

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій,
мехатроніки і робототехніки
Кафедра автомобілів і транспортних технологій

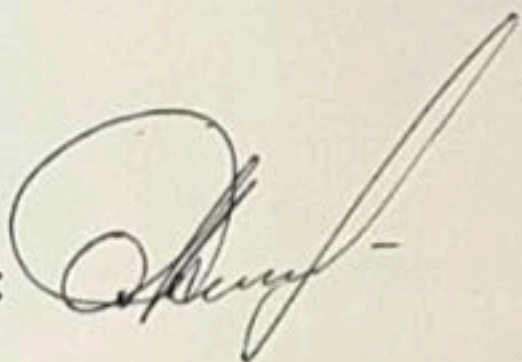
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи
освітнього ступеня
бакалавр

Галузь знань 27 – «Транспорт»
Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

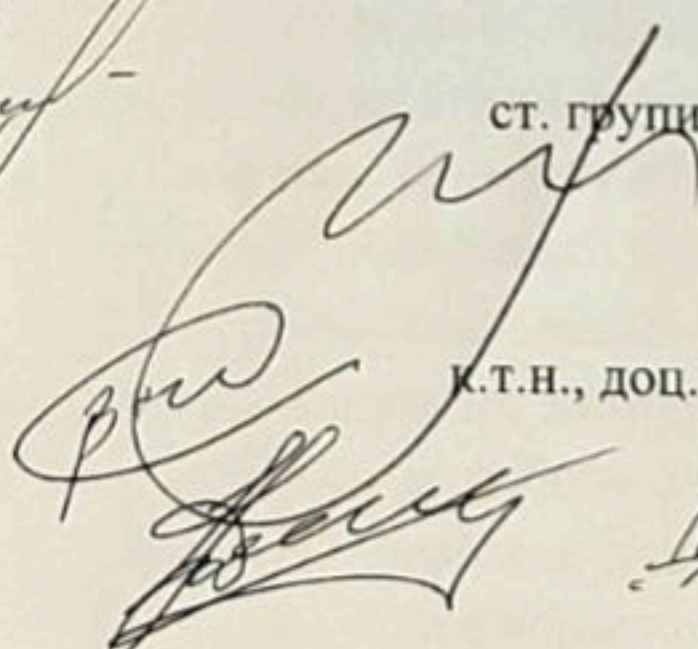
Тема: «УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ ДВИГУНА
ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ ПЕРЕД ПУСКОМ»

Виконав:



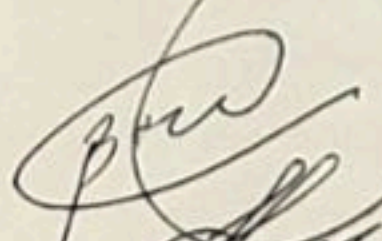
ст. групи ЗААГ-19 Дмитро МОРОЗ

Керівник:



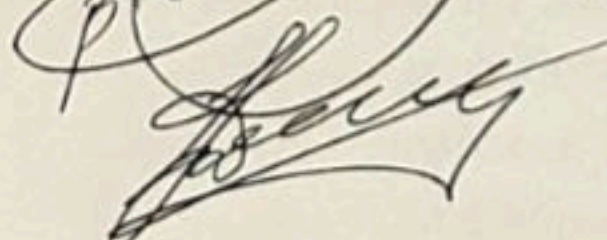
к.т.н., доц. Андрій ІЛЬЧЕНКО

Завідувач кафедри:



к.т.н., доц. Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

Рецензент:



Дмитро Бегерський

Житомир 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет: комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки

Кафедра: автомобілів і транспортних технологій

Освітній ступінь: «бакалавр»

Галузь знань: 27 «Транспорт»

Спеціальність: 274 – Автомобільний транспорт»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри А і ТТ

Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

«17» 04 2023 р.

ЗАВДАННЯ

до кваліфікаційної роботи освітнього ступеня бакалавр

Мороз Дмитра Михайловича

- 1. Тема роботи:** «Удосконалення процесу підготовки двигуна внутрішнього згорання перед пуском» затверджена наказом вищого навчального закладу № 146 від «17» 04 2023 року
- 2. Керівник роботи:** к.т.н., доц. Андрій ІЛЬЧЕНКО
- 3. Строк подання студентом завершеної роботи:** 25.05.2023 р.
- 4. Вихідні дані до роботи:** нормативно-правова документація; технічна література з питань теплової підготовки двигунів; дані, що зібрано під час проходження переддипломної практики; власні розробки та пропозиції.
- 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):** Вступ, постановка задач роботи. Розділ 1. Використання підігріву та розігріву як способів теплової підготовки двигуна автомобіля. Розділ 2. Процес прогрівання двигуна автомобіля з використанням додаткового джерела тепла. Розділ 3. Розробка заходів з охорони праці для проведення теплової підготовки автомобіля. Розділ 4. Рекомендації щодо використання засобів теплової підготовки двигунів на підприємствах автомобільного транспорту. Загальні висновки. Список літератури.

Дата видачі завдання «17» квітня 2023 р.

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота освітнього ступеня «бакалавр» присвячена процесам теплової підготовки двигуна автомобіля перед пуском.

Мета роботи – розроблення системи теплової підготовки двигуна автомобіля, яка має найкращу енергоефективність, невелику вартість складових зі збереженням властивостей надійності, безпеки використання, простоти користування, може виготовленою і впровадженою спеціалістами та засобами автотранспортного підприємства.

В першому розділі проаналізовано використання підігріву та розігріву як способів теплової підготовки двигуна автомобіля. Проведено оцінку способів підігріву та розігріву двигуна з використанням різних теплоносіїв.

Другий розділ розглянуто процес прогрівання двигуна автомобіля з використанням додаткового джерела тепла. Встановлено, що додаткове підведення тепла з повітрям на впуску є ефективним засобом покращення процесу теплової підготовки в період прогрівання ДВЗ, дозволяє забезпечити скорочення періоду його підготовки до сприймання навантаження, скорочення часу на прогрівання, зменшення витрати палива та зниження викидів забруднюючих речовин з відпрацьованими газами двигуна в атмосферне повітря.

