

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Удосконалення технічного обслуговування трактора МТЗ-892 з  
розробкою пристрою для діагностування термостату

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МГс-41  
спеціальності 208

Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності)

	(підпис)	Шкільнюк А.М. (прізвище та ініціали)
Керівник	(підпис)	Довбуш Т.А. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	(підпис)	Сташків М.Я. (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	(підпис)	Бабій А.В. (прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис)	. (прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2024

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій  
(повна назва факультету)  
Кафедра Технічної механіки та сільськогосподарських машин  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Бабій А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20\_\_ р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)  
за спеціальністю 208 Агроінженерія  
(шифр і назва спеціальності)  
студенту Шкільнюку Андрію Михайловичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технічного обслуговування трактора МТЗ-892 з розробкою пристрою для діагностування термостату

Керівник роботи Довбуш Тарас Анатолійович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 24 » січня 2024 року № 4/7-62

2. Термін подання студентом завершеної роботи 21 червня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи характеристики системи охолодження трактора МТЗ-892; характеристики термостата трактора МТЗ-892; діапазон роботи термореглятора 0-150°C; ємність системи охолодження трактора 22літри.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Реферат. Вступ. 1. Оглядова частина системи охолодження та роботи термостата.

2. Пропозиції щодо удосконалення технологічних процесів.

3. Розробка та вдосконалення конструкційних рішень.

4. Заходи безпеки та охорона праці. Загальні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точних зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1-2. Мета, предмет, об'єкт, задачі дослідження. Актуальність кваліфікаційної роботи.

3. Структура роботи. Зміст роботи. 4. Креслення пристрою для перевірки справності

термостата. 5. Креслення упорної шайби. 6. Креслення утримувача. 7. Креслення упора.

8. Креслення втулки. 9. Креслення листів. 10. Креслення листа з упором. 11. Креслення листа з

упором і отвором.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Окіпний І.Б., к.т.н., зав. каф. МТ		

7. Дата видач завдання

24 січня 2024 року

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін етапів виконання роботи	Примітка
1	Оглядова частина системи охолодження та роботи термостата	до 20.02.2024	
2	Пропозиції щодо удосконалення технологічних процесів.	до 30.03.2024	
3	Розробка та вдосконалення конструкційних рішень	до 30.04.2024	
4	Заходи безпеки та охорона праці	до 12.05.2024	
9	Реферат. Вступ. Загальні висновки	до 30.05.2024	
10	Ілюстративний матеріал	до 10.06.2024	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Шкільнюк А.М.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Довбуш Т.А.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

**Автор роботи** – Шкільнюк Андрій Михайлович

**Тема роботи** – «Удосконалення технічного обслуговування трактора МТЗ-892 з розробкою пристрою для діагностування термостату». Робота виконана на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

**Керівник роботи** – Довбуш Тарас Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

**Структура роботи.** Робота складається зі вступу, 4 розділів, загальних висновків. Загальний обсяг текстової частини – 44 сторінка, на яких є 4 рисунків та 1 таблиця. Ілюстративний матеріал розміщений на 8 аркушах формату А4.

**Актуальність теми роботи.** Полягає в необхідності забезпечення надійного функціонування системи охолодження трактора МТЗ 892, що є критичним для його ефективної та безперебійної роботи. Термостат є ключовим компонентом цієї системи, відповідальним за підтримання оптимального температурного режиму двигуна. Несправність термостата може призвести до перегріву або переохолодження двигуна, що, в свою чергу, знижує продуктивність, підвищує витрати палива та скорочує термін служби двигуна.

У сучасних умовах підвищення вимог до ефективності сільськогосподарської техніки, розробка та впровадження нових або вдосконалених пристроїв для перевірки і контролю термостатів є надзвичайно важливою. Це дозволить не лише підвищити надійність експлуатації техніки, але й зменшити експлуатаційні витрати, знизити вплив на навколишнє середовище та покращити економічні показники підприємств..

**Мета роботи:** Створення пристрою для перевірки термостата трактора МТЗ-892, що дозволить ефективно контролювати температурний режим та забезпечити оптимальну роботу системи охолодження.

**Об'єкт дослідження.** Система охолодження трактора МТЗ-892, зокрема

термостат, який регулює температурний режим двигуна.

**Предмет дослідження.** Розробка пристрою для перевірки та контролю стану термостата в системі охолодження трактора МТЗ-892.

**Практичне значення отриманих результатів.** Отримані результати мають важливе практичне значення для підтримки ефективності та безпеки роботи трактора МТЗ-892. Розроблений пристрій для перевірки термостата дозволить оперативно виявляти і усувати можливі несправності в системі охолодження, що сприятиме запобіганню перегріву двигуна та забезпечить стабільну роботу техніки. Це збільшить продуктивність роботи трактора, продовжить термін його служби і зменшить ризики аварійного випадку в полі. Такий пристрій може також застосовуватися для попередження несправностей у сільськогосподарській техніці загалом, що підвищить ефективність та безпеку сільськогосподарських робіт.

**Ключові слова:** трактор МТЗ-892, термостат, діагностика, пристрій, точність вимірювань, ефективність, сільськогосподарська техніка, ремонт, обслуговування.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1.ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА РОБОТИ ТЕРМОСТАТА .....	9
1.1 Роль системи охолодження в роботі ДВЗ .....	9
1.2 Несправності системи охолодження двигуна .....	12
1.3 Основні несправності термостату .....	15
1.3.1 Традиційні методи перевірки .....	16
1.3.2 Механічне випробування .....	16
1.3.3 Електронні методи перевірки .....	17
1.3.4 Використання інфрачервоних камер .....	17
1.3.5 Комп'ютерне моделювання .....	18
1.4 Мета роботи .....	18
2.ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ .....	19
2.1 Обґрунтування до комплектування технологічного обладнання .....	19
2.2 Вибір експлуатаційно-технологічних параметрів обладнання .....	20
2.3 Розрахунок техніко-економічних показників обладнання .....	21
3. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА .....	24
3.1 Аналіз конструкції машин-аналогів .....	24
3.1.1 Пристрій для перевірки термостатів автомобілів .....	24
3.1.2 Машини для тестування промислових термостатів .....	24
3.1.3 Спеціалізовані стенди для перевірки тракторних термостатів .....	24
3.2 Обґрунтування конструкції вузла .....	26
3.3 Розрахунок параметрів робочого органу .....	28
3.4 Розробка робочого органів та деталей .....	32
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ .....	34
4.1. Моделювання небезпечних ситуацій .....	34
4.2. Вимоги до техніки безпеки при експлуатації технологічного обладнання .....	36
4.3. Вплив на довкілля .....	38
4.4 Заходи з охорони та раціонального використання земельних ресурсів .....	39
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	40
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	42

## ВСТУП

Сільськогосподарська техніка, зокрема трактори, відіграють ключову роль у забезпеченні ефективності аграрного сектору. Одним із найпопулярніших тракторів серед українських фермерів є МТЗ 892, завдяки своїй надійності, простоті в обслуговуванні та економічності. В умовах зростаючих вимог до продуктивності сільськогосподарських робіт та зниження витрат на технічне обслуговування, особлива увага приділяється забезпеченню стабільної роботи основних вузлів і агрегатів трактора, таких як двигун. Одним із ключових компонентів системи охолодження двигуна є термостат, який регулює температуру охолоджувальної рідини і, відповідно, запобігає перегріву або недогріву двигуна. Сучасні методи перевірки термостатів часто є недостатньо точними і трудомісткими, що обумовлює необхідність розробки нових або удосконалення існуючих пристроїв для їх діагностики.

