

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ім. С.З.ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ

К В А Л І Ф І К А Ц І Й Н А Р О Б О Т А

першого (бакалаврського) рівня освіти

на тему: «Підвищення ефективності роботи системи
охолодження бензинового двигуна, шляхом встановлення
додаткового обладнання»

Виконав: студент IV курсу групи Ат-42СП
Спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

Роман Савчин

(ім'я та прізвище)

Керівник: Мирон Магац

(ім'я та прізвище)

Дубляни 2025

УДК 629.114.3

Савчин Р. В. Підвищення ефективності роботи системи охолодження бензинового двигуна, шляхом встановлення додаткового обладнання. Дубляни: Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького, 2025. 48 с.

Табл. 0; рис. 16; бібліогр. джерел 24.

Розроблено вдосконалену систему охолодження бензинового двигуна, яка пришвидшує його прогрівання в умовах низьких температур.

Запропоновано технічне рішення на встановлення додаткового акумулюючого нагрівального пристрою у систему охолодження двигуна.

Представлено операційну карту, на встановлення акумулюючого підігрівача у систему охолодження.

Описано заходи з техніки безпеки, під час проведення модернізованих робіт.

Розраховано прогнозовану економічну доцільність застосування нагрівального пристрою.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	7
1.1 Особливості роботи систем охолодження	7
1.2. Наслідки несправної роботи системи охолодження двигуна	9
1.3 Особливості негативної роботи системи охолодження двигуна	10
1.4 Особливості роботи існуючих підігрівальних засобів у охолоджувальних системах сучасних двигунів	13
1.5 Висновки.....	17
2. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	18
2.1. Розрахунок динаміки руху рідини у системі охолодження двигуна.....	18
2.2 Розрахунок тривалості вмикання клапану термостата у модернізованій системі охолодження (нагрівання).....	20
2.3 Висновки	24
3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	25
3.1 Несправності у системі охолодження	25
3.2 Діагностичне обладнання	26
3.3 Операційна карта на модернізацію системи охолодження двигуна.....	26
3.4 Робота акумулюючого газового підігрівача	28
3.5 Висновки.....	30
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	31
4.1 Структурно-функціональний аналіз виникнення небезпечних ситуацій	31
4.2 Пожежний безпека	33
4.3 Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій з охорони праці	36
4.4 Висновки.....	40

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	41
5.1 Експлуатаційні витрати	41
5.2 Висновки.....	43
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	46

ВСТУП

Система, що відповідає за регулювання температурного режиму двигуна, називається системою охолодження.

Її застосування в двигуні, зумовлене кількома чинниками. Зокрема, температура газів у циліндрах може сягати 1500–2000 °С, що перевищує температуру плавлення матеріалів, з яких виготовлені циліндрова головка та корпус. У разі несвоєчасного відведення тепла, можливе пошкодження елементів циліндро-поршневої групи.

Окрім основної функції відведення надлишкового тепла, система охолодження сприяє скороченню часу прогріву двигуна, що особливо актуально в умовах низьких температур, забезпечуючи швидший вихід двигуна на робочий режим.

Таким чином, модернізація системи охолодження, є важливим напрямком у вирішенні експлуатаційних труднощів бензинових двигунів внутрішнього згоряння, зокрема в частині полегшення запуску та прогрівання в холодний період.

Метою даної кваліфікаційної роботи, є підвищення технічних та експлуатаційних показників бензинового двигуна, за рахунок удосконалення системи охолодження.

Для цього необхідно:

1. Провести огляд літератури, щодо існуючих та вдосконалених систем охолодження сучасних двигунів.
2. Встановити оптимальне місце та розробити технічне рішення, що до модернізації системи охолодження бензинового двигуна з урахуванням мінімальних змін у конструкції.
3. Оцінити економічну ефективність автомобіля, за використання додаткового обладнання.

1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Особливості роботи систем охолодження

Привод водяних насосів, що застосовуються в системах охолодження автомобілів, здійснюється за допомогою ремня з'єднаного з колінчастим валом. В результаті, для здійснення циркуляції охолоджувальної рідини у системі охолодження, витрачається надмірна потужність двигуна. При цьому, при даній конструкції водяної системи, частота обертання помпи залежать оборотів колінчастого валу. З цього випливає, що ефективність системи охолодження може бути або недостатньою, або надмірною, при роботі на різних навантаженнях двигуна, при одних і тих же обертах колінчастого валу.

На рис. 1.1 наведено адаптивну систему охолодження двигуна, яка розроблена з використанням помпи з електричним приводом та керуванням за допомогою електронного блоку управління.

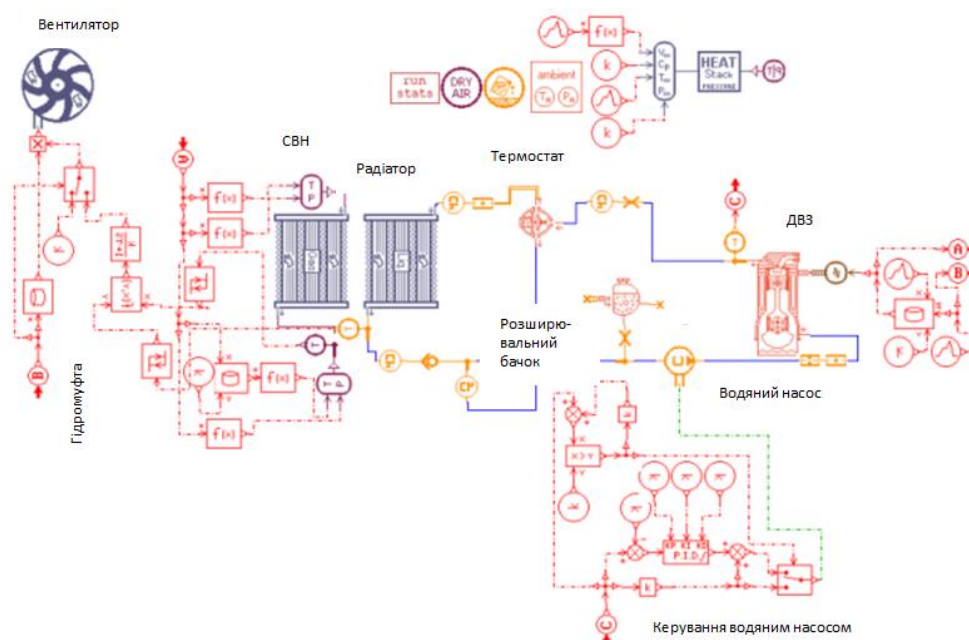


Рисунок 1.1 – Адаптна система охолодження дизеля.

У моделі адаптивної системи охолодження дизеля, що представлений на (див. рис. 1.1), присутня модель для дослідження теплового потоку в системі охолодження: вентилятор, охолоджувач вхідного повітря (ОВН), радіатор, термостат, контур охолодження двигуна, контур тосолу в теплообмінному апараті. Також присутні системи управління: вентилятором (за допомогою муфти в'язкості), водяного насоса, зустрічного потоку повітря.

На рис. 1.2, представлено робочий диск (із крильчатками) водяної помпи з електроприводом, та експлуатаційна характеристика [4]-[9].

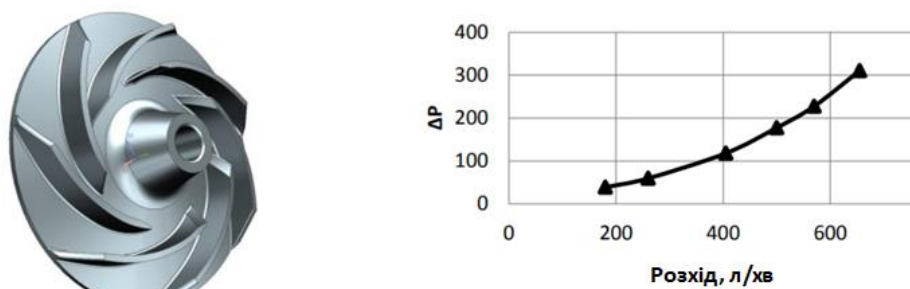


Рисунок 1.2 – Робоче колесо водяної помпи та графічно відображений гідравлічний опір у системі охолодження

Згідно розробленої моделі системи охолодження, проведено порівняння температурних режимів роботи систем: з електричним рідинним насосом та з насосом з механічним приводом від ДВЗ, рис. 1.3.

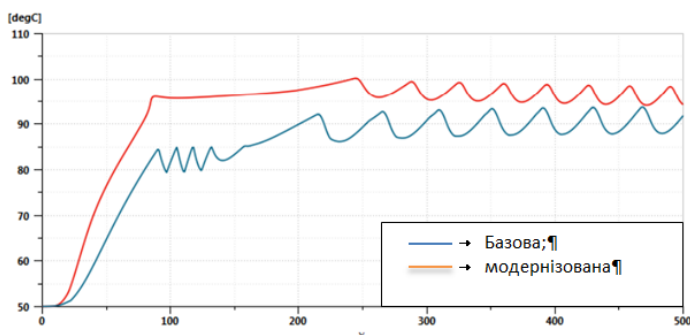


Рисунок 1.3 – Порівняльні результати досліджень.

Згідно порівняльних графіків видно, що у адаптивної моделі, електричний рідинний насос справляється зі своїм завданням і утримує

температуру тосолю в необхідному діапазоні в порівнянні з базовою моделлю (в якій температура змінювалася циклічно, відповідно до роботи гідромуфти). Витрачена потужність на насосі при цьому не перевищує 5 кВт.

За результатами чисельних та експериментальних досліджень, нове лопатеве колесо працює ефективніше у всьому діапазоні гідравлічної характеристики двигуна. Результати одновимірного аналізу роботи штатної та адаптивної системи охолодження показують, що адаптивна система охолодження, дозволяє підтримувати температуру на 5-7°C нижче базової (із механічним приводом).