Третій розділ присвячено розробці заходів з охорони праці для проведення теплової підготовки автомобіля.

Четвертий розділ містить розроблені практичні рекомендації щодо використання засобів теплової підготовки двигунів на підприємствах автомобільного транспорту. Для застосування на підприємствах автомобільного транспорту розроблено систему теплової підготовки двигуна автомобіля з використанням ТЕНів від мережі живлення 380 В, які підводять тепло одночасно до систем охолодження і змащування двигуна автомобіля. Це крім скорочення часу на підготовку двигуна до пуску сприяє рівномірному нагріванню деталей двигуна, що зменшує піскові зношування пар тертя основних його механізмів.

В кінці роботи було зроблено загальні висновки.

*Ключові слова: автомобіль, теплова підготовка двигуна, електронідаірів
двигуна, наірівальні елементи.*

ABSTRACT

The qualifying work of the educational degree "bachelor" is devoted to the processes of thermal preparation of the car engine before starting.

The purpose of the work is to develop a system of thermal preparation of the car engine, which has the best energy efficiency, low cost of components while preserving the properties of reliability, safety of use, ease of use, can be manufactured and implemented by specialists and means of the motor vehicle enterprise.

The first chapter analyzes the use of heating and warming up as methods of thermal preparation of the car engine. The methods of heating and warming up the engine using different coolants were evaluated.

The second section examines the process of warming up the car engine using an additional heat source. It has been established that additional heat supply with air at the intake is an effective means of improving the process of thermal preparation during the warm-up period of the internal combustion engine, it allows to shorten the period of its preparation for accepting the load, shorten the warm-up time, reduce fuel consumption and reduce emissions of pollutants with engine exhaust gases in atmospheric air.

The third section is devoted to the development of labor protection measures for the thermal preparation of the car.

The fourth section contains developed practical recommendations for the use of means of thermal preparation of engines at road transport enterprises. For use in automobile transport enterprises, a system of thermal preparation of the car engine has been developed using heating elements from the 380 V power supply network, which supply heat simultaneously to the cooling and lubrication systems of the car engine. This, in addition to reducing the time for preparing the engine for start-up, contributes to the uniform heating of the engine parts, which reduces the sand wear of the friction pairs of its main mechanisms.

At the end of the work, general conclusions were made.

Key words: car, thermal preparation of the engine, electric heating of the engine, heating elements.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. ВИКОРИСТАННЯ ПІДІГРІВУ ТА РОЗІГРІВУ ЯК СПОСОБІВ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ.....	13
1.1. Оцінка способів підігріву та розігріву двигуна з використанням різних теплоносіїв	19
1.1.1. Підігрів та розігрів гарячою водою	19
1.1.2. Підігрів та розігрів парою	20
1.1.3. Підігрів і розігрів повітрям	21
1.1.4. Підігрів і розігрів газоповітряною сумішшю	22
1.1.5. Підігрів і розігрів електрикою	22
1.1.6. Підігрів і розігрів інфрачервоними променями (газовий)	23
1.1.7. Холодний пуск двигуна	24
1.1.8. Використання індивідуальних джерел тепла	25
Висновки до розділу 1	29
РОЗДІЛ 2. ПРОЦЕС ПРОГРІВАННЯ ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ДОДАТКОВОГО ДЖЕРЕЛА ТЕПЛА	31
Висновки до розділу 2	39
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ АВТОМОБІЛЯ	41
3.1. Загальні вимоги щодо охорони праці для проведення теплової підготовки автомобіля	41
3.2. Вимоги охорони праці перед початком робіт з теплової підготовки автомобіля	45
3.3. Вимоги охорони праці під час виконання роботи	47
3.4. Вимоги охорони праці в аварійних ситуаціях	51
3.5. Вимоги охорони праці по завершенню робіт	53
Висновки до розділу 3	54

РОЗДІЛ 4. ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ ДВИГУНІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ	55
4.1. Система теплової підготовки двигуна, що пропонується	57
Висновки до розділу 4	63
ВИСНОВКИ	64
ЛІТЕРАТУРА	66

ВСТУП

Автомобільний транспорт має велике значення в економічному розвитку будь-якої країни, оскільки обслуговує абсолютно всі галузі господарства. При цьому треба розуміти, що розвиток транспорту сприяє розвитку всіх галузей діяльності суспільства і навпаки, їх розвиток сприяє розвитку автомобільного транспорту.

Особливо в розвинених країнах постійно спостерігається щорічне збільшення перевезень пасажирів автобусами і легковими автомобілями на внутрішньоміських, приміських та міжнародних сполученнях, безперервно зростає дальність перевезень пасажирів і вантажів, покращуються експлуатаційні властивості транспортних засобів, розвивається мережа автомобільних доріг та будуються нові підвищується комфорт і безпека перевезень. Значно зростає кількість вантажних автомобілів, автопоїздів підвищеної вантажопідйомності, легкових автомобілів та автобусів. Найважливіший резерв підвищення ефективності використання автомобільного транспорту – це збільшення його продуктивності, зниження собівартості (що зменшує кінцеву вартість товарної продукції), підвищення безпеки і надійності процесу перевезень.

Для успішного вирішення автомобільним транспортом вказаних завдань необхідно постійно підтримувати автомобілі належному технічному стані, створювати таку систему організації технічного обслуговування, яка б передбачала своєчасне і високоякісне виконання всіх операцій щодо підтримки технічного стану автомобілів.

В існуючій планово-попереджувальній системі технічного обслуговування і ремонту (ТОіР) автомобілів необхідно використовувати сучасну нормативно-технічну базу (документацію), сучасні засоби технічного впливу на транспортні засоби (стенди, діагностичне і ремонтне обладнання тощо), залучати висококваліфікований персонал, проводити його постійне навчання. При цьому необхідно використовувати рекомендовані заводами-виробниками прийоми виконання операції ТОіР, широко застосовувати сучасний інструмент та засоби

механізації. Кваліфіковане та якісне виконання робіт технічного обслуговування забезпечує безвідмовну роботу агрегатів, вузлів і систем автомобілів, підвищує їх надійність, сприяє збільшенню міжремонтних пробігів, підвищує продуктивність транспортних засобів, зменшує витрату палива та викиди токсичних речовин, знижує собівартість перевезень, підвищує безпеку руху.