Актуальність теми даної роботи зумовлена необхідністю підвищення надійності і довговічності тракторів шляхом точного контролю роботи їхніх термостатів. Недостатня увага до стану цього компонента може призвести до суттєвих поломок двигуна, що, в свою чергу, знижує продуктивність аграрного виробництва та збільшує витрати на ремонт техніки. Новизна даної роботи полягає в розробці сучасного пристрою для перевірки термостатів тракторів МТЗ 892, який буде відрізнятися високою точністю вимірювань, простотою у використанні та можливістю оперативної діагностики.

Аналіз сучасного стану проблеми, проведений на основі даних вітчизняної та зарубіжної науково-технічної літератури, а також патентного пошуку, показує, що існуючі методи перевірки термостатів часто не відповідають вимогам точності та зручності використання. Наукові дослідження і практичний досвід провідних фірм свідчать про важливість розробки нових підходів до діагностики термостатів, які б забезпечували надійність та ефективність роботи тракторів.

Основними напрямками досліджень у даній роботі є розробка схеми нового пристрою для перевірки термостатів, вибір необхідного обладнання та матеріалів, а також проведення експериментальної перевірки його роботи. У ході досліджень буде здійснено аналіз конструктивних особливостей термостатів МТЗ 892, визначено основні технічні параметри, що впливають на їх роботу, та розроблено методику тестування.

Результати даної роботи можуть бути використані у сервісних центрах, що обслуговують сільськогосподарську техніку, а також на підприємствах, що займаються виробництвом і ремонтом тракторів. Крім того, запропоновані рішення можуть бути корисними для фермерів, що самостійно здійснюють технічне обслуговування своєї техніки, забезпечуючи тим самим підвищення ефективності та надійності експлуатації тракторів МТЗ 892.



# 1. ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА РОБОТИ ТЕРМОСТАТА

## 1.1 Роль системи охолодження в роботі ДВЗ

Для забезпечення надійної та безперебійної роботи двигуна необхідно дотримуватися оптимального температурного режиму. Коли двигун перегрівається, його продуктивність зменшується через збільшення механічних витрат на подолання тертя та недостатнє наповнення циліндрів свіжим паливним зарядом. Крім того, при перегріві масло стає менш в'язким, що призводить до погіршення змащення деталей, інтенсивної зносу деталей та змін їх механічних властивостей. З іншого боку, при переохолодженні двигуна знижується його продуктивність, а витрата палива зростає через погіршення умов для утворення та згорання паливної суміші. Також збільшується енергетичне навантаження на подолання тертя внаслідок погіршення змащення деталей внаслідок збільшення в'язкості масла.

Завдання системи охолодження. Однією з основних функцій системи охолодження є відведення тепла, що утворюється внаслідок роботи двигуна. Під час роботи двигуна відбувається згорання пального, що супроводжується великим виділенням тепла. Система охолодження забезпечує відведення цього тепла, щоб запобігти перегріву і пошкодженню двигуна.

Збереження оптимальної температури. Система охолодження регулює температуру двигуна, забезпечуючи оптимальні умови його роботи. Вона підтримує температуру в межах, які є безпечними для функціонування двигуна і його компонентів.

Зменшення зносу. Правильне охолодження допомагає знизити знос рухомих деталей і збільшити термін служби двигуна. Контрольована температура допомагає уникнути перегріву, який може призвести до важкого

зносу і відмови деталей. Зниження викидів: Ефективна система охолодження допомагає знизити викиди шкідливих речовин, таких як оксиди азоту, які утворюються внаслідок горіння пального. Це досягається за рахунок оптимального згорання пального при сталій температурі двигуна.

Підтримка ефективності. Система охолодження також допомагає забезпечити ефективність роботи двигуна. Підтримуючи оптимальну температуру, вона сприяє збільшенню потужності двигуна і зниженню споживання палива.

Різноманітні способи охолодження використовуються для забезпечення сталого теплового режиму працюючого двигуна. Основним завданням системи охолодження є виведення тепла, що утворюється внаслідок роботи двигуна, в атмосферу. Вона може використовувати як рідину, так і повітря в якості теплоносія.

Повітряна система охолодження ДВЗ. Система охолодження двигуна трактора(рис.1.1), що використовує повітря як теплоносії, передає тепло від деталей двигуна до навколишнього повітря за допомогою радіатора і вентилятора. Цей метод використовується в багатьох малопотужних тракторах та машинних установках, де ефективне охолодження можливе без використання рідини.

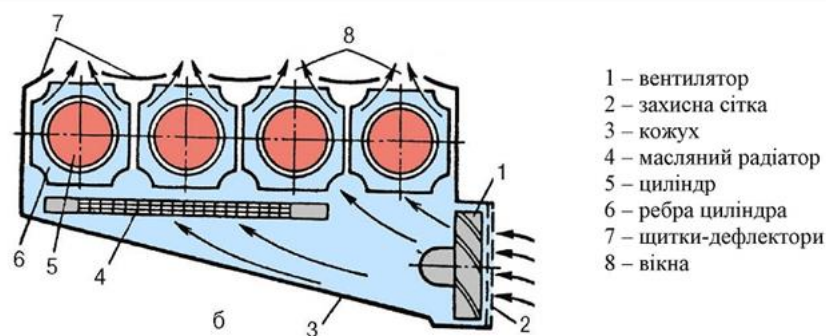


Рисунок 1.1 Схема система повітряного охолодження

Повітряна система охолодження двигуна в тракторі працює на принципі відведення тепла від деталей двигуна за допомогою повітря, що циркулює через радіатор. Коли трактор працює, вентилятор витягує повітря через радіатор, де відбувається охолодження теплообмінників. Тепле повітря потім виходить назовні, а охолоджене повертається до двигуна. Така система проста у використанні та ефективна для багатьох типів тракторів, особливо тих, які працюють у відкритих або добре провітрюваних умовах.

Система рідинного охолодження двигуна (рис.1.2) використовує рідину, яка циркулює через систему охолодження для відведення тепла від двигуна. Рідина, яка може бути водою або антифризом, проходить через двигун, де вона нагрівається, а потім через радіатор, де відбувається охолодження. Після цього охолоджена рідина повертається до двигуна, щоб знову відведення тепла. Така система забезпечує ефективне охолодження двигуна у різних умовах експлуатації.

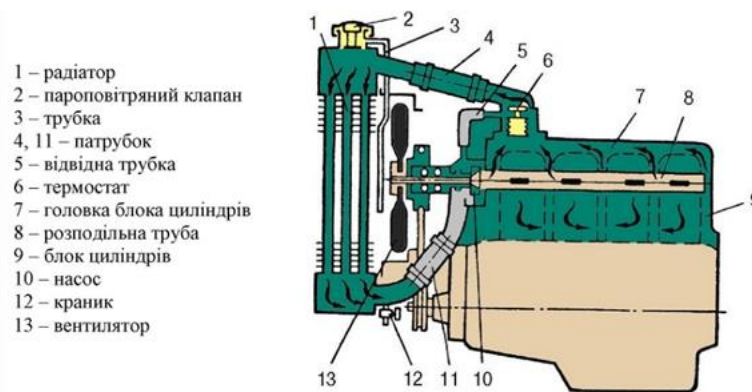


Рисунок 1.2 Схема система рідинного охолодження

Основні компоненти такої системи включають водяний насос, радіатор, термостат, розширювальний бак і радіатор, якщо це необхідно. Принцип роботи полягає в тому, що рідина (часто антифриз) циркулює через двигун, поглинаючи тепло, а потім протікає через радіатор, де відбувається відведення тепла від рідини до навколишнього середовища. Таке охолодження дозволяє

підтримувати оптимальну температуру роботи двигуна, що є важливим для його ефективної роботи і тривалого терміну служби.

## **1.2 Несправності системи охолодження двигуна.**

Порушення роботи системи охолодження двигуна може становити серйозну загрозу для його працездатності. Основна функція цієї системи полягає у збереженні стабільної температури двигуна в обмежених межах.