1.2 Наслідки несправної роботи системи охолодження двигуна

Прискорена робота двигуна, іноді обмежується неспроможністю наявних систем охолодження, ефективно запобігати локальному перегріву окремих його компонентів [16]-[20]. Найбільше до перегріву, схильні нижня частина головки блоку циліндрів, верхня зона гільзи, край поршня, верхнє компресійне кільце та випускний клапан. Теплове навантаження на ці елементи, зумовлене циклічним характером їхньої роботи.

ДВЗ, здатний спричиняти втомне розповсюдження тріщин за специфічними механізмами, які можуть бути небезпечнішими, ніж тріщиноутворення в умовах статичних теплових навантажень [11]. Нерівномірне нагрівання конструкції, викликає виникнення теплових напружень і переміщень. Зміщення основних підшипників та деформація гільз циліндрів, зумовлені тепловими впливами, призводять до прискореного зносу самого двигуна.

Покращити тепловий стан зазначених елементів, можна шляхом зменшення нерівномірності температурного поля та обмеження його максимальних значень. При розробці двигуна, забезпечується рівномірне надходження теплоносія до охолоджувальних порожнин кожного циліндра [5]. Сучасні засоби розрахункового моделювання теплових процесів, дають

змогу знизити теплове навантаження на двигун, регулюючи конвективну складову теплового потоку (завдяки змінному характеру руху теплоносія в системі охолодження) [21]-[24].

Для дослідження теплового стану двигуна, застосовують як експериментальні, так і обчислювальні методи. До експериментальних належать метод термометрії та метод осадження. Термометрія надає інформацію про температурний режим у певних зонах нагрітих елементів. Термопари, закріплені безпосередньо на металевих деталях, фіксують зміну температури з часом у місці їх встановлення, однак не дають змоги визначити просторовий розподіл температури. Монтаж термопар часто пов'язаний із певними труднощами, а іноді самі термодатчики можуть впливати на характер теплового поля.

Метод осадження, є одним із експериментальних способів дослідження, що дозволяє визначити особливості руху рідини всередині циліндра [6]. Його суть полягає в тому, що перед проведенням повномасштабних випробувань, у двигун заливають воду з підвищеним вмістом кальцію та заліза. У процесі роботи, на внутрішніх стінках гільзи утворюється вапняний наліт. У зонах з активним рухом рідини, цей наліт майже не утворюється, тоді як у місцях зі слабким потоком, накопичується у вигляді товстого шару.

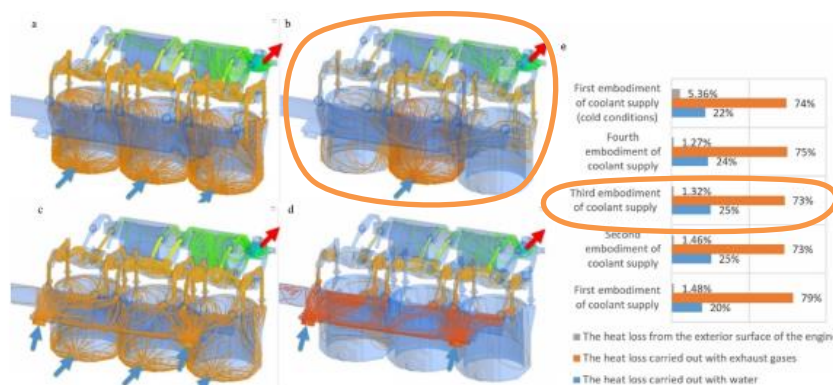
Такий підхід дозволяє виявити так звані "мертві зони" в системі охолодження. Їх наявність, може спричинити утворення парових пробок і знизити ефективність тепловідведення з двигуна.

1.3 Особливості негативної роботи системи охолодження двигуна

Один із важливих показників ефективності конструкції системи охолодження двигуна внутрішнього згорання — забезпечення рівномірного розподілу температурного режиму, тобто однакового рівня теплових напружень між усіма циліндрами. Простір, заповнений охолоджувальною

рідиною, зазвичай має складну тривимірну форму, яка формується зі з'єднаних між собою частин окремих циліндрів. Це значно ускладнює інтуїтивне оцінювання ступеня рівномірності охолодження двигуна. Проблема формується таким чином: для бензинового двигуна, що готується до серійного виробництва, проводиться оцінка спеціально створених моделей, які дозволяють аналізувати температурні рівні охолоджуваних поверхонь і коефіцієнти варіації теплового потоку до різних циліндрів (при різних варіантах подачі охолоджуючої рідини в межах наявної охолоджувальної сорочки). При цьому, геометрія: картера, головки циліндрів, деталей поршневої групи та масова витрата теплоносія залишаються незмінними, а варіюється лише розташування входних магістралей (для охолоджувальної рідини в системі охолодження), зазначено у роботі [14].

Оцінювання теплового стану, здійснювалося для чотирьох різних схем подачі теплоносія у водяну сорочку (систему охолодження). Крім того, був виконаний п'ятий варіант розрахунку, який відрізнявся від попередніх чотирьох, температурою повітря в моторному відсіку: у перших чотирьох варіантах вона становила 80°C , а в п'ятому — 0°C [5]-[7]. Варіанти виконання сорочки охолоджувальної рідини, відрізнялися лише місцем подачі «холодного» теплоносія (з температурою 80°C), які були позначені на схемах синіми стрілками, рис. 1.4.



- а) перший,
- б) другий,
- с) третій,
- д) четвертий варіант подачі теплоносія.

Рисунок 1.4 – Моделювання процесу відбору теплоти: [12].

Оцінювання теплових потоків у сорочці охолоджувальної рідини, було виконано індивідуально, для кожного із трьох циліндрів. Потоки тепла, що передавалися від кожного циліндра до охолоджувальної рідини, розділялися на складові, відповідно до площі картера та площі головки блоку циліндрів.

Аналіз змодельованого процесу роботи системи охолодження трьох циліндрового двигуна показує, що найкращі показники спостерігаються у третьому циліндрі (див. рис. 1.4).

Дослідниками встановлено, що в зимовий період експлуатації автомобілів, особливо під час їх запуску та прогрівання, припадає найбільша частка амортизаційних витрат, і спостерігається підвищене споживання палива [16]. На рисунку 1.5 наведено дані, щодо споживання паливно-мастильних матеріалів автомобільною технікою в аграрному секторі України за останні роки.

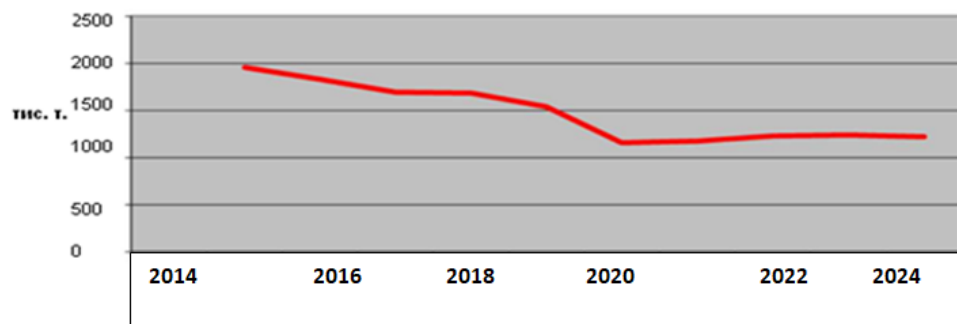


Рисунок 1.5 – Споживання паливо-мастильних матеріалів автомобільним транспортом у сільському господарстві [10].

Аналіз графіка свідчить, що витрати паливо-мастильних матеріалів протягом останніх чотирьох років залишаються майже незмінними. Це вказує на те, що сучасні двигуни стали більш досконалими та обладнаними новітніми системами підігріву, що забезпечує їх ефективну роботу в зимовий період.

Дослідження, проведені науковим персоналом, підтверджують, що під час експлуатації автомобілів у сталих і несталих режимах за середніх навантажень, годинне споживання пального практично не відрізняється [12]. Однак, у несталих режимах, всеж таки спостерігається зниження потужності двигуна.

У дослідженнях [16] встановлено, що під час експлуатації автотранспортного засобу з бензиновим силовим агрегатом у несталих режимах роботи, питома витрата палива значно зростає (30–50% у порівнянні зі сталими режимами).

1.4 Особливості роботи існуючих підігрівальних засобів у охолоджувальних системах сучасних двигунів

Одним із таких засобів, що встановлюється у систему охолодження, є підігрівач Safe-Start (серії 100), який встановлюється виключно на автомобілях із чавунними блоками циліндрів та незначним об'ємом системи охолодження, рис. 1.6 [14].



Рисунок 1.6 - Підігрівач Safe-Start серії – 100 [12].

Дана конструкція нагрівача, включає фланець чашоподібної форми, у якому розміщується нагрівальний елемент. Кріплення пристрою здійснюється за допомогою прес-фітинга. Нагрівач застосовується з двигунами, що оснащені невеликими розширювальними бачками системи охолодження, які не дозволяють використовувати стандартні моделі підігрівачів. Пристрій комплектується конічними з'єднувальними

поверхнями різного діаметру, що забезпечує його сумісність із широким спектром двигунів. Ці нагрівачі, виготовляються з урахуванням конструктивних особливостей кожного типу автомобільних двигунів.

Нагрівальні засоби (серії 000), встановлюються в основному на автомобілях, комплектованими двигунами (з чавунними блоками) та невеликим радіатором у охолоджувальній системі, рис. 1.7.



Рисунок 1.7 – Підігрівальний пристрій Safe-Start - серії 000 [13].