Географічне розташування України таке, що в холодну пору року температури бувають досить низькими і можуть сягати $-20\ldots-25$ °С. Треба признати як факт, що останніми роками не спостерігається таких низьких температур, але якщо взяти до уваги сучасний розвиток міжнародних перевезень, можна говорити, що експлуатація автомобільного транспорту, в тому числі й українського, в умовах низьких температур досить ймовірна.

В умовах клімату нашої країни для теплової підготовки двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ), а також автомобілів в цілому, необхідно резервувати певний час з підготовчо-заключного часу. Це збільшує простій автомобіля, підвищує вартість перевезень і, в кінцевому рахунку, вартість товарної продукції.

Найбільш розповсюджений спосіб прогріву автомобілів, що зберігаються на відкритих майданчиках автотранспортних підприємств, це прогрів в режимі холостому ходу двигуна після його холодного пуску з виходом на мінімальну допустиму для наступного руху температуру. Подальший прогрів в експлуатації відбувається, як правило, рухом на малих швидкостях з малими навантаженнями. При цьому треба зазначити, що в кабіні (салоні, кузові-фургоні тощо) температурний і режим вологості повітря далекі від комфортного. Це, крім того всього, негативно впливає на безпеку руху, підвищує ймовірність дорожньо-транспортних пригод, оскільки таких рух відбувається також зі погіршеною оглядовістю внаслідок обмерзання лобового, бокового і заднього скла.

Зрозуміло, що ДВЗ мають робочу температуру, яка контролюється за температурою рідини системи охолодження двигуна (температурою масла двигунів з повітряною системою охолодження). Для зменшення зношування деталей двигуна, що зазнають тертя, а також зменшення моменту опору

провертання колінчастого валу необхідно підтримувати робочу температуру ДВЗ в межах 90...95 °С для рідинних систем охолодження і до 120 °С для повітряних систем охолодження. Для її досягнення перед початком руху автомобіля двигун прогрівають. Зазвичай це проходить наступним чином – холодний пуск двигуна та його подальша робота на холостих обертах колінчастого валу. При цьому витрачається велика кількість палива, активно забруднюється шкідливими речовинами повітря в місці зберігання автомобіля, особливо в холодну пору року. Дизельні двигуни, які прогріваються значно довше за бензинові, витрата палива є більш значною.

В такий спосіб прогріву збільшується час виходу на лінію, збільшується токсичність вихлопних газів, та здійснюються зайві викиди в навколишнє середовище.

Мета роботи: розроблення системи теплової підготовки ДВЗ, яка має найкращу енергоефективність, невелику вартість складових зі збереженням властивостей надійності, безпеки використання, простоти користування, може виготовленою і впровадженою спеціалістами та засобами автотранспортного підприємства.

Для досягнення вказаної мети в роботі необхідно виконати наступні завдання:

- провести аналіз існуючих методів та способів теплової підготовки ДВЗ та автомобіля в цілому.
- обрати найбільш привабливий спосіб теплової підготовки ДВЗ з точки зору економічності і доступності енергоносія, надійності, вартості, простоти і безпеки використання, можливості виготовлення приладів силами і засобами автотранспортного підприємства;
- проаналізувати процес прогрівання двигуна автомобіля з використанням додаткового джерела тепла;
- розробити заходи з охорони праці, що необхідні для теплової підготовки ДВЗ;

- розробити рекомендації щодо використання теплової підготовки двигуна та запропонувати систему такої підготовки з можливістю її підключення до електричної мережі живлення 380 В.

РОЗДІЛ 1. ВИКОРИСТАННЯ ПІДГРІВУ ТА РОЗІГРІВУ ЯК СПОСОБІВ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ

Близько 90 відсотків автомобільного парку України зберігається на відкритих майданчиках. Це відбувається під впливом різних негативних факторів: сонечна радіація, опади, коливання температур тощо. Під дією негативних температур відбувається обмерзання елементів автомобіля, замерзання води в рідинній системі охолодження ДВЗ, збільшується в'язкість масла в самому двигуні і агрегатах трансмісії, знижується енерговіддача акумуляторної батареї внаслідок падіння її провідності і зменшення густини електроліта, погіршуються властивості гумово-технічних виробів. Треба зазначити, що саме температура суттєво впливає на процес пуску двигуна (рис. 1.1.) і зумовлює зниження пускових обертів колінчастого вала (табл. 1.1) і якщо врахувати, що якість сумішоутворення також знижується, то виникає необхідність в проведенні спеціальних підготовчих заходів для успішного пуску ДВЗ автомобіля [1].

Таблиця 1.1

Необхідна пускова частота обертання колінчастого вала, об/хв

Двигун	Необхідна пускова частота обертання колінчастого вала, об/хв.	
	при + 5° С	при - 30° С
Бензинові двигуни	40-60	70-75
4-тактні дизелі	100-120	180-200
2-тактні дизелі	120-200	300-350

Вже при зниженні температури повітря до 5 °С погіршуються умови експлуатації парку автомобілів, які зберігаються на відкритих майданчиках. Причиною цього є збільшення в'язкості масла при низьких температурах та погіршення умов сумішоутворення та займання паливо-повітряної суміші. В процесі запуску та подальшого прогрівання двигуна в умовах низьких температур виникає значне зношування його деталей, збільшуються витрати палива, зростає рівень викидів токсичних речовин. Беручи до уваги наведені вище факти,

необхідно визнати доцільним розробку і використання заходів для полегшення запуску двигуна при низьких температурах довкілля. Звичайно, з погляду збереження автомобіля, найдоцільнішим є його утримування у міжзмінний період в опалюваному приміщенні. Але у цьому випадку потрібно взяти до уваги значні витрати на спорудження приміщень та витрати на теплову енергію не тільки на час короткотривалого міжзмінного періоду, а затрати на опалення приміщення протягом усієї доби. В будь-якому випадку для покращання запуску двигуна при низьких температурах необхідно витратити деяку кількість теплової енергії.