Іншими словами, двигун не повинен перегріватися, але також не може бути занадто холодним. Система охолодження постійно регулює температуру, забезпечуючи оптимальну ефективність, економічність пального, збереження ресурсу двигуна, дотримання екологічних норм і т. д.

Можливі несправності системи охолодження

Закупорення радіатора пилом, брудом або іншими чужорідними предметами може перешкоджати нормальному потоку повітря і теплообміну, що призведе до перегріву двигуна.

Розриви або розтріскування шлангів системи охолодження можуть призвести до витoku рідини і втрати тиску, що знижує ефективність охолодження.

Несправний термостат може призвести до недостатнього циркуляції рідини або до її перегріву, що може призвести до перегріву двигуна.

Насос, який не працює належним чином через пошкодження або знос, не забезпечує достатнього обміну тепла, що може призвести до перегріву двигуна.

Використання низькоякісного антифризу може призвести до утворення відкладень у системі охолодження, що може перешкоджати нормальному теплообміну.

Витік антифризу. Це може бути спричинено пошкодженням радіатора, шлангів або клапана водяного насоса.

Несправний вентилятор. Він відповідає за циркуляцію повітря через радіатор. Якщо вентилятор не працює належним чином, це може призвести до перегріву двигуна.

Ці несправності можуть вплинути на ефективність роботи системи охолодження та призвести до серйозних проблем з двигуном, тому їх важливо вчасно виявляти і усувати.

Для того щоб запобігти багатьом проблем потрібно дотримуватися наступних рекомендацій:

Регулярне технічне обслуговування: Проводить регулярні перевірки та обслуговування трактора згідно інструкції по експлуатації.

Правильне використання: Дотримуйтеся рекомендацій щодо навантаження, швидкості та роботи двигуна для попередження перевантаження і підвищеного зносу.

Регулярна заміна мастил і рідин: Вчасно змінюйте мастила і рідини, включаючи масло двигуна, гідравлічне масло та охолоджуючу рідину.

Правильна експлуатація: Уникайте грубого оброблення та роботи в непридатних умовах, таких як перевищення глибини плуга або робота в заболочених місцях.

Періодичний огляд: Регулярно перевіряйте стан трактора, усуваючи потенційні проблеми та дефекти на ранніх стадіях.

Зберігання: Зберігайте трактор у сухому та чистому приміщенні, де він буде захищений від умов агресивного середовища

В тракторобудуванні, зокрема для моделі МТЗ 892, важливим елементом є система охолодження, яка забезпечує оптимальні температурні режими роботи двигуна. Термостат (рис.1.3) є ключовим компонентом цієї системи, який регулює потік охолоджуючої рідини через радіатор, підтримуючи стабільну робочу температуру двигуна. Від ефективної роботи термостата залежить довговічність і ефективність роботи двигуна, тому розробка пристрою для його перевірки є актуальною задачею.

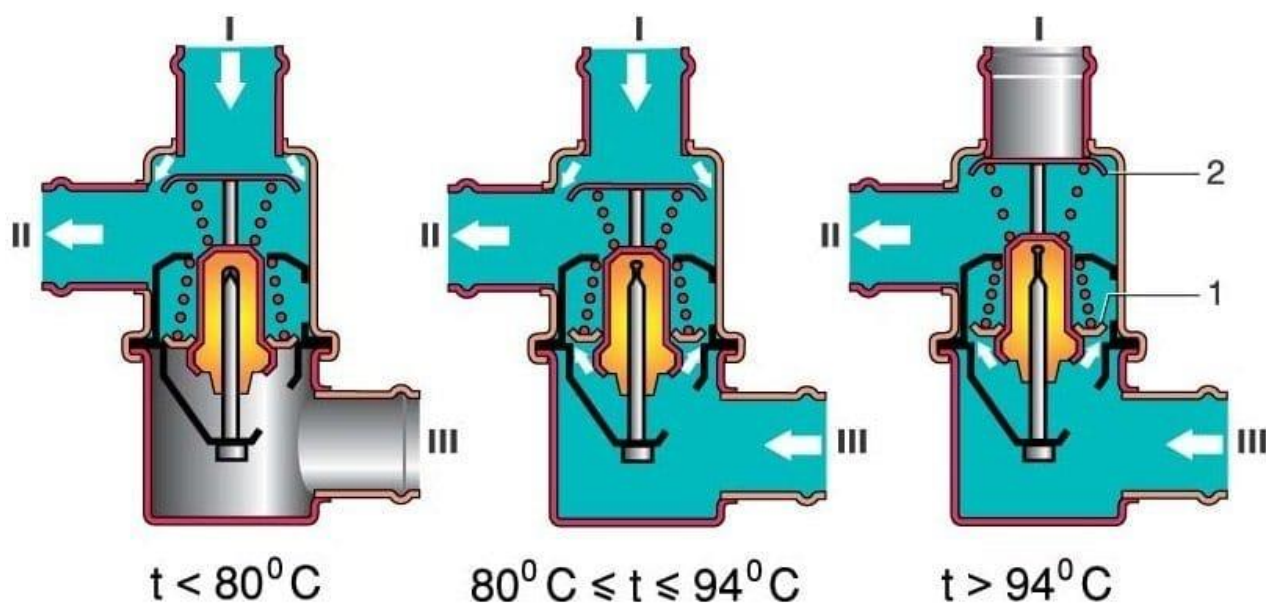


Рисунок 1.3 Схематизація роботи термостата

Наукові дослідження свідчать, що без використання технічної діагностики близько 40% ремонтних та регулювальних робіт виконуються передчасно. З цієї ж причини значна кількість машин потрапляє на ремонт із запізненням, що часто супроводжується аварійним зношуванням окремих деталей. Головною метою технічної діагностики є визначення актуальної потреби машини в обслуговуванні або ремонті залежно від умов експлуатації. Працездатність машини можна підтримувати, виконуючи відповідні роботи під час технічного обслуговування та заміни великої кількості деталей і вузлів. Однак це значно підвищує вартість утримання машини та, відповідно, собівартість продукції, яку вона виробляє. Застосування технічної діагностики дозволяє підтримувати оптимальний стан машини під час її експлуатації. Це означає, що технічні можливості машини використовуються максимально ефективно при мінімальних витратах матеріальних та трудових ресурсів для підтримки її працездатності. Допустимі значення параметрів технічного стану можуть бути застосовані лише за допомогою методів технічної діагностики та прогностики, які враховують не тільки технічні, а й економічні показники.

Діагностування машини дозволяє визначити залишковий ресурс деталей та вузлів до наступного ремонту. Це особливо важливо для тих вузлів, які не підлягають регулюванню або заміні під час технічного обслуговування, але значно впливають на працездатність машини.

### **1.3 Основні несправності термостату**

Коли термостат несправний або не працює належним чином, це може призвести до різних проблем у системі охолодження та загальної роботи трактора.

Перегрів двигуна. Якщо термостат залишається закритим або не відкривається належним чином, це може призвести до перегріву двигуна. Недостатня циркуляція охолоджуючої рідини через радіатор може призвести до перегріву та пошкодження двигуна.

Недостатня температура двигуна. Якщо термостат залишається відкритим постійно або відкривається раніше, ніж необхідно, це може призвести до недостатнього нагріву двигуна. Недостатня температура може вплинути на ефективність роботи двигуна, споживання палива та викиди.

Нестабільна температура. Якщо термостат працює неправильно, це може призвести до нестабільної температури роботи двигуна. Перемінна температура може вплинути на ефективність роботи трактора та збільшити знос деталей.

Пошкодження компонентів системи охолодження. Несправний термостат також може вплинути на інші компоненти системи охолодження, такі як насос води або радіатор, що може призвести до їх пошкодження або швидкому зносу.

Отже, правильне функціонування термостата є важливим для забезпечення ефективної та надійної роботи системи охолодження та загального стану трактора.

