

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

МР. АТМ-92.00.00.000 ПЗ

Група АТМ-24-2

Назарій ТЕРТИЧНИЙ

2025

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки і робототехніки

Кафедра Автомобільного транспорту

Тертичний Назарій Іванович

УДК 621.793.72

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Тема Поліпшення експлуатаційних показників двигунів автомобілів за допомогою передпускового підігріву в умовах ПП Демянів Володимир Васильович Автосервіс 777, смт. Богородчани, Івано-Франківська обл.

(назва згідно з наказом ректора)

Автомобільний транспорт

(назва освітньої програми)

274 – Автомобільний транспорт

(шифр і назва спеціальності)

Студент Н.І. Тертичний
(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Прунько Ігор Богданович, к.т.н, доцент.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту

завідувач кафедри автомобільного транспорту

д.т.н, професор. С.І. Криштопа
(посада) (підпис) (дата) ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Івано-Франківськ - 2025

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут: інженерної механіки і робототехніки

Кафедра: автомобільного транспорту

Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр

Спеціальність: 274 “Автомобільний транспорт”

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри АТ

проф. _____ Святослав КРИШТОПА

“ _____ ” _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ

Студенту _____ Тертичному Назарію Івановичу _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи Поліпшення експлуатаційних показників двигунів автомобілів за допомогою передпускового підігріву в умовах ПП Демянів Володимир Васильович Автосервіс 777, смт. Богородчани, Івано-Франківська обл.

керівник проекту (роботи) Прунько І. Б., к.т.н., доц.

Затверджена наказом ректора університету від №738/7 від 28.11.2025 р.

Термін здачі студентом закінченої роботи 21.12.2025 р.

Вихідні дані до роботи 1. Характеристика підприємства бази практики, статистичні дані по надійності роботи двигунів при низькій температурі.

Зміст розрахунково пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) Розділ 1. Сфера застосування передпускових підігрівачів. Розділ 2. Дослідження системи активації термостатичного передпідігріву двигуна. Розділ 3. Дослідження процесу підігріву моторного масла в піддоні картера двигуна. Розділ 4. Конструкція пристрою передпускового підігріву масла картера двигуна. Розділ 5. Охорона праці.

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Презентаційні слайди.

Консультанти з проєкту (роботи), із зазначенням розділів проєкту

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Нормоконтроль	доц. Прунько І.Б.		

Дата видачі завдання “28” листопада 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор №	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Термін виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Розділ 1. Сфера застосування передпускових підігрівачів	18.12.2025 р.	
2	Розділ 2. Дослідження системи активації термостатичного передпідігріву двигуна	24.12.2025 р.	
3	Розділ 3. Дослідження процесу підігріву моторного масла в піддоні картера двигуна	05.01.2025 р.	
4	Розділ 4. Конструкція пристрою передпускового підігріву масла картера двигуна	12.01.2025 р.	
5	Розділ 5. Охорона праці	18.01.2025 р.	
6	Оформлення графічної частини та підготовка доповіді	21.01.2025 р.	

Студент

Назарій ТЕРТИЧНИЙ
(підпис) (розшифрування підпису)

Керівник роботи

Ігор ПРУНЬКО
(підпис) (розшифрування підпису)

АНОТАЦІЯ

Тертичний Н.І.

Тема роботи: «Поліпшення експлуатаційних показників двигунів автомобілів за допомогою передпускового підігріву в умовах ПП Демянів Володимир Васильович Автосервіс 777, смт. Богородчани, Івано-Франківська обл.»

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт».

Заклад освіти Івано-Франківський національний технічний університету нафти і газу.

Івано-Франківськ, 2025 рік.

Робота містить 77 сторінок, 17 таблиць, 20 рисунків, список літератури з 61 найменувань.

Описано процес передпускового підігріву двигуна. Здійснено теплотехнічний розрахунок підігрівача, вдосконалено його конструкцію.

Вибрано матеріал для нагрівного елемента.

Ключові слова: передпусковий підігрів, підігрівач, теплопередача.

ANNOTATION

Tertychny N.I.

Topic of the work: "Improving the performance of car engines using preheating in the conditions of PP Demyaniv Volodymyr Vasylyovych Autoservice 777, Bogorodchany, Ivano-Frankivsk region."

Specialty 274 "Automobile transport".

Educational institution Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas.

Ivano-Frankivsk, 2025.

The work contains 77 pages, 17 tables, 20 figures, a list of references with 61 titles.

The process of preheating the engine is described. A thermal calculation of the heater is carried out, its design is improved.

The material for the heating element is selected.

Keywords: preheating, heater, heat transfer.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕДПУСКОВИХ ПІДГРІВАЧІВ ...	11
1.1 Структура та сфера надання послуг підприємства – ПП Демянів Володимир Васильович Автосервіс 777, смт. Богородчани, Івано-Франківська обл.	11
1.2 Типи передпускових підігрівачів	11
1.3 Конструкція та принцип роботи автономних передпускових підігрівачів	17
Висновки до розділу 1	19
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АКТИВАЦІЇ ТЕРМОСТАТИЧНОГО ПЕРЕДПІДГРІВУ ДВИГУНА	20
2.1 Актуальність проблеми	20
2.2 Огляд досліджень та інновацій.....	20
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПІДГРІВУ МОТОРНОГО МАСЛА В ПІДДОНІ КАРТЕРА ДВИГУНА	30
Висновки до розділу 3	36
РОЗДІЛ 4. КОНСТРУКЦІЯ ПРИСТРОЮ ПЕРЕДПУСКОВОГО ПІДГРІВУ МАСЛА КАРТЕРА ДВИГУНА	37
Висновки до розділу 4	40
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	41
5.1 Аналіз потенційних небезпек та шкідливих факторів виробничого середовища.....	41
5.2 Забезпечення нормальних умов планування території підприємства ...	44
5.3 Забезпечення безпеки технологічних процесів монтажу та експлуатації обладнання	48
5.4 Розрахунок заземлення	53
Висновки до розділу 5	56
ВИСНОВКИ.....	57
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА	58
ДОДАТКИ.....	67

					МР. АТм – 92.00.00.000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Поліпшення експлуатаційних показників двигунів автомобілів за допомогою передпускового підігріву в умовах ПП Демянів Володимир Васильович Автосервіс 777, смт. Богородчани, Івано- Франківська обл. Пояснювальна записка			Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Тертичний Н.І.								
Перевірив		Прунько І.Б.								
Рецензент										
Н. Контр.		Прунько І.Б.								
Затвердив		Криштопа С.І.			ІФНТУНГ гр. АТм-24-2					

ВСТУП

Актуальність теми. Транспорт є однією з ключових складових виробничої інфраструктури України. Його ефективне функціонування становить необхідну передумову стабілізації економіки, поглиблення структурних перетворень, розвитку зовнішньоекономічної діяльності, підвищення рівня життя населення та зміцнення національної безпеки держави.

Як галузь матеріального виробництва транспорт посідає четверте місце після добувної та обробної промисловості й сільського господарства. Він є невід'ємною частиною виробничого процесу, оскільки забезпечує доставку продукції від місця її виготовлення до споживача. При цьому результатом діяльності транспорту є сам процес переміщення вантажів і пасажирів, який здійснюється за допомогою транспортних засобів як у сфері виробництва, так і в сфері обігу.

Транспорт істотно впливає на розвиток економіки також як великий споживач металу, енергії, деревини, гуми та інших ресурсів. На нього припадає значна частка основних виробничих фондів і промислово-виробничого персоналу.

Особливість транспорту як галузі господарства полягає в тому, що він безпосередньо не створює матеріальних благ, але бере участь у їх формуванні, забезпечуючи виробництво сировиною, матеріалами, устаткуванням і доставляючи готову продукцію споживачам. Транспортні витрати включаються до собівартості продукції, впливаючи на її кінцеву ціну.

Транспорт є важливою складовою ринкової інфраструктури, яка формує умови для функціонування загальнодержавного та регіональних ринків. Для країн із великою територією його значення є особливо вагомим, оскільки він виконує важливі економічні та оборонні функції.

Економічна роль транспорту проявляється насамперед у тому, що він є органічною ланкою кожного виробничого процесу, забезпечує безперервне й масове перевезення сировини, палива та готової продукції від виробника до споживача, сприяє поглибленню поділу праці, спеціалізації та кооперації виробництва. Без розвиненої транспортної системи неможливі раціональне розміщення виробництва, освоєння нових територій і використання природних

					МР. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

ресурсів. Транспорт також є важливим чинником економічної інтеграції держав і розвитку міжнародної торгівлі.

Соціально-політичне значення транспорту полягає в його здатності забезпечувати обмін матеріальними та духовними цінностями між регіонами, містами й територіями, сприяючи їх об'єднанню в єдину державу. Він забезпечує вантажні та пасажирські перевезення, побутові, туристичні й медичні поїздки, а також полегшує фізичну працю людей.

Важливим є й культурне значення транспорту, адже він створює умови для спілкування між континентами, країнами, містами та людьми, сприяє культурному обміну й задоволенню естетичних потреб суспільства.

Оборонна роль транспорту завжди мала особливе значення. У всі історичні періоди він розглядався як один із ключових факторів забезпечення обороноздатності держави. Транспорт забезпечує перекидання військ і озброєння, функціонування тилу та військового виробництва, а також є складовою частиною багатьох видів військової техніки. Загалом розвиток транспорту тісно пов'язаний з історією людського суспільства, адже без переміщення засобів і предметів праці, а також самої людини неможливі ні виробництво, ні споживання, ні будь-яка інша цілеспрямована діяльність.

Метою магістерської роботи є проведення дослідження у напрямку використання передпускового підігріву двигуна, та його вплив на експлуатаційні характеристики двигуна.

Об'єкт дослідження пристрої для передпускового підігріву двигуна.

Предмет дослідження вплив передпускового підігріву на умови роботи двигуна.

Методи дослідження аналіз наявних літературних досліджень, експериментальні дослідження та проведення математичних розрахунків.

Наукова новизна результатів роботи отримання відповідних значень що характеризують ступінь продовження служби двигуна внутрішнього згорання та покращення його екологічних параметрів.

					MP. ATm – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Практичне значення отриманих результатів. Результати наведені в роботі будуть корисні при визначенні доцільності передпускового підігріву та вибору марки підігрівача

Особистий внесок магістра. Особистий внесок автора полягає в участі у формуванні мети та завдань дослідження, визначенні напрямів теоретичних і експериментальних робіт, а також у їх організації та безпосередньому виконанні.

Структура та обсяг роботи. Магістерська роботи викладена у 4 розділах пояснювальної записки, всі розділи супроводжуються висновками, а також розроблена графічна частина у слайдів.

					MP. АТМ – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕДПУСКОВИХ ПІДГРІВАЧІВ

1.1 Структура та сфера надання послуг підприємства – ПП Демянів Володимир Васильович Автосервіс 777, смт. Богородчани, Івано-Франківська обл.

На СТО «Автосервіс 777» можна провести повний комплекс робіт по технічному обслуговуванні автомобілів, а саме:

- мийка автомобіля;
- регламентні роботи, проведення ТО;
- діагностика ходової, діагностика електрообладнання;
- ремонт електрообладнання;
- перевірка розвалу-сходження коліс;
- шиномонтаж, балансування;
- заміна мастил та рідин;
- обслуговування та ремонт двигунів;
- встановлення оригінальних запчастин та аксесуарів;
- кузовний ремонт;
- заміна скла;
- встановлення додаткового обладнання для підвищення комфорту;
- встановлення аудіо та відео систем;
- захист авто від угону та злому;
- комплексна доукомплектація автомобіля ;

1.2 Типи передпускових підігрівачів

Передпусковий підігрівач двигуна — це пристрій, який попередньо прогріває двигун при низьких температурах зими перед запуском.

Він захищає і прогріває двигун, нагріваючи охолоджуючу рідину і передає тепло двигуну через охолоджувальну рідину.

					MP. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Таким чином, температура двигуна підвищується, в'язкість палива знижується.

Захист двигуна і досягнення ефекту гарячого пуску.

Таким чином, його основна функція полягає в зниженні в'язкості палива в двигуні, передверненні обсягу двигуна і зниженні викиду закріплювальних речовин у вихлопних газах двигуна.

У різних країнах передпусковий підігрівач двигуна використовується по-різному, наприклад: підігрів двигуна, блок печі, нагрівач охолоджуючої рідини і т.д.

У холодну зиму, коли інші зайняті запуском автомобіля, користувачам достатньо заздалегідь підключити передпусковий підігрівач двигуна до електромережі.

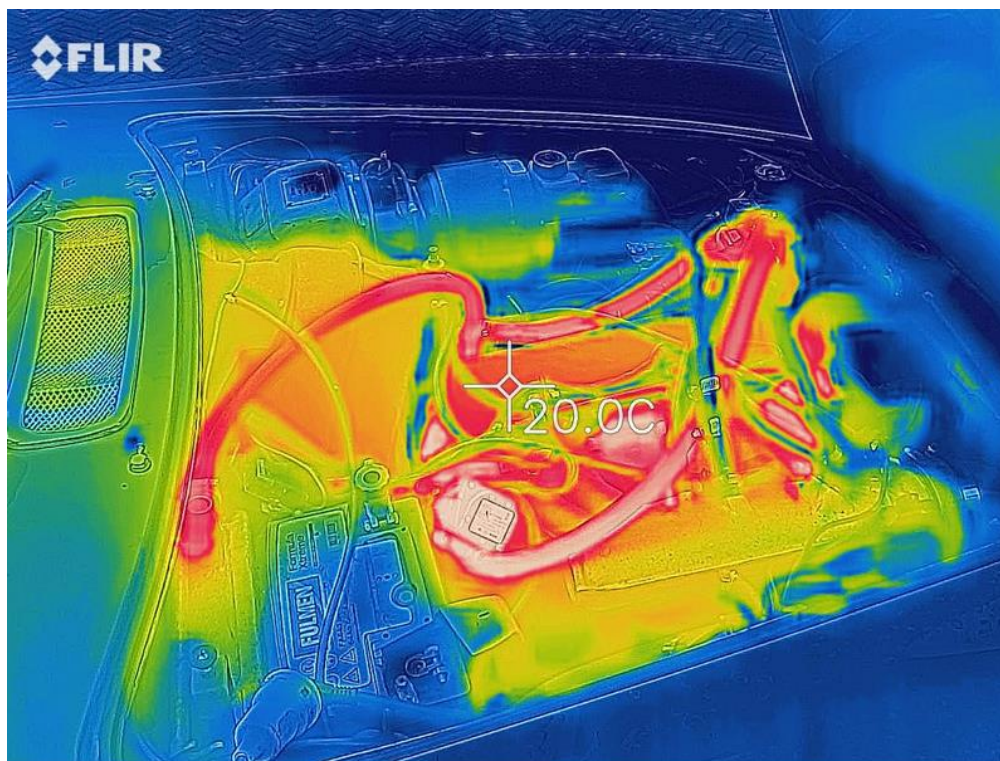


Рисунок 1.1 – Візуалізація передпускового підігрівача двигуна

Навіщо потрібен передпусковий підігрівач двигуна

В умовах низьких температур через ефект усадки зазор між деталями двигуна збільшується, що призводить до поганої герметичності, неповного випаровування палива, підвищення в'язкості мастила і легкого замерзання.

Котушка запалювання та напруга акумуляторної батареї впадуть відповідно.

					MP. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

І холодний пуск машини викликатиме труднощі при запуску автомобіля в короткий термін; потужність впаде, а тривалий холодний пуск призведе до пошкодження деталей двигуна.

Найнагальніша проблема – недостатнє мастило.

Якщо деталі двигуна погано змащені, поверхня частин, що рухаються, буде перебувати в стані сухого тертя. Знос збільшиться у рази.

Якщо він працює протягом тривалого часу, це значно скоротить термін служби двигуна і навіть зашкодить деталі двигуна – це призведе до виходу з ладу циліндрів двигуна, а потім також вплине на викиди транспортних засобів та призведе до великих витрат палива.

У масляному каналі також залишається частина оливи.

При зниженні температури масло замерзає та блокує прохід мастила.

Коли користувачі здійснюють холодний пуск, заблокований канал мастила значно збільшує тиск масляного насоса і може пошкодити масляний насос.

Затверділе мастило значно збільшує опір запуску двигуна.

Це може призвести до надмірного зношування стартера двигуна і, що ще серйозніше, до пошкодження стартера.

Тому якщо двигун виходить з ладу, його обслуговування займає багато часу, а також коштує дорого.

Переваги підігрівача двигуна

У холодну зиму правильним способом є використання передпускового підігрівача двигуна для попереднього прогріву двигуна до 30-40 °С перед запуском.

Це дозволяє:

Відновити до вихідних зазори; повітронепроникність стає нормальною, і паливо може бути повністю розпорощене та спалене в циліндрі, так що двигун досягає вихідної потужності і може бути швидко запущений, що значно знижує викиди забруднюючих речовин.

Олива тане. Вона може швидко дістатися різних вузлів завдяки масляному насосу.

					MP. ATM – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Завдяки розрідженню мастила опір пуску двигуна значно знижується. При малому опорі потрібна лише невелика кількість енергії акумулятора, і двигун можна запустити нормально та швидко. Таким чином можна значно продовжити термін служби автомобільних стартерів.

Після прогріву двигуна передпусковим підігрівачем поступово прогріватиметься вся система. Коли наші користувачі сідають у машину, вони можуть насолоджуватись теплим салоном. Таким чином, нашим користувачам не потрібно носити важкий одяг для водіння холодної зими. Ми всі знаємо, що носіння важкого одягу уповільнює реакцію наших користувачів на керування. Це може бути дуже небезпечним.