Важливим фактором зниження витрат часу на підготовку автомобіля до роботи і зменшення пускового зношування систем ДВЗ, є зберігання і підтримання його теплового режиму, а також агрегатів автомобіля. Збереження тепла також актуальне і при короткотермінових зупинках на лінії даже і при не зовсім низьких температурах. Для цього рекомендовано користуватись утеплюючими ватними чохлами, якими вкривають радіатор автомобіля і/або капот в цілому. Вкривають також і акумуляторну батарею, використовуючи стьобаний чохол із шаром скловати товщиною до 30 мм. Ефективними є також чохли, які натягують на піддон картера двигуна. Двигун з такими чохлами охолоджується в 2,5-3 рази довше.

На процес охолодження значно впливає напрямок і швидкість вітру. Вітер, що дує на радіатор не утепленого двигуна автомобіля, охолоджує ДВЗ до температури навколишнього повітря в 5-8 разів швидше, тому залишати автомобіль на тривалий час слід, по можливості, за вітром.

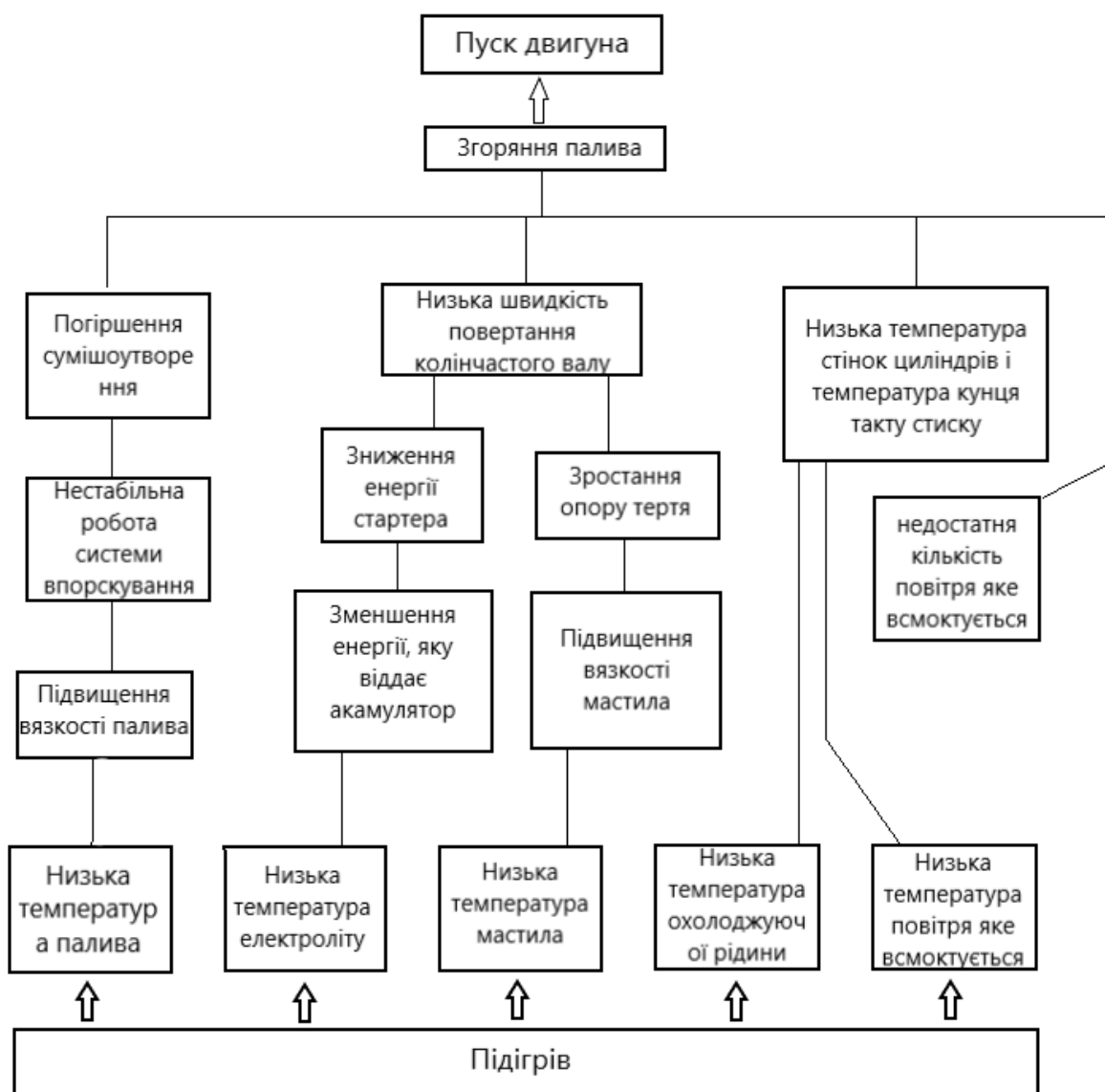


Рис. 1.1. Фактори, що впливають на пуск двигуна при низьких температурах

Відомі два підходи щодо теплової підготовки ДВЗ. Така підготовка автомобіля можлива в двох режимах: розігріву або підігріву. Під розігрівом слід розуміти підведення тепла до ДВЗ безпосередньо перед пуском. Під підігрівом розуміють постійне підведення тепла протягом всього періоду зберігання. Ступінь кожного виду теплової підготовки оцінюють за температурою охолоджувальної рідини, яку контролюють за показниками штатного приладу вимірювання температури.

Вибір способу і засобів запуску двигуна залежить від кліматичних умов експлуатації, кількості автомобілів в парку і економічної доцільності. Умови застосування обмежені правилами охорони праці.

