\text{зп}}$ – витрати на оплату праці при виготовленні приладу, грн.;

$C_{\text{нар}}$ – нарахування на заробітну плату, грн.;

$C_{\text{накл}}$ – накладні витрати, грн.

Покупні деталі – це індикатор годинникового типу вартістю 630 грн.

($C_{\text{п.д.}} = 630$ грн.).

Вартість матеріалів орієнтовано можна визначити за формулою [18]:

$$C_{\text{м}} = M_{\text{м}} + B_{\text{м}}, \quad (4.2)$$

де $M_{\text{м}}$ – маса матеріалу, яка потрібна для виготовлення деталей приладу, кг;

$B_{\text{м}}$ – ціна одиниці маси матеріалу, грн./кг.

Для виготовлення приладу загальною масою 2,8 кг необхідно 8,5 кг матеріалу (великі втрати матеріалу на виготовлення корпусних деталей при допомозі токарних робіт).

$$C_{\text{м}} = 8,5 \cdot 2,85 = 340 \text{ грн.}$$

Розрахунок заробітної плати ведемо по формулі [18]:

$$C_{\text{зп}} = C_{\text{т}} \cdot K_{\text{р}} \cdot K_{\text{пд}} \cdot K_{\text{д}}, \quad (4.3)$$

де $C_{\text{т}}$ – зарплата робітників по тарифних ставках, грн.;

$K_{\text{р}}$ – районний коефіцієнт (1,03);

$K_{\text{пд}}$ – коефіцієнт, що враховує премії і доплати (1,22);

$K_{\text{д}}$ – коефіцієнт доплат (1,5).

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Трудомісткість верстатних та слюсарно-ремонтних робіт взята з нормативів [18].

Звідси заробітна плата працівників становитиме:

$$C_{зп} = 83,97 \cdot 1,03 \cdot 1,22 \cdot 1,5 = 158,08 \text{ грн.}$$

Нарахування на зарплату в фонди соціального страхування становлять 22,0%.

$$C_{нар} = 0,22 \cdot C_{зп},$$

$$C_{нар} = 0,22 \cdot 158,08 = 34,78 \text{ грн.}$$

Накладні витрати становлять приблизно 150% від тарифної зарплати:

$$C_{накл} = 158,08 \cdot 1,5 = 237,12 \text{ грн.}$$

Загальні витрати коштів на виготовлення приладу становитимуть:

$$C_{вит} = 630 + 340 + 158,08 + 34,78 + 237,12 = 1399,98 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат коштів на експлуатацію приладу [18]:

$$C_{екс} = A + P + C_{зп} + C_{ел} + C_{накл}, \quad (4.4)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн.;

P – відрахування на ТО і ремонт, грн.;

$C_{зп}$ – заробітна плата майстру-наладчику, грн.;

$C_{ел}$ – витрати на електроенергію, грн.;

$C_{накл}$ – накладні витрати, грн.

Амортизаційні витрати визначаємо по формулі:

$$A = \frac{B_{пр} \cdot a_1}{100}, \quad (4.5)$$

де $B_{пр}$ – вартість пристрою, грн.

a_1 – норма амортизаційних відрахувань, % ($a = 20\%$)

$$A = \frac{1399,98 \cdot 20}{100} = 279,99 \text{ грн.}$$

Відрахування на ТО і ремонт пристрою, грн.

$$P = \frac{B_{пр} \cdot a_2}{100}, \quad (4.6)$$

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

де a_2 – норма відрахувань на ТО та ремонт ($a_2 = 8\%$)

$$P = \frac{1399,98 \cdot 8}{100} = 111,99 \text{ грн.}$$

Затрати коштів на оплату праці визначаємо із залежності

$$C_{зп} = T_{рн} \cdot f_{г} \cdot K_{доп}, \quad (4.7)$$

де $T_{рн}$ – річне навантаження на прилад, год.;

$f_{г}$ – годинна ставка одного майстра-наладчика, грн.;

$K_{доп}$ – додаткова оплата праці (коефіцієнт).