Переваги підігрівача двигуна

У холодну зиму правильним способом використання передпускового підігрівача двигуна для попереднього прогріву двигуна до 30-40 °С перед запуском.

Типи підігрівачів двигуна

Передпусковий підігрівач двигуна також може бути вбудованим нагрівачем охолоджувальної рідини, вбудованим нагрівачем оливи, вбудованим нагрівачем двигуна і т.д.

Відповідно до різного дизайну та різного випадків застосування його можна розділити на такі моделі:

Підігрівач масляного піддону двигуна

Це свого роду грілка із силіконової гуми з нагрівальним кабелем посередині силіконової гуми.

Він може або прогрівати піддон або безпосередньо прилипати до двигуна. Але він, як і раніше, найчастіше використовується для обігріву піддону. Таким чином, можна нагріти як картер, так і моторне масло.

Ці підігрівач масляного піддону є одним із незамінних аксесуарів для обігріву двигуна в холодних умовах.

					MP. ATm – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14



Рисунок 1.2 – Представник бренду: обігрівачі Proheat, Wolverine і т.д.

					MP. АТМ – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Магнітний передпусковий підігрівач двигуна

Магнітний підігрівач двигуна аналогічний підігрівачу масляного піддону двигуна.

Відмінність його у тому, що магнітний нагрівач двигуна адсорбується лежить на поверхні заліза і передає тепло двигуну з допомогою магнітного вихору.

Представник бренду: Zerostart, Kat's.



Рисунок 1.3 – Магнітний підігрівач двигуна

Підігрівач двигуна із вбудованим насосом

Як випливає з назви, найбільшою його перевагою є наявність вбудованого циркуляційного насоса.

Цей насос може сприяти циркуляції нагрітої рідини, що охолоджує. Це зробить роботу двигуна більш рівномірною і значно скоротить час нагрівання.

Вони також мають вбудовану систему контролю температури нагрівання. Температура нагрівання завжди підтримуватиметься в межах 45-65°C.

Цей температурний діапазон може знизити зношування двигуна на 20% і знизити викиди забруднюючих речовин на 30%.

					MP. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16



Рисунок 1.4 – Передпусковий підігрівач двигуна VVKB Титан-ПІ

Підігрівач двигуна без помпи.

Для спрощення установки деякі компанії розробили передпусковий підігрівач двигуна без вбудованого насоса, який можна підключити безпосередньо до водопровідної труби. Нагрівання теплоносія відбувається за рахунок теплової конвекції.

Згідно з відгуками ринку, у деяких користувачів проблема в тому, що рідина, що охолоджує, не може текти плавно через різну висоту установки.

Щоб вирішити цю проблему, був розроблений зворотний клапан для цього Titan-P5. Він дозволяє антифризу витікати з випускного отвору для рідини обігрівача. Щоб гарантувати безпеку встановлюється термостат.

1.3 Конструкція та принцип роботи автономних передпускових підігрівачів

На ринку представлені і понаме-китайські аналоги, купувати які ми не радимо і вивчивши конструкцію, ви зрозумієте, чому. Будь-який автономний підігрівач, повторимося, має на меті виробляти тепло, спалюючи кисень і паливо в певних пропорціях. Для цього в конструкції обов'язково мають бути передбачені:

Камера згоряння, в якій паливо поєднується з повітрям і відбувається горіння.

					MP. ATM – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Паливний насос, що нагнітає паливо з бака в камеру згоряння.

Нагнітач повітря (вентилятор), що заганяє повітря на камеру згоряння.

Теплообмінник. До нього надходять розпечені гази з камери згоряння і гріють або повітря, або рідина.

Вентилятор чи циркуляційний насос. Теплоносій повинен циркулювати за системою, для чого передбачається вентилятор у повітряних «автономках» або циркуляційний насос для антифризу в рідинних моделях.

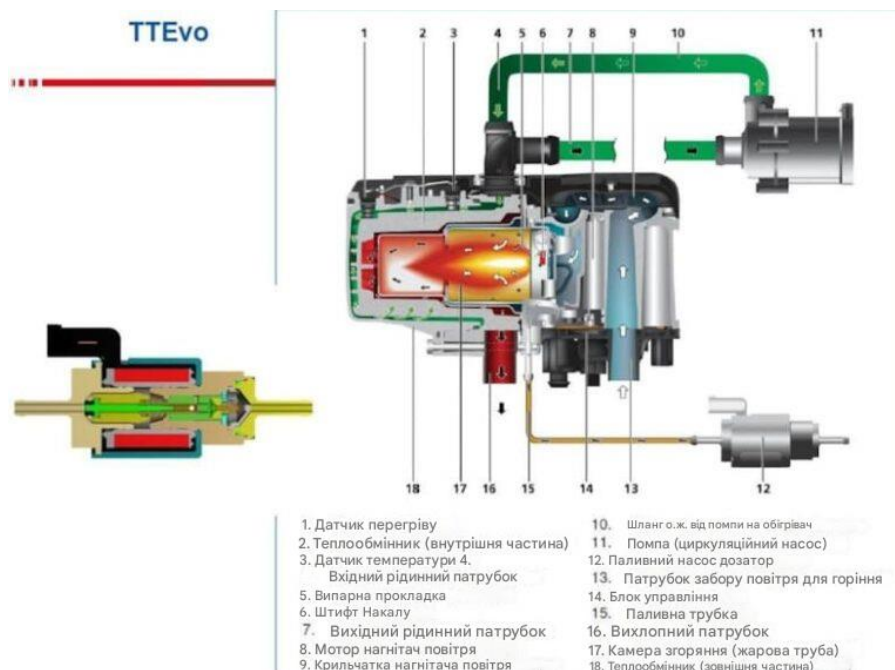


Рисунок 1.5 – Передпусковий підігрівач двигуна принцип роботи



Рисунок 1.5 – Передпусковий підігрівач двигуна фірми Вебасто

					MP. АТМ – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Висновки до розділу 1

В розділі 1 дана характеристика діяльності підприємства – бази практики. Розглянута конструкція та принцип дії пристроїв для передпускового підігріву двигунів. Проаналізовано фактори шкідливого впливу низької температури двигуна на його роботу.

					MP. АТМ – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АКТИВАЦІЇ ТЕРМОСТАТИЧНОГО ПЕРЕДПІДГРІВУ ДВИГУНА

2.1 Актуальність проблеми

Взимку дуже поширене явище, коли холод ускладнює запуск автомобіля. За низьких температур продуктивність акумулятора знижується, мастило стає густішим, а паливо важко випаровується, особливо для дизельних двигунів [1]. Система активації двигуна при постійній температурі попереднього підігріву, досліджена в цій статті, має на меті оптимізувати накопичення та повторне використання енергії, а також посилити низькотемпературну пускову здатність автомобілів.

Враховуючи нагальний глобальний попит на захист навколишнього середовища, енергозбереження та скорочення викидів стали ключовим питанням. Система інноваційно використовує відпрацьоване тепло двигуна для накопичення, автоматично вивільняє теплову енергію для попереднього підігріву в умовах низької температури, може досягти вражаючих ефектів енергозбереження та скорочення викидів без зовнішнього джерела живлення, активно реагує на заклик до екологічних подорожей та сприяє сталому розвитку. Крім того, система ефективно підтримує оптимальну робочу температуру двигуна, роблячи керування автомобілем більш комфортним та безпечним.

2.2 Огляд досліджень та інновацій

Зимові холоди створюють серйозні труднощі для запуску автомобільних двигунів. У низькотемпературному середовищі такі проблеми, як ослаблення живлення від акумулятора, збільшення в'язкості мастильної оливи та зменшення леткості палива, значно знижують ефективність запуску.

План дій щодо енергозбереження та скорочення викидів вуглецю на 2024-2025 роки встановив цілі щодо будівництва низьковуглецевої транспортної інфраструктури, низьковуглецевої трансформації транспортного обладнання та оптимізації транспортної структури. Система активації попереднього підігріву двигуна при постійній температурі має на меті досягнення мети енергозбереження та скорочення викидів, а також полегшення труднощів із запуском автомобілів

					MP. ATm – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

взимку. Практика довела, що це нове досягнення може ефективно просунути транспортну галузь до зеленої, низьковуглецевої та високоефективної, а також сприяти досягненню мети сталого розвитку.

Дослідження систем попереднього підігріву двигунів досягли прогресу та були застосовані до передових автомобільних та двигунних продуктів. Так, зокрема китайський перший автомобільний завод (FAW) впровадив інноваційну конструкцію теплообмінника та розробив патент на «систему попереднього підігріву двигуна», яка ефективно скорочує час попереднього підігріву моторної оливи, підвищує ефективність та продуктивність запуску двигуна, а також забезпечує використання транспортних засобів у холодних середовищах. Водночас Weichai Power представила дизельний двигун з тепловим ККД 53,09%, що є значним проривом у тепловому ККД дизельних двигунів. Ці технологічні досягнення підвищили міжнародну конкурентоспроможність китайської автомобільної промисловості та рухають світову автомобільну промисловість до екологічності, ефективності та інтелекту.

Одночасно багато вчених у цій галузі вивчали це конкретне питання. Наприклад, Лі Ваньмін та Чжао Ген'юнь запровадили технологію електромагнітного індукційного нагріву для попереднього підігріву холодного двигуна та розробили бездротову систему керування для попереднього підігріву холодного двигуна на основі NewMsg_RS2401 [3].

Цзян Юйлян, Гу Пінглінь та Лян Дун спільно досліджували пристрій попереднього підігріву охолоджувальної води двигуна на основі однокристального мікрокомп'ютерного керування STC8A8K64S4A12, з центральним замком як керуючим сигналом та поточною температурою охолоджувальної води двигуна як основою керування. За допомогою ручного/автоматичного режиму модуль нагріву та електронний водяний насос керувалися роботою, а двигун попередньо нагрівався нагрітою охолоджувальною водою [4]. Контролер свічок розжарювання двигуна, встановлений на транспортному засобі, досліджений Шарлою Чеунг та іншими, точно керував свічкою розжарювання для періодичного або постійного нагрівання за допомогою логіки керування, що ефективно покращує

					MP. ATm – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

продуктивність холодного запуску та стабільність запалювання дизельних двигунів за низьких температур, а також зменшує вплив викидів [5].

Хунтаосун та ін. використовували автономну акумуляторну батарею на будівельній техніці та обладнанні як джерело живлення для нагрівального елемента системи. Нагрівальні елементи були встановлені відповідно в дизельному трубопроводі та зовні фільтрувального елемента дизельного палива в дизельному баку для нагрівання масляного контуру в цілому, що могло запобігти замерзанню дизельного палива в баку, парафінізації та затвердінню масляної труби [6]. Лі Донг'ян та ін. використовували SEM-EDS та аналізатор теплопровідності для аналізу мікроструктури, елементів складу та теплопровідності електротермічного сплаву та терморезистора з позитивним температурним коефіцієнтом (PTC). Термістор використано у двох пристроях попереднього нагрівання та створено експериментальну платформу для проведення експериментів з низькотемпературного попереднього нагрівання на двох пристроях попереднього нагрівання труб. Результати показують, що електротермічний сплав має високу теплопровідність та хороший експериментальний ефект [7].

Однак, незважаючи на значний прогрес, швидкий розвиток технології теплових систем досяг великих досягнень, але все ще стикається з такими вузькими місцями, як низька ефективність запуску за низьких температур, недостатня системна інтеграція та дедалі суворіші стандарти енергозбереження та захисту навколишнього середовища.

Щоб подолати ці проблеми, галузі терміново потрібно досліджувати передові технології.

Виходячи з цих проблем, ми дослідили термостатичну систему попереднього нагрівання двигуна, яку можна оптимізувати та впроваджувати з точки зору енергозбереження та зручності експлуатації.

					MP. ATm – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

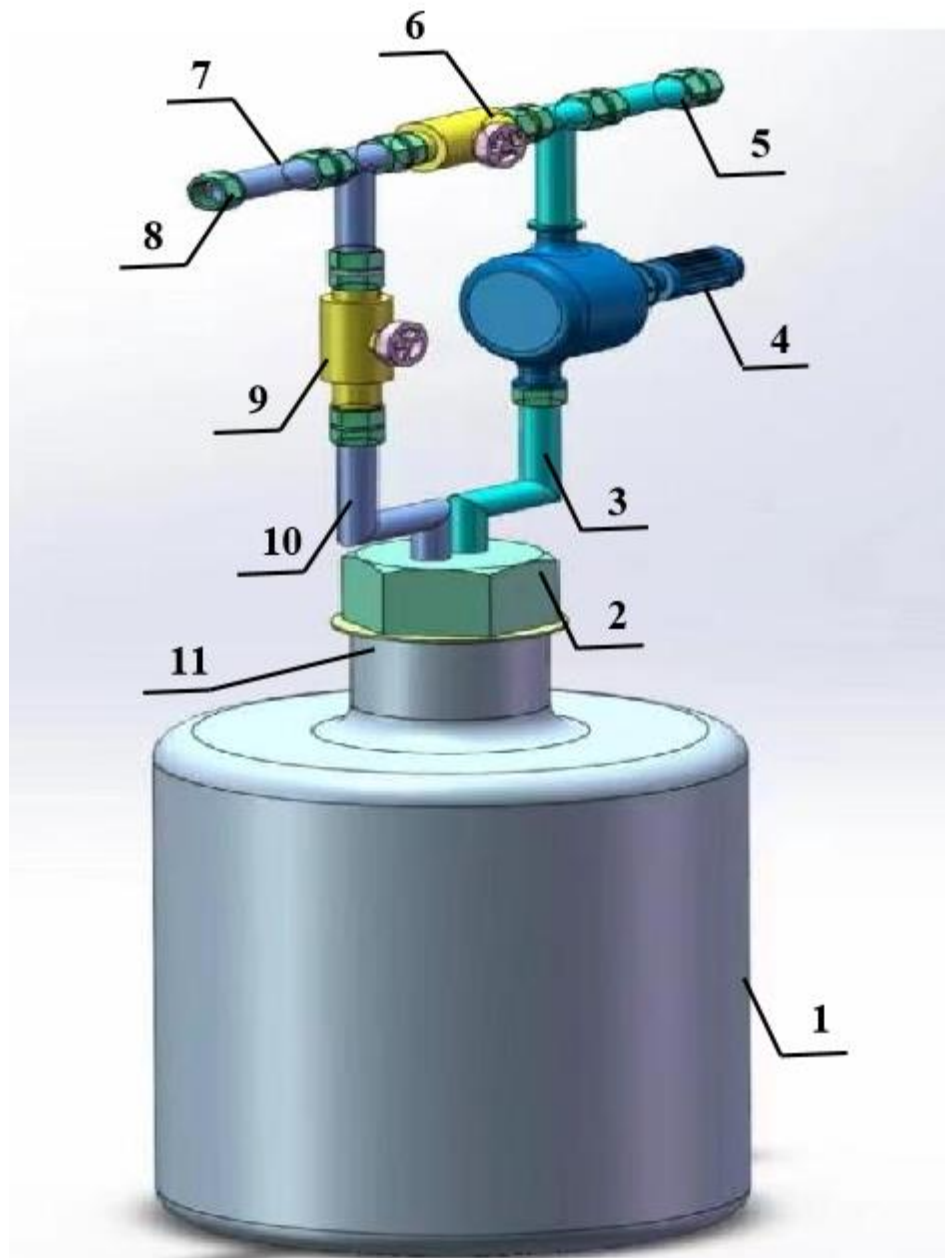


Рисунок 2.1 – Схема дослідної установки

1. Керуючий елемент, 2. Головний клапан, 3. Випускна з'єднувальна гайка, 4. Водяний насос, 5. Випускна труба рідини, 5. Герметизуюча кришка, 7. Ізоляційний термостатичний резервуар, 8. Впускна труба рідини, 9. Відгалужувальний клапан, 10. Впускна з'єднувальна гайка 11. Датчик температури

Як ключ до акумулювання тепла, термос ефективно блокує високотемпературну охолоджувальну рідину, значно зменшує втрати тепла та забезпечує стабільне джерело тепла для процесу попереднього нагрівання [8].

					МР. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Ефективний водяний насос забезпечує швидку циркуляцію охолоджувальної рідини, тим самим прискорюючи процес попереднього нагрівання двигуна та підвищуючи загальну ефективність.

Прецизійні клапани можуть точно регулювати потік охолоджувальної рідини відповідно до фактичних потреб. Датчик температури контролює та передає інформацію про температуру в режимі реального часу, щоб гарантувати, що процес попереднього нагрівання не є ні надмірним, ні занадто малим, що ще більше підвищує ефективність використання енергії.

Бортова система управління інтегрує інтелектуальну функцію керування, яка може автоматично регулювати стратегію попереднього нагрівання відповідно до стану автомобіля, зовнішнього середовища та інших факторів, роблячи систему більш ефективною та безпечною [9].

Термос

Термос виготовлений з нержавіючої сталі 316 та 304, стійкої до корозії та високих температур, що забезпечує цілісність обладнання в суворих умовах. Втрати тепла зменшуються завдяки конструкції порту для флакона великого об'єму. Внутрішній вакуумний шар додатково покращує теплоізоляцію та зменшує теплопровідність. Кришка з нержавіючої сталі та високотемпературна прокладка забезпечують герметичність та стабільну роботу навіть за високих температур. Ця серія термосів розроблена для забезпечення користувачам якісної теплоізоляції та швидкого запуску двигуна автомобіля в холодну погоду [10,11].