При скупченні на відкритій стоянці більше 10 машин в усьому діапазоні негативних температур ефективний груповий розігрів двигуна. Для розігріву двигуна гарячим повітрям широко використовуються установки ВП-2 і ПСВ-1 що включають теплогенератор і комплект труб діаметром 500-800 мм. Вони працюють на дизельному паливі, мають високий коефіцієнт корисної дії, легко монтуються і транспортабельні. Час теплової підготовки як правило складає 0,5...2 год залежно від температури навколишнього середовища. На практиці застосовують також установку «Запуск», де замість теплогенератора використовується авіаційний двигун, який відпрацював свій ресурс. Ці установки забезпечують підготовку машини за 3...6 год, але вимагають дефіцитного реактивного палива і створюють високий рівень шуму. При централізованому підігріві двигуна гарячою водою її при надмірному тиску 35 кПа і температурі 90 °С подають через гнучкий шланг в горловину наливної патрубка радіатора. Відведення води від двигуна проводиться через нижній патрубок.

Підігрів паром може відбуватися з поверненням конденсату в паровій теплообмінник або без повернення. Пар є інтенсивним теплоносієм. При охолодженні 1 кг пара виділяється Більше 2250 кДж енергії (при охолодженні 1 кг повітря на 1 ° С виділяється 1 кДж). З умов міцності системи охолодження тиск пара не повинно перевищувати 01 МПа.

У разі територіального розосередження машин застосовують методи індивідуального передпускового розігріву двигуна. Засобами такого розігріву можуть бути рідинні підігрівачі, електронагрівальні елементи, радіаційні газові пальники, каталітичні (плазмові) печі.

В даний час застосовуються рідинні підігрівачі «Придніпровська залізниця» і «ПЖБ». Підігрівачі «Придніпровська залізниця» працюють на дизельному паливі і мають примусову циркуляцію рідини, а «ПЖБ» - на бензині з

термосифонної циркуляцією рідини. Підігрівачі ефективні у всьому діапазоні негативних температур.

Електронагрівальні елементи (ТЕНи) застосовуються при наявності стаціонарних електричних мереж, Тени потужністю 2-5 кВт вбудовуються в систему охолодження двигунів. Час розігріву - 1-2 ч. При застосуванні ТЕНів необхідний захист від ураження струмом.

Радіаційні газові пальники ГПВ-1 ГПВ-2 «Зірочка» застосовуються при розігріві складальних одиниць. Інфрачервоні промені, які виділяються в стаціонарних або переносних пальниках, що працюють на газі, за своєю природою є електромагнітними. Вони практично не поглинаються чистим повітрям, а при поглинанні їх твердими тілами промениста енергія перетворюється в теплову. Газ змішується в необхідній пропорції з повітрям і заповнює велику кількість каналів малого діаметру в керамічному або металевій сітці пальника. При горінні поверхню пальника розігрівається до 700-900 ° С і випромінює інфрачервоні промені. Пальник розміщується на відстані 300-400 мм від картера складальної одиниці. Недолік газових пальників - можливість зриву полум'я при швидкості вітру 5 м /с.

Каталітичні (плазмові) печі являють собою металеві ємності, заповнені ватою і бензином. Бензин надходить по гноті між двох сіток платинованого азбесту. У присутності солей платини бензин повільно згорає при температурі до 400 °С. Печі економічні і пожежобезпечні.

При довготривалій тепловій обробці двигуна (підігрів) різниця температур найменш і найбільш нагрітих його частин незначна в порівнянні з короткотривалою тепловою підготовкою (розігрівом). Покази к приладу температури ДВЗ повинні бути в межах:

- при підігріві 40...60 °С;
- при розігріві 80...90 °С.

При тривалому зберіганні автомобіля застосовується пуск із використанням тепла від зовнішнього джерела. Це тепло може бути використане як для підігріву так і розігріву ДВЗ.

В процесі підігріву тепло підводиться до ДВЗ постійно протягом усього періоду зберігання автомобіля, а при розігріві - перед запуском ДВЗ. Враховуючи, що при тривалому підігріві різниця в температурах сорочки охолодження і найбільш холодних частин двигуна (підшипників колінчастого вала) менша, ніж при розігріві, температура в головці циліндрів повинна бути при підігріві $+40-60^{\circ}\text{C}$, а при розігріві $+80-90^{\circ}\text{C}$.

1.1. Оцінка способів підігріву та розігріву двигуна з використанням різних теплоносіїв

Існуючі способи передпускової підготовки ДВЗ можна розділити на групи:

- пуск з збереженням тепла від попередньої роботи двигуна;
- використання тепла зовнішнього джерела;
- холодний пуск.

Перший підхід застосовується під час нетривалих зупинок автомобіля або його короткочасного зберігання в умовах відносно невеликих негативних температур. Для збереження тепла двигуна застосовуються ватяні чохли, якими накривають капот автомобіля і особливо радіатор. Акумуляторна батарея також утеплюється чохлом. Рекомендується використовувати чохли з прошарком скляної вати. Утеплювальний чохол для двигуна збільшує час його охолодження в 2,5-3 рази (в залежності від напрямку і сили вітру). Утеплена акумуляторна батарея остигає набагато повільніше. Крім того, чохлами рекомендовано утеплення картера двигуна, паливного баку та масляного радіатора і фільтра.

Час вистигання двигуна до допустимих меж за умови використання утеплювальних чохлів та невеликої швидкості вітру (до 5 м/с) коливається від 0,5 год. при -30°C до 8 год. при 0°C .

Слід звернути увагу на такий факт, що застосування чохлів в процесі підведення тепла від зовнішнього джерела до ДВЗ та агрегатів автомобіля зменшує їх витрати до 50 %.