Нагрівачі серій 710 і 757 складаються з нагрівального елемента моделі 715 та комплекту монтажних деталей (шлангів, хомутів тощо). Конструкція включає водяну камеру з вбудованим нагрівальним елементом і корпус електричного з'єднання. Вони призначені, для використання з водяними шлангами діаметром 5/8" (16 мм). Ці моделі оснащені термостатом, що контролює температуру охолоджуючої рідини: при досягненні 80 °C на вході або виході з нагрівача живлення вимикається, а при зниженні температури до 70 °C — знову вмикається.

Нагрівачі серій 721–734 складаються з камери для охолоджувальної рідини та електричної коробки живлення. У з'єднувальній коробці розміщено два двофазні запобіжники та термостат, що вимірює температуру металевієї пластини між коробкою та камерою. Запобіжники захищають нагрівальний елемент від перегріву та можливого виходу з ладу.

Нагрівачі водяних магістралей серії 400 (за винятком моделей 420–423) оснащені фланцями у вигляді металевих труб і мають вбудований термостат, рис. 1.8.

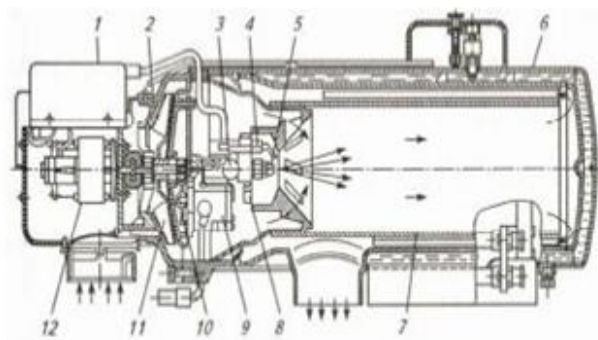


Рисунок 1.8 – Підігрівальний пристрій SafeStart 400 серії

Нагрівачі серії 400 (за винятком моделей 420–423) виконані у вигляді металевої труби, яка може покривати як всю активну частину нагрівального елемента, так і лише її частину. Установка нагрівача здійснюється у певному місці одного з водяних шлангів двигуна, при цьому один із торців під'єднується до металевого компоненту, наприклад, до водяного насоса. В результаті, вся активна частина нагрівача знаходиться в металевому корпусі.

Ці електропідігрівачі застосовуються для нагрівання рідини в системі охолодження, моторної оливи в системі змащення, палива у паливній системі двигуна внутрішнього згоряння, а також електроліту в стартерних акумуляторних батареях. Вони можуть використовуватися, як під час запуску двигуна, так і в періоди його нерегулярної роботи. Окрім передпускового підігріву, ці пристрої здатні автоматично підтримувати оптимальний тепловий режим двигуна, як під час його простою, так і під час роботи.

На рис. 1.9 представлений рідинний підігрівач цього типу. Він складається з двох ключових елементів: теплообмінника та пальника. Труби теплообмінника утворюють оболонку, по якій циркулює охолоджувальна рідина, тоді як всередині розташована нагрівальна труба, якою проходить гарячий потік газу.



1 – джерело напруги (АКБ); 2 –пальник; 3 – магнітний клапан; 4 – свічка запалювання; 5 – форсунка; 6 – теплообмінник; 7 – жарова труба; 8 – індикатор полум'я; 9 – паливний насос; 10 – кінематична пара; 11 – вентилятор; 12 - електродвигун

Рисунок 1.9 – Підігрівач двигуна рідинного типу [14].

Аналіз вищезазначених способів передпускового підігріву та прогрівання двигунів внутрішнього згоряння показує, що вони є досить громіздкими та складними за конструкцією. При цьому такі системи не використовують залишкове тепло від відпрацьованих газів або тепло, накопичене в рідинній системі охолодження.

Тому, нами пропонується схема системи охолодження чи підігріву сучасного двигуна внутрішнього згоряння, яка використовує теплову енергію випускних газів, рис. 1.10.

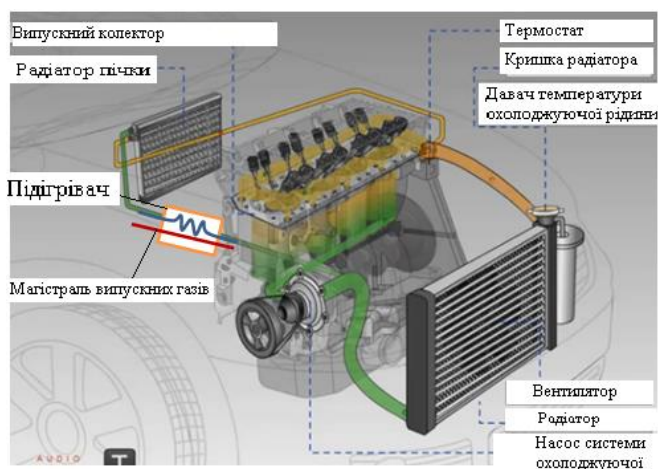


Рисунок 1.10 – Модернізована система охолодження (прогрівання) двигуна внутрішнього згоряння.

Ця удосконалена система прискорить прогрів двигуна, за рахунок використання теплової енергії відпрацьованих газів.

1.5 Висновки

Здійснено аналіз науково-технічної літератури, щодо модернізованих систем охолодження двигунів.

Розроблено вдосконалену схему системи охолодження (підігріву) сучасного двигуна внутрішнього згоряння, яка використовує теплову енергію відпрацьованих газів (для прискорення його прогріву в умовах понижених температур).

2. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок динаміки руху рідини у системі охолодження двигуна

Питання теплообміну відіграють ключову роль у проєктуванні двигунів внутрішнього згоряння.

Існує три основні види теплообміну:

- а) теплопровідність;
- б) конвекція — передача тепла за допомогою руху частинок речовини;
- в) теплове випромінювання.

Розрахунок процесів теплопровідності здійснюється на основі закону Фур'є:

$$dQ^{(Conv)} = -\lambda \cdot dt/dl \cdot dS \quad (2.1)$$

де t — температура рідини;

$dQ^{(Cons)}$ — к-сть енергії за одиницю часу dt , що проходить через внутрішню область dS системи (прийнятого нормальним до лінії l , вздовж якої потік енергії тече пропорційно часу dt);

λ - коефіцієнт теплопровідності.

Коефіцієнт теплопровідності λ має різні значення для кожного матеріалу, і визначається його фізичними властивостями. Для газів і рідин цей коефіцієнт залежить від таких параметрів, як густина, вологість, тиск і температура.

У технічних розрахунках, значення λ зазвичай визначають за спеціальними таблицями.

Передача тепла, шляхом конвекції визначається багатьма чинниками, зокрема: типом конвекції — вільною чи примусовою, режимом потоку теплоносія — ламінарним або турбулентним, його витратою; напрямком теплового потоку — процесом нагрівання, чи охолодження; фізичними властивостями теплоносія — такими як теплопровідність, теплоємність,

щільність, в'язкість і температура. Також важливу роль відіграє різниця температур між теплоносієм і стінкою, площа поверхні теплообміну F , форма і розміри стінки, а також інші супутні чинники.

Розрахунок процесу теплопередачі шляхом конвекції, здійснюється відповідно до закону Ньютона, який описується наступною формулою:

$$dQ^{(Conv)} = \alpha(t - t_w) \cdot dS, \quad (2.2)$$

де dQ - тепловий потік, Дж;

α - коефіцієнт пропорційності називається коефіцієнтом тепловіддачі, $W / (m^2 K)$;

t і t_w - температура рідини і стінки блоку циліндрів, K .

Коефіцієнт тепловіддачі α , визначається експериментальним шляхом або за допомогою аналітичного розрахунку. Проте, аналітичний підхід є досить складним і не завжди забезпечує необхідну точність. Теплове випромінювання передається між тілами у вигляді променистої енергії без участі матеріального середовища. Відповідно до закону Стефана–Больцмана, кількість тепла, що передається шляхом випромінювання, прямо пропорційна ступеню температурної різниці між тілами та потужності випромінювання. При цьому, коефіцієнт випромінювання реальних тіл C , завжди менший за коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла C_s .

Коефіцієнт газового випромінювання залежить від складу газу, товщини його шару та температури. У складі випускних газів, основну роль у випромінюванні відіграють лише CO_2 і H_2O . Чим вищий їхній вміст, більша товщина газового шару та вища температура, тим інтенсивніше випромінювання. Наявність розжарених частинок сажі (залишків вуглеводнів), значно підсилює теплове випромінювання. У контексті оцінки теплового стану ключових компонентів бензинового двигуна варто зазначити, що всі три типи теплообміну — теплопровідність, конвекція та випромінювання — відбуваються одночасно (причому, залежно від умов кожен із них може домінувати).

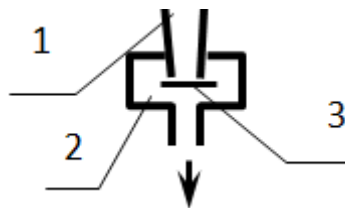
Для елементарної ділянки теплового контакту, передача тепла відбувається через елементарну тепловіддачу, утворюючи тепловий потік по всій поверхні теплового контакту S .

$$dQ = dQ^{(Cond)} + dQ^{(Cow)} + dQ^{(Rad)}, \quad (2.3)$$

Передача тепла від гарячих газів до стінок двигуна, відбувається як за рахунок випромінювання, так і шляхом конвекції. Інтенсивність теплового потоку, змінюється циклічно протягом робочого процесу. З боку охолоджуючої рідини, основою якої зазвичай є вода, теплообмін здійснюється через конвекцію у рідкій фазі та шляхом випаровування води. Правильне встановлення граничних умов теплового навантаження, як з боку гарячих газів, так і з боку охолоджуючої рідини по всьому об'єму досліджуваної конструкції, є вирішальним для точності створюваної моделі.

2.2 Розрахунок тривалості вмикання клапану термостата у модернізованій системі охолодження (нагрівання)

Протікання охолоджуючої рідини через внутрішню камеру термостату, передбачено два клапани (основний і додатковий), рис. 2.1) [12].