Ефективний водяний насос.

Як один з основних компонентів системи активації двигуна з постійним попереднім нагріванням, вискоефективний водяний насос виконує важливе завдання циркуляції охолоджувальної рідини. Він використовує вдосконалену гідродинамічну конструкцію, яка може забезпечити високошвидкісну та рівномірну циркуляцію охолоджувальної рідини з низьким споживанням енергії та забезпечити швидке досягнення ідеальної температури всіма частинами системи попереднього нагрівання.

					MP. ATm – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Цей високоефективний цикл не тільки прискорює процес попереднього прогріву двигуна в умовах низької температури та покращує пускові характеристики, але й ефективно знижує споживання енергії, що відповідає концепції енергозбереження та захисту навколишнього середовища. Тому застосування високоефективного водяного насоса є дуже важливим для покращення загальної продуктивності та ефективності системи попереднього прогріву.

Прецизійні клапани

Прецизійний клапан відіграє важливу роль у системі активації попереднього прогріву та реалізує інтелектуальне керування потоком охолоджувальної рідини завдяки точному керуванню електричним приводом. Ця інноваційна конструкція дозволяє клапану отримувати точні сигнали від системи керування та швидко перетворювати їх на точні дії клапанної пластини, що дозволяє досягти надзвичайно високої точності та швидкості реагування, незалежно від того, чи це відкриття, закриття чи точне регулювання [12].

Таке точне керування не тільки оптимізує ефективність процесу попереднього прогріву, але й гарантує, що двигун може отримати найкращий ефект попереднього прогріву за різних робочих умов. Одночасно, застосування електричних приводів також спрощує процес експлуатації, підвищує рівень автоматизації системи та забезпечує значну підтримку екологічного та сталого розвитку сучасного транспорту.

Датчик температури

Датчик температури використовує передову технологію високотемпературного платиного опору, яка може точно фіксувати зміну температури в умовах високотемпературного середовища охолоджувальної рідини в тисячі градусів, щоб забезпечити точні дані. Його висока точність і стабільність забезпечують надійний зворотний зв'язок щодо температури для системи.

Коли система попереднього підігріву запускається і температура охолоджувальної рідини зазнає значних коливань, ці ключові дані негайно передаються на бортовий блок керування. Як інтелектуальний центр,

					MP. ATm – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

однокристальний мікрокомп'ютер швидко аналізує та обробляє цю інформацію, а потім надсилає точні інструкції щодо відкриття та закриття клапану для реалізації інтелектуального регулювання процесу попереднього підігріву. Цей процес не тільки покращує швидкість реагування системи, але й забезпечує ефективну роботу двигуна в оптимальному діапазоні температур, тим самим супроводжуючи екологічні подорожі [13].

Система керування транспортним засобом

Бортова система керування інтегрує інтелектуальні алгоритми, точно отримує дані від датчиків температури та динамічно регулює клапани та насоси, таким чином реалізуючи безперебійний зв'язок між бортовою системою та системою попереднього підігріву [14].

Платформа керування системою базується на інтелектуальному управлінні та інтегрує збір, передачу, обробку та аналіз даних. Програмна платформа має зручний інтерфейс, і користувачі можуть легко контролювати стан транспортного засобу та надавати інструкції з керування. Водночас ефективний механізм обміну даними може забезпечити синхронізацію інформації між транспортним засобом та системою попереднього підігріву в режимі реального часу, оптимізувати протоколи зв'язку та інтерфейси, а також зменшити затримки та збої.

Що стосується вибору апаратного забезпечення, то програмований логічний контролер (ПЛК) та його допоміжне обладнання ретельно підібрані для точного задоволення потреб транспортних засобів. Завдяки інтегрованому програмному забезпеченню керування інтерфейсу прикладного програмування (API) та комплекту розробки програмного забезпечення (SDK) реалізується безперебійний потік даних між системами та миттєва передача інструкцій керування, що закладає міцну основу для інтелектуального руху.

					MP. ATm – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.2 – Схема зворотного зв'язку для керування температурою попереднього нагрівання

Робочий процес

Процес акумулювання тепла

Як ключовий компонент системи, термостат відповідає за зберігання високотемпературної охолоджувальної рідини. Його конструкція спрямована на ефективне зменшення втрат тепла та забезпечення того, щоб охолоджувальна рідина могла підтримувати високу температуру протягом певного періоду часу після вимкнення транспортного засобу.

Коли транспортний засіб не працює або після вимкнення двигуна, високотемпературна охолоджувальна рідина в інкубаторі природним чином охолоджується, але швидкість охолодження відносно повільна через її чудові теплоізоляційні властивості. Перед наступним запуском транспортного засобу накопичене тепло буде використано для попереднього розігріву двигуна, а робочий процес показано на рисунку 2.2 [15].

Процес попереднього розігріву

Після запуску насос стимулює циркуляцію охолоджувальної рідини, щоб забезпечити її швидкий та стабільний потік. Прецизійний клапан регулює потік охолоджувальної рідини відповідно до інформації датчика температури, щоб підтримувати температуру двигуна та економити енергію. Система керування транспортним засобом визначає, чи запускати передпусковий підігрівач відповідно до температури та попередньо встановленого алгоритму, та інтелектуально регулює процес попереднього розігріву для оптимізації економії енергії.

					MP. ATm – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Весь процес контролюється за допомогою замкнутого циклу, датчик температури забезпечує зворотний зв'язок у режимі реального часу, а бортова система контролює такі команди керування, як швидкість насоса та відкриття клапана, для точного контролю попереднього нагрівання. Коли температура охолоджувальної рідини досягає встановленого значення, система автоматично зупиняється попередній підігрів та вимикає обладнання для економії енергії.

Механізм самозахисту

Для забезпечення безпеки та надійності системи система керування транспортним засобом також має вбудовані механізми самозахисту.

Наприклад, коли система виявляє аномальні умови (такі як витік охолоджувальної рідини, відмова водяного насоса тощо), вона автоматично відключає живлення та подає сигнал тривоги, щоб нагадати водієві про перевірку або ремонт.

Система активації попереднього підігріву двигуна з постійною температурою, розроблена в цьому дослідженні, завдяки інноваційному механізму попереднього підігріву з постійною температурою та інтелектуальній технології керування значно покращує пускові характеристики двигуна в умовах низької температури, зменшує знос двигуна під час холодного запуску та підвищує безпеку та комфорт водіїв. А також ефективно зменшує споживання енергії двигуна на стадії холодного запуску та значно підвищує паливну ефективність.

Одночасно технологія також оптимізує робочий стан та управління температурою двигуна, значно зменшує викиди шкідливих газів під час холодного запуску та сприяє покращенню якості повітря.

Це досягнення відображає не лише нашу глибоку стурбованість питаннями захисту довкілля, але й нашу непохитну відданість та практику стратегії сталого розвитку. Подальші дослідження сприятимуть подальшій оптимізації конструкції системи та покращенню її застосовності та надійності. У майбутньому, завдяки розробці та застосуванню системи, вона відкриє нові можливості для розвитку автомобільної промисловості, сприятиме розвитку автомобільної промисловості в

					MP. ATm – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

більш екологічно чистому, ефективному та інтелектуальному напрямку, а також забезпечить потужну підтримку модернізації автомобільної промисловості.

					MP. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПІДГРІВУ МОТОРНОГО МАСЛА В ПІДДОНІ КАРТЕРА ДВИГУНА

Позистор – це різновид терморезистора (термістора), який має позитивний температурний коефіцієнт опору (РТС), тобто його електричний опір різко зростає зі збільшенням температури. Він виконує подвійну функцію: датчика температури та саморегульованого нагрівача, а також використовується як запобіжник (самовідновлюваний) в електронних схемах для захисту від перевантаження струмом або напругою.

Основною характеристикою позисторів, яка в значній мірі визначає їх характер роботи в пристрої електропідігріву моторного масла, є температурна залежність опору (рис. 3.1). При подачі напруги на пристрій відбувається розігрівання позисторів таким, що проходить по ним струмом. У початковий момент до температури перемикавання позисторів (t_{nep}) відбувається зниження їх опору (R_n) і зростання споживаної потужності. Це дозволяє швидко розігріти корпус УПМ. Проте після t_{nep} опір позисторів різко зростає, обумовлене змінами в кристалічній решітці напівпровідникового матеріалу. При цьому потужність пристрою знижується пропорційно маслу, що підігрівається. Таким чином, забезпечується регулювання потужності УПМ пропорційно тепловому навантаженню.

При температурах нижче t_{nep} залежність опору від температури приблизно підкоряється звичайному закону для терморезисторів з негативним температурним коефіцієнтом опору (ТКС).

$$R_n(t_1) = B'' e^{-B'/t_1}.$$

Відповідно потужність УПМ на цій ділянці описується виразом:

$$P_{yc}(t_1) = \frac{nU^2}{B'' e^{-B'/\eta}}.$$

На ділянці вище t_{nep} залежність опору позистора має позитивний ТКС:

					МР. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

$$R_n(t_1) = A^n e^{at_1}.$$

Тоді потужність УПМ прийме вигляд:

$$P_{yc}(t_1) = \frac{nU^2}{A^n e^{at_1}}.$$

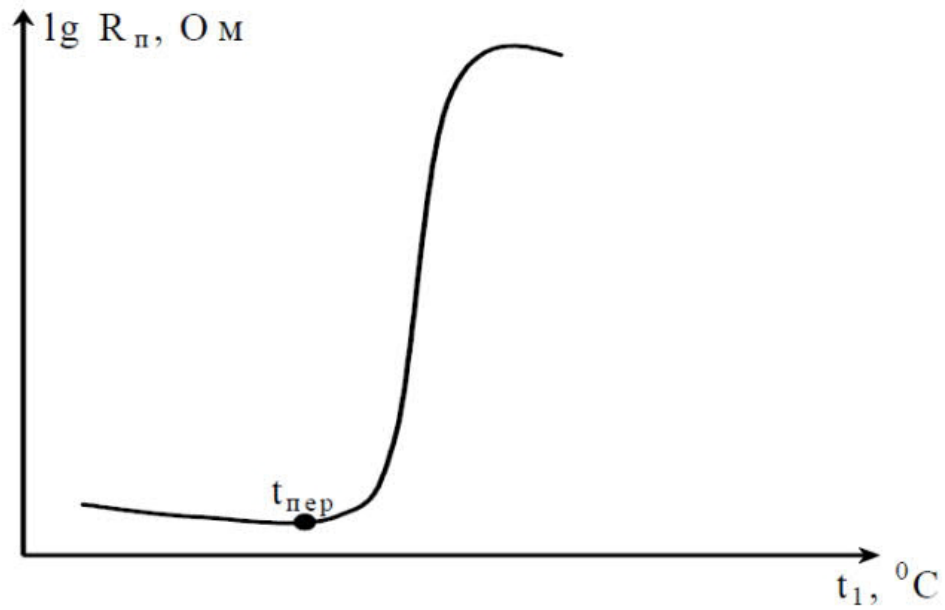


Рисунок 3.1 – Типова температурна характеристика опору позистора
ВИГЛЯД

Рівняння теплового балансу (рис. 3.2) для процесу підігріву моторного масла в піддоні картера ДВЗпристроєм з саморегулюванням потужності в загальній формі застосовано до елементарно малого проміжку часу має вигляд:

$$dQ_{\text{заг}} = dQ_{\text{поз}} + dQ_{\text{ку}} + dQ_{\text{м}} + dQ'_{\text{м1}} + dQ'_{\text{м2}} + dQ'_{\text{нк}}.$$

					МР. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

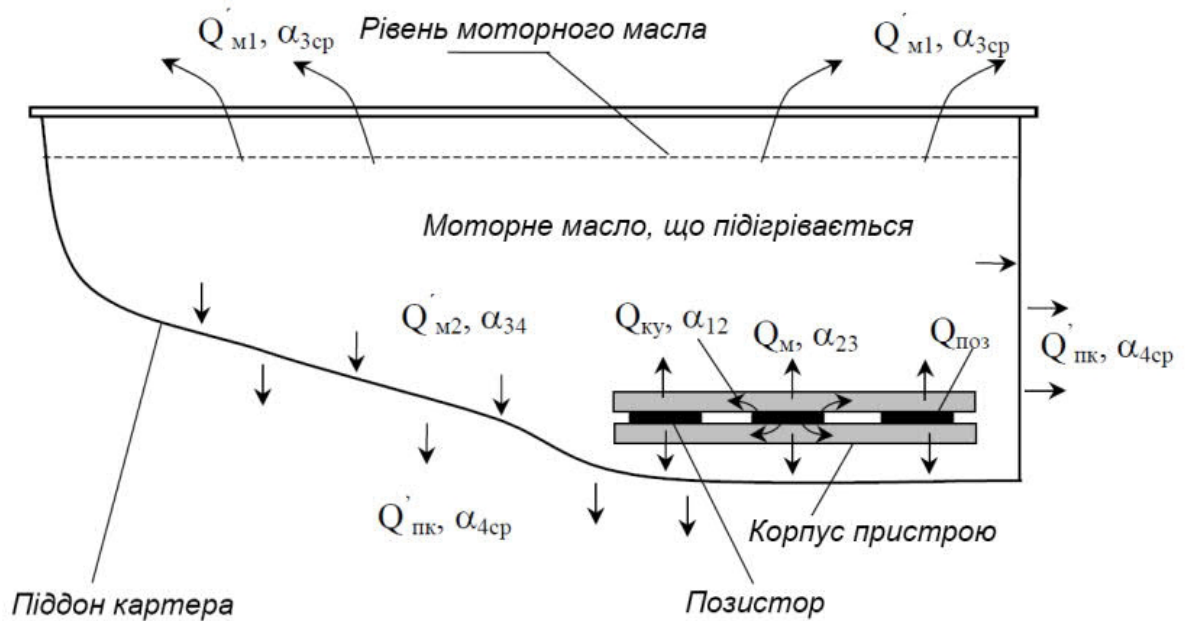


Рисунок 3.1 – Схема до розрахунку теплового балансу УПМ

Кількість тепла $dQ_{заг}$ виділеної за елементарно малий проміжок часу визначається сумарною потужністю позисторів P_{yc} (тобто потужністю пристрою) та тривалістю часу d

$$dQ_{заг} = P_{yc}(t_1)d\tau.$$

При подачі напруги на пристрій, струм, який проходить через позистори, викликає їх нагрівання, в результаті чого відбувається передача тепла від позисторів корпусу пристрою. Тоді рівняння теплового балансу для позисторів має вид:

$$P_{yc}(t_1)d\tau = C_1M_1dt_1 + a_{12}(t_1 - t_2)F_1d\tau.$$

Кількість тепла переданого позисторами корпусу пристрою йде на прирощення його температури, при цьому відбувається тепловіддача від корпусу пристрою в моторне масло. Рівняння теплового балансу для корпусу пристрою в диференціальному вигляді можна записати у наступному вигляді:

$$a_{12}(t_1 - t_2)F_1d\tau = C_2M_2dt_2 + a_{23}(t_2 - t_3)F_2d\tau.$$

Кількість тепла розігрівання корпусу пристрою, що виділилося в результаті, йде на приріст температури моторного масла. При розігріванні відбуваються втрати тепла від моторного масла у внутрікартерне повітря і до стінок піддону

картера. Рівняння теплового балансу для моторного масла в диференціальній формі можна представити у вигляді:

$$a_{23}(t_2 - t_3)F_2 d\tau = C_3 M_3 dt_3 + a_{34}(t_3 - t_4)F_3 d\tau + a_{3cp}(t_3 - t_{3cp})F_{3cp} d\tau.$$

Тепло, передане від моторного масла стінкам піддону картера, йде на приріст його температури, при цьому відбувається нагрів піддону, а в результаті цього втрати тепла в навколишнє повітря. Рівняння теплового балансу для стінок піддону картера в диференціальній формі можна представити у вигляді:

$$a_{34}(t_3 - t_4)F_3 d\tau = C_4 M_4 dt_4 + a_{4cp}(t_4 - t_{4cp})F_4 d\tau.$$

Таким чином, математична модель процесу підігріву моторного масла в піддоні картера ДВЗ електронагрівальним пристроєм з саморегулюванням потужності можна представити у вигляді системи диференціальних рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{dt_1}{d\tau} = \frac{P_{yc}(t_1) - a_{12}(t_1 - t_2)F_1}{C_1 M_1}, \\ \frac{dt_2}{d\tau} = \frac{a_{12}(t_1 - t_2)F_1 - a_{23}(t_2 - t_3)F_2}{C_2 M_2}, \\ \frac{dt_3}{d\tau} = \frac{a_{23}(t_2 - t_3)F_2 - a_{34}(t_3 - t_4)F_3 - a_{3cp}(t_3 - t_{3cp})F_{3cp}}{C_3 M_3}, \\ \frac{dt_4}{d\tau} = \frac{a_{34}(t_3 - t_4)F_3 - a_{4cp}(t_4 - t_{4cp})F_4}{C_4 M_4}, \end{cases}$$

При

$$t_1 \text{ } t_{nep} \text{ } P_{yc}(t_1) = \frac{nU^2}{B'' e^{-B'/t_1}},$$

При

$$t_1 \text{ } t_{nep} \text{ } P_{yc}(t_1) = \frac{nU^2}{A'' e^{at_1}}.$$

Система (11) описує теплообмінні процеси в режимі саморегулювання потужності УПМ, що відбуваються при підігріві моторного масла в піддоні картера ДВЗ.