Для перевірки термостатів використовуються різні технології, кожна з яких має свої переваги та недоліки.

### **1.3.1 Традиційні методи перевірки**

Випробування у водяному баку

Процес: Термостат демонтують з двигуна. Його занурюють у водяний бак, який поступово нагрівають. Спостерігають за моментом відкриття клапана термостата.

Спостереження: Температура води у момент відкриття повинна відповідати специфікаціям виробника.

Переваги: Простота виконання. Відсутність необхідності в складному обладнанні.

Недоліки: Низька точність. Залежність від людського фактору. Потреба в значному часу на проведення тесту.

### **1.3.2 Механічне випробування**

Процес: Використовується спеціальний механічний пристрій для стискання та розширення термостата при різних температурах.

Спостереження: Вимірюється сила, необхідна для відкриття та закриття термостата.

Переваги: Простота виконання. Можливість ручного контролю процесу.

Недоліки: Механічне навантаження може вплинути на точність результатів. Не завжди можна точно відтворити робочі умови.



### **1.3.3 Електронні методи перевірки**

Використання цифрових термометрів та датчиків

Процес: Термостат встановлюється в спеціальний стенд. Використовуються цифрові термометри та датчики для точного вимірювання температури.

Спостереження: Автоматичне визначення моменту відкриття та закриття клапана термостата. Запис результатів у цифровому форматі. Переваги: Висока точність вимірювань. Можливість автоматизації процесу тестування. Швидкість проведення випробувань.

Недоліки: Висока вартість обладнання. Потреба у спеціалізованих навичках для обслуговування та налаштування.

### **1.3.4 Використання інфрачервоних камер**

Процес: Термостат під час роботи двигуна сканується інфрачервоною камерою для визначення температурних змін.

Спостереження: Візуалізація теплових полів навколо термостата. Визначення моменту відкриття та закриття клапана за зміною температурного профілю.

Переваги: Ненав'язливий метод перевірки. Можливість аналізу роботи термостата в реальних умовах експлуатації.

Недоліки: Висока вартість обладнання. Потреба у спеціалізованих знаннях для аналізу теплових зображень.

### **1.3.5 Комп'ютерне моделювання**

Процес: Створення комп'ютерної моделі термостата та системи охолодження двигуна. Проведення симуляційних тестів для аналізу поведінки термостата при різних температурах та умовах роботи.

Спостереження: Аналіз результатів моделювання для визначення ефективності та точності роботи термостата.

Переваги: Висока точність та можливість аналізу різних сценаріїв. Відсутність потреби у фізичному обладнанні для кожного тесту.

Недоліки: Необхідність наявності потужного програмного забезпечення та обладнання. Потреба у спеціалізованих знаннях для проведення та аналізу симуляцій.

### **1.4 Мета роботи**

Метою роботи є розробка ефективного, надійного та економічно вигідного пристрою для перевірки термостатів трактора МТЗ 892, який дозволить проводити точні вимірювання в реальних умовах експлуатації. Цей пристрій має забезпечити можливість швидкої та ефективної перевірки роботи термостата, що допоможе виявити можливі несправності та вчасно усунути їх для забезпечення надійності та безпеки роботи трактора

## **2. ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

### **2.1 Обґрунтування до комплектування технологічного обладнання**

Для покращення процесу перевірки термостата трактора МТЗ-892, важливо обрати відповідне технологічне обладнання. Основними критеріями вибору обладнання є його надійність, точність вимірювань, простота в експлуатації та відповідність вимогам безпеки.

Пристрій для перевірки термостата повинен складатися з таких компонентів.

Термометричний датчик:

Для точного вимірювання температури необхідно використовувати високоякісні термопари або резистивні температурні детектори (RTD), які мають високу точність і стабільність вимірювань. Датчик повинен бути розміщений таким чином, щоб він міг безпосередньо вимірювати температуру рідини навколо термостата, забезпечуючи тим самим точні дані про його робочий стан.

Нагрівальний елемент:

Нагрівальний елемент є критично важливим для створення умов, що імітують реальну роботу двигуна. Він повинен мати достатню потужність для швидкого нагрівання охолоджуючої рідини до необхідної температури і підтримувати її на стабільному рівні. Вибір відповідного нагрівального елемента залежить від обсягу рідини в системі і необхідної швидкості нагрівання.

Резервуар для охолоджувальної рідини:

Резервуар повинен мати достатню ємність для забезпечення безперервної роботи системи протягом усього процесу перевірки. Він повинен бути

виготовлений з матеріалів, стійких до високих температур і хімічного впливу охолоджувальної рідини. Важливо також забезпечити зручність його заповнення та очищення.

Вибір і комплектування технологічного обладнання повинні бути спрямовані на досягнення максимальної ефективності і надійності роботи системи, а також забезпечення безпеки оператора і захисту навколишнього середовища.

## **2.2 Вибір експлуатаційно-технологічних параметрів обладнання**

Для забезпечення ефективної роботи пристрою для перевірки термостатів трактора МТЗ-892 необхідно правильно визначити експлуатаційно-технологічні параметри обладнання. Ці параметри включають температурний діапазон, точність вимірювання температури, швидкість нагрівання, продуктивність насоса та ємність резервуара для охолоджувальної рідини.

Температурний діапазон:

Обладнання повинно працювати в діапазоні від 40°C до 120°C. Це забезпечить можливість імітації різних робочих умов термостата в двигуні. Такий діапазон дозволяє тестувати термостати в умовах, близьких до реальних, що гарантує точність і надійність результатів

Точність вимірювання температури:

Точність вимірювання температури повинна бути не меншою за  $\pm 0,5^\circ\text{C}$ . Це необхідно для забезпечення достовірності результатів тестування і своєчасного виявлення відхилень у роботі термостата. Використання високоякісних датчиків температури, таких як термопари або резистивні температурні детектори (RTD), дозволить досягти необхідної точності

Швидкість нагрівання:

Нагрівальний елемент повинен мати регульовану швидкість нагрівання, що дозволяє швидко досягати необхідної температури і підтримувати її на стабільному рівні. Оптимальна швидкість нагрівання забезпечує ефективне тестування без зайвих затримок, що підвищує продуктивність пристрою.

Ємність резервуара:

Ємність резервуара для охолоджувальної рідини повинна бути достатньою для забезпечення стабільної роботи системи протягом всього процесу тестування. Вибір матеріалу резервуара повинен враховувати високу температуру та хімічний склад охолоджувальної рідини. Резервуар має бути легко заповнюваним і очищуваним для зручності обслуговування.

Ергономіка і безпека:

При виборі параметрів обладнання необхідно враховувати ергономічні вимоги та вимоги безпеки. Оператори повинні мати зручний доступ до всіх елементів системи, а також мати можливість швидко реагувати на будь-які несправності або аварійні ситуації. Обладнання повинно бути оснащене захисними кожухами, аварійними вимикачами та іншими засобами безпеки.

Ретельний вибір експлуатаційно-технологічних параметрів обладнання дозволить забезпечити ефективну, точну і безпечну роботу системи для перевірки термостатів трактора МТЗ-892.

### **2.3 Розрахунок техніко-економічних показників обладнання**

Розрахунок техніко-економічних показників є ключовим етапом у розробці та впровадженні нового обладнання. Він дозволяє оцінити ефективність, економічність і доцільність використання пристрою для перевірки термостата трактора МТЗ-892. До основних техніко-економічних показників відносяться: капітальні витрати, експлуатаційні витрати,

економічний ефект від впровадження, а також показники надійності та продуктивності обладнання.

Вартість матеріалів для виготовлення пристрою

Для виготовлення корпусу і опорних частин приладу використовуємо сталь марки Ст.5 орієнтовна ціна її на ринку становить для листа 3мм біля 30грн та для круга такої ж марки сталі 35грн.