1 – магістраль; 2 – робоча камера термостату; 3 – перепускний клапан, що спрацьовує від температури.

Рисунок 2.1 - Схема конструкції клапану тармостату у охолоджуваній системі двигуна

Припустімо, що на початковий момент часу, рис. 2.2, висота рідини становила h , а в певний довільний момент, вона зменшилась до y внаслідок витікання через отвір радіуса r_0 , розташований у днищі корпусу. Оскільки рідина перебуває лише під дією сили тяжіння, то через будь-який поперечний переріз камери (за одиницю часу), протікає однакова кількість рідини, тобто:

$$\iint_{\omega(\eta)} \vartheta(x, z) dS = \iint_{\omega_0} \vartheta_0(x, z) dS, \quad (2.4)$$

де $S(l)$ - поперечне січення корпусу, на певному рівні, m^2 ;

S_0 - площа поперечного січення отвору у днищі, m^2 ;

$\vartheta_0(x, z)$ - швидкість рідини в області S_0 , m/s ;

$\vartheta(x, z)$ - швидкість рідини в області $S(l)$, m/s .

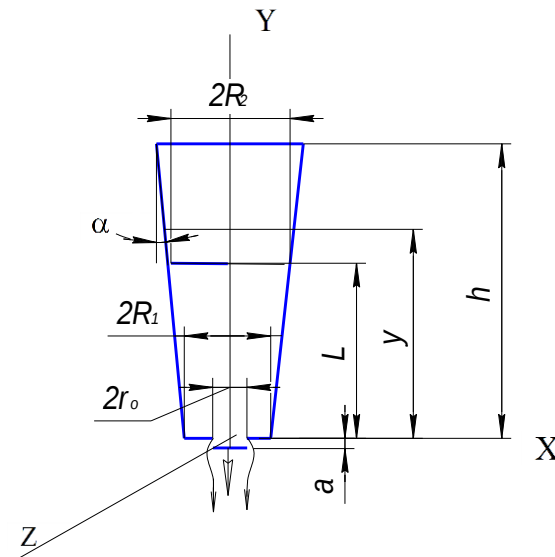


Рисунок 2.2 - Розрахункова схема процесу витікання рідини

Розглянемо середні швидкостя:

$$\vartheta_{1(l)} = \frac{\iint_{\omega(l)} \vartheta(x, z) dS}{S(l)}; \vartheta_{0(y)} = \frac{\iint_{\omega_0} \vartheta_0(x, z) dS}{S_0}, \quad (2.5)$$

де $S_0 = \pi \cdot r_0^2$; $S(l) = \pi(R_1 + l \cdot \tan \alpha)^2$

Тоді:

$$\vartheta_{1(l)} \cdot \pi(R_1 + l \cdot \tan \alpha)^2 = \vartheta_{0(y)} \cdot \pi \cdot r_0^2 \quad (2.6)$$

Тоді, у довільному перерізі, середню швидкість витікання рідини (через отвір) визначаємо за:

$$\vartheta_1(l) = \vartheta_0(y) \frac{r_0^2}{(R_1 + l \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2} \quad (2.7)$$

Відповідно, к-сть рідини Q (в проекції на вісь Oy) у довільний момент часу визначиться:

$$Q_y = - \iiint_{V_0} \rho \cdot \vartheta(x, z) dl \cdot dS = - \rho \int_0^y dl \iint_{\omega(l)} \vartheta(x, z) dS \quad (2.8)$$

Тоді, після відповідних підстановок, отримаємо:

$$Q_y = - \rho \int_0^y dl \cdot \vartheta_1(l) \cdot \pi (R_1 + l \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2 = - \pi \cdot r_0^2 \cdot \rho \cdot \vartheta_0(y) \int_0^y dl ,$$

отже:

$$Q_y = - \pi \cdot r_0^2 \cdot \rho \cdot \vartheta_0(y) y , \quad (2.9)$$

де ρ - густина охолоджуючої рідини, кг/м^3

2.3 Розрахунок динаміки руху охолоджуючої рідини через клапан термостат

Атмосферний тиск діє на поверхню рідини у корпусі термостату (у момент запуску двигуна), тоді як у зоні отвору, впливає власна вага рідини та нормальні сили реакції з боку дна і стінок корпусу. Більшість цих сил урівноважуються між собою. Незрівноваженим залишається лише стовп рідини, розташований безпосередньо над отвором:

$$F_y = - \rho \cdot g \cdot \pi \cdot r_0^2 y \quad (2.10)$$

Використаємо теорему про зміну кількості руху механічної системи у диференціальній формі:

$$\frac{dQ_y}{dt} = F_y , \quad (2.11)$$

Після певних підстановок, отримаємо

$$-\pi \cdot r_0^2 \rho \frac{d(y \vartheta_0)}{dt} = -\rho \cdot g \cdot \pi \cdot r_0^2 y \quad (2.12)$$

Тоді, враховуючи, що $\frac{d}{dt} = \frac{dy}{dt} \cdot \frac{d}{dy}$, отримаємо:

$$\frac{d(y \vartheta_0)}{dy} \cdot \frac{dy}{dt} = gy \quad (2.13)$$

Відповідно, похідну $\frac{dy}{dt}$ ще можна записати:

$$\frac{dy}{dt} = \mu^2 \cdot \vartheta_1(y) = \mu^2 \cdot \vartheta_0(y) \frac{r_0^2}{(R_1 + y \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2}, \quad (2.14)$$

де μ^2 - коефіцієнт, який враховує нерівномірність витоку рідини через клапан.

Відповідно, провівши певні перетворення, одержимо:

$$\vartheta_0(y) = \frac{d(y \cdot S_0(y))}{dy} = \frac{g(R_1 + y \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2}{\mu^2 r_0^2} y \quad (2.15)$$

Домноживши отримане рівняння на y , отримаємо:

$$\frac{1}{2} \frac{d(y \cdot \vartheta_0)^2}{dy} = \frac{g}{\mu^2 r_0^2} y^2 (R_1 + y \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2 \quad (2.16)$$

Проінтегрувавши рівняння:

$$\int_0^y d(y \cdot \vartheta_0)^2 = \frac{2g}{\mu^2 r_0^2} \int_0^y y^2 (R_1 + y \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2 dy \quad (2.17)$$

Тоді:

$$\vartheta_0(y) = \sqrt{\frac{2g}{\mu^2 r_0^2}} \cdot \sqrt{y \left(\frac{1}{3} R_1^2 + \frac{1}{2} R_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot y + \frac{1}{5} \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot y^2 \right)},$$

або

$$\vartheta_0(y) = \sqrt{\frac{g}{15 \mu^2 r_0^2}} \cdot \sqrt{y (10 R_1^2 + 15 R_1 \operatorname{tg} \alpha \cdot y + 6 \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot y^2)} \quad (2.18)$$

Так, як

$$\vartheta_0(y) = \frac{(R_1 + y \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2}{r_0^2}; \vartheta_1(y) = \frac{(R_1 + y \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2}{\mu^2 r_0^2} \frac{dy}{dt} \quad (2.19)$$

Підставивши вираз $\vartheta_0(y)$ у рівняння (2.18):

$$\frac{(R_1 + y \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2}{\mu^2 r_0^2} \frac{dy}{dt} = \sqrt{\frac{g}{15 \mu^2 r_0^2}} \cdot \sqrt{y(10 R_1^2 + 15 R_1 \operatorname{tg} \alpha \cdot y + 6 \operatorname{tg}^2 \alpha y^2)} \quad (2.20)$$

Розділимо змінні, і отримаємо відкривання клапану за температури 90°C :

$$t = \frac{1}{\mu} \sqrt{\frac{15}{g r_0^2}} \int_0^h \frac{(R_1 + y \operatorname{tg} \alpha)^2 dy}{\sqrt{y(10 R_1^2 + 15 R_1 \operatorname{tg} \alpha + 6 y^2 \operatorname{tg}^2 \alpha)}} \quad (2.21)$$

Для зручності обчислень, проведемо заміну $y = R_1 z^2$; $dy = 2 R_1 z dz$, при $y = 0$; $z = 0$, при $y = h$; $z = \sqrt{\frac{h}{R_1}}$

Задаючись значеннями $h, \operatorname{tg} \alpha, R_1$, і за використання програмного продукту Matlab, визначаємо час протікання рідини за одиницю часу.

На рис. 2.3, представлено залежність часу протікання рідини через клапан термостат у момент його вмикання.



Рисунок 2.3 – Графічне відображення тривалості протікання охолоджуючої рідини через клапан термостат

2.3 Висновки

За допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel, побудовано криву залежності об'ємної кількості охолоджуючої рідини, що протікає через клапан-термостат за одиницю часу (за температурного режиму 90°C), а саме: мінімальне значення за 0,25сек. – 2,5 см³ (у момент початку вмикання клапану), максимальне – 7,5 см³ за 0,45 сек. (повне вмикання клапану).

3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Несправності у системі охолодження

Інженерами експлуатаційниками доведено, що на систему охолодження припадає близько 25-30% несправностей двигуна.

Найпоширеніші несправності в системі охолодження:

- Проблеми із шлангами. Зношування, втрата герметичності, пошкодження, розшаровування, набухання матеріалу, що впливає на прохідність шлангу. У випадку його пошкодження (під час роботи ДВЗ), вся охолоджуюча рідина може бути втрачена – необхідна заміна.
- Порушення герметичності радіатора. Практика показала, що найчастіше радіатор виходить із ладу у системах без кондиціонера.
- Зависання термостата. Якщо «зависання» відбувається у закритому стані, ДВЗ починає перегріватися, якщо відкритому – буде проблема з нагріванням двигуна. Даний клапан, у більшості випадків піддається заміні.
- Порушена герметичність розширювального бачка (дане явище присутнє для схем системи охолодження двигуна, де бачок працює під тиском).
- Втрата герметичності кришки радіатора. При цій несправності, система не в змозі забезпечувати підвищення температури у системі. Залежно від ситуації, проблема може вирішуватися механічним способом, або необхідна заміна. Саме від неї, залежить робочий тиск у системі охолодження.
- Повітряна пробка. Негативно впливає на прогрівання двигуна або його перегрів. Одночасно, може погіршитися прогрів салону автомобіля. Для діагностики, перевіряють рівень антифризу у розширювальному бачку, проводять візуальний огляд.