Вирішення отриманої математичної моделі проводилося методом Рунге-Кутта четвертого порядку із змінним кроком. Для цього була розроблена програма

					МР. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

в Mathcad 2001 і Professional, що виконує це рішення на персональному комп'ютері. Для проведення теоретичних досліджень за допомогою комп'ютерної програми Curve Expert 1.34 отримані апроксимовані вирази експериментальній функції зміни опору позистора (з характеристиками $R_{ном} = (2,5 \dots 6,8) \text{ Ом}$, $t_{он} = 130^\circ\text{C}$ від його температури (12) - (15). Вирази описують функцію зміни опору з коефіцієнт кореляції, рівним $r = 0,98 \dots 0,99$:

$$1. R_{ном}=2,5 \text{ Ом}, t_{неp}=130^\circ\text{C}$$

$$\begin{cases} R(t_1) = 2,717 - 0,0053t_1 + 2,101 \cdot 10^{-5} t_1^2 \text{ nput}_1 130^\circ\text{C}, \\ R(t_1) = \frac{-86,49361}{1 - 321570,9e^{-0,086t_1}} \text{ nput}_1 130^\circ\text{C}. \end{cases}$$

$$2. R_{ном}=3,3 \text{ Ом}, t_{неp}=130^\circ\text{C}$$

$$\begin{cases} R(t_1) = 3,433 - 0,005t_1 + 1,86 \cdot 10^{-5} t_1^2 \text{ nput}_1 130^\circ\text{C}, \\ R(t_1) = \frac{-255,096}{1 - 7931599,3e^{-0,091t_1}} \text{ nput}_1 130^\circ\text{C}. \end{cases}$$

$$3. R_{ном}=4,8 \text{ Ом}, t_{неp}=130^\circ\text{C}$$

$$4. R_{ном}=6,8 \text{ Ом}, t_{неp}=130^\circ\text{C}$$

$$\begin{cases} R(t_1) = 6,917 - 0,0053t_1 + 2,101 \cdot 10^{-5} t_1^2 \text{ nput}_1 130^\circ\text{C}, \\ R(t_1) = \frac{-1}{3,4425 - 0,676e^{\ln(t_1)}} \text{ nput}_1 130^\circ\text{C}. \end{cases}$$

Аналіз розрахункових даних дозволив стверджувати, що зниження контактного термічного опору, а значить, збільшення коефіцієнта тепловіддачі від позистора до корпусу пристрою 12 приводить до збільшення споживаної потужності і скорочення часу розігрівання моторного масла. Проте потрібно відзначити, що збільшення 12 більше $3000 \text{ Вт/м}^2\text{C}$ не приводить до істотного скорочення часу нагріву (криві практично зливаються). Тому контактний термічний опір винен знаходитися в межах $30 \times 10^4 \text{ м}^2\text{C/Вт}$.

Для обґрунтування площі тепловіддаючої поверхні нагрівального пристрою був введений термін – питома площа УПМ (F_{num})

$$F_{уд} = \frac{F_2}{F_1}$$

					МР. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Згідно теоретично отриманим даним максимум теплового потоку спостерігається при $F_{\text{пит}} = 19,4$. Подальше збільшення $F_{\text{пит}}$ призводить до зниження теплового потоку. Зниження теплового потоку відбувається через те, що при збільшенні площі поверхні УПМ (F_2) зменшується середньоповерхнева температура, а отже, і температурний натиск ($\beta\text{-Гз}$). Так само відбувається зменшення коефіцієнта тепловіддачі від поверхні пристрою в моторне масло згідно виразу із-за лінійного розміру l_0 , що збільшується, при збільшенні F_2 .

$$a_{23} = \frac{\lambda C}{l_0} (Gr Pr)^n \left(\frac{Pr}{Pr_c} \right)^{0,25}$$

В результаті теоретичних досліджень були отримані розрахункові криві підігріву моторного масла в піддоні картера двигуна (рис. 10), а також зміни потужності УПМ при використанні як тепловідвід різні матеріали (сталь, алюміній, мідь).

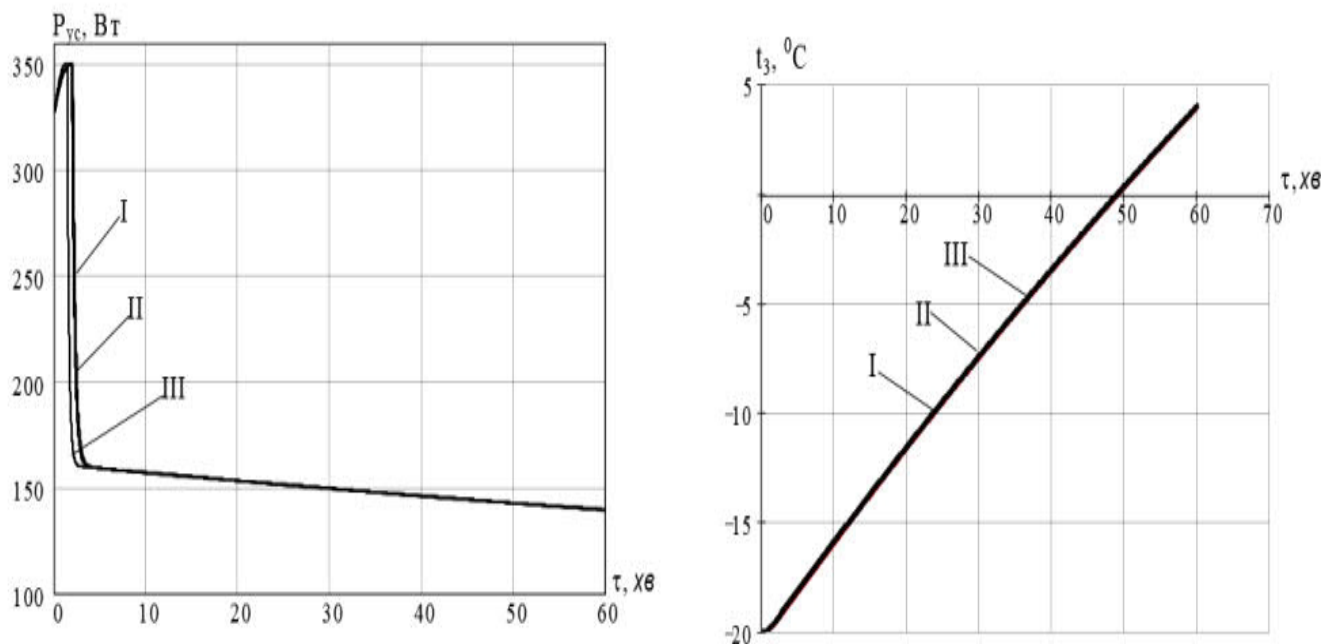


Рисунок 3.3 – Обґрунтування вибору матеріалу корпусу УМП (а) динаміка споживаної потужності УМП, (б) зміна температури моторного масла I - сталь; II - алюміній; III – мідь

На підставі отриманих даних можна зробити висновок, що динаміка споживаної потужності пристрою і температури моторного масла для

					MP. ATm – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

тепловідвідних поверхонь з різного матеріалу практично співпадають. Це відбувається тому, що для всіх варіантів:

$$\frac{1}{a_{23}} \gg \frac{\delta_1}{\lambda_1} i \frac{1}{a_{23}} \gg \frac{1}{a_{12}},$$

В наслідок цього коефіцієнти теплопередачі приблизно рівні:

$$k_{стали} \approx k_{алюмінія} \approx k_{міді}.$$

Тому, як матеріал тепловіддаючої поверхні пристрою вибрали сталь як найбільш дешеву. Теоретично також встановлено, що товщина корпусу не робить істотного впливу на динаміку процесу, тому для зниження масогабаритних показників пристрою прийнята товщина корпусу 0,5 мм.

Висновки до розділу 3

На основі проведених теплотехнічних розрахунків встановлено, що матеріалом для виготовлення тепловіддаючої поверхні пристрою для передпускового підігріву масла в картері двигуна є сталь.

При інших рівних характеристиках, в порівнянні з іншими матеріалами він є найбільш дешевим і доступним.

					MP. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4. КОНСТРУКЦІЯ ПРИСТРОЮ ПЕРЕДПУСКОВОГО ПІДГРІВУ МАСЛА КАРТЕРА ДВИГУНА

Пристрій для підігріву (рис. 4.1) знаходиться в піддоні 1 картера і огинає маслоприймач 2. Воно складається з нижньої 3 і верхньою 4 струмопровідних пластин, розташованих паралельно і що скріплюють діелектричними стяжними гвинтами 5. Між пластинами 3, 4 розташовані децентралізовано і щільно до них притиснуті позистори 6, які укладені усередині діелектричної прокладки 7. Мінусова клема (-) джерела живлення підводиться до нижньої пластини 3 за допомогою болта 8. Плюсова клема (+) підводиться від джерела живлення до верхньої пластини 4 за допомогою дроту через прохідний ізолятор 9. Масляні вікна 10 сприяють кращому змішуванню верхніх і нижніх шарів масла в піддоні 1 картера.

При подачі напруги на нижню 3 і верхню 4 пластини електричний струм проходить через позистори 6 і вони нагріваються до розрахункової температури (точки перемикавання). При цьому різко зростає електричний опір позисторів 6, споживання струму падає до мінімуму, тепловий потік від нижньою 3 і верхньою 4 пластин до масла, що розігрівається, зменшується. При зниженні температури пластин унаслідок тепловтрат і теплопередачі у верхні шари масла температура на позисторах 6 стає нижчою за точку перемикавання, генерування тепла зростає, що і обумовлює ефект саморегулювання. Децентралізоване розміщення позисторів 6 по всьому перетину піддону 1 знижує до мінімуму температурну і в'язкісну нерівномірність масла. При цьому кожен позистор 6 реагує на зміну температури масла в своїй зоні розміщення. І завдяки саморегулюванню, тобто зміні опору залежно від температури, вірогідність перегріву повністю виключається. Крім того, за рахунок двосторонньої тепловіддачі від позисторів 6 від нижньою 3 і верхньою 4 пластин і копіювання форми піддону пристроєм для підігріву збільшується ефективність їх використання за рахунок збільшення площі теплосприймаючої поверхні.

					МР. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

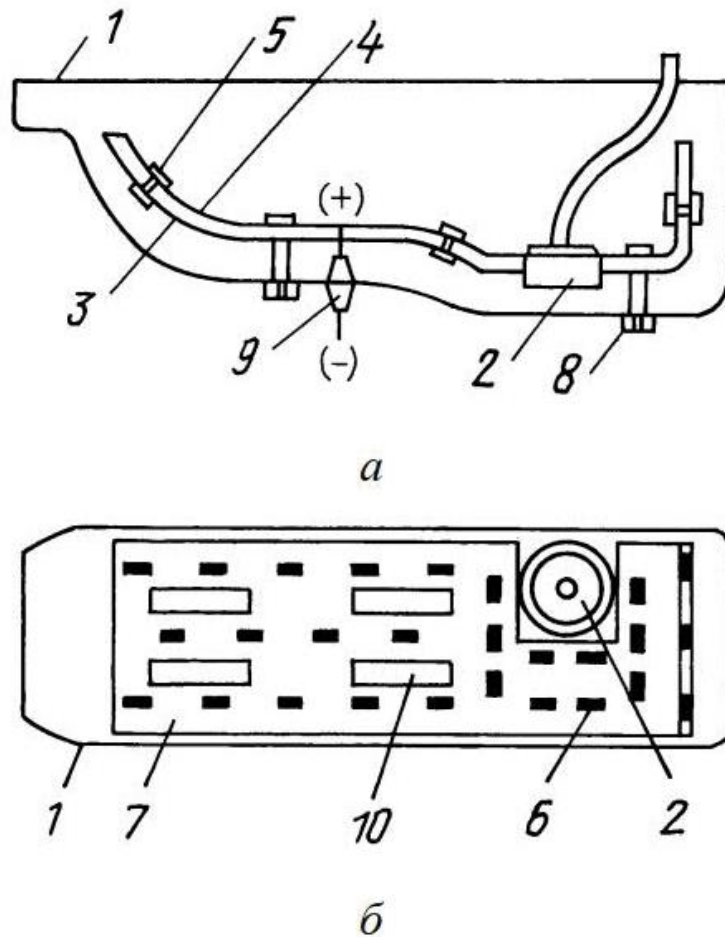


Рисунок 4.1 – Пристрій передпускового підігріву масла картера двигуна для полегшення його запуску, вигляд збоку (а) і вигляд зверху без верхньої струмопровідної пластини (б) пристрою.

- 1 - піддон; 2 - маслоприймач; 3 - нижня струмопровідна пластина;
 4 - верхня струмопровідна пластина; 5 - діелектричні стяжні гвинти;
 6 - позистори; 7 - діелектричні прокладки; 8 - болт; 9 - прохідний ізолятор;
 10 - масляні вікна.

Таким чином, запропонований пристрій дозволяє понизити температурну і в'язкісну нерівномірність і підвищити ефективність використання позисторів за рахунок двосторонньої тепловіддачі від них і збільшення теплообмінної поверхні.

Загальна схема пристрою підігріву масла картера двигуна на рядному автомобільному двигуні внутрішнього згорання приведена на рис. 4.2.

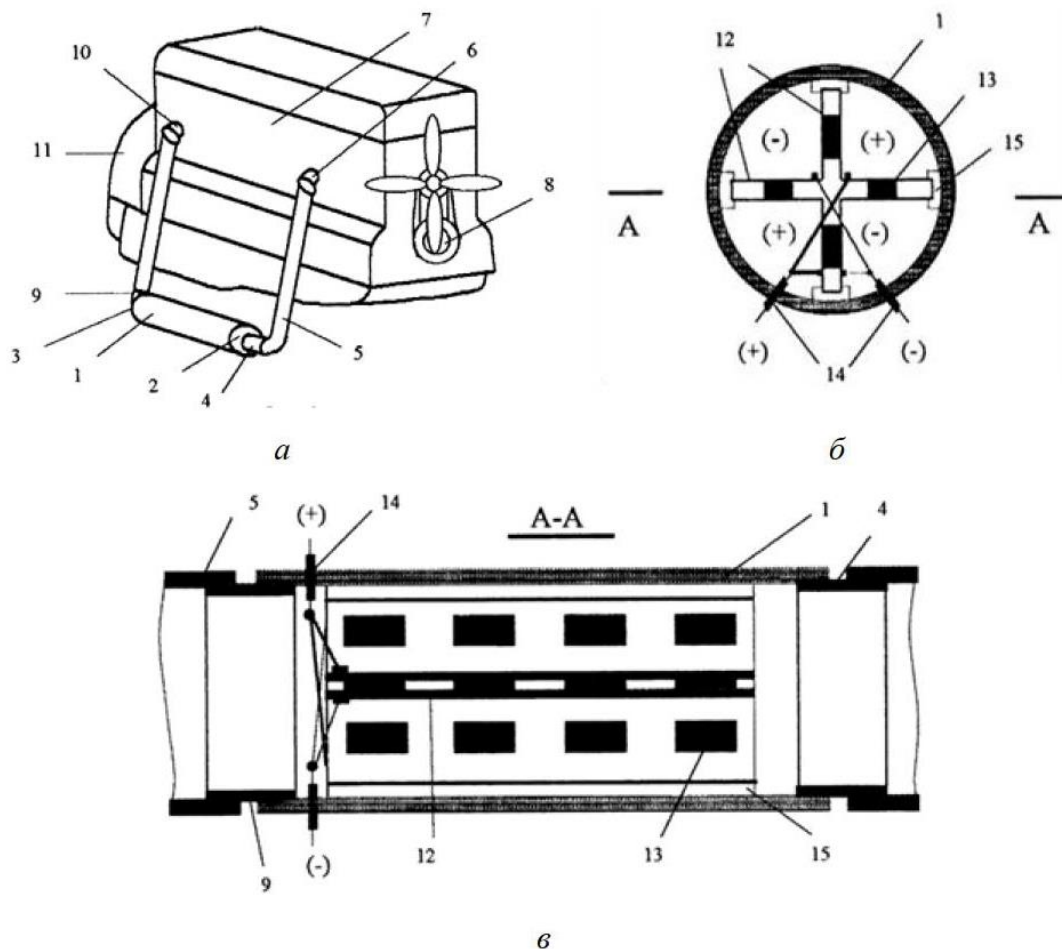


Рисунок 4.2 – Загальна схема пристрою підігріву масла картера двигуна на рядному автомобільному двигуні внутрішнього згорання (а), його поперечний розріз (б) і розріз А-А (в)

Пристрій для полегшення запуску двигуна внутрішнього згорання використовується як окремий підігрівач незамерзаючої рідини. Він містить корпус 1, виконаний у вигляді діелектричного шланга, з підвідними 2 і відвідним 3 вікнами. Пристрій підключений через підвідний штуцер 4 і шланг 5 до отвору 6, розміщеному в нижній частині рідинної порожнини блоку циліндрів двигуна 7 з боку шкарпетки колінчастого валу 8, а через відвідний штуцер 9 - до отвору 10, розташованому в нижній частині рідинної порожнини блоку циліндрів двигуна 7 з боку маховика 11. Електронагрівальний елемент виконаний у вигляді хрестовини з взаємно перпендикулярними металевими полицями 12, покритими електроізоляційною емаллю. Між металевими полицями 12 щільно затиснуті позистори 13. Металеві полиці 12 через ізолятори 14 по черзі підключені до

					MP. ATm – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

позитивного і негативного полюса джерела живлення, а торці хрестовини заповнені діелектричною прокладкою 15. Електронагрівальний елемент встановлений в діелектричний шланг 1, підключений через штуцери 4 і 9 до системи охолодження двигуна 7.