Отже, знаючи масу заготовок які потрібні для виготовлення можна розрахувати орієнтовну ціну матеріалів для деталей, які виготовляються з листа сталі

$$m_{\text{сума листа}} = m_1 + m_2 + m_2 + m_3, \quad (2.1)$$

де  $m_1$ - маса заготовки під упору,  $m_3 = 0,21$ кг;  
 $m_2$ - маса заготовки під утримувач,  $m_4 = 0,08$ кг;  
 $m_3$ - маса заготовки під листів,  $m_5 = 10,62$ кг.  
 $m_{\text{сума листа}} = 0,21 + 0,08 + 10,62 = 10,91$ кг.

Тепер можна вирахувати скільки потрібно затратити на матеріал

$$10,91 \times 30 = 327,3 \text{грн.}$$

Орієнтовну ціну матеріалів для деталей, які виготовляються з круга сталі

$$m_{\text{сума круг}} = m_1 + m_2, \quad (2.2)$$

де  $m_1$ - маса заготовки під упорну шайбу,  $m_1 = 1$ кг;  
 $m_2$ - маса заготовки під втулку,  $m_2 = 0,1$ кг.

$$m_{\text{сума листа}} = 1 + 0,1 = 1,1 \text{кг.}$$

Тепер можна вирахувати скільки потрібно затратити на матеріал

$$1,1 \times 35 = 38,5 \text{грн.}$$

Вартість стандартних виробів середня така

Індикатор годинникового типу ГОСТ 6279-71 – 500грн

Гвинт М6-8g x 220 ГОСТ 13268-88 – 5грн

Трубчастий електронагрівник ГОСТ 13268-88 – 300грн

Терморегулятор з механічним керуванням ГОСТ 30815 – 300грн

Отже, з цього можна вирахувати вартість матеріалів для виготовлення пристрою за формулою,

$$M=327,3+38,5+500+5+300+300=1470,8\text{грн}$$

Для виготовлення даного приладу на матеріал потрібно буде витратити 1470,8 грн.

## **3. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА**

### **3.1 Аналіз конструкції машин-аналогів**

Аналіз конструкцій існуючих машин-аналогів дозволяє виявити їхні сильні та слабкі сторони, а також визначити напрямки для покращення і модернізації. Для даного проекту було розглянуто кілька основних типів пристроїв для перевірки термостатів.

#### **3.1.1 Пристрій для перевірки термостатів автомобілів:**

Цей тип пристроїв зазвичай використовує метод нагрівання термостата в контрольованому середовищі, фіксуючи момент його відкриття та закриття.

Основні переваги таких пристроїв:

Простота використання: Зручний і зрозумілий інтерфейс.

Точність вимірювань: Висока точність фіксації моментів відкриття і закриття термостата.

Недоліки:

Обмежена функціональність: Не завжди підходять для великих термостатів, таких як ті, що використовуються в тракторах.

Обмежені можливості: Можуть мати обмежену можливість налаштування під різні типи термостатів.

#### **3.1.2 Машини для тестування промислових термостатів:**

Ці машини використовуються для перевірки термостатів у промислових умовах і мають наступні переваги:



Висока точність і надійність: Забезпечують точність вимірювань і стабільність результатів.

Універсальність: Можливість тестування термостатів різних моделей і типів.

Недоліки:

Висока вартість: Досить дорогі у виробництві та обслуговуванні.

Складність налаштування: Потребують спеціальних знань для налаштування і використання.

### **3.1.3 Спеціалізовані стенди для перевірки тракторних термостатів:**

Стенди, що використовуються у сервісних центрах для тестування термостатів тракторів, мають свої особливості:

Повний контроль параметрів: Можливість детального аналізу параметрів роботи термостата.

Надійність: Висока надійність і довговічність.

Недоліки:

Висока вартість: Досить дорогі як у придбанні, так і в обслуговуванні.

Великі розміри: Потребують значного місця для встановлення.

Висновки з аналізу

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що для розробки пристрою для перевірки термостатів трактора МТЗ-892 необхідно поєднати переваги існуючих рішень та усунути їх недоліки. Основними вимогами до нового пристрою є:

Простота у використанні

Висока точність вимірювань

Універсальність (можливість тестування різних моделей термостатів)

Доступна вартість

Ці вимоги забезпечать зручність у використанні, точність результатів, універсальність застосування та економічну доцільність пристрою для перевірки термостатів трактора МТЗ-892

### **3.2 Обґрунтування конструкції вузла**

Виходячи з аналізу конструкції машин-аналогів, було прийнято рішення розробити пристрій, який об'єднує переваги існуючих рішень та усуває їх недоліки. Для розробки ефективного пристрою для перевірки термостата трактора МТЗ-892 необхідно ретельно обґрунтувати конструкцію його основного вузла. Основний вузол пристрою – це система, яка забезпечує нагрівання термостата, вимірювання температури, та фіксацію моментів відкриття і закриття термостату.

Основними вимогами до конструкції є:

Точність вимірювання:

Контрольований процес нагрівання:

Міцність та надійність конструкції:

Універсальність:

Зручність використання:

Для виготовлення пристрою для перевірки справності термостати потрібно використовувати як готові стандартні деталі і виготовити свої. До готових стандартних виробів належить: індикатор годинникового типу, гвинт тб, трубчастий електронагрівач, терморегулятори з механічним керуванням та кабель живлення та вилка для підключення до розетки. Перелік деталей які потрібно виготовити згідно кресленням і після цього зібрати конструкцію складається з таких деталей: упорна шайба, утримувачі, упор, втулка, листи

Важливо забезпечити високу точність вимірювання температури, оскільки робочі характеристики термостата залежать від точності визначення

моменту його відкриття та закриття. Для того щоб перевірити відкриття термостата встановлено індикатор годинникового типу. Він дозволяє зрозуміти чи пропускну здатність охолоджувальної рідини проходить згідно з заявленими характеристиками.

Необхідно забезпечити рівномірний і контрольований процес нагрівання термостата. Необхідно забезпечити рівномірний і контрольований процес нагрівання термостата. Для цих задач було вибрано терморегулятор з механічним керування температури. Він дозволить нагрівати рідину до потрібної температури і перевіряти таким чином різні температурні режими. Трубчастий електронагрівач дозволить швидко нагріти рідину потрібною температурою.

Конструкція вузла повинна бути достатньо міцною, щоб витримувати тривалу експлуатацію без збоїв. Весь корпус пристрою виготовлений з сталі. Сталь дозволяє витримати різні перепади температури. Це міцний і дешевий матеріал з якого легко обробляти. Єдиний мінус це велика маса, але враховуючи що пристрій буде перебувати в майстерні і там же використовуватися цей недолік усуває.

Вибір високоякісних матеріалів, стійких до високих температур і корозії. Матеріал було вибрано Сталь марки 5, яка підходить по всім характеристикам. Для захисту від корозії потрібно наріз деталей періодично змащувати літолом, після складання пристрою провести ґрунтування і пофарбувати алкідною фарбою мінімум у 2 шари, після кожного застосування перевіряти всі деталі на наявність корозії, а особливо ніжку індикатора.

Конструкція упорної шайби дозволяє перевіряти термостати майже всіх тракторів серії МТЗ, також для перевірки різних типів термостатів можна виготовити і замінити шайбу на іншу. Це дозволяє збільшити функціонал приладу і його універсальність

Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для оператора, що дозволяє легко встановлювати термостат, проводити тестування та зчитувати результати.

Можливість швидкої заміни термостатів для тестування великої кількості зразків.

Ретельне обґрунтування конструкції вузла дозволяє забезпечити високу точність і надійність роботи пристрою для перевірки термостатів трактора МТЗ-892. Правильний вибір матеріалів, компонентів та параметрів забезпечить ефективну та тривалу експлуатацію пристрою в різних умовах.