Перевірка натягу пасів здійснюється в автомобілів при ТО-1, при ТО-1, СТО і ремонтах, при усуненні несправностей.

В відповідності з графіком ТО і ремонтів автомобілів загальна кількість вимірювань за рік становитиме: кількість ТО-1 – 225, ТО-2 – 61 СТО – 52, ремонтів – 6.

Всього 344 вимірювання, усунення несправностей 30-35%, тобто ще 120-125 вимірювань, всього біля 370 вимірювань.

На одне діагностування слід затратити біля 10 – 12 · 6, тоді річний обсяг робіт складе:

$$T_{р.н.} = 370 \cdot 12 = 4440 \cdot 6 = 74 \text{ год.}$$

$$C_{зп} = 74 \cdot 83,97 \cdot 1,5 = 9320,67 \text{ грн.}$$

Електроенергія при роботі приладу не використовується.

Накладні витрати при експлуатації становлять 30% від суми зарплати, амортизації, ТО та ремонтів.

$$C_{накл} = (9320,67 + 277,99 + 111,99) \cdot 0,3 = 9710,65 \text{ грн.}$$

Загальні витрати коштів на експлуатацію складуть:

$$C_{екс} = 277,99 + 111,99 + 9320,67 + 9710,65 = 19421,3 \text{ грн.}$$

Так як в господарстві приладу не було і натяг пасів встановлювали на «око», то економії на експлуатаційних витратах не буде, а навпаки більші витрати коштів.

Але застосування приладу дозволить скоротити простої автомобілів на

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

ТО на 8-10%, продовжити строк служби пасів.

Загальна трудомісткість перебування автомобілів на ТО-1, ТО-2, СТО становить 2393 год. Зменшення простоїв становитиме:

$$\Delta T = 2393 \cdot 0,08 = 191 \text{ год.}$$

Тоді розмір коштів економії від зменшення простоїв автомобілів становитиме

$$E_p = \Delta T \cdot C_{\text{пр}}, \quad (4.8)$$

де ΔT – час зменшення простоїв по технічних несправностях, год.;

$C_{\text{пр}}$ – збитки по автопарку від 1 години простою автомобіля під час жнив ($C_{\text{пр}} = 2500$ грн.).

$$E_p = 191 \cdot 2500 = 477500 \text{ грн.}$$

Тоді термін окупності приладу становитиме:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{дод}}}{E_p}, \quad (4.9)$$

де $K_{\text{дод}}$ – додаткові капіталовкладення (в даному випадку це витрати коштів на виготовлення та експлуатацію приладу).

$$K_{\text{дод}} = 1399,98 + 19421,3 = 20821,28 \text{ грн.}$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{20821,28}{477500} = 0,04$$

Основні техніко-економічні показники по конструкції приводимо в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Техніко-економічні показники конструкторської розробки

Показники	Значення показників
Витрати коштів на виготовлення, грн.	1399,98
Експлуатаційні витрати, грн.	19421,3
Зменшення простоїв автомобілів, год.	191
Капіталовкладення, грн.	20821,28
Сума річної економії від застосування приладу, грн.	477500
Термін окупності пристрою, років	0,04

Техніко-економічні показники свідчать про доцільність застосування конструкторської розробки. При наявності розробленої в кваліфікаційній роботі документації можна виготовити в умовах господарства.

4.2 Охорона праці

Охорона праці при використанні пристосування для діагностики натягу пасових приводів автотракторних двигунів є важливою складовою безпечної експлуатації технологічного обладнання в умовах ремонтних майстерень та польового технічного сервісу [19].

Розроблений механічний прилад відноситься до засобів ручного контролю і не містить електричних або гідравлічних систем, що значно знижує рівень потенційної небезпеки. Проте під час його використання необхідно враховувати небезпечні та шкідливі виробничі фактори, пов'язані з роботою двигуна, рухомими елементами приводу та умовами експлуатації техніки.

Основними нормативними документами, що регламентують безпечні умови праці, є [20]:

- правила охорони праці під час технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів;
- державні санітарні норми;
- стандарти безпеки праці.