Пристрій для полегшення запуску двигуна внутрішнього згорання працює таким чином. При подачі напруги на металеві полиці 12 електричний струм проходить через позистори 13 і вони нагріваються. При цьому відбувається нагрів незамерзаючої рідини в порожнині діелектричного шланга 1. Підігріта рідина в результаті термосифонного ефекту починає циркулювати за системою охолодження двигуна 7, прогріваючи його. Досягши заданої температури рідини (близькою до утворення бульбашок пари) відбувається замикання позисторів 13 унаслідок досягнення ними температури перемикавання, споживаний струм зменшується до мінімуму, тепловий потік від позисторів 13 до рідини, що розігрівається, знижується, в результаті цього перегрівання і закипання рідини не відбувається. При зниженні температури рідини унаслідок тепловтрат в навколишнє середовище температура на позисторах 13 стає нижчою за точку перемикавання, генерування тепла зростає. Таким чином забезпечується ефект саморегулювання. Виконання конструкції електронагрівального пристрою у вигляді хрестовини.

Це збільшує поверхню теплообміну за рахунок двосторонньої тепловіддачі, а завдяки саморегулюванню виключається вірогідність перегріву і закипання рідини. Також при використанні пристрою з позисторами 13 не потрібна пускова і терморегулююча температура.

Висновки до розділу 4

Таким чином, запропонована розробка дозволяє підвищити надійність роботи пристрою за рахунок виключення перегріву і закипання рідини, порушення термосифонної циркуляції в результаті застосування позисторів і ефективність використання їх за рахунок збільшення поверхні теплообміну, при цьому не потрібне використання пускової і терморегулюючої апаратури.

					МР. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз потенційних небезпек та шкідливих факторів виробничого середовища

На підприємствах з обслуговування автотранспорту є дільниці, що відрізняються певними особливостями роботи.

Це вимагає розробки відповідних заходів з охорони праці для забезпечення нормальної роботи та уникнення травматизму.

Слюсарно-механічна дільниця відноситься до групи «холодних цехів», де проводиться обробка матеріалів різанням за допомогою метало ріжучих верстатів.

До основних небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що можуть мати місце при роботі в слюсарно-механічній дільниці відносяться :

- обертові частини верстатів і деталі, що обертаються.
- ураження деталями, заготовками та їх уламками, а також інструментом, що вилетів.
- ураження частинами абразивних кругів, які розлітаються
- ураження різальним інструментом
- ураження електричним струмом
- підвищені рівні шуму.

Тому при роботі на даній дільниці особливу увагу слід приділяти закріпленню деталей, інструменту, захисту від електричного струму.

Організація та виконання робіт у слюсарно-механічній дільниці повинні відповідати НАОП 1.4.72-1,01-65 Правила техніки безпеки и производственной санитарии при холодной обработке металлов

Аналіз потенційно-небезпечних виробничих факторів у відповідності з технологічним обладнанням слюсарно-механічної дільниці, приводимо в таблиці 5.1

Знімач підшипників призначений для випресовки роликотпідшипників(наприклад для випре совки підшипника із сателітів)

					МР. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Конструкція даного приладу має виключати на всіх режимах роботи навантаження на деталі та збірні одиниці, що можуть викликати руйнування, що несуть небезпеку для працюючих.

Елементи конструкції не повинні мати ДСТУрих кутів, заусениць та поверхонь, що можуть викликати травмування.

Конструкція має виключати само послаблення та роз'єднання кріплень збірних одиниць, що може створити небезпечну ситуацію.

Таблиця 5.1 Аналіз потенційно - небезпечних виробничих факторів у слюсарно - механічній дільниці

Джерело небезпеки	Характеристика потенційно небезпечних виробничих факторів
Вертикально-свердильний верстат 2А-123 N=4,0кВт	Ураження електричним струмом Порогові значення $f=50\text{Гц}$ $U=340\text{В}$ $I=400\text{мА}$ тривалістю $t=0,1\text{с}$ підвищений рівень шуму $L=97\text{дБА}$ обертові частини
Токарно-гвинторізний верстат 16 К20 N=10кВт	Ураження електричним струмом $f=50\text{Гц}$ $U=340\text{В}$ $I=400\text{мА}$ $t=0,1\text{с}$ Підвищений рівень шуму $L=99\text{дБА}$ обертові частини
Фрезерний верстат 675 П N=1,7 кВт	Ураження електричним струмом $f=50\text{Гц}$ $U=340\text{В}$ $I=400\text{мА}$ $t=0,1\text{с}$ Підвищений рівень шуму $L=86\text{дБА}$ обертові частини
Верстат ножівковий 872М	Ураження електричним струмом

					МР. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

N=1,5кВт	f=50Гц U= 340В I=400мА t 0,1с Підвищений рівень шуму L =84 дБА обертові частини
----------	---

Закінчення таблиці 5.1

Універсальний заточувальний верстат 3А64 N=3кВт	Ураження електричним струмом f=50Гц U= 340В I=400мА t 0,1с Підвищений рівень шуму L =93 дБА обертові частини ураження уламками
Прес ручний з електрогідроприводом ОКС -918	Ураження електричним струмом f=50Гц U= 340В I=400мА t 0,1с розрив гідросистеми
Молоток пневматичний MAO-421	Розрив гідросистеми Травмування рухомими частинами
Кран- балка	

Основними шкідливими виробничими факторами , які можуть виникнути при роботі з технологічним обладнанням у слюсарно - механічній дільниці є:

- електричний струм, що може виникнути на корпусі обладнання внаслідок пошкодження ізоляції
 - шум, що виникає від роботи електродвигунів та інших частин обладнання
 - обертові і поступальні частини машин
- у слюсарно - механічній дільниці практично не використовується ніяких шкідливих речовин , окрім індустріального мастила И-30 А

Характеристику даної речовини приводимо в таблиці 5.2

					МР. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Таблиця 5.2 - Характеристика шкідливих речовин , що використовуються в слюсарно- механічній дільниці

Назва шкідливих речовин або матеріалу	Гранично допустима концентрація шкідливих речовин		Дія на організм та перша допомога
	В робочій зоні	В атмосфері	
Масило індустріальне И-30А, МОР	5	0,1	Вугрі .Дерматози шкіри. Промити теплою водою з милом.

5.2 Забезпечення нормальних умов планування території підприємства

Для забезпечення нормальних умов праці та відпочинку на підприємстві передбачено ряд санітарно - побутових приміщень, що знаходяться в адміністративному корпусі.

Таблиця 5.3 – Номенклатура СПП

Назва приміщення	Норма площі на 1 працюючого згідно СНП	Кількість працюючих, чол.	Розрахункова площа приміщення ,м	Фактична площа приміщення,м
Гардероб Шафа 40 50	-	65	-	
Туалет Кабіна 1,2 0,8	На 15 чол.		12,5	12
Їдальня Посадочні місця	На 4 чол. місце		16,25	17

Для забезпечення нормальних умов праці робітників в слюсарно- механічній дільниці необхідно створити відповідні метеорологічні умови , оскільки при їх

					МР. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

невідповідності нормам підвищується втома працівників, погіршується їх продуктивність праці . зростає можливість травматизму працівників.

До метеорологічних показників відносять температуру повітря , відносну вологість та швидкість руху повітря в робочій зоні. Дані показники нормуються згідно ДСТУ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху

Значення метеорологічних умов праці в слюсарно- механічній дільниці наведено в таблиці 5.3

Таблица 5.3 – Оптимальні значення метеорологічних умов в робочій зоні слюсарно- механічної дільниці

Характеристика приміщення	Категорія важкості фізичних робіт	Період року	Температура С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря м/с	
					оптимальна	допустима
Слюсарно-механічна дільниця	Середньої важкості Па	холодний	18-20	40-60	0,2	0,3
		теплий	21-23	40-60	0,3	0,2-0,4

Для підтримання оптимальної температури робочої зони в різні пори року в приміщенні дільниці використано централізоване опалення від котельні.

Для підтримання оптимальної швидкості руху повітря в робочій зоні та забезпечення необхідної кратності повітрообміну у слюсарно- механічній дільниці використано природне провітрювання приміщення в таблиці 5.3.1. наведена характеристика вентиляції.

Таблиця 5.3.1 – Характеристика вентиляції в слюсарно- механічній дільниці

Назва приміщення	Тип вентиляції	Тип обладнання	Кратність повітрообміну м год
Слюсарно-механічна дільниця	Припливно-втяжна	Вентилятор осьовий каналний Продуктивність 250 м год Напір 2150Па (U=230В, I=0,19А) СК125 А	8

Для забезпечення нормального освітлення робочої зони підприємство побудоване з урахуванням вимог, наведені в СНиП II-4-79 «Нормы проектирования. Естественное и искусственное освещение».

Відповідно до цих вимог для забезпечення нормальних умов праці використано природне і штучне освітлення слюсарно- механічної дільниці. Використання таких типів освітлення дозволяє забезпечити умови для роботи на дільниці в будь-яку пору доби.

Для визначення коефіцієнту природного освітлення (КПО) згідно СНиП II-4-79 «Нормы проектирования. Естественное и искусственное освещение», використовуємо формулу (5.1), оскільки підприємство розміщене у IV поясі світлового клімату

$$KPO = e_H^{IV} \cdot m \cdot c, \quad (5.1)$$

де: e_H^{IV} – значення КПО для IV поясу світлового клімату [13, с. 5 табл. 2];

m – коефіцієнт світлового клімату, $m=0,9$ [13, с. 17];

c – коефіцієнт сонячності клімату, $c=0,75$ [13].

					МР. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$K_{\text{ПО}} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 0,6075.$$

Для слюсарно-механічної дільниці згідно СНиП II-4-79 вибираємо мінімальні значення освітленості робочої зони і заносимо в таблицю 5.4

Таблиця 5.4- Характеристика штучної освітленості робочих місць

Назва приміщення	Розряд зорової роботи	Освітленість				Тип світильника
		загальна	комбінована	аварійна	евакуаційна	
Слюсарно-механічна дільниця	ІУа					Світильник СД2ДРЛ
		300	750	15	0,5	Лампа ДРЛ-700

Лампи ДРЛ (дугові ртутні люмінесцентні) – ртутні лампи високого тиску з виправленою колірністю. Лампа складається з кварцової колби (що пропускає ультрафіолетове проміння), яка заповнена парами ртуті при тиску 2-4 атм, з двома електродами і зовнішньою скляною колбою покритою люмінофором.

Для зменшення рівня травматизму працюючих у слюсарно- механічній дільниці необхідно використовувати індивідуальні засоби захисту.

У таблиці 5.5 вказано необхідні засоби індивідуального захисту з вказівкою їх призначення та області використання.

					МР. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Таблиця 5.5 – Засоби індивідуального захисту працюючих

Шкідливий виробничий фактор	Призначення засобу індивідуального	Назва засобу індивідуального захисту	Професія працюючого
Ураження уламками деталей та частинами абразивних кругів, що розлітаються	Захист очей від твердих часток	Окуляри захисні ДСТУ 12.4.013-85	слюсар

5.3 Забезпечення безпеки технологічних процесів монтажу та експлуатації обладнання

Для забезпечення безпеки технологічних процесів та зменшення травматизму працюючих необхідно дотримуватись вимог правил техніки безпеки.

При роботі в слюсарно-механічній дільниці велику увагу необхідно приділяти справності інструменту.

Ручні інструменти (молотки, зубила) не повинні мати :

- пошкоджень на робочих поверхнях (вибоїн, відколів)
- на бокових гранях у місцях затискання їх рукою, задирок та ДСТУрих ребер
- на дерев'яних поверхнях ручок не повинно бути сучків, задирок, тріщин, поверхня повинна бути гладкою.
- молотки та кувалди повинні бути надійно насаджені на дерев'яні ручки і щільно закріплені м'якими клинами
- ручка повинна бути прямою овальною з незначним плавним потовщенням до її більшого кінця.

Слюсарні лещата повинні бути у повній справності, міцно обхоплювати затискувальний виріб мати на губках неспрацьовану насічку.

					МР. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Зенкера, свердла і тому подібний вставний інструмент повинен бути правильно заточений і не мати тріщин, вибоїн, задирок та інших дефектів. Хвостовики цих інструментів не повинні мати нерівностей, тріщин та інших пошкоджень, інструменти такого типу повинні бути правильно центрованими.

Зубила повинні мати довжину не менше 150мм, а відтягнена частина зубила 60-70 мм. Різальна частина повинна мати пряму або злегка випуклу лінію.

При роботі на свердлильних верстатах необхідно дотримуватись таких правил:

- при встановленні свердел та інших різальних інструментів у шпиндель верстата необхідно звертати особливу увагу на міцність їх закріплення і точність центрування

- усі предмети, які призначені для обробки за винятком особливо важких повинні бути встановлені і закріплені на столі або плиті за допомогою лещат . кондукторів або інших надійних пристроїв

- для виймання інструменту з шпинделя верстата повинні застосовуватись спеціальні молотки та вибивачі, що виготовлені з матеріалу, який виключає відокремлення його частин при ударі.

Забороняється :

- використовувати свердла і патрони із забитим або спрацьованим хвостовиком

- застосовувати при роботі на верстаті рукавиці

- утримувати виріб під час обробки руками.

При роботі на токарних верстатах необхідно приділяти увагу таким основним правилам:

- знімаючи патрон або планшайбу необхідно обертати її тільки вручну, забороняється для цього включати шпиндель верстата

- під час роботи верстата забороняється торкатися обертових частин, вводити руки в зону їх руху, класти на верстат деталі та інструменти

					МР. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- заточка інструменту повинна відповідати оброблюваному матеріалу
- обробка матеріалів, що утворюють звивну стружку, повинна проводитись із використанням стружко зломлювачів
- прутковий матеріал, що подається для обробки на верстаті, не повинен мати кривизни
- при роботі на високих швидкостях з метою безпеки необхідно користуватись обертовими центрами.

При обробці на заточних та шліфувальних верстатах необхідно дотримуватись таких вимог:

- при встановленні абразивного круга необхідно між фланцями і кругом встановлювати прокладки із картону або іншого еластичного матеріалу товщиною 0,5-1 мм. Прокладки повинні виступати за фланець по всій округлості не менше, ніж на 1 мм
- перед початком роботи круг встановлений на верстат перевіряється вхолосту при робочому числі обертів. Круг діаметром до 400 мм – не менше 2хв, понад 400 мм – не менше 5 хв.

Забороняється :

- приймати круги без відмітки про їх випробування
- проводити правку кругів не призначеним для цього інструментом
- при обробці виробів шліфувальним кругом застосовувати важелі для збільшення натиску на круг
- працювати без захисного кожуха
- виконувати роботу боковими (торцевими) поверхнями кругів, які спеціально не призначені для такого виду робіт.

При використанні механізованого інструменту з пневматичним приводом дотримуватись таких вимог:

- з'єднання і роз'єднання шлангів проводять тільки після припинення подачі повітря

					МР. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

- перед початком роботи перевіряють справність інструменту, цілісність шлангів
- перед приєднанням шланга до інструменту перевіряють стан різьби на штуцері і пінолі
- після приєднання шланги закріплюють хомутами
- при виникненні перерви у роботі або несправності кран подачі повітря швидко перекривають.

Перед початком роботи з електроверстатами необхідно перевірити стан заземлення, якість його кріплення, проводи, стан їхньої ізоляції.

Для уникнення травматизму слід використати кожухи над обертовими частинами верстатів, огороження привідних і обертових частин, а також захисне відключення, що забезпечує розрив кола подачі струму до верстата.

Розміщення верстатів проводять на відстані не менше 1 м один від одного та на відстані не менше 0,5 м від стін і колон з урахуванням висувних частин верстата.

Для уникнення та зменшення травматизму в слюсарно-механічній дільниці запропоновано заходи захисту від потенційно небезпечних виробничих факторів, що представлені в таблиці 5.6

					МР. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Таблиця 5.6 – Технічні заходи захисту від виявлених потенційно-небезпечних виробничих факторів

Небезпечний фактор	Захисний засіб	Характеристика засобу захисту	Місце розміщення на плані або обладнанні
Електротравматизм	ЗІЗ, заземлення, захисне відключення	Діелектричні рукавиці ТУ-38-40-632-72 Чоботи гумові діелектричні ТУ-38-108-97-70	Для кожного електроприлада
Ураження абразивними частинами	ЗІЗ, захисні екрани	Захисні окуляри ДСТУ 12.4093-97	Металообробні Заточні верстати
Механічні пошкодження	Захисні екрани Захисне огороження Дотримання ПТБ	-	Металообробні верстати

При проведенні монтажних робіт обладнання слід дотримуватись правил згідно ДСТУ 12.0-003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», а саме:

- підіймання вантажу за допомогою кран – балки допускається тільки при надійному закріпленні
- не допустима установка обладнання на пошкоджений фундамент або при пошкоджених елементах кріплення
- усі небезпечні елементи обладнання пофарбувати червоним кольором
- на арматурі кран - балки чорним кольором нанести її вантажопідйомність.

- на стіні біля щитка електроживлення розташовано захисне вимкнення, при якому знеструмлюється усе обладнання дільниці.

5.4 Розрахунок заземлення

5.4.1 Оскільки загальна потужність електроустановок, що потребує заземлення складає: $4+10+17+15+3=20,2\text{кВт}$, а напруга мережі складає $U=380\text{В}<1000\text{В}$,

то для заземлення електроустаткування слюсарно-механічної дільниці використовуємо виносне заземлення, згідно ПЧЕ [23].