Обрив паса вентилятора. Про цю несправність, у більшості транспортних засобів сигналізує контрольна лампа. Проблема вирішується

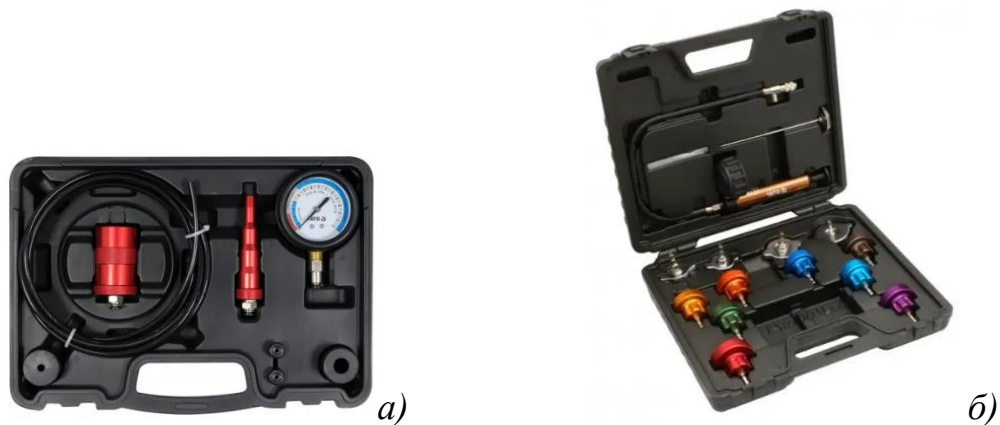
шляхом заміни паса.

3.2 Діагностичне обладнання

Завданням системи охолодження двигуна, є підтримання певного температурного діапазону для нормального функціонування силової установки.

На що потрібно звернути увагу, якщо у двигуні не досягається робоча температура (при його перегріві або коли він залишається холодним).

На рис. 3.1, відображено набір для діагностики водяної помпи і системи охолодження, YATO YT-73065.



а) YATO YT-73065;

б) YT-0672 YATO

Рисунок 3.1 – Діагностичні набори для систем охолодження двигунів внутрішнього згоряння [20]

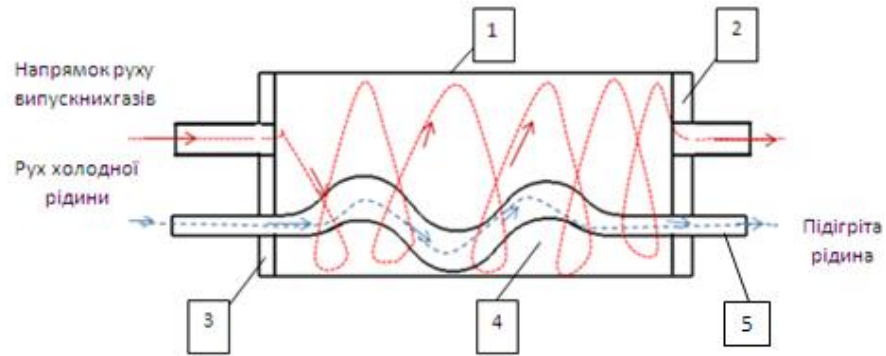
3.3 Операційна карта на модернізацію системи охолодження двигуна

Технологія проведення модернізованих робіт системи охолодження двигуна автомобіля «Fiat Scudo».

1. Встановити автомобіль на рівну площадку (для зручності проведення модернізованих робіт).

2. Визначити зручне місце у магістралі системи, що дасть можливість під'єднатися до випускної магістралі двигуна.

3. Прорізати випускну трубу (довжиною 300 мм), для встановлення акумулятивного підігрівального пристрою, конструктивна схема якого, відображена на рис. 3.2.



- 1- корпус; 2 - задня кришка підігрівача; 3 - передня кришка; 4 - підігрівальна камера (де циркулюють відпрацьовані гази); 5 - з'єднувач (для циркуляції холодної рідини)

Рисунок 3.2 – Конструктивна-технологічна схема підігрівача

Всю конструкцію газового нагрівача слід виготовляти із нержавіючої сталі - 08X18H10T.

4. Під'єднати передній патрубок випускної магістралі (за допомогою хомута).

5. Під'єднати задній патрубок випускної магістралі.

6. Роз'єднати магістраль циркуляції рідини до пічки салону автомобіля.

7. Під'єднати передній патрубок підігрівача до шланга магістралі пічки салону.

8. Під'єднати задній патрубок підігрівача до шланга магістралі пічки.

9. Залити охолоджуючу рідину у систему.

10. Перевірити герметичність з'єднувальних патрубків газового підігрівача.

11. Запустити двигун, і заміряти час його прогрівання до робочої температури (не нижче 40°C).

Згідно представлених вище операцій, представлено операційну карту на встановлення газового підігрівача у систему охолодження двигуна автомобіля «Fiat Scudo», рис. 3.3.



Рисунок 3.3 – Операційна карта на встановлення газового підігрівача у систему охолодження бензинового двигуна

3.4 Робота акумулюючого газового підігрівача

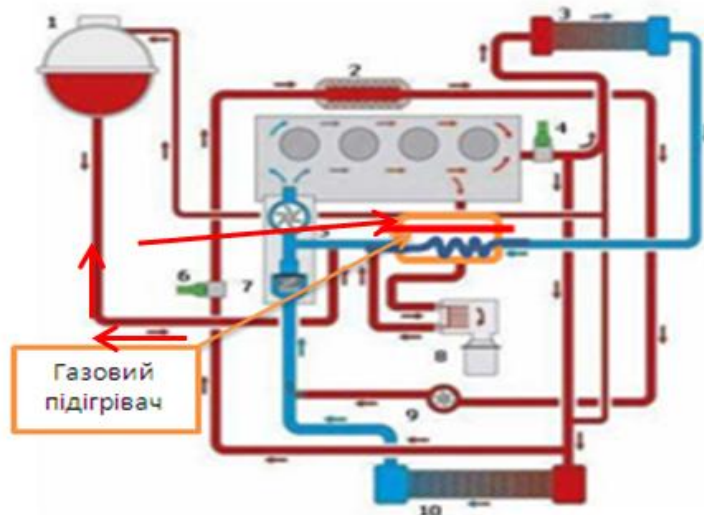
Акумулятивний газовий підігрівач, починає працювати після запуску бензинового двигуна в умовах знижених температур навколишнього середовища. Після запуску ДВЗ, активується електромагнітний вмикач, який відкриває газову заслінку.

Через певний час, коли вихлопні гази прогрівають охолоджуючу рідину, яка циркулює малим контуром системи охолодження двигуна, температура двигуна починає швидко зростати. Коли вона досягає значень у межах 40–60 °C, термодатчик активується, і під дією пружини заслінка, що

пропускає вихлопні гази в камеру підігріву, автоматично закривається. Про завершення цього процесу, свідчить вимкнення сигнальної лампи електромагнітного вмикача.

Варто відзначити, що прогрівання бензинового двигуна відбувається в режимі холостого ходу. Після цього вмикається перша передача, і транспортний засіб починає рух з низькими обертами колінчастого валу — у межах від 1500 до 2000 об/хв.

Схема модернізованої системи охолодження та прискореного підігріву бензинового двигуна в умовах холодного періоду експлуатації представлена на рисунку 3.4.



1- розширюваний бачок; 2 – акумуляційна камера для рециркуляційних випускних газів; 3 – радіатор пічки; 4, 6 – датчики температури охолоджуючої рідини; 5 – помпа системи охолодження; 7 – термостат; 8 – оливний радіатор; 9 – додатковий водяний насос; 10 – радіатор системи охолодження.

Рисунок 3.4 – Конструктивно-технологічна схема модернізованої системи охолодження для прискореного підігріву двигуна

3.5 Висновки

Запропоновано технічне рішення на встановлення додаткового обладнання у систему охолодження двигуна з електронним управлінням.

Представлено операційну карту, для покращеного прогрівання бензинового двигуна з модернізованою системою охолодження (в період понижених температур навколишнього середовища).

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Структурно-функціональний аналіз виникнення небезпечних ситуацій

Наявність електронного обладнання на автомобілі, вимагає стабільної подачі електричної енергії від бортових джерел (без будь яких перепадів напруги). Тому, під час проведення діагностики, слід суворо дотримуватися наступних запобіжних заходів [2], [19]:

- не допускати відключення акумулятора від бортової електромережі автомобіля за працюючого двигуна.
- під час дозарядки (від зовнішнього джерела) акумулятора, слід вимкнути бортову електромережу.
- перед демонтажем будь-яких елементів ЕСУД, необхідно від'єднати мінусову клему акумуляторної батареї.
- не допускається підключення або відключення елементів (давачів та виконавчих пристроїв функціональних систем) ЕСУ під час увімкненого запалювання.
- перед проведенням електрозварювальних робіт, необхідно від'єднати мінусову клему акумуляторної батареї та елементи ЕСУ.
- не допускається піддавати ЕБУ, впливу температури вище 80 °С.
- для виключення корозії з'єднувальних електричних пинів (під час очистки), забороняється спрямовувати струмінь пари на елементи ЕСУД.
- щоб уникнути пошкодження справних вузлів, не допускається застосування контрольно-вимірювального обладнання, не зазначеного в діагностичних картах.
- вимірювання напруги, слід виконувати вольтметром з номінальним внутрішнім опором 10 МОм.
- для запобігання пошкодження електронного обладнання електростатичним зарядом, забороняється торкатися контактних пинів (з'єднувачів або

елементів) друкованої плати ЕБУ.