В міжзмінний час, а особливо при тривалому зберіганні автомобіля, рекомендується підведення тепла від зовнішнього джерела. Тепло від зовнішнього джерела може бути використане як для підігріву ДВЗ, так і для його розігріву. При підігріві тепло підводиться до ДВЗ протягом усього міжзмінного періоду його зберігання (постійно), а при розігріві – безпосередньо перед пуском ДВЗ і виїздом автомобіля на лінію. Враховуючи те, що при тривалому підігріві різниця в температурах сорочки системи охолодження і найбільш холодних частин двигуна, якими як правило є підшипники колінчастого валу) менша, ніж при розігріві, необхідно контролювати максимально можливі значення температур для запобігання температурного удару (руйнування внаслідок швидкого підведення тепла - температурного навантаження). Для цього треба контролювати температуру в головці циліндрів, вона повинна бути при підігріві в межах $+40...+60\text{ }^{\circ}\text{C}$, а при розігріві $+80...+90\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В процесі підведення тепла для групи автомобілів груповими джерелами енергії можуть бути котельні установки, різні мережі (теплові, електричні, газові тощо). Також можна застосовувати мобільні або стаціонарні теплогенератори. Слід мати на увазі, що перенесення тепла від джерела до автомобіля, який обігрівається, здійснюється за допомогою теплоносія [1].

1.1.1. Підігрів та розігрів гарячою водою

Якщо підігрів передбачено централізованим, гаряча вода від котла, що нагріває воду, або від пароводяного теплообмінника по трубах насосами подається за допомогою гнучких шлангів у нижній патрубок системи охолодження ДВЗ (або в горловину заливного патрубка радіатора) і далі поступає в сорочку охолодження блоку циліндрів. Відведення води від ДВЗ в зворотній бік до теплообмінника відбувається навпаки - через горловину патрубка наливного

радіатора або через нижній патрубок. Таким чином, забезпечується постійна циркуляція підігрітої води замкнутим контуром.

При розігріві підігріта до необхідної температури вода заливається через горловини радіаторів в систему охолодження ДВЗ при відкритих зливних краниках також за допомогою роздавальних шлангів. Для досягнення необхідного для стійкого пуску ДВЗ, тобто для досягнення необхідного теплового стану достатньо гарячої води в кількості, що дорівнює одному об'єму системи охолодження (при температурі навколишнього середовища вище -10°C), при температурі від -10°C ... -20°C необхідно подати приблизно 1,5-2 об'єми води, а при ще нижчих температурах не менше 3,0 об'ємів системи охолодження ДВЗ.

За умови міцності елементів системи охолодження ДВЗ при централізованому підігріві тиск води не повинен перевищувати 30...35 кПа, а температура води повинна бути не більше 90°C .

1.1.2. Підігрів та розігрів парою

Пара є дуже інтенсивним теплоносієм з певними особливостями щодо використання для теплової підготовки ДВЗ. В процесі підігріву пара може бути використаний за наступними схемами:

- без повернення конденсату;
- з поверненням конденсату.

У першому варіанті пара від парового котла подається до ДВЗ, що підігрівається, в його систему охолодження через горловину радіатора, зливний краник або в сорочку охолодження. В ДВЗ пара віддає тепло та конденсується. Конденсат через контрольну трубку радіатора стікає на майданчик (без повернення). Для рівномірного розподілу тепла під час введення пари в сорочку охолодження в ній використовують спеціальні відбивачі. У способі «без повернення конденсату» є суттєві недоліки. Оскільки пара має високу температуру, можливі утворення тріщин блоку циліндрів ДВЗ через локальні перегрівання, активне утворення накипу в котлах внаслідок постійного доливання

свіжої води замість витраченої у вигляді конденсату, утворення льоду на майданчиках зберігання автомобіля за рахунок через стікаючий конденсат.

Спосіб «з поверненням конденсату» потребує додаткового обладнання для його збирання і повернення в систему, тому він більш витратний щодо обладнання майданчика для зберігання автомобілів. При цьому способі конденсат, що стікає, збирається в спеціальні піддони та повертається для подальшого повторного нагрівання в котельню.

1.1.3. Підігрів і розігрів повітрям

Обладнання для обігріву автомобіля складається з наступних основних частин:

- пристрій для підігріву та подачі повітря (калориферна установка);
- повітроводи та вузли підведення повітря до ДВЗ та агрегатів автомобіля;
- система контролю режимів роботи та сигналізація.

Калориферна установка складається з теплообмінника (або групи теплообмінників) повітряного, пароповітряного або електричного типів та вентиляторів. Для водоповітряних калориферів гарячу воду подають централізовано від місцевої котельні або теплової магістралі. Пару для пароповітряних калориферів отримують від котельні, опалювальної або аналогічних мереж. В електричних теплообмінниках використовують електронагрівальні елементи різних конструкцій. Більш сучасними та безпечними вважаються електрокалорифери, що виготовлено на основі струмопровідних полімерних матеріалів.

Калорифери встановлюють у спеціальних підземних камерах. Нагріте повітря від них подається до майданчиків зберігання автомобілів повітроводами, які можуть виконуватись з:

- бетону;
- цегли;
- дерева, яке оббивають жерстю;

- металу (можливе також розташування на рівні землі і над землею).

Наземні та надземні повітропроводи утеплюються. Для цього використовують сучасні синтетичні утеплювальні матеріали, наприклад шлаковату. Повітря подається до радіатора ДВЗ, і/або знизу в підкапотний простір для теплової підготовки всього ДВЗ через струменеві коробчасті конструкції (рамки). Рамку розташовують в нижній частині підкапотного простору так, щоб вона рівномірно розподіляла гаряче повітря. Рамка може мати відведення, за допомогою яких частину тепла можна подати, наприклад, до кабіни автомобіля, на акумулятор тощо.

Існує спосіб подачі повітря гнучким шлангом безпосередньо в картер двигуна, що значно підвищує ефективність використання тепла. Але, таке підведення забезпечує обігрів лише ДВЗ, інші елементи автомобіля (акумуляторна батарея, фільтри, агрегати трансмісії тощо) не обігріваються.

В установках повітрообігріву обов'язково необхідно використовувати систему контролю та сигналізації. В науковій літературі наведено, що для налагодження ефективного процесу необхідна кількість гарячого повітря на один автомобіль без систем рециркуляції повітря складає $300 \dots 1000 \text{ м}^3/\text{год}$.