Опір заземлення в будь-яку пору року складає 40м

5.4.2 Для заземлення електроустаткування використано електрод сталевий кутник № 5 з полицями $b=40\text{мм}$ і товщиною $\delta=3\text{мм}$ довжиною $l=25\text{м}$ [19].

Стержні розміщуємо в землі на глибині $t_0=0,6\text{ м}$.

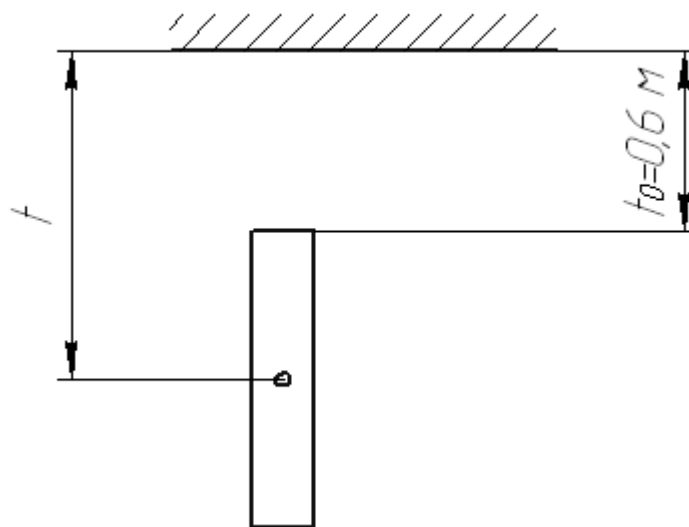


Рисунок 5.1 Схема занурення електродів заземлення

5.4.3 Еквівалентний діаметр для кутника становить:

$$d=0,95 \cdot b = 0,95 \cdot 40 = 38 \text{ мм} \quad (5.2)$$

де b – ширина полиці кутника, мм.

					МР. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

5.4.4. Визначаємо відстань між вертикальними електродами:

$$a = 2 \cdot l = 2 \cdot 2,5 = 5 \text{ м} \quad (5.3)$$

де l – довжина електрода, м.

5.4.5 Визначаємо опір вертикального електрода:

$$R_e = \frac{\rho \cdot k}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right) = \frac{40 \cdot 1,6}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} \left(\ln \frac{2 \cdot 2,5}{0,038} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 1,85 + 2,5}{4 \cdot 1,85 - 2,5} \right) = 21,31 \text{ Ом},$$

(5.4)

де: ρ – питомий опір ґрунту при нормальній володстуві, $\rho = 40$ Ом/м;

k – значення підвищуючого коефіцієнту, що залежить від кліматичної зони, $k = 1,6$ [24, с. 21];

t – відстань від підлоги до центра електрода (див. рис. 5.1);

$$t = t_0 + l/2 = 0,6 + 2,5/2 = 1,85 \text{ м}.$$

5.4.6 Визначаємо приблизну кількість вертикальних електродів:

$$n \geq \frac{R_e}{R_0}, \quad (5.5)$$

де R_0 – опір групи заземлювачів без врахування впливу полоси зв'язку.

$$R_0 \geq (1,3 \div 3) R_0 = 1,5 \cdot 4 = 6 \text{ Ом},$$

$$n \geq \frac{21,31}{6} = 3,55.$$

Приймаю 4 електроди.

5.4.7 Визначаємо опір розтікання електричного струму для вертикальних електродів

$$R_{e.р} = \frac{R_e}{n \cdot \eta} = \frac{21,31}{4 \cdot 0,83} = 6,42 \text{ Ом}, \quad (5.6)$$

					МР. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

де η – коефіцієнт екранування $\eta=0,83$ [17. с.206].

5.4.8 Для з'єднання вертикальних електродів використовуємо сталеву полосу шириною 30 мм товщиною 4 мм, що розміщена на глибині $t_0=0,6$ м.

Визначаємо довжину сталевієї полоси для з'єднання:

$$l_n = a(n-1) = 5(4-1) = 15 \text{ м.} \quad (5.7)$$

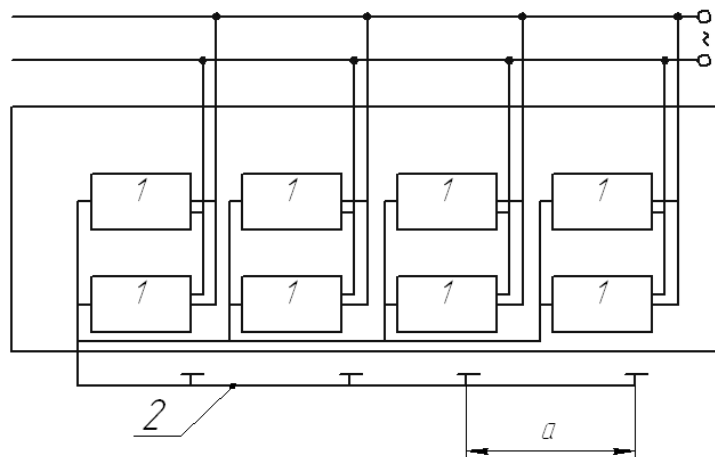
5.4.9 Визначаємо опір розтікання електричного струму в ґрунт для даної полоси зв'язку:

$$R_n = \frac{0,366 \rho k}{l_n} \cdot \log \frac{2l_n^2}{b \cdot t_0} = \frac{0,366 \cdot 40 \cdot 1,6}{15} \cdot \log \frac{2 \cdot 15^2}{0,03 \cdot 0,6} = 6,87 \text{ Ом.} \quad (5.8)$$

5.4.10 Визначаємо опір розтікання струму заземлюючого пристрою:

$$R_3 = \frac{R_{\text{в.зп}} \cdot R_n}{R_{\text{в.зп}} + R_{\text{в.зп}}} = \frac{6,42 \cdot 6,87}{6,42 + 6,87} = 3,32 \text{ Ом.} \quad (5.9)$$

Опір заземлюючого пристрою є менший допустимого $3,32 < 4$ Ом.



1 – електроустаткування, 2 – полоса заземлення та контур заземлення, а – відстань між електродами

Рисунок 5.2 – Розрахункова схема системи заземлення в слюсарно-механічній дільниці

Висновки до розділу 5

Проаналізовано шкідливі та небезпечні фактори на виробництві. Дано рекомендації для захиту від них. Проведено розрахунок заземлення.

					MP. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі: «Поліпшення експлуатаційних показників двигунів автомобілів за допомогою передпускового підігріву в умовах ПП Демянів Володимир Васильович Автосервіс 777, смт. Богородчани, Івано-Франківська обл.».

Проведено огляд діяльності підприємства – бази практики. Здійснено літературний огляд досліджень.

Описано пристрій для передпускового нагіву масла в картері двигуна. На основі проведених теплотехнічних розрахунків підібрано матеріал для виготовлення теплообмінного елемента даного пристрою.

У розділі безпека праці описано основні правила техніки безпеки при проведенні роботи на підприємствах що пов'язані з автомобільним транспортом відповідно до чинних законодавчих вимог. Описано заходи що протидіють уникненню пожеж на підприємствах та алгоритм дій у разі виникнення пожежі.

Розраховано заземлення.

Результати досліджень можуть бути рекомендовані до впровадження на базовому підприємстві.

					MP. АТм – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА

1. Zhu J, 2018, Discussion on Ways to Extend Engine Service Life. Science and Technology Wind, 2018(12): 102–103.
2. Li Z, 2017, Effective Way to Extend Engine Service Life. Sichuan Building Materials, 43(04): 142–143 + 147.
3. Li W, Zhao Y, 2017, Research on Wireless Control System for Engine Cold Start Preheating. Journal of Lanzhou Institute of Technology, 24(05): 55–59.
4. Jiang Y, Gu P, Liang D, 2021, Research on Preheating Device of Engine Cooling Water. Metallurgy and Materials, 41(01): 39–40.
5. Zhang M, Wang Y, Niu B, 2023, Hardware Design of Vehicle Engine Preheating Plug Controller. Modern Automotive Power, 2023(01): 9–11.
6. Sun H, Min G, Yang Y, 2022, Application of Diesel Engine Oil Circuit Preheating System in Construction Machinery. Construction Machinery Technology and Management, 35(06): 48–49.
7. Li D, Wu J, Yao J, et al., 2022, Research on Properties of Electric Heating Materials for Engine Preheating Device.
8. Zhang C, 2016, Working Principle and Experimental Analysis of Thermal Insulation Engine Preheating System. Hailongjiang Science and Technology Information, 2016(8): 69.
9. Jia J, 2024, Research on Optimization Strategies for Battery Range of New Energy Vehicles. Automotive Test Report, 2024(02): 40–42.
10. Guo B, Party L, 2023, Diagnosis and Troubleshooting of Ignition System Faults in Automotive Electronic Control Engines. Internal Combustion Engine and Accessories, 2023(21): 87–89.
11. Gu W, 2023, Teaching Reform of Automotive Electronic Control Engine and Maintenance Course. Western Quality

					MP. АТМ – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Education, 9(21): 191–194.

12. Zhu Z, 2023, Research on Key Technologies of Valve Electric Actuators. Internet of Things Technology, 13(06):

74–79.

13. Gao E, 2023, Fault Diagnosis and Troubleshooting of Automotive Engine Coolant Temperature Sensor. Special

Purpose Vehicle, 2023(12): 112–114.

14. Xu Y, 2023, Research on the Design of Electric Vehicle Onboard Management System. Automotive Test Report,

2023(12): 28–30.

15. Li Z, 2016, Relevant Analysis of Automotive Engine Cooling Water Pump. Science and Technology Vision, 2016(25): 136. Contemporary Chemical Industry, 51(11): 2569–2573.

16. Youfeng, L.; Liangjun, X. Development of low-fuel consumption and low-emission locomotive engine. In Proceedings of the CIMAC Congress, Vancouver, BC, Canada, 10–14 June 2019; p. 51. [Google Scholar]

17. Christen, C.; Brand, D. IMO Tier III: Gas and Dual Fuel Engines as a Clean and Efficient Solution. In Proceedings of the CIMAC Congress, Shanghai, China, May 13–17, 2013; p. 187. [Google Scholar]

18. Kezirian, M.T.; Phoenix, S.L. Natural Gas Hydrate as a Storage Mechanism for Safe, Sustainable and Economical Production from Offshore Petroleum Reserves. Energies 2017, 10, 828. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]

19. Zheng, X.; Yang, J. An Investigation into the Gas-Mode Starting Strategies for a Marine Medium-Speed Micro-Pilot-Ignition Dual-Fuel Engine. In Proceedings of the CIMAC Congress, Vancouver, BC, Canada, 10–14 June 2019; p. 71. [Google Scholar]

20. Maghbouli, A.; Shafee, S.K.; Saray, R.; Yang, W. A Multi-Dimensional CFD-Chemical Kinetics Approach in Detection and Reduction of Knocking Combustion in Diesel-Natural Gas Dual-Fuel Engines Using Local Heat Release Analysis. SAE Int. J. Engines 2013, 6, 777–787. [Google Scholar] [CrossRef]

					MP. АТМ – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

21. Delneri, D.; Sirch, G. Enhanced Flexibility in Gas Engine Operation for Marine and Power Generation Demanding Applications. In Proceedings of the CIMAC Congress, Vancouver, BC, Canada, 10–14 June 2019; p. 93. [Google Scholar]
22. Takahiro, K.; Takahide, A. Study on Mixture Formation Process in Two Stroke Low Speed Premixed Gas Fueled Engine. In Proceedings of the CIMAC Congress, Helsinki, Finland, June 6–10, 2016; p. 207. [Google Scholar]
23. Xiang, L.; Song, E.; Ding, Y. A Two-Zone Combustion Model for Knocking Prediction of Marine Natural Gas SI Engines. *Energies* 2018, 11, 561. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]
24. Duan, X.; Liu, J.; Yao, J.; Chen, Z.; Wu, C.; Chen, C.; Dong, H. Performance, combustion and knock assessment of a high compression ratio and lean-burn heavy-duty spark-ignition engine fueled with n-butane and liquefied methane gas blend. *Energy* 2018, 158, 256–268. [Google Scholar] [CrossRef]
25. Tozzi, L.; Emmanuella, S.; Greg, B. Novel Pre-Combustion Chamber Technology for Large Bore Natural Gas Engines. In Proceedings of the CIMAC Congress, Helsinki, Finland, June 6–10, 2016; p. 259. [Google Scholar]
26. Ott, M.; Nylund, I. The 2-stroke Low-Pressure Dual-Fuel Technology: From Concept to Reality. In Proceedings of the CIMAC Congress, Helsinki, Finland, June 6–10, 2016; p. 233. [Google Scholar]
27. Patrice, F.; Alain, M.; Mathias, D. Improving Efficiency and Emissions of Otto Gas Engines, by Continuously Monitoring Fuel Gas Quality. In Proceedings of the CIMAC Congress, Vancouver, BC, Canada, 10–14 June 2019; p. 25. [Google Scholar]
28. Nylund, I.; Ott, M. Development of a Dual Fuel Technology for Slow-speed Engines. In Proceedings of the CIMAC Congress, Shanghai, China, May 13–17, 2013; p. 284. [Google Scholar]
29. Andrew, H.; Greg, H.; Anthony, J. Marchese Development and Validation of a Reduced Chemical Kinetic Mechanism for Computational Fluid Dynamics Simulations of Natural Gas/Diesel Dual-Fuel Engines. *Energy Fuels* 2020, 206, 118181. [Google Scholar]

					MP. АТМ – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

30. Martinez-Morett, D.; Tozzi, L.; Marchese, A.J. A reduced chemical kinetic mechanism for CFD simulations of high BMEP, lean-burn natural gas engines. In Proceedings of the Internal Combustion Engine Division Spring Technical Conference, Torino, Piemonte, Italy, May 6–9, 2012; Volume 44663, pp. 61–71. [Google Scholar]
31. Cernik, F.; Macek, J.; Dahnz, C.; Hensel, S. Dual Fuel Combustion Model for a Large Low-Speed 2-Stroke Engine; SAE Technical Paper 2016-01-0770; SAE International: Warrendale, PA, USA, 2015. [Google Scholar]
32. Duan, X.; Wang, H.K.; Li, Y.; Guo, H.; Liu, J. Numerical simulation of the effect of hydrogen addition on the flame propagation and emissions formation in a large-bore lean-burn natural gas SI engine. *Energy* 2020, 9, 62. [Google Scholar]
33. Duan, X.; Zhang, S.; Liu, Y.; Li, Y.; Liu, J.; Lai, M.-C.; Deng, B. Numerical investigation of the effects of the twin-spark plugs coupled with EGR on the combustion process and emissions characteristics in a lean burn natural gas SI engine. *Energy* 2020, 206, 118181. [Google Scholar] [CrossRef]
34. Hokimoto, S.; Kuboyama, T. Combustion analysis in a natural gas engine with pre-chamber by three-dimensional numerical simulation. *Trans. Jpn. Soc. Mech. Eng.* 2015, 47, 28–37. [Google Scholar]
35. Amin, Y.; Madjid, B. Investigation of natural gas energy fraction and injection timing on the performance and emissions of a dual-fuel engine with pre-combustion chamber under low engine load. *Appl. Energy* 2017, 189, 492–505. [Google Scholar]
36. Mavrelou, C.; Theotokatos, G. Numerical investigation of a premixed combustion large marine two-stroke dual fuel engine for optimizing engine settings via parametric runs. *Energy Conv* Попіль, Ю. С., & Степанов, Д. В. (2017). Технологія та обладнання для газотермічного нанесення покриття.
37. Han, J.; Somers, L.M.T.; Cracknell, R.; Joedicke, A.; Wardle, R.; Mohan, V.R.R. Experimental investigation of ethanol/diesel dual-fuel combustion in a heavy-duty diesel engine. *Fuel* 2020, 275, 117867. [Google Scholar] [CrossRef]

					MP. АТМ – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

38. Pickett, L.M.; Siebers, D.L. Soot in diesel fuel jets: Effects of ambient temperature, ambient density, and injection pressure. *Combust. Flame* **2004**, *138*, 114–135. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
39. Pickett, L.M.; Siebers, D.L. Soot formation in diesel fuel jets near the lift-off length. *Int. J. Engine Res.* **2006**, *7*, 103–130. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
40. Arai, M. Physics behind diesel sprays. In Proceedings of the 12th Triennial International Conference on Liquid Atomization and Spray Systems, ICLASS 2012, Heidelberg, Germany, 2–6 September 2012. [[Google Scholar](#)]
41. Li, D.; He, Z.; Xuan, T.; Zhong, W.; Cao, J.; Wang, Q.; Wang, P. Simultaneous capture of liquid length of spray and lame lift-off length for second-generation biodiesel/diesel blended fuel in a constant volume combustion chamber. *Fuel* **2017**, *189*, 260–269. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
42. Wang, X.; Huang, Z.; Zhang, W.; Kuti, O.A.; Nishida, K. Effects of ultra-high injection pressure and micro-hole nozzle on flame structure and soot formation of impinging diesel spray. *Appl. Energy* **2011**, *88*, 1620–1628. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
43. Lequien, G.; Berrocal, E.; Gallo, Y.; Mello, A.T.E.; Andersson, O.; Johansson, B. *Effect of Jet-Jet Interactions on the Liquid Fuel Penetration in an Optical Heavy-Duty DI Diesel Engine (No. 2013-01-1615)*; SAE Technical Paper; SAE: Warrendale, PA, USA, 2013; p. 2. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
44. Delacourt, E.; Desmet, B.; Besson, B. Characterisation of very high pressure diesel sprays using digital imaging techniques. *Fuel* **2005**, *84*, 859–867. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
45. Zama, Y.; Ochiai, W.; Sugawara, K.; Furuhashi, T.; Arai, M. Study on mixing process of diesel spray under high ambient gas density condition. *At. Sprays* **2013**, *23*, 443–461. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
46. Browne, K.R.; Partridge, I.M.; Greeves, G. *Fuel Property Effects on Fuel/Air Mixing in an Experimental Diesel Engine*; Papers; Automotive_Sector, SAE: Warrendale, PA, USA, 1986; p. 1. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