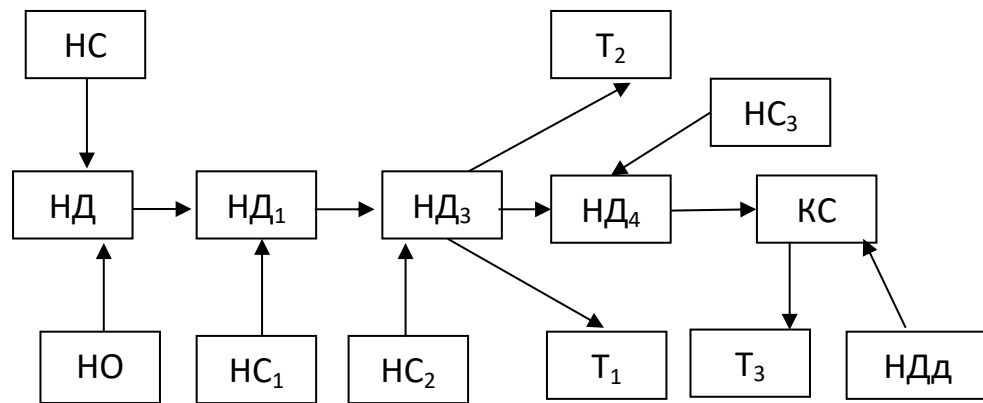
Відповідно, з впровадженням стандартів OBD-II та EOBD, процес діагностики ЕБУ автомобіля уніфікується. На вимогу цих стандартів, одне діагностичне обладнання можна використовувати для тестування автомобілів різних марок. Основною відмінністю стандарту EOBD від OBD-II, є закріплення в наборі його протоколів обміну даними протоколу CAN, впровадженого фірмою BOSCH.

Небезпечні умови відіграють пріоритетну роль у формуванні й виникненні виробничих небезпек - певного стану, за якого виникає реальна загроза аварії або травми.

Аналіз небезпечних умов, які існують чи виникають безпосередньо на виробництві показав, що за характером дії їх можна поділити на групи, які:

- характеризують стан або рівень небезпеки виробничого обладнання або певного робочого місця (відсутність огороження рухомих деталей або робочих органів, відсутність або недосконалість спеціальних технічних засобів безпеки: блокувальних пристроїв, засобів сигналізації тощо), конструктивні недоліки окремого вузла чи машини та інші;
- спонукають працівника допускати помилки у процесі праці (конструктивна недосконалість технологічного процесу роботи машин або самої машини чи певного обладнання), низька кваліфікація працівника та рівень знань з охорони праці, відсутність відповідного контролю за дотриманням правил з охорони праці;
- безпосередньо призводять до травмонебезпечної ситуації (наявність плям масла на підлозі, неправильно організоване робоче місце, не обґрунтовані режими роботи обладнання та ін.);
- призводять до небезпечних дій (низький рівень професійної підготовки й організації навчання з охорони праці, відсутність або неефективність контролю з охорони праці та ін.).

Нами розроблена схема травмонебезпечних ситуацій, під час часткової модернізації системи охолодження, рис, 4.1.



НД – відкриття капоту; НС – можливе падіння капоту під час проведення ТО; НО₁ – наявність незначного схилу; НД₁ – демонтаж повітряного фільтра; НС₁ – можливе побиття кінцівок рук; НД₃ – розгвинчування верхньої частини модуля; НС₂ – можливе падіння капота та побиття кісті рук; Т₁ – травма пальців; Т₂ – побиття ліктів рук; НД₄ – демонтаж патрубку зі сторони клапану-термостату; НС₃ – можливе побиття верхніх кінцівок; Т₃ – можливі защемлення пальців; КС – можливі опіки; НДд – необхідна допомога іншої особи

Рисунок 4.1 - Блок-схема небезпечних ситуацій під час модернізації системи охолодження двигуна.

4.2 Пожежний безпека

Захист будівель і інших споруд від прямих попадань блискавки, використовують блискавковідводи, що являють собою добре заземленими провідниками, розміщуються вище будівель чи споруд, які потребують захисту.

Вони монтуються на відстані не менше як на 15 см і не більше 2 м вище підтримуючого стояка. Заземлення виконують із кутової сталі на відстані 1 м від фундаменту будівлі. Опір розтікання заземлення не повинен перевищувати 10 Ом.

Для розрахунку блискавковідводу станції ТО, необхідно знати розміри будівлі (вона становить 50x20x8 м).

У подальшому, розрахунок проводять за наступною методикою. Приймається довільна висота блискавковідводу h , м (приблизно $2h_x$) і визначаються контури захисних зон, що утворюються. Якщо у випадку споруда знаходиться в її межах, розрахунки припиняються або висота блискавковідводу і зводиться до оптимальних розмірів, що є економічно вигідно.

Радіус захисту r_x подвійного блискавковідводу одинарного стержневого захисту висотою менше 30м (рис. 5.1) визначиться за відношенням [2]:

$$r_x = 1,6 \cdot h \cdot \frac{h - h_x}{h + h_x} \quad (4.1)$$

де h – висота блискавковідводу, м;

h_x – висота будівлі, м.

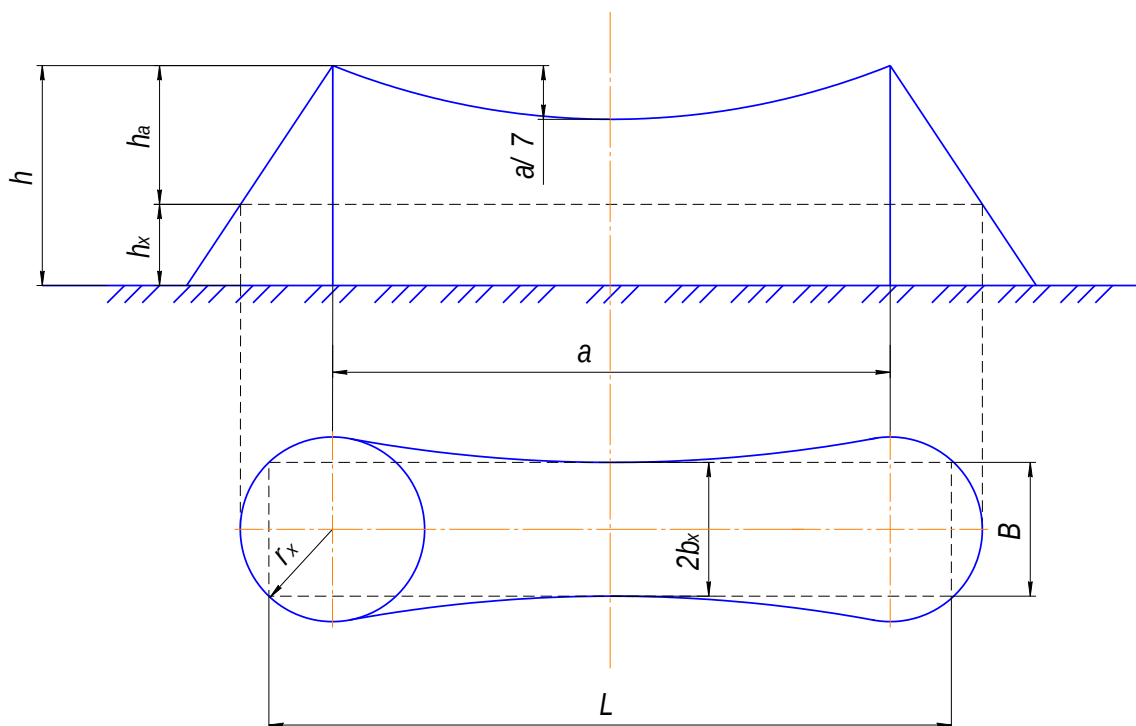


Рисунок 4.1 - Схема блискавкового захисту лабораторії з випробування автомобілів.

Приймаємо висоту блискавковідводу $h = 20$ м.

Тоді ,

$$r_x = 1,6 \cdot 20 \cdot \frac{20-8}{20+8} = 13,7 \text{ м}$$

Захисна дія блискавкозахисту характеризується коефіцієнтом захисту

k_x :

$$k_x = \frac{1,6}{1 + \frac{h_x}{h}}. \quad (4.2)$$

Тоді,

$$k_x = \frac{1,6}{1 + \frac{8}{20}} = 1,14$$

Граничний коефіцієнт k_x за висоти блискавковідводу менше 30м становить 1,14.

Ширина внутрішньої захисної зони $2b_x$ на висоті h_x визначиться за формулою:

$$2b_x = \frac{7h_a - a}{14h_a - a} \cdot 4r_x \quad (4.3)$$

де h_a – активна висота блискавковідводу, м;

a – віддаль між блискавковідводами, м.

$$h_a = h - h_x, \quad (4.4)$$

тоді,

$$20 - 8 = 12 \text{ м}$$

Для прямокутних будівель

$$a = L - B. \quad (4.5)$$

Відповідно,

$$a = 50 - 20 = 30 \text{ м}$$

Тоді, розрахункова ширина внутрішньої захисної зони буде рівна:

$$2b_x = \frac{7 \cdot 12 - 30}{14 \cdot 12 - 30} \cdot 4 \cdot 13,7 = 27,43 \text{ м}$$

Отже, навівши контури захисної зони на контури будівлі СТО, отримали захисну зону від ударів блискавки.

4.3 Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій з охорони праці

Охорона довкілля - це система заходів, направлених на підтримання раціональної взаємодії між діяльністю людини і навколишнім середовищем: зберігання і відновлення природних багатств та розумне їх використання. Все це робиться в інтересах сьогоdnішніх і майбутніх поколінь людей. Ці заходи повинні науково обґрунтовуватись і можуть здійснюватись на різних рівнях; міжнародному, державному, відомчому, виробничому, суспільному та індивідуальному.