1.1.4. Підігрів і розігрів газоповітряною сумішшю

В процесі теплової підготовки автомобілів в якості теплоносія також використовують газоповітряну суміш. В даному випадку джерелом тепла служать теплогенератори. Можуть використовуватися вогневі калорифери, наприклад, МП-44, МП-300 тощо. Їх застосування доцільно під час проведення теплової підготовки автомобілів незалежно від наявності поюлізу, електромереж, котелень, теплотрас.

1.1.5. Підігрів і розігрів електрикою

Для використання електрообігріву електронагрівальні елементи приєднуються до систем охолодження і/або змащування ДВЗ. За принципом дії

електронагрівальні елементи бувають з твердими або рідкими провідниками струму. В якості твердих провідників частіше використовують сплави ніхром, фехраль, хромаль. Вказані провідники мають великий питомий електричний опір, який незначно залежить від зміни температури, і достатньо низький коефіцієнт температурного розширення.

Нагрівальні елементи із твердих провідників бувають з закритою або відкритою спіраллю. У закритого нагрівального елемента спіраль міститься в тонкостінній трубці, яка заповнюється ізолюючим матеріалом (порошок окису магнію або сухий кварцовий пісок).

В рідинних нагрівальних елементах в якості провідника використовують воду чи антифриз. Конструктивно такий елемент виконується з двох трубок, вставлених одна в одну. Для запобігання торкання трубок між собою, між ними розташовують гумові втулки. За допомогою клем трубки включаються до електромережі, через рєдину іде струм, який її нагріває. Охолоджувальна рідина нагрівається, і в системі охолодження (або змащення) відбувається термосифонна циркуляція.

Відомо, що електричний опір води суттєво залежить від її фізико-хімічного складу та температури, тому характеристика нагрівальних елементів із таким провідником може бути значно різною. Перевагою таких нагрівальних елементів є досить тривалий термін служби. Закриті нагрівальні елементи використовують для нагрівання масла і води, відкриті - тільки для нагрівання води. В усіх випадках використання для теплової підготовки електрообігріву автомобілі повинні бути надійно заземлені.

1.1.6. Підігрів і розігрів інфрачервоними променями (газовий)

Інфрачервоні промені мають електромагнітну природу. Вони фактично не поглинаються чистим повітрям. При поглинанні таких променів твердими тілами їх енергія перетворюється на теплову і тіло нагрівається.

Інфрачервоні промені отримують в стаціонарних або пересувних установках (пальниках), які працюють як правило на природному газі. Частіше в даному

випадку використовують пропан. При використанні стаціонарних установок автомобілі, яким проводиться тепла підготовка, встановлюються над пальниками. Пересувні пальники разом із балонами зрідженого газу монтуються на візках з колесами або з полозами.

Газ надходить у пальник від газової мережі, змішується в необхідній для горіння пропорції з повітрям і заповнює велику кількість каналів дуже малого діаметра в керамічній сітці пальника. Запалювання газу виконують за допомогою електророзжигу (спіралі) або п'єзорозжигу. При горінні газу пальник нагрівається до температур 700-900 °С і випромінює інфрачервоні промені. Пальник розміщується на відстані 30...40 см від піддону картера ДВЗ. За процесом слідкує система автоматики, яка контролює виділення тепла. В разі припинення горіння або за появи невідповідного температурного режиму автоматично спрацьовує аварійна сигналізація.

Важливим недоліком таких систем є потенційна можливість зриву полум'я вітром, що виникає за швидкості вітру більше за 5,0-5,5 м/с. Тому необхідно використовувати засоби захисту від впливу вітру. Під час горіння газу рідина в теплообміннику нагрівається і в системі охолодження ДВЗ виникає термосифонна циркуляція води. Також додатково продукти згорання нагрівають повітря в підкапотному просторі автомобіля.

1.1.7. Холодний пуск двигуна

Пуск ДВЗ при низьких температурах без попередньої теплової підготовки може бути здійснений з застосуванням пускових рідин, спеціального регулювання систем живлення та марок масла в системі змащування з пологою в'язкістю характеристикою. В даній ситуації рекомендовано використовувати пускову рідину «Холод Д-40» для дизелів, яка в своїй основі має діетиловий ефір (60-65 %). Вона характеризується дуже низькою температурою самозаймання (близько 130-140 °С) і великою леткістю (кипить при 34,5 °С). Крім того, до складу цієї рідини входять петролейний ефір, масло для двигуна та ізопропіл-нітрат (13-17 %). Для бензинових двигунів застосовується пускова рідина «Арктика» на основі

сірчаного ефіру (45-60 %), до складу якої також входять антиокислювальні, протизадирні, та протизносні домішки. Це зменшує зношування циліндро-поршневої групи в процесі пуску.

Пускові рідини подаються у впускний колектор ДВЗ за допомогою спеціальних пускових пристроїв-дозаторів. Можливе також застосування рідин у вигляді аерозолів з подачею в впускний колектор і/або в корпус повітряного фільтра.

Відомо, що головною причиною утрудненого пуску ДВЗ при низьких температурах є підвищена в'язкості масла в системі змащування, що суттєво збільшує момент опору прокручування не тільки колінчастого валу, але й інших систем ДВЗ (газорозподільної, запалювання тощо) і також допоміжних механізмів. Тому при холодному пуску ДВЗ необхідно використовувати масла, що рекомендовано для експлуатації взимку, тобто з пологою в'язкісно-температурною характеристикою.

1.1.8. Використання індивідуальних джерел тепла

Під час зберігання автомобілів далеко від стаціонарних джерел тепла для зменшення зношування та забезпечення стійкого пуску рекомендується застосовувати повітряні або рідинні індивідуальні підігрівачі, які зазвичай споживають те саме паливо, що і ДВЗ автомобіля.

Перевагами таких підігрівачів є: розігрів ДВЗ у будь-яких умовах незалежно від наявності джерела енергії та можливість роботи з антифризом як з охолоджувальної рідиною. До недоліку відносять не зовсім задовільний підігрів підшипників колінчастого валу.