При використанні пристосування можливий вплив таких факторів, їх наслідки вказані в табл. 4.2:

Механічні фактори:

- обертання шківів і пасів;
- можливість затягування одягу або рук у рухомі елементи;
- ударні навантаження при раптовому запуску двигуна.

Фізичні фактори:

- підвищений рівень шуму;

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- вібрація двигуна;
- підвищена температура поверхонь.

Виробничі фактори:

- забруднення мастильними матеріалами;
- запиленість робочої зони;
- недостатнє освітлення.

Таблиця 4.2 – Небезпечні фактори

Фактор	Джерело	Наслідки
Обертання паса	привід двигуна	травмування
Вібрація	двигун	втома оператора
Температура	нагріті вузли	опіки
Пил	польові умови	зниження видимості

Вимоги безпеки до конструкції пристосування [21].

Розроблене пристосування відповідає вимогам безпеки завдяки:

- відсутності електроживлення;
- простій механічній конструкції;
- відсутності гострих кромки;
- ергономічній формі корпусу;
- наявності фіксатора положення штока;
- використанню надійних матеріалів.

Конструкція забезпечує:

- безпечне утримання приладу рукою;
- мінімізацію ковзання;
- виключення самовільного переміщення елементів.

Вимоги безпеки під час експлуатації.

Перед початком роботи необхідно:

- перевірити справність приладу;

- переконатися у відсутності пошкоджень;
- очистити робочу зону.

Під час роботи забороняється:

- виконувати вимірювання при працюючому двигуні;
- торкатися рухомих частин;
- працювати у вільному одязі.

Рекомендується:

- використовувати захисні рукавички;
- працювати при достатньому освітленні;
- дотримуватись стійкого положення тіла.

Після завершення роботи:

- очистити прилад;
- перевірити його стан;
- зберігати у сухому місці.

Пожежна безпека.

У зоні виконання робіт можливе використання паливно-мастильних матеріалів, що створює пожежну небезпеку.

Основні заходи:

- заборона відкритого вогню;
- наявність вогнегасника;
- своєчасне видалення розлитих матеріалів;
- вентиляція приміщення.

Розроблене механічне пристосування відповідає вимогам охорони праці та є безпечним у використанні за умови дотримання правил експлуатації. Основними перевагами є відсутність електронних компонентів, простота конструкції та можливість використання в польових умовах. Запропоновані заходи забезпечують мінімізацію ризиків травматизму та підвищують безпеку праці під час технічного обслуговування автотракторної техніки.

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3 Охорона навколишнього середовища

Питання охорони навколишнього середовища є важливою складовою сучасного технічного сервісу автотракторної техніки. У процесі експлуатації, технічного обслуговування та ремонту машин виникає низка факторів, що негативно впливають на довкілля, зокрема забруднення ґрунтів і водних ресурсів паливно-мастильними матеріалами, утворення відходів, підвищені викиди шкідливих речовин у атмосферу, а також шумове навантаження. Значною мірою ці фактори залежать від технічного стану машин і правильності регулювання їх вузлів, зокрема пасових приводів допоміжних агрегатів двигуна [22].

Неправильний натяг пасів призводить до зниження коефіцієнта корисної дії приводу, збільшення втрат енергії, підвищеного зношування деталей та перевантаження агрегатів. У результаті цього зростає споживання палива, що безпосередньо впливає на збільшення викидів оксиду вуглецю, вуглеводнів та інших шкідливих речовин у атмосферу. Таким чином, своєчасний контроль і регулювання натягу пасів мають не лише технічне, але й важливе екологічне значення.

Розроблене механічне пристосування для діагностики натягу пасових приводів характеризується мінімальним впливом на навколишнє середовище, оскільки не потребує електроживлення, не містить акумуляторів або електронних компонентів та не використовує небезпечних хімічних речовин. Його конструкція передбачає застосування стандартних матеріалів, які можуть бути повторно використані або перероблені після завершення терміну служби. Висока довговічність приладу та можливість заміни окремих деталей сприяють зменшенню утворення відходів і підвищують ресурсоефективність виробу.