Вплив автомобільного транспорту в забрудненні навколишнього середовища і негативному впливі на населення (очевидно) ще більш істотний, ніж прийнято вважати, саме:

1. Основна кількість автомобільного транспорту зосереджена в місцях з високою щільністю населення - містах, промислових центрах;

2. Шкідливі викиди від автомобілів виробляються в самих нижніх, приземних шарах атмосфери, там, де протікає основна життєдіяльність людини і де умови для їхнього розсіювання є найгіршими;

3. Відпрацьовані гази двигунів автомобілів містять висококонцентровані токсичні компоненти, що є основними забруднювачами атмосфери. Час, протягом якого шкідливі речовини природним способом зберігаються в атмосфері, оцінюється від десяти діб до півроку. Слід зазначити, що у відпрацьованих газах автомобільних двигунів міститься більш 200 токсичних хімічних з'єднань, велика частина яких представляє різні вуглеводні. Крім прямого негативного впливу на людину, викиди від автотранспорту наносять і непрямої шкоди. Так, підвищення концентрації кінцевого продукту горіння автотранспортного палива - діоксид вуглецю, призводить до глобального підвищення температури земної атмосфери (так званий парниковий ефект). На думку багатьох експертів, наслідком цього, є такі природні катаклізми, як

масштабні пожежі в Південно-Східній Азії, Америці, Сибіру, поєднані в Європі й Азії.

З'єднання сірки та оксиди азоту, що викидаються в атмосферу з відпрацьованими газами двигунів, піддаються хімічним перетворенням, формуючи різні кислоти і солі. Такі речовини повертаються на землю у вигляді "кислотних" дощів. Дослідниками доведено, що кислотні опади наносять значну шкоду водним екосистемам, ведуть до знищення фауни, викликають підвищену корозію металів і руйнування будівельних конструкцій. Крім того, оксиди азоту сприяють фарбуванню повітря в коричневий колір, а в сполученні з різними аерозолями викликають грязьовий туман (смог), погіршуючи видимість.

Реальні кількісні оцінки шкідливих викидів від автомобільного транспорту вкрай важкі. Це зв'язано з тим, що автомобіль є мобільним джерелом з несталим процесом виділення шкідливих речовин. Головними причинами підвищеного забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом є: незадовільна якість автотранспортного палива; низькі техніко-експлуатаційні показники парку автотранспортних засобів. Обидва ці фактори впливають на забруднення атмосфери як безпосередньо (наприклад, через неефективне спалювання палива), так і побічно (через невиправдано високу витрату палива).

Основними проблемами, зв'язаними з якістю автотранспортних палив, є :

- низьке октанове число в більшій частині реалізованих бензинів;
- незначні обсяги виробництва зимових сортів дизельного палива.

І тому, такий стан речей не дає гарантій ефективного використання нафтопродуктів, призводить до необхідності підвищеного споживання автотранспортних палив і знижує ресурс двигунів автомобілів. До того ж в Україні реалізується значна частина так званих етилованих (тобто утримуючих свинець, бензину). Формулювання " значна частина" викликано тим, що після приватизаційних процесів, що пройшли в нафторосподільному

секторі, значно зменшився контроль за кількістю і якістю нафтопродуктів, що поставляються на ринок.

Використання високо потужних, енергетичних засобів, з надмірними габаритами, під час руху по ґрунтових дорогах призводить до надмірного ущільнення поверхневого шару ґрунту, що спричиняє руйнування структури гумусу та відповідно, затрудненому проростанню рослин.

Ґрунт - найважливіший ресурс людства. Багатовікове використання землі з ураженням ерозійними процесами призвели до значного зливу і видування ґрунтів, утворення ярів, наносів пісків, замулення ставків, водойм, річок.

Практика виробничо-дослідного господарства переконливо показує, що проблема боротьби з ерозією ґрунтів має розвиватись на основі планового проведення комплексу протиерозійних заходів. Найбільш поширеними заходами є організаційно-господарські, протиерозійні, агротехнічні, агролісомеліораційні та гідротехнічні. Вони передбачають безпечне в ерозійному відношенні сільськогосподарське використання земель і найбільш ефективно використання різних способів і методів боротьби з ерозією. Боротьба з водною ерозією ведеться різними способами, а саме проводиться ґрунтозахисна сівозміна. А боротьба з вітровою ерозією передбачає захист полів від вітру, збереження в ґрунті вологи.

Дуже часто на автомобільних підприємствах, технічне обслуговування автомобілів проводиться не на належному рівні: а) відпрацьовані оливи зливаються на землю; б) зношені шини спалюються безпосередньо на землі. Злив відпрацьованих олив приводить до забруднення ґрунту, а спалювання шин, приводить до вигорання родючого шару ґрунту і забруднення атмосфери продуктами згоряння. Щоб уникнути таких негативних явищ, слід відпрацьовані оливи збирати в ємність для подальшої переробки, а зношені шини відправляти на утилізацію у відповідні спеціалізовані підприємства.

Пасивне відношення до паливо - мастильних матеріалів, також призводить до знищення довкілля.

Спалюючи велику кількість палива, автомобільна техніка викидає у повітря значну кількість шкідливих речовин, що спричиняють значне забруднення атмосфери. Тому, правильне зберігання і використання нафтопродуктів - один із найважливіших чинників охорони атмосферного повітря. Для запобігання підтікання паливо - мастильних матеріалів з автомобільних засобів, на у автомобільних підприємствах проводиться контроль стосовно періодичних технічних обслуговувань або усунення несправностей окремих вузлів.

Слід зазначити, що під час експлуатації автомобілів, слід вибирати такі швидкісні режими, які б відповідали екологічним показникам технічних умов. Під час зберігання нафтопродуктів, слід використовувати стаціонарні резервуари, дрібну нафтотару. Резервуари для нафтопродуктів, що не є леткими, обладнують вентиляційними пристроями.

При зберіганні бензину, вільне сполучення внутрішнього середовища резервуарів з атмосферою недопустиме, оскільки це призводить до його значних втрат. Тому всі отвори резервуарів з нафтопродуктами, що легко випаровуються, повинні бути щільно закриті.

Одним з найбільш використовуваних ресурсів у побуті - вода. Найбільшим її споживачем є сільське господарство.

Основним завданням охорони довкілля є дбайливе ставлення до неї, збереження та створення сприятливих умов для життя суспільства.

Біля території СТО знаходиться незначна кількість невеликих потічків та відкритих водойм. Тому, від робочого персоналу по обслуговуванню автомобілів вимагається належне ставлення до відпрацьованих рідин (зливати у відповідні ємкості для подальшої утилізації у відповідних передбачених законом місцях)[2]. Хімічні рідини, що призначені для миття агрегатів чи кузова автомобіля, необхідно зберігати в типових складських приміщеннях.

Також, пост зовнішнього миття автомобілів та вантажної техніки, необхідно обладнувати устаткуванням для повторного використання води, а

стічні води від інших приміщень (загального користування), направляти у відстійники та після певного часу зберігання, вивозити спеціальним транспортом.

4.4 Висновки

З метою забезпечення безпечних умов праці під час модернізації системи охолодження двигуна з електронним блоком управління, було розроблено комплекс відповідних заходів. До них належать:

- перевірка вентиляційної системи приміщення, оскільки її стан може впливати на здоров'я та працездатність персоналу;
- обов'язкова перевірка проходження інструктажу з техніки безпеки перед початком модернізаційних робіт;
- візуальний огляд і тестування діагностичного обладнання, яке планується використовувати в процесі технічних робіт.

Проведено аналіз потенційних ризиків, що можуть виникнути під час модернізації охолоджуючої системи, і які здатні вплинути на безпеку працівників.

Крім того, здійснено розрахунок необхідної висоти блискавковідводу, для забезпечення протипожежного захисту будівлі під час проведення робіт з технічного обслуговування автомобілів.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Експлуатаційні витрати

Система охолодження з вмонтованим газовим підігрівачем дала можливість пришвидшити процес прогрівання бензинового двигуна за понижених температур навколишнього середовища, та зменшити питому витрату палива досліджуваного бензинового двигуна, (див. розд. 4).

Відповідно, до досліджених параметрів, нами залишилось визначити економічні показники досліджуваного двигуна.

Вище зазначена модернізована система охолодження ДВЗ, не вимагає значних конструктивних змін та не створює великих додаткових капіталовкладень. У дану конструкцію входить лише корпус-патрубок з вмонтованими у середині змієвиками циркуляції випускних газів і охолоджуваної рідини.

Тому, економічний ефект слід шукати у експлуатаційних характеристиках двигуна.

Затрати на експлуатацію автомобіля, визначаються за формулу [8]:

$$Z = Z_n + Z_{зм} + Z_{ТО} + Z_{ав} + Z_{ш} + Z_{зн} \quad (5.1)$$

де Z_n – витрати на пальне;

$Z_{зм}$ – витрати на змащувальні матеріали, $Z_{зм} = 1,93$ грн/км;

$Z_{ТО}$ – витрати на технічне обслуговування;

$Z_{ав}$ – витрати на амортизаційні відрахування;

$Z_{ш}$ – витрати на шини, $Z_{ш} = 0,5$ грн/км;

$Z_{зн}$ – витрати на заробітну плату водія, $Z_{зн} = 4,3$ грн.