					MP. АТМ – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

47. Siebers Dennis, L. *Scaling Liquid-Phase Fuel Penetration in Diesel Sprays Based on Mixing-Limited Vaporization*; SAE Transactions, SAE: Warrendale, PA, USA, 1999; p. 108. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
48. Zhang, Y.; Nishida, K.; Nomura, S.; Ito, T. *Spray Characteristics of a Group-Hole Nozzle for Direct-Injection Diesel Engines (No. 2001-01-1295)*; SAE Technical Paper; SAE: Warrendale, PA, USA, 2001. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
49. Dec, J.E.; Tree, D.R. *Diffusion-Flame/Wall Interactions in a Heavy-Duty DI Diesel Engine (No. 2001-01-1295)*; SAE Technical Paper; SAE: Warrendale, PA, USA, 2001; p. 110. [[Google Scholar](#)]
50. Donkerbroek, A.; Boot, M.; Luijten, C.; Dam, N.; Ter Meulen, J. Flame lift-off length and soot production of oxygenated fuels in relation with ignition delay in a DI heavy-duty diesel engine. *Combust. Flame* **2011**, *158*, 525–538. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
51. Mueller, C.J.; Martin, G.C. *Effects of Oxygenated Compounds on Combustion and Soot Evolution in a DI Diesel Engine: Broadband Natural Luminosity Imaging (No. 2002-01-1631)*; SAE Technical Paper; SAE: Warrendale, PA, USA, 2002; p. 111. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
52. Mueller, C.J.; Pitz, W.J.; Pickett, L.M.; Martin, G.C.; Siebers, D.L.; Westbrook, C.K. *Effects of Oxygenates on Soot Processes in DI Diesel Engines: Experiments and Numerical Simulations (No. 200301-1791)*; SAE Technical Paper; SAE: Warrendale, PA, USA, 2003; p. 112. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
53. Zhang, J.; Jing, W.; Fang, T. High speed imaging of OH* chemiluminescence and natural luminosity of low temperature diesel spray combustion. *Fuel* **2012**, *99*, 226–234. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
54. Bruneaux, G. Combustion structure of free and wall-impinging diesel jets by simultaneous laser-induced fluorescence of formaldehyde, poly-aromatic hydrocarbons, and hydroxides. *Int. J. Engine Res.* **2008**, *9*, 249–265. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
55. Fattah, I.R.; Yip, H.L.; Jiang, Z.; Yuen, A.C.; Yang, W.; Medwell, P.R.; Kook, S.; Yeoh, G.H.; Chan, Q.N. Effects of flame-plane wall impingement on diesel combustion and soot processes. *Fuel* **2019**, *255*, 115725. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

					MP. АТМ – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

56. Panão, M.; Moreira, A.; Durão, D. Effect of a cross-flow on spray impingement with port fuel injection systems for HCCI engines. *Fuel* **2013**, *106*, 249–257. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
57. Merola, S.; Vaglieco, B.M. Optical investigations of fuel deposition burning in ported fuel injection (PFI) spark-ignition (SI) engine. *Energy* **2009**, *34*, 2108–2115. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
58. Zheng, Z.; Liu, C.; Zhang, X. Numerical study of effects of reformed exhaust gas recirculation (REGR) on dimethyl ether HCCI combustion. *Int. J. Hydrog. Energy* **2014**, *39*, 8106–8117. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
59. Payri, R.; Viera, J.P.; Gopalakrishnan, V.; Szymkowicz, P.G. The effect of nozzle geometry over ignition delay and flame lift-off of reacting direct-injection sprays for three different fuels. *Fuel* **2017**, *199*, 76–90. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
60. Siebers, D.L.; Higgins, B. Flame lift-off on direct-injection diesel sprays under quiescent conditions. *SAE Tech. Pap.* **2001**, *110*, 400–421. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
61. Ha, J.Y.; Sato, G.T.; Hayashi, A.; Tanabe, H. *Experimental Investigation of the Entrainment into Diesel Spray (No. 841078)*; SAE Technical Paper; SAE: Warrendale, PA, USA, 1984. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
62. Wang, X.; Huang, Z.; Kuti, O.A.; Zhang, W.; Nishida, K. Experimental and analytical study on biodiesel and diesel spray characteristics under ultra-high injection pressure. *Int. J. Heat Fluid Flow* **2010**, *31*, 659–665. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
63. DeSantes, J.M.; García-Oliver, J.M.; Novella, R.; Pachano, L. A numerical study of the effect of nozzle diameter on diesel combustion ignition and flame stabilization. *Int. J. Engine Res.* **2019**, *21*, 101–121. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
64. Hiroyasu, H.; Arai, M. *Structures of Fuel Sprays in Diesel Engines (No. 900475)*; SAE Technical Paper; SAE: Warrendale, PA, USA, 1990; p. 99. [[Google Scholar](#)]
65. Mancaruso, E.; Sequino, L.; Vaglieco, B.M. Analysis of spray injection in a light duty CR diesel engine supported by non-conventional measurements. *Fuel* **2015**, *158*, 512–522. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

					MP. АТМ – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

66. Zheng, L.; Ma, X.; Wang, Z.; Wang, J. An optical study on liquid-phase penetration, flame lift-off location and soot volume fraction distribution of gasoline–diesel blends in a constant volume vessel. *Fuel* **2015**, *139*, 365–373. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
67. Kuti, O.A.; Zhu, J.; Nishida, K.; Wang, X.; Huang, Z. Characterization of spray and combustion processes of biodiesel fuel injected by diesel engine common rail system. *Fuel* **2013**, *104*, 838–845. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
68. Du, C.; Andersson, S.; Andersson, M. Two-dimensional measurements of soot in a turbulent diffusion diesel flame: The effects of injection pressure, nozzle orifice diameter, and gas density. *Combust. Sci. Technol.* **2018**, *190*, 1659–1688. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)][[Green Version](#)]
69. Pickett, L.M.; López, J.J. *Jet-Wall Interaction Effects on Diesel Combustion and Soot Formation (No. 2005-01-0921)*; SAE Technical Paper; SAE: Warrendale, PA, USA, 2005; p. 114. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
70. Ma, Y.; Huang, S.; Huang, R.; Zhang, Y.; Xu, S. Ignition and combustion characteristics of n-pentanol–diesel blends in a constant volume chamber. *Appl. Energy* **2017**, *185*, 519–530. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
71. Wu, H.; Nithyanandan, K.; Zhou, N.; Lee, T.H.; Chia-fon, F.L.; Zhang, C. Impacts of acetone on the spray combustion of Acetone–Butanol–Ethanol (ABE)-Diesel blends under low ambient temperature. *Fuel* **2015**, *142*, 109–115. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
72. Pickett, L.M.; Siebers, D.L.; Idicheria, C.A. Relationship between ignition processes and the lift-off length of diesel fuel jets. *SAE Tech. Pap.* **2005**, *114*, 1714–1731. [[Google Scholar](#)]
73. Liu, H.; Lee, C.F.; Huo, M.; Yao, M. Comparison of ethanol and butanol as additives in soybean biodiesel using a constant volume combustion chamber. *Energy Fuels* **2011**, *25*, 1837–1845. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
74. Жигулін, О. А. (2020). Безпека транспортних засобів.

					MP. АТМ – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

75. Barile, C., Casavola, C., Pappalettera, G., & Renna, G. (2022). Advancements in Electrospark Deposition (ESD) Technique: A Short Review. *Coatings*, 12(10), 1535.

					MP. АТМ – 92.00.00.000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ
ДОДАТОК А

ТЕМА РОБОТИ: Поліпшення експлуатаційних показників двигунів автомобілів за допомогою передпускового підігріву в умовах ПП Демянів Володимир Васильович Автосервіс 777, смт. Богородчани, Івано-Франківська обл.

ВИКОНАВ: ст.гр. АТм-24-2 Н.І. Тертичний

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК: к.т.н. доц. Прунько І.Б.

ДОДАТОК Б

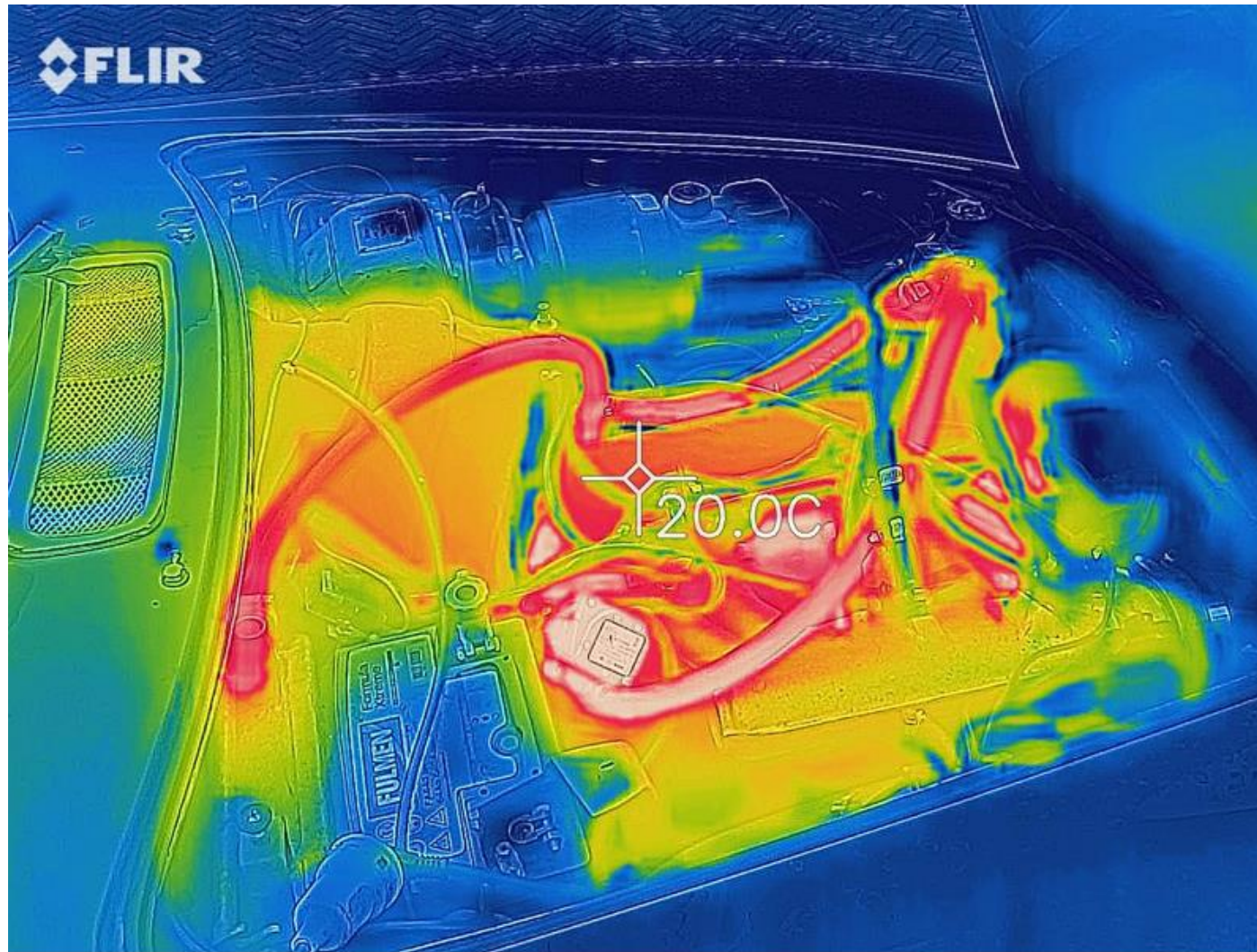


Рисунок 1.1 – Візуалізація передпускового підігрівача двигуна

ДОДАТОК В



Рисунок 1.2 – Представник бренду: обігрівачі Proheat, Wolverine і т.д.

ДОДАТОК Г



Рисунок 1.3 – Магнітний підігрівач двигуна



Рисунок 1.4 – Передпусковий підігрівач двигуна VVKB Титан-ПІ

ДОДАТОК Д

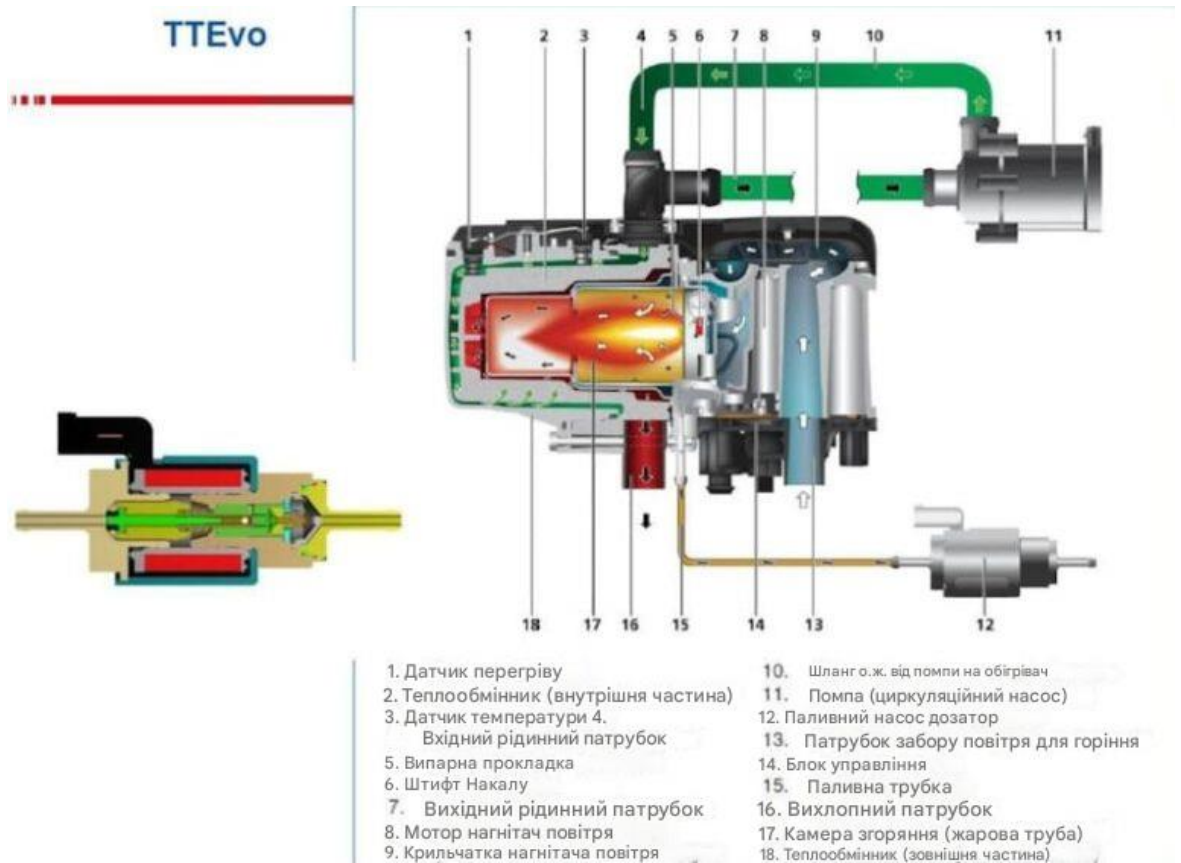


Рисунок 1.5 – Передпусковий підігрівач двигуна принцип роботи



Рисунок 1.5 – Передпусковий підігрівач двигуна фірми Вебасто

ДОДАТОК Е

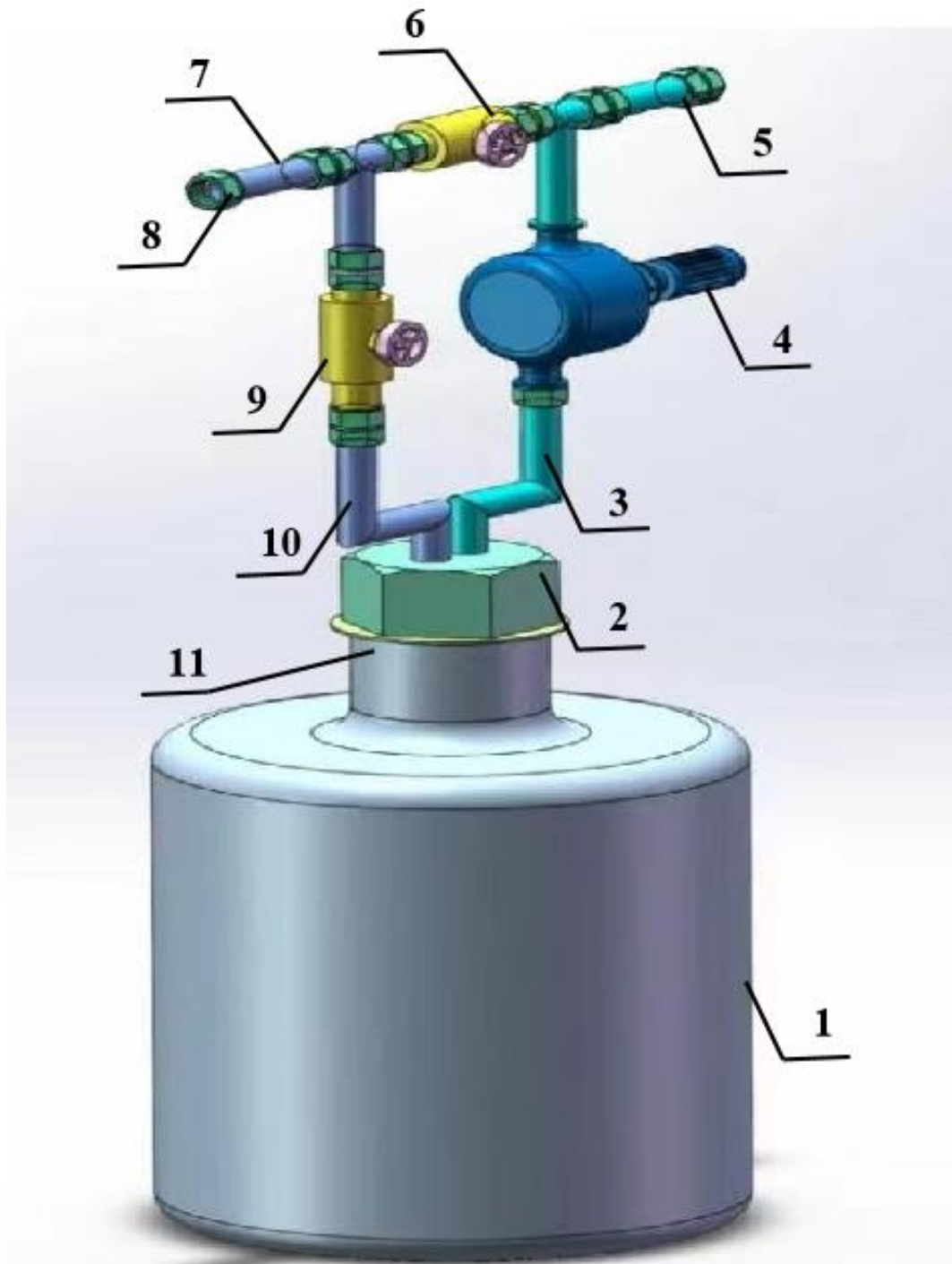


Рисунок 2.1 – Схема дослідної установки

1. Керуючий елемент, 2. Головний клапан, 3. Випускна з'єднувальна гайка, 4. Водяний насос, 5. Випускна труба рідини, 5. Герметизуюча кришка, 7. Ізоляційний термостатичний резервуар, 8. Впускна труба рідини, 9. Відгалужувальний клапан, 10. Впускна з'єднувальна гайка 11. Датчик температури