Екологічна безпека при використанні пристосування забезпечується також правильною організацією технологічного процесу технічного

обслуговування [23]. Зокрема, доцільним є проведення вимірювань без запуску двигуна, що дозволяє уникнути зайвих викидів шкідливих речовин. Важливим є застосування піддонів для збору мастильних матеріалів, недопущення їх потрапляння у ґрунт, а також своєчасне очищення робочих поверхонь. Використані матеріали та відходи повинні збиратися у спеціальні контейнери та передаватися на утилізацію відповідно до встановлених норм.

З метою зменшення негативного впливу на довкілля доцільно впроваджувати комплекс організаційних, технічних і технологічних заходів, серед яких важливе місце займає регулярний контроль технічного стану пасових приводів, своєчасна заміна зношених елементів, використання екологічно безпечних мастильних матеріалів та підвищення культури технічного обслуговування. Особливу увагу слід приділяти підвищенню кваліфікації обслуговуючого персоналу та дотриманню вимог екологічної безпеки.

Перспективними напрямками підвищення екологічності є застосування вторинних матеріалів при виготовленні деталей пристосування, зменшення маси конструкції, удосконалення технологій механічної обробки з метою зниження енергоспоживання, а також підвищення довговічності елементів, що дозволяє зменшити частоту їх заміни та кількість відходів [24].

Отже, розроблене механічне пристосування є екологічно безпечним та сприяє зниженню негативного впливу автотракторної техніки на навколишнє середовище. Його використання дозволяє підвищити ефективність роботи двигунів, зменшити витрати палива та обсяг шкідливих викидів, що відповідає сучасним вимогам раціонального природокористування та екологічної безпеки.

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі вирішено актуальну інженерну задачу підвищення ефективності технічного обслуговування автотракторних двигунів шляхом розробки пристосування для діагностики натягу пасових приводів.

1. Проведено аналіз умов експлуатації автотракторної техніки та встановлено, що пасові приводи працюють у складних умовах змінних навантажень, вібрацій і забруднення. Визначено, що неправильний натяг пасів є однією з основних причин зниження надійності роботи агрегатів, збільшення зносу та перевитрат енергії. Аналіз існуючих засобів контролю показав їх обмежену ефективність, що обґрунтовує необхідність розробки нового пристосування.

2. Обґрунтовано вибір конструкції пристосування та запропоновано механічний принцип вимірювання натягу пасів. Розроблена конструкція забезпечує простоту, надійність, ремонтпридатність і можливість використання як у стаціонарних, так і в польових умовах. Прийняті технічні рішення дозволяють отримати достатню точність вимірювання без застосування складних електронних систем.

3. Розроблено технологічний процес виготовлення основної деталі пристосування. Обґрунтовано вибір матеріалу, визначено параметри заготовки, припуски, способи базування та режими обробки. Складено маршрут виготовлення та технологічну карту, а також виконано розрахунок часу обробки.

4. Розроблене пристосування відповідає сучасним вимогам технічного сервісу, є економічно доцільним, технологічним у виготовленні та ефективним у використанні. Отримані результати можуть бути використані у практиці обслуговування автотракторної техніки, а також у подальших дослідженнях у даному напрямі.

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	45
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. Вантух З.З., Кузенко Д.В., Сторожук Л.В. Трактори. Львів: Новий світ-2000, 2019. 109 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. Надійність машин та обладнання. Ч. 2. Ремонт машин та відновлення деталей. З. В. Ружи́ло та ін. Київ: Видавн. центр НУБіП України, 2023. 310 с.
6. Булгаков В.М., Ружи́ло З.В. Надійність і ремонт машин. Київ: Центр учбової літератури, 2019. 380 с.
7. 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.
8. 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.
9. Пастухов В.І. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Харків: Факт, 2021. 410 с.
10. Деталі машин. Розрахунок та конструювання: підручник. Г.В. Архангельський, М.С. Воробйов, В.С. Гапонов [та ін.]. Київ: Талком, 2014. 684 с.
11. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид.,

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

переробл. Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д.О., 2015. 492 с.

12. 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.

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

14. Костів Б.І. Експлуатація автомобільного транспорту. Львів: СВІТ 2004-496 с.