Витрати на пальне визначаємо на основі різниці підігрітого палива і холодного у суміші з атмосферним повітрям.

$$Z_n^{\bar{}} = \frac{C_n^{\bar{}} \cdot g}{100}, \quad 5.2$$

де, $C_n^{\bar{}}$ – вартість палива, $C_n^{\bar{}} = 28,00$ грн/л;

g – витрата палива (базова система), $g = 7$ л/100 км

Тоді:

$$Z_n^6 = \frac{28,00 \cdot 7}{100} = 1,96 \text{ грн./км,}$$

для двигуна з газопідігрівачем:

$$Z_n^i = \frac{C_n^i \cdot g_B}{100}, \quad 5.3$$

де, g_B – витрата палива з газопідігрівачем, $g_B = 6,2$ л/ 100 км.

Відповідно:

$$Z_n^{6.B.} = \frac{28,00 \cdot 6,2}{100} = 1,73 \text{ грн./км.}$$

Отже, як показує розрахунок, витрати на придбання палива для ДВЗ з ГАП є меншими, ніж у базового.

Витрати на технічне обслуговування двигуна:

$$Z_{TO} = N_a \cdot l_a \cdot 10^{-3}, \text{ грн./км} \quad 5.4$$

де, N_a – витрати для автомобіля, приймаємо $N_a = 32,4$ грн./1000 км.

$$Z_{TO} = 32,4 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0,032 \text{ грн/км.}$$

Амортизаційні відрахування для автомобіля визначаються:

$$Z_{\text{амор.}} = \frac{C \cdot l_p \cdot A_B}{10^5} + \frac{C \cdot l_p \cdot A_{\text{кап.р}}}{10^5} \text{ грн.} \quad 5.5$$

де, C – балансова вартість автомобіля, $C = 140000,00$ грн.;

A_B – нормативні амортизаційні відрахування, $A_B = 0,04$;

l_p – річний пробіг, $l_p = 73000$ км;

$A_{\text{кап.р}}$ – нормативні відрахування на капітальний ремонт, $A_{\text{кап.р}} = 0,02$

$$Z_{\text{амор.}} = \frac{140000 \cdot 73000 \cdot 0,04}{10^5} + \frac{140000 \cdot 73000 \cdot 0,02}{10^5} = 4088 + 2044 = 6132,00 \text{ грн.}$$

Згідно формули (6.1), отримаємо:

- для двигуна з модернізованою системою живлення

$$Z = 1,73 + 1,93 + 0,032 + 0,08 + 0,6 + 5,3 = 9,67 \text{ грн /км;}$$

- для двигуна (базова система)

$$З = 1,96 + 1,93 + 0,032 + 0,08 + 0,6 + 5,3 = 9,90 \text{ грн./км.}$$

Тоді, за річний пробіг автомобіля, витрати будуть становити:

з модернізованою системою

$$З_p = 9,67 \cdot 73000 / 12 \cdot 4 = 235303,33 \text{ грн./рік;}$$

- з базовою системою живлення

$$З_p = 9,90 \cdot 73000 / 12 \cdot 4 = 240900,00 \text{ грн./рік.}$$

Виходячи із вище отриманих значень, завдяки використанню ГАП у системі охолодження двигуна, річна ефективність досягне:

$$E = 240900,00 - 235303,33 = 5596,67 \text{ грн./рік}$$

Вартість матеріалів, для виготовлення ГАП становить – 2100,40 грн., а затрати на виготовлення 1950,00 грн.

Окупність даного ГАП визначиться:

$$C = 4050,40 / 5596,67 = 0,7 \text{ роки (8 місяців)}$$

5.2 Висновки

Завдяки вдосконаленій системі охолодження двигуна, вдалося досягти зниження витрат пального під час його експлуатації.

Згідно з методикою розрахунку експлуатаційних показників для досліджуваного бензинового двигуна, річна економія склала 5596,67 грн за умови річного пробігу автомобіля 73 000 км.

Період окупності впровадженої газоаккумуляторної підігрівальної установки, становить близько 8 місяців.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Проведено аналіз науково-технічної літератури, щодо модернізованих систем охолодження двигунів.

Розроблено вдосконалену схему системи охолодження (підігріву) сучасного двигуна внутрішнього згоряння, яка використовує теплову енергію відпрацьованих газів (для прискорення його прогріву в умовах понижених температур).

За допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel, побудовано криву залежності об'ємної кількості охолоджуючої рідини, що протікає через клапан-термостат за одиницю часу (за температурного режиму 90°C), а саме: мінімальне значення за 0,25сек. – 2,5 см³ (у момент початку вмикання клапану), максимальне – 7,5 см³ за 0,45 сек. (повне вмикання клапану).

Запропоновано технічне рішення на встановлення додаткового обладнання у систему охолодження двигуна з електронним управлінням.

Представлено операційну карту, для покращеного прогрівання бензинового двигуна з модернізованою системою охолодження.

З метою забезпечення безпечних умов праці під час модернізації системи охолодження двигуна з електронним блоком управління, було розроблено комплекс відповідних заходів:

- перевірка вентиляційної системи приміщення, оскільки її стан може впливати на здоров'я та працездатність персоналу;
- обов'язкова перевірка проходження інструктажу з техніки безпеки перед початком модернізаційних робіт;
- візуальний огляд і тестування діагностичного обладнання, яке планується використовувати в процесі технічних робіт.

Проведено аналіз потенційних ризиків, що можуть виникнути під час модернізації охолоджуючої системи, і які здатні вплинути на безпеку працівників.

Здійснено розрахунок необхідної висоти блискавковідводу, для забезпечення протипожежного захисту будівлі під час проведення робіт з технічного обслуговування автомобілів.

Завдяки вдосконаленій системі охолодження двигуна, вдалося досягти зниження витрат пального під час експлуатації автомобіля.

Згідно з методикою розрахунку експлуатаційних показників для досліджуваного бензинового двигуна, річна економія склала 5596,67 грн за умови річного пробігу автомобіля 73 000 км.

Період окупності впровадженої газоаккумуляторної підігрівальної установки, становить близько 8 місяців.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гутаревич Ю. Ф. Зеркалов Д.В., Говорун А.Г. Екологія та автомобільний транспорт: навчальний посібник. К.: Арістей, 2006. 292 с.
2. Гряник І. М., Лахман С.Д. та інші Охорона праці: Київ.: Урожай. 1994. 187 с.
3. Клименко Л. П., Прищепов О.Ф., Андрєєв В. І., Голдун В. Ю. Елементи електронних систем керування автомобільними двигунами : [навч. посібник]. Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. 132 с.
4. Кисликов В., Лищук В. Будова і експлуатація автомобілів/ Вид. Либідь.К.: 2018. 400 с.
5. Мазепа С.С., Куцик А.С. Електрообладнання автомобіля. / Львів: Видавництво НУЛП, 2004. 168 с.
6. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. / Київ: Знання-Прес, 2003. 511 с.
7. Александров В.Д. Теплові акумулятори фазового переходу для транспортних засобів: параметри робочих процесів, монографія. Донецьк: Вид-во «Ноулідж», 2014. 230 с.
8. Розрахунок економічної ефективності механізму / Електронний ресурс, режим доступу: <https://www.google.com/url>.
9. Шевчук Р.С. Трактори і автомобілі: основи теорії (питання, завдання та відповіді): навчальний посібник). Львів:Львівський національний аграрний університет, 2016. – 236 с.
10. Сажко В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів: Підручник. К.: Каравела, 2009. 400с.
11. Дяченко В.Г., Саловський В.С., Кропівний В.М. Розрахунок автомобільних двигунів. Навчальний посібник; За ред. к.т.н. В.Г. Дяченка, к.т.н. В.С. Саловського. Кіровоград: КДТУ, 2003. 266 с.

12. Навчальне середовище «Electude»/ Електронний ресурс, режим доступу: <https://lnau.electude.eu>.
13. Бороденко Ю.М., Гнатов А. В., Щ.В. Аргун Щ. В. Б83 Мехатронні системи автомобіля. Частина 1. Силовий привід: підручник. Харків : ХНАДУ, 2023. 300 с.
14. Яким Р. С. Приводи транспортних машин: навчальний посібник. Дрогобич : Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, 2020. 240 с.
15. Клименко Л. П., Прищепов О. Ф., Андреев В. І., Голдун В. Ю. Елементи електронних систем керування автомобільними двигунами: навч. посіб. для студентів ВУЗів. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. 132 с.
16. Гутаревич Ю. Ф. Зеркалов Д.В., Говорун А.Г Екологія та автомобільний транспорт: навчальний посібник. К.: Арістей, 2006. 292 с.
17. Кисликов В., Лищук В. Будова і експлуатація автомобілів. Вид. Либідь.К.: 2018. 400 с.
18. Дембіцький В. М., Павлюк В. І., Придюк В. М. Технічна експлуатація автомобілів Навчальний посібник. Інформаційно-видавничий відділ Луцького національного технічного університету. 2018. 472.
19. Тимочко В.О., Городецький І.М., Березовецький А.П., Мазур І.Б. та ін. Безпека життєдіяльності та охорона праці. *Навч. посібник*. Львів: Сполом. 2022. 376 с.
20. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І. І. Автомобільні двигуни: підручник.– К.: Арістей, 2004. 476 с.
21. Александров В.Д., Гутаревич, І.В. Грицук і інш. Теплові акумулятори фазового переходу для транспортних засобів: параметри робочих процесів, монографія. Донецьк: Вид-во «Ноулідж», 2014. 230 с.
22. Адров Д.С., Грицук І.В., Прилепський Ю.В., Дорошко В.І. Тепловий акумулятор, як засіб підвищення ефективності пуску стаціонарного

двигуна в умовах низьких температур. Збірник наукових праць ДонІЗТ. №27, Донецьк, 2011. С. 117 – 125.

23. Волков В.П., Грицук І.В., Гутаревич Ю.Ф., Александров В.Д. Системи прогріву двигунів внутрішнього згорання: основи функціонування, м. Донецьк: ЛАНДОН-XXI, 2015. 314 с.

24. Славін В.В. Поліпшення паливної економічності та екологічних показників автомобілів з використанням сучасних систем впорскування бензину: дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 05.22.20. К., 2014. 209 с.