ДОДАТОК Є

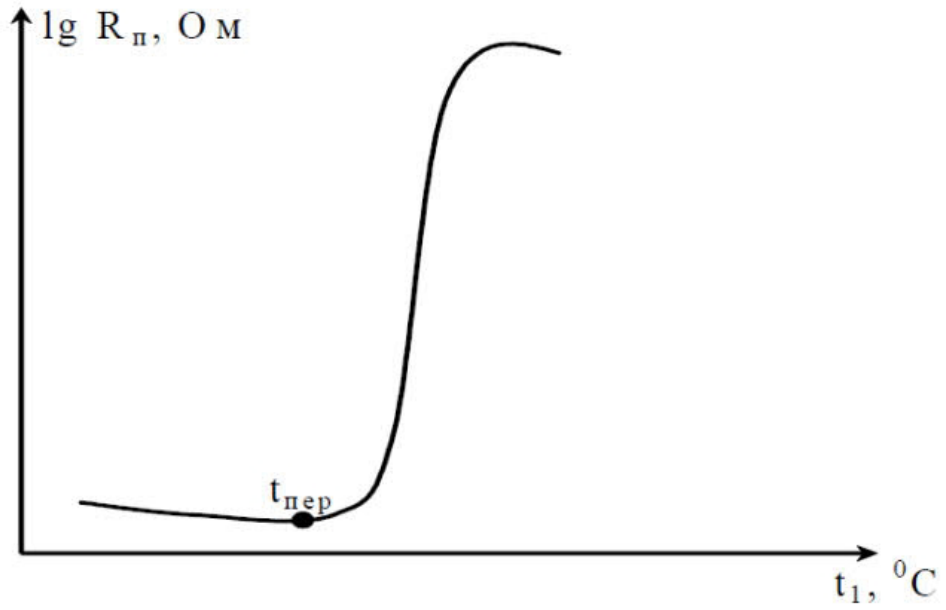


Рисунок 3.1 – Типова температурна характеристика опору позистора

ВИГЛЯД

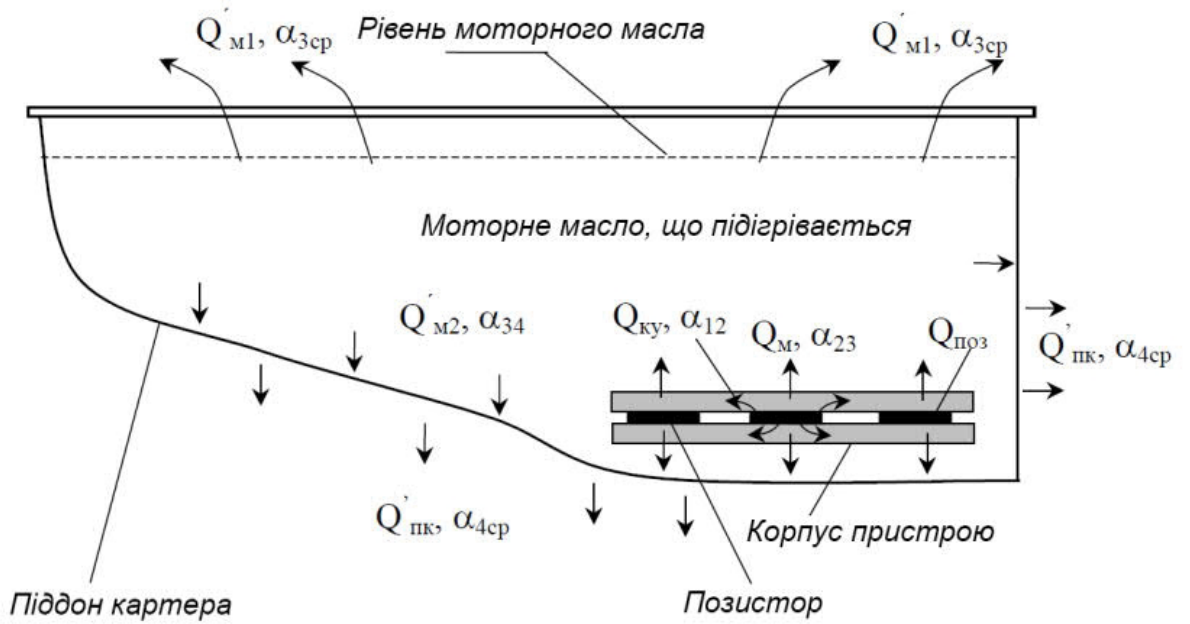


Рисунок 3.1 – Схема до розрахунку теплового балансу УПМ

ДОДАТОК Ж

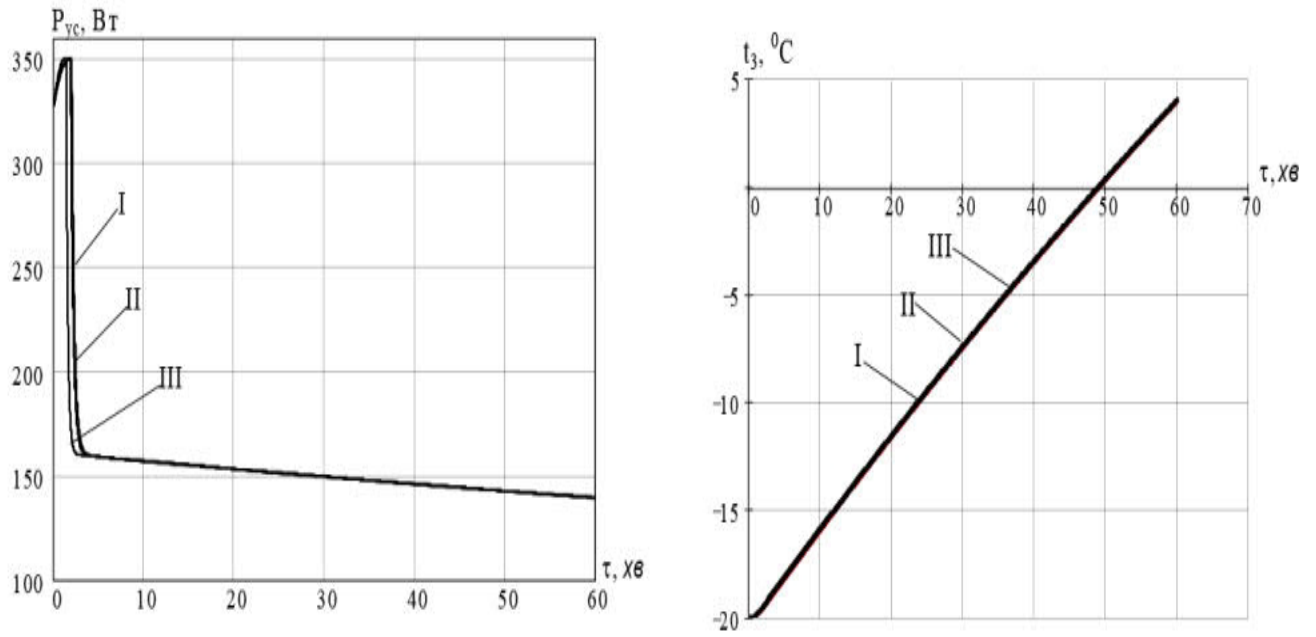


Рисунок 3.3 – Обґрунтування вибору матеріалу корпусу УМП (п) динаміка споживаної потужності УМП, (б) зміна температури моторного масла I - сталь; II - алюміній; III – мідь

ДОДАТОК 3

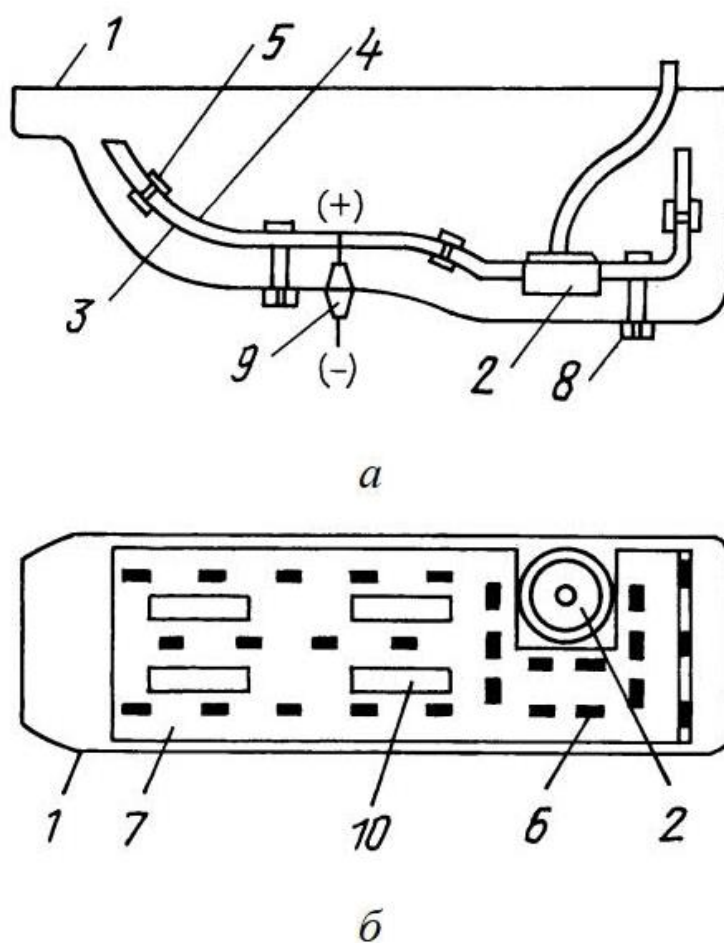


Рисунок 4.1 – Пристрій передпускового підігріву масла картера двигуна для полегшення його запуску, вигляд збоку (а) і вигляд зверху без верхньої струмопровідної пластини (б) пристрою.

- 1 - піддон; 2 - маслоприймач; 3 - нижня струмопровідна пластина;
- 4 - верхня струмопровідна пластина; 5 - діелектричні стяжні гвинти;
- 6 - позистори; 7 - діелектричні прокладки; 8 - болт; 9 - прохідний ізолятор;
- 10 - масляні вікна.

ДОДАТОК Й

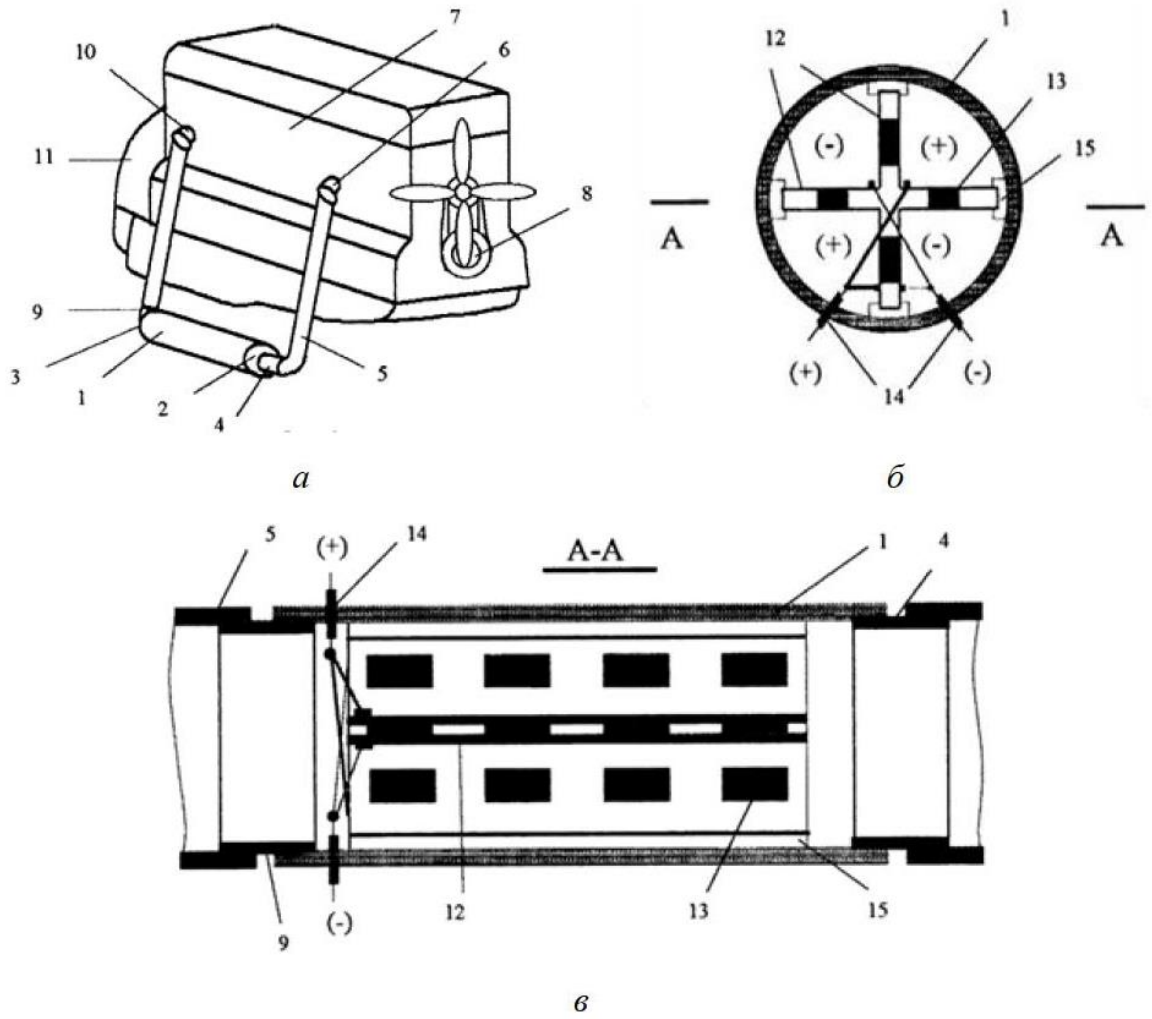


Рисунок 4.2 – Загальна схема пристрою підігріву масла картера двигуна на рядному автомобільному двигуні внутрішнього згорання (а), його поперечний розріз (б) і розріз А-А (в)

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі: «Поліпшення експлуатаційних показників двигунів автомобілів за допомогою передпускового підігріву в умовах ПП Демянів Володимир Васильович Автосервіс 777, смт. Богородчани, Івано-Франківська обл.».

Проведено огляд діяльності підприємства – бази практики. Здійснено літературний огляд досліджень.

Описано пристрій для передпускового нагіву масла в картері двигуна. На основі проведених теплотехнічних розрахунків підібрано матеріал для виготовлення теплообмінного елемента даного пристрою.

У розділі безпека праці описано основні правила техніки безпеки при проведенні роботи на підприємствах що пов'язані з автомобільним транспортом відповідно до чинних законодавчих вимог. Описано заходи що протидіють уникненню пожеж на підприємствах та алгоритм дій у разі виникнення пожежі.

Розраховано заземлення.

Результати досліджень можуть бути рекомендовані до впровадження на базовому підприємстві.