### **3.3 Розрахунок параметрів робочого органу**

Розрахунок параметрів робочого органу включає визначення основних характеристик, таких як потужність нагрівального елемента, точність температурного датчика та вимоги до системи контролю температури. Розрахунок параметрів робочого органу пристрою для перевірки термостатів трактора МТЗ-892 є важливою складовою частиною проекту. Цей розділ включає визначення ключових параметрів, які забезпечують ефективність і надійність роботи пристрою.

Вибір типу нагрівального елемента:

Нагрівальний елемент повинен забезпечувати швидкий і рівномірний нагрів для точної імітації робочих умов термостата. Використовуються трубчасті електричні нагрівачі (ТЕНи) з високою теплопередачею.

Потужність нагрівального елемента:

Для забезпечення швидкого нагріву термостата до робочої температури необхідно визначити потужність нагрівального елемента. Припустимо, що термостат має масу 0.5 кг і необхідно підняти його температуру на 90°C за 15 хвилин.

Формула для розрахунку потужності нагрівального елемента:

$$P = \frac{m \cdot c \cdot \Delta T}{t}, \quad (3.1)$$

де  $P$  – потужність (Вт),  
 $m$  – маса (кг),  $m=20$ кг;  
 $c$  – теплоємність матеріалу (Дж/кг·°С),  $c=4200$ Дж/кг·°С;  
 $\Delta T$  – зміна температури (°С),  $\Delta T=(20^\circ\text{C}-90^\circ\text{C})$ ;  
 $t$  – час (с).  $t=900$ с.

Для того щоб вирахувати масу охолоджувальної рідини у ванні потрібно визначити об'єм.

$$V = a \cdot b \cdot h, \quad (3.2)$$

де  $a$  – ширина ванни,  $a=0,295$ м;  
 $b$  – довжина ванни,  $b=0,295$ м;  
 $h$  – висота,  $h=0,26$ .

$$V=0,295 \cdot 0,295 \cdot 0,24=0,020886\text{м}^3$$

Якщо перетворити в літри це буде 20л, або 20кг.

$$P = \frac{20 \cdot 4200 \cdot (90-20)}{900} = 6534\text{Вт} = 6,5\text{кВт}$$

Отже, потужність нагрівального елемента повинна бути не менше 6,5 кВт, або потрібно витратити довший час для нагрівання рідини у ванній.

Розрахунок теплових втрат. Для точного контролю температури необхідно враховувати теплові втрати, які виникають під час роботи пристрою. Теплові втрати можуть бути спричинені теплопередачею через стінки корпусу і випромінюванням.

Формула розрахунку теплових втрат через теплопередачу:

$$Q_{\text{втрат}} = U \cdot A \cdot \Delta T, \quad (3.2)$$

де:  $Q_{\text{втрат}}$  - теплові втрати (Вт),

$U$ - коефіцієнт теплопередачі (Вт/м<sup>2</sup>·°С),  $U_{\text{сталі}} = 58$  Вт/м<sup>2</sup>·°С;

$A$  - площа поверхні теплообміну (м<sup>2</sup>),  $A=0,37$ м<sup>2</sup>;

$\Delta T$  - різниця температур між нагрівачем і навколишнім середовищем (°С),

$\Delta T=70$ °С.

$$Q_{\text{втрат}} = 58 \cdot 0,37 \cdot 70 = 1502 \text{Вт}$$

Отже орієнтовно під час роботи приладом можливі теплові втрати біля 1,5кВт.

Розрахунок параметрів електричної частини пристрою для перевірки термостата

Розрахунок опору нагрівача. Якщо відома потужність нагрівача і напруга живлення, можна розрахувати опір нагрівача:

$$R = \frac{U^2}{P}, \quad (3.4)$$

де:  $R$  — опір нагрівача (Ом);

$U$  — напруга живлення (В),  $U=220$ В;

$P$  — потужність нагрівача (Вт),  $P=6534$ Вт

$$R = \frac{220^2}{6534} = 7,4 \text{ Ом}$$

Отже, опір нагрівача буде 7,4 Ом при напрузі 220В.

Максимальний струм

$$I = \frac{P}{U}, \quad (3.5)$$

де:  $I$  — сила струму (Ам);  
 $U$  — напруга живлення (В),  $U=220\text{В}$ ;  
 $P$  — потужність нагрівача (Вт),  $P=6534\text{Вт}$ .

$$I = \frac{6534}{220} = 29,7\text{А}$$

Для даного струму можна використовувати провідники з перетином  $2,5\text{мм}^2$  згідно з (табл. 3.1) або більше, залежно від умов установки і довжини проводу.

Таблиця 3.1 Перетину кабелю по потужності і струму

Гнучкі шнури та кабелі з мідною жилою (ПВС, ШВВП, КГ)					
1ф, 220В, (cos φ=0.9)			3ф, 380В, (cos φ=0.8)		
Переріз, мм <sup>2</sup>	Струм, А	Потужність кВт	Переріз, мм <sup>2</sup>	Струм, А	Потужність кВт
0,5	12	2,5	1,0	16	7,7
0,75	16	3,2	1,5	20	9,6
1	18	3,6	2,5	28	13,4
1,5	23	4,6	4	36	17,3
2,5	33	6,5	6	45	21,6
4	43	8,5	10	60	28,8
6	55	10,9	16	80	38,4
10	75	14,9	25	105	50,4

### 3.4 Розробка робочого органів та деталей

Основна функція робочого органів пристрою для перевірки термостата – це створення умов для його тестування, включаючи нагрівання до потрібної температури та контроль за її підтриманням. Вузол повинен забезпечувати надійність, точність вимірювань, зручність у використанні та безпеку.

Конструктивні елементи.

Пристрій складається стандартних виробів так із деталей, які потрібно виготовити (рис. 3.1) . Корпус і кріплення стандартних деталей відноситься частин які потрібно виготовити їх і зібрати, а саме це: упорна шайба 1, утримувач 2штуки 2, упор, втулка 3, лист корпус 3штуки 4, лист з упором 5, лист з упором і отвором для терморегулятора.

До стандартних деталей відноситься: індикатор годинникового типу 8, гвинт м6 9 , трубчастий електронагрівач 10 та терморегулятор з механічним керуванням 11.

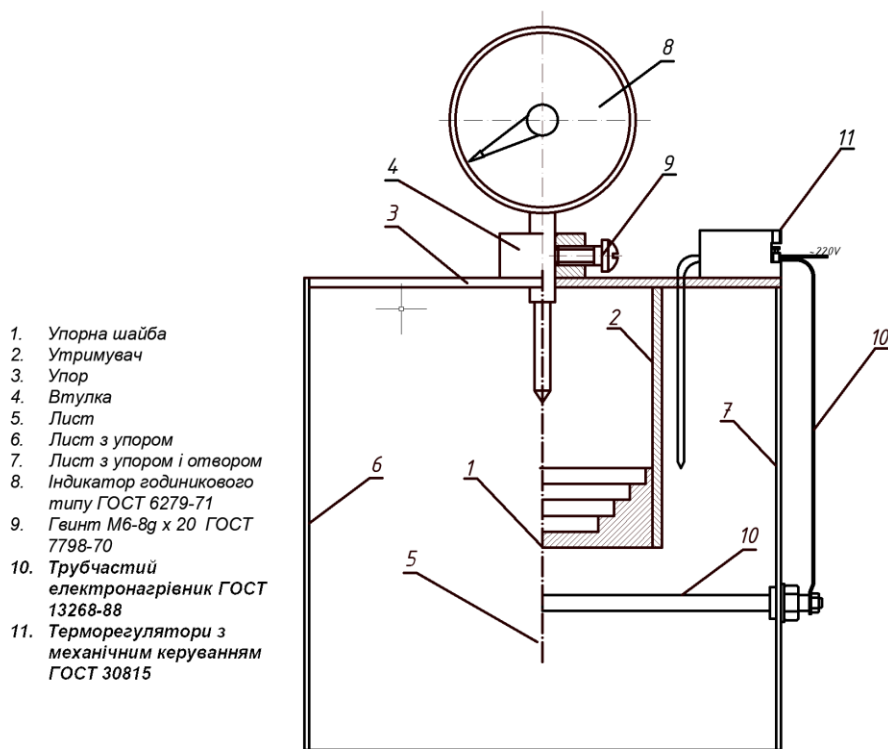


Рисунок 3.1 Пристрій для перевірки термостату



Корпус та деталі для кріплення були виготовленні і зібрані таким чином що дозволяє швидко і легко змінювати і як деталі для перевірки та і термостат, який перевіряється.