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

16. Шмат К.І. Робочі процеси і розрахунок сільськогосподарських машин. Київ: Кондор, 2009. 308 с.

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

18. Економіка підприємства: підручник під заг. ред. д.е.н., проф. Ковальської Л.Л. та проф. Кривов'язюка І.В. Київ: Видавничий дім «Кондор», 2020. 700 с.

19. Головчук А.Ф., Орлов В.Ф., Строков О.П. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки. Кн. 1: Трактори. Київ: Грамота, 2009. 336 с.

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

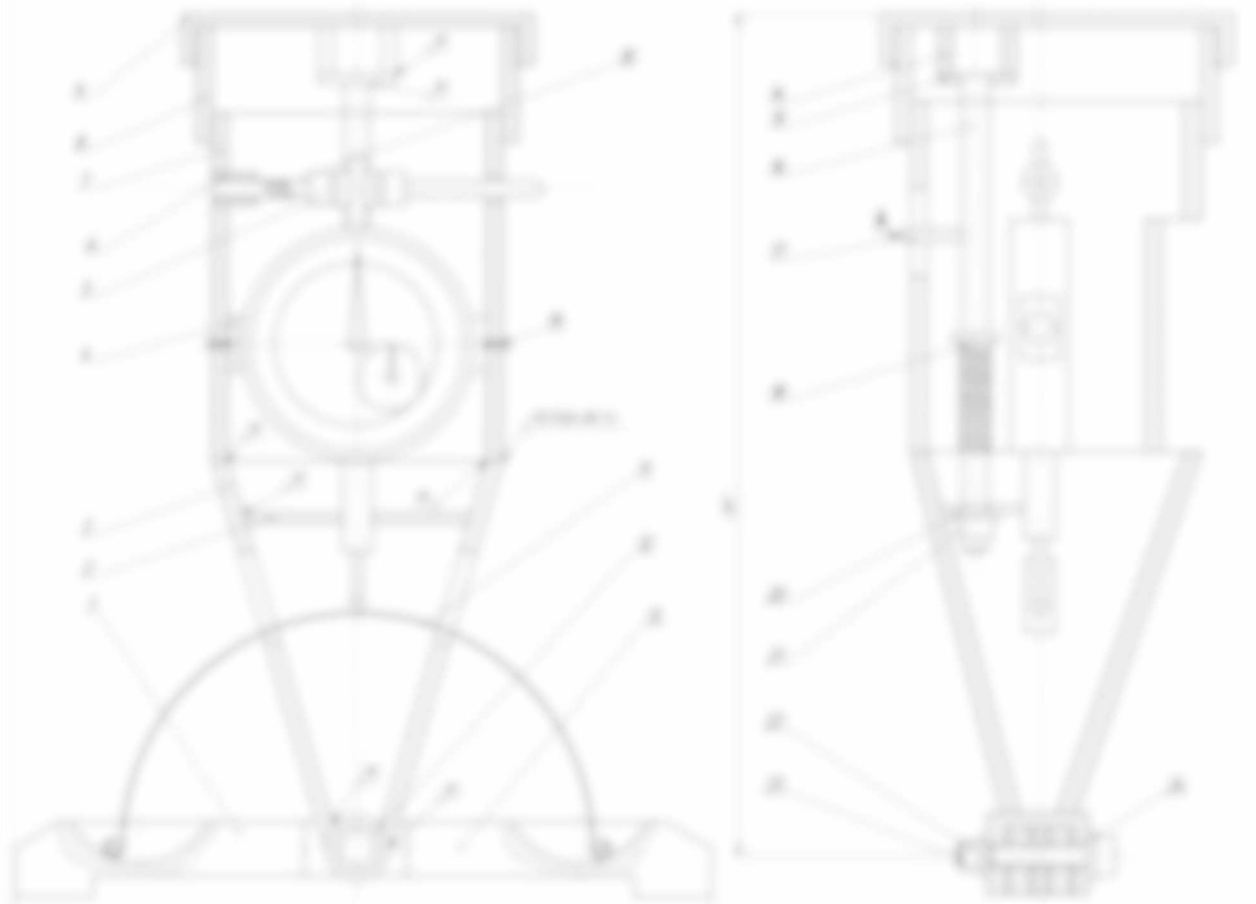
21. Геврик Є.О., Сомар Г.В., Пешко Н.П. Техніка безпеки. Київ: Ельга, 2006. 316 с.