Нагрівальний елемент було вибрано згідно розрахунків трубчастий електронагрівач з потужність 6,5кВт.

Кабель живлення для підключення електричних компонентів було вибрано мідний з перерізом 2,5мм.

Для контролю температури необхідно вибрати відповідний терморегулятор. Терморегулятор повинен мати можливість підтримувати потрібну температуру з точністю, достатньою для роботи термостата. Наприклад, якщо робоча температура термостата становить 90°C, терморегулятор повинен мати можливість підтримувати цю температуру з похибкою не більше 1-2°C. Тому біло вибрано терморегулятор з межою регулювати температуру 0-150°C.

## **4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

### **4.1 Моделювання небезпечних ситуацій**

Моделювання небезпечних ситуацій є важливим етапом у забезпеченні безпеки при експлуатації технологічного обладнання. Виявлення та оцінка потенційних ризиків дозволяє розробити ефективні заходи для запобігання нещасним випадкам та мінімізації їх наслідків. Основні небезпечні ситуації, пов'язані з роботою пристрою, включають наступні аспекти:

Перегрівання нагрівального елемента.

Потенційні небезпеки: виникнення пожежі, пошкодження електричних компонентів пристрою, підвищений ризик опіків у працівників.

Запобіжні заходи: встановлення термостатів для автоматичного відключення при перевищенні допустимих температур, використання матеріалів з високою термостійкістю, регулярний контроль та обслуговування системи охолодження нагрівального елемента.

Витік рідини.

Потенційні небезпеки: пошкодження електричних частин обладнання, опіки та травми працівників при контакті з гарячими рідинами, забруднення робочої зони і навколишнього середовища.

Запобіжні заходи: використання герметичних з'єднань та якісних прокладок для запобігання витокам, регулярний огляд та технічне обслуговування для виявлення та усунення можливих витоків, оснащення робочих місць засобами для оперативного очищення та нейтралізації витоків.

Електричний удар.

Потенційні небезпеки: ураження електричним струмом через пошкодження ізоляції або неправильне підключення, пожежа, спричинена коротким замиканням.

Запобіжні заходи: використання тільки ізольованих інструментів та кабелів, обов'язкове заземлення обладнання, регулярна перевірка електричних компонентів на наявність пошкоджень.

Механічні пошкодження.

Потенційні небезпеки: травми через неправильну експлуатацію або обслуговування обладнання, пошкодження рухомих частин пристрою.

Запобіжні заходи: використання захисних кожухів на рухомих частинах обладнання, проведення інструктажів та навчання працівників щодо безпечної експлуатації пристрою, забезпечення доступу до інструкцій з експлуатації та технічного обслуговування.

Інші небезпечні ситуації.

Потенційні небезпеки: вибух при роботі з легкозаймистими рідинами, подразнення дихальних шляхів або шкіри при використанні небезпечних хімічних речовин.

Запобіжні заходи: використання засобів індивідуального захисту (маски, рукавички), встановлення вентиляційних систем для видалення шкідливих випарів, регулярний моніторинг стану здоров'я працівників, які працюють з небезпечними речовинами.

Моделювання небезпечних ситуацій дозволяє заздалегідь виявити потенційні ризики та розробити ефективні заходи для їх запобігання. Важливою складовою цього процесу є постійний моніторинг та оновлення заходів безпеки, а також навчання та інструктаж працівників. Це сприятиме безпечній та ефективній роботі пристрою для перевірки термостатів трактора МТЗ-892, знижуючи ризики для здоров'я та життя працівників та мінімізуючи негативний вплив на навколишнє середовище.

## **4.2 Вимоги до техніки безпеки при експлуатації технологічного обладнання**

Забезпечення техніки безпеки при експлуатації пристрою для перевірки термостатів трактора МТЗ-892 є критично важливим для запобігання нещасним випадкам і захисту здоров'я працівників. Основні вимоги до техніки безпеки включають наступні аспекти:

Загальні вимоги.

Знання інструкцій з експлуатації:

Кожен працівник повинен бути ознайомлений з інструкціями щодо безпечного використання обладнання.

Працівники повинні пройти відповідне навчання та інструктаж перед початком роботи.

Використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ):

Обов'язкове використання захисних окулярів, рукавичок, захисного одягу та взуття.

Наявність респіраторів при роботі з потенційно шкідливими рідинами або випарами.

Забезпечення безпечного робочого місця:

Робоче місце повинно бути чистим, добре освітленим та вентильованим.

Всі проходи та евакуаційні виходи повинні бути вільні від перешкод.

Вимоги до електробезпеки.

Заземлення обладнання:

Все обладнання повинно бути правильно заземлене для запобігання ураженню електричним струмом.

Регулярна перевірка електрообладнання:

Періодичний огляд електричних кабелів, розеток та іншого обладнання на предмет пошкоджень.

Забезпечення своєчасної заміни пошкоджених електричних компонентів.

Використання захисних пристроїв:

Встановлення автоматичних вимикачів та запобіжників для захисту від перевантажень та коротких замикань.

Вимоги до роботи з рідинами.

Безпека при використанні охолоджувальних рідин:

Використання тільки тих рідин, що рекомендовані виробником.

Зберігання рідин у спеціальних контейнерах з чіткими маркуваннями.

Запобігання витокам:

Регулярна перевірка з'єднань та герметичності системи.

Наявність засобів для швидкої локалізації та очищення витоків.

Вимоги до механічної безпеки.

Захист рухомих частин:

Використання захисних кожухів на всіх рухомих частинах обладнання для запобігання травмам.

Безпечна експлуатація:

Забороняється торкатися рухомих частин обладнання під час його роботи.

Виконання обслуговування або ремонту тільки при вимкненому обладнанні.

Вимоги до пожежної безпеки

Наявність вогнегасників:

Робоче місце повинно бути обладнане вогнегасниками, відповідними типу потенційних пожеж.

Пожежна сигналізація та евакуаційні плани:

Наявність діючої пожежної сигналізації та планів евакуації.

Проведення регулярних навчань з евакуації персоналу.

Додаткові вимоги.

Регулярне технічне обслуговування:

Проведення планового технічного обслуговування обладнання для підтримки його в робочому стані та запобігання поломкам.

Документування всіх процесів:

Ведення журналів обліку технічного обслуговування, інструктажів з техніки безпеки та аварійних ситуацій.

Дотримання вимог техніки безпеки при експлуатації технологічного обладнання є необхідною умовою для забезпечення здоров'я та безпеки працівників, а також для підтримання ефективної та безперебійної роботи обладнання. Регулярний моніторинг, навчання працівників і впровадження сучасних заходів безпеки сприятимуть запобіганню нещасним випадкам і зниженню ризиків під час роботи з пристроєм для перевірки термостатів трактора МТЗ-892.

### **4.3 Вплив на довкілля**

Експлуатація обладнання може мати вплив на навколишнє середовище. Основні аспекти включають:

Викиди шкідливих речовин:

Встановлення систем фільтрації для зменшення викидів шкідливих речовин у повітря.