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

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

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

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47



Загальний вид пристосування

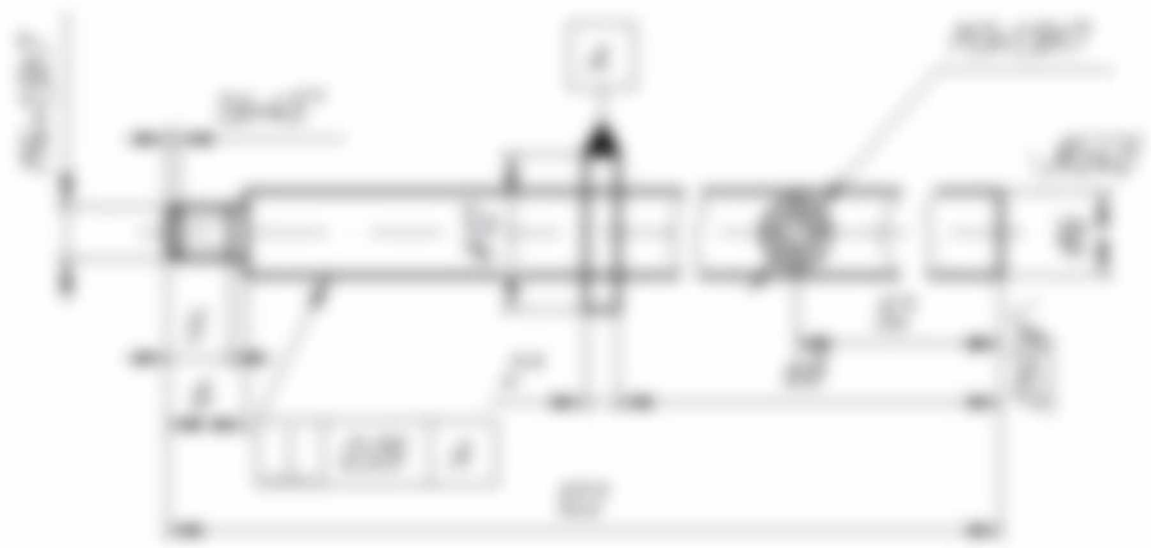
Технічна характеристика:

- 1 Маса пристрою 2,8 кг
- 2 Межа вимірювання 0-50 мм
- 3 Максимальне зусилля 100Н

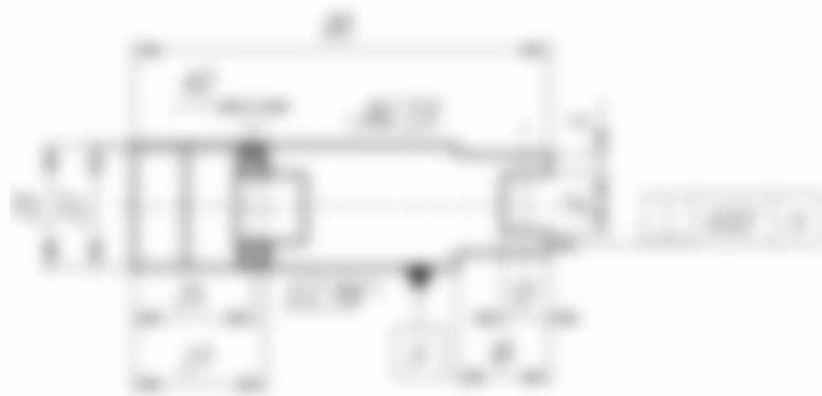
Технічні вимоги:

- 1 Обслуговування проводити через 60 годин роботи
- 2 Кріплення пружини (поз. 11) шарнірне

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Шток



Лапка копіювальна

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49



Корпус

					КРБ.133ГМбд_41.07.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50