Використання екологічно чистих матеріалів та компонентів.

Споживання енергії:

Застосування енергоефективних технологій для зменшення споживання електроенергії.

Використання відновлюваних джерел енергії.

Утилізація відходів:

Розробка та впровадження програм утилізації відходів, що утворюються під час експлуатації обладнання.

Використання безпечних методів утилізації небезпечних матеріалів.

#### **4.4 Заходи з охорони та раціонального використання земельних ресурсів**

Для мінімізації впливу на земельні ресурси при експлуатації та обслуговуванні обладнання необхідно:

Зменшення забруднення ґрунтів:

Використання замкнених систем охолодження, що зменшує витікання рідин у ґрунт.

Контроль за утилізацією використаних охолоджуючих рідин та масел.

Раціональне використання землі:

Планування розміщення обладнання з урахуванням мінімального впливу на природні ресурси.

Використання вторинної сировини для зменшення навантаження на природні ресурси.

Відновлення земель:

Здійснення заходів з рекультивації земель після закінчення експлуатації обладнання.

Впровадження програм озеленення та відновлення природних ландшафтів.

Забезпечення безпеки життєдіяльності та охорони праці при розробці та експлуатації пристрою для перевірки термостатів трактора МТЗ-892 є комплексним завданням, яке включає моделювання небезпечних ситуацій, дотримання вимог техніки безпеки, мінімізацію впливу на довкілля та заходи з охорони земельних ресурсів. Впровадження цих заходів сприяє безпечній та ефективній роботі обладнання, зменшенню ризиків для працівників та збереженню природного середовища.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У цій кваліфікаційній роботі розроблено пристрій для перевірки термостатів трактора МТЗ-892, що є важливим елементом для забезпечення ефективної роботи системи охолодження двигуна. Висновки роботи включають наступні аспекти:

Оцінка результатів розробки:

Розроблений пристрій демонструє високу точність вимірювання температури, що дозволяє ефективно перевіряти працездатність термостатів.

Пристрій є економічно вигідним завдяки використанню доступних матеріалів і простоті конструкції.

Застосування розробленого пристрою знижує ризик перегріву або переохолодження двигуна, що продовжує його термін служби та зменшує витрати на ремонт і обслуговування.

Порівняння з сучасними аналогами:

Порівняння розробленого пристрою з існуючими аналогами показало його переваги в плані точності вимірювання та зручності експлуатації.

Розробка відповідає сучасним вимогам до систем перевірки термостатів, перевершуючи деякі аналоги в технічних характеристиках та простоті використання.

Сутність технічного рішення:

В основу роботи покладено технічне рішення, яке передбачає використання простого, але ефективного механізму для перевірки температури спрацьовування термостатів.

Розробка включає інноваційний підхід до збирання та аналізу даних, що забезпечує високу точність та надійність перевірки.

Практичні рекомендації:



Розроблений пристрій рекомендується до впровадження на підприємствах, що займаються обслуговуванням і ремонтом тракторів МТЗ-892.

Застосування пристрою дозволить знизити експлуатаційні витрати, підвищити надійність роботи техніки та покращити умови праці технічного персоналу.

Для подальшого удосконалення пристрою рекомендується провести додаткові дослідження щодо оптимізації його конструкції та розширення функціональних можливостей.

Висновки даної роботи підтверджують актуальність та новизну розробки, а також її відповідність сучасним вимогам до технічних засобів перевірки термостатів тракторів. Результати роботи мають практичну цінність і можуть бути успішно застосовані в аграрній галузі для підвищення ефективності та надійності сільськогосподарської техніки.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гевко Р.Б., Хомик Н.І., Жаровський О.С., Довбуш Т.А Деталі машин та основи автоматизованого конструювання: навчальний посібник до лабораторних робіт Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 256 с.
2. Гогіташвілі Г.Г., Лапін В.М. Основи охорони праці. Львів: Новий світ, 2000. 230 с.
3. Довбуш А.Д. Прикладна механіка і основи конструювання: навчально-методичний посібник до розрахунково-графічної роботи / А.Д. Довбуш, Н.І. Хомик, Т.А. Довбуш, Н.А. Рубінець. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. 116 с.
4. Довбуш Т.А. Методи проектування сільськогосподарських машин: навчально-методичний посібник до курсового проектування /Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. 72 с.
5. Довбуш Т.А. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи / Т.А.Довбуш, Н.І.Хомик, А.В. Бабій, Г.Б.Цьонь, А.Д.Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А.,2022. 220с
6. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини. Львів: ЛБК НБУ; Київ: Знання, 2000. 188 с.
7. Хомик Н.І. Вступ до фаху: навчальний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія» / Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, І.Й. Блозва, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 348 с.
8. Хомик Н.І. Деталі машин. Курс лекцій для студентів заочної форми навчання. / Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш, О.П. Цьонь. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 160 с.
9. Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Олексюк В.П. Машини та обладнання для тваринництва: навчальний посібник (курс лекцій). Частина друга. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 246 с.

10. Хомик Н.І. Методичний посібник до виконання дипломної роботи для здобуття освітнього ступеня «магістр» для спеціальності 133 Галузеве машинобудування /Н.І. Хомик, М.Я. Сташків, В.П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2018. 164 с.
11. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник (курс лекцій) /Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, В.П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 232 с.
12. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи /Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, Н.А. Антончак. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 320 с.
13. Хомик Н.І. Технологія виробництва і переробки сільськогосподарської продукції: курс лекцій / Н.І. Хомик, Н.Б. Гаврон, Н.А. Рубінець. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 248 с.
14. Andreikiv, O.E., Babii, A.V., Dolinska, I.Y. *et al.* Determination of the Residual Life of the Spraying Boom of a Field Sprinkler in the Maneuvering Loading Mode. *Mater Sci* 56, 112–118 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11003-020-00404-2>
15. Babii A., Dovbush T., Khomuk N., Dovbush A., Tson A., Oleksyuk V. Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor *Procedia Structural Integrity*, 2022. No 36, 203-210. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.025>
16. Dovbush Taras, Khomyk Nadia, Dovbush Anatolii, Dunets Bogdan. Evaluation technique of frame residual operational life. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU, 2019. Vol. 93. No. 1. P. 61-69.
17. Dovbush Taras, Khomyk Nadia, Tson Hanna, Dovbush Anatolii, Improvement of prt-9 constructive system on the basis of frame elements strength balance. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU, 2020. Vol. 100. No. 4. P. 40-45.

18. Dovbush Taras, Khomyk Nadia, Dovbush Anatolii, Palyukh A. Estimation of the load capacity and the strain-stress state of rod transporters. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU, 2022. Vol 108. No 4. P. 5-15.
19. Nevko R.B., Tkachenko I.G., Khomyk N.I., Gumeniuk Y.P., Flonts I.V., Gumeniuk O.O. Determination of technical-and-economic indices of root crop conveyer-separator during their motion on curved path. *INMATEH - Agricultural Engineerin*, 2020. Vol. 61. Is. 2. P. 175-182.
20. Хомик Н.І., Довбуш А.Д. Технічна механіка: навчально-методичний посібник до курсової роботи для студентів напряму підготовки «Електротехніка та електротехнології» денної та заочної форм навчання Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2013. 192 с.
21. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» / Олексюк В.П., Сташків М.Я. Тернопіль: ТНТУ ім. І Пулюя, 2022. 48 с.
22. Виноградов І.І. Електротехніка з основами електроніки. Навчальний посібник. — Київ: Видавництво "Кондор", 2014. 381 с.
23. Водотицький І. М. Основи електротехніки та електроніки. Навчальний посібник. — Київ: Видавничий дім "Києво-Могилянська академія", 2015. 364 с.
24. Мельник А. І., Ковальчук М. П. Безпека електричних установок. Навчальний посібник. — Львів: Видавництво "Львівська політехніка", 2017. 122 с.