За джерелом енергії, яка споживається індивідуальними підігрівачами, можна виділити підігрівачи, що живляться від електромережі та автономні. Останні за видом палива, що використовується поділяються на дизельні, бензинові та газові. За своїм призначенням такі пристрої можуть бути передпусковими підігрівачами і/або обігрівачами салону автомобіля. За використанням середовища, що нагрівається - масляними, повітряними і

рідинними. При цьому пристрої рідинні можуть нагрівати гріти систему охолодження і паливну систему дизельного ДВЗ.

Електричні нагрівачі мають просту будову та відносно дешевші в експлуатації. Основний їх недолік - необхідність наявної електричної мережі поблизу до місць стоянки автомобілів.

Широко розповсюджено електропідігрівачі норвезької компанії DEFA, якими обладнують більшість легкових автомобілів (рис. 1.2). Приваблює простота пристрою, легкість монтажу і відсутність потреби обслуговування в процесі експлуатації. DEFA Warm-Up - це універсальна система, що забезпечує передпусковий розігрів ДВЗ і салону автомобіля. Система має в своєму складі відповідні нагрівальні елементи та прилади управління. Передбачено контроль ступеню розряду акумуляторної батареї, підігрів не буде можливим, якщо батарея розряджена. В складі системи використовуються датчики зовнішньої температури та обледеніння, за допомогою яких автоматично визначається необхідність в заданий час почати підігрів ДВЗ і салону.



Рис. 1.2. Система DEFA Warm-Up

Система DEFA Warm-Up підключається до мережі 220В за допомогою розетки, що встановлюється на передньому бампері автомобіля. В системі використовується до 750 нагрівальних елементів, які розташовують на двигуні в різних місцях в залежності від конструкції ДВЗ (на місці технологічних заглушок,

на шлангах тощо). Це робить систему універсальною і дозволяє використовувати її практично на будь-якому ДВЗ. Обігріває салон електричний тепловий вентилятор сучасного дизайну, в якому є функція захисту від перегріву та короткого замикання. Електронний блок керування з дисплеєм, на якому показано час готовності автомобіля та температура зовнішнього повітря, дозволяє реалізувати декілька режимів роботи системи.

Ефективність роботи водія та безпека перевезень залежить від умов його роботи. До них відносяться основні складові мікроклімату робочої зони. Мікроклімат робочої зони водія вважається задовільним, якщо показники зони знаходиться в межах: температура 18-20 °С, вологість 40-60 % і швидкість руху повітря 0,1-0,2 м/с. Під впливом низьких температур повітря організм людини внаслідок охолодження стає більш сприйнятливим до захворювань.

Також досить розповсюджено автономні обігрівачі виробництва німеччини Webasto (рис 1.3) та Eberspacher (рис. 1.4). Це водо- та повітропідігрівачі, що працюють на бензині або дизельному паливі. Повітряні обігрівачі використовують для прогрівання кабіни та фургону вантажного або салону легкового автомобіля чи автобуса. Їх завдання - забезпечення комфорту водія та пасажирів і, відповідно, їх безпеки.



Рис. 1.3. Система обігріву Webasto

Найчастіше обігрівач встановлюється в підкапотному просторі, де під'єднується до системи охолодження ДВЗ. Нагріта в теплообміннику вода спеціальним насосом прокачується системою. Кабіна (салон) обігрівається штатним обогрівачем. Теплогенератор передбачає плавне регулювання температури, має таймери різних функцій та складності з програмуванням від одного до семи днів, дистанційні пульти керування.

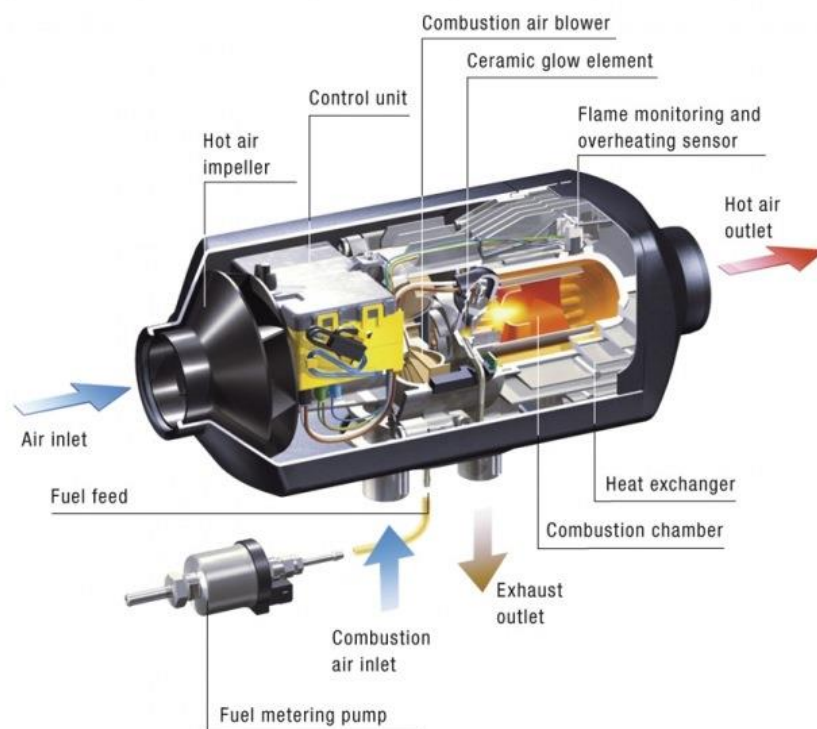


Рис. 1.4. Система обігріву Eberspacher

Система обігріву Eberspacher являє собою тепловий акумулятор, ємність якого залежить від обсягу системи охолодження ДВЗ і дозволяє зберігати тепло протягом кількох діб.

Перед запуском ДВЗ насос системи прокачує гарячий антифриз в систему охолодження. Система управління в процесі роботи ДВЗ заповнює пристрій порцією гарячого антифризу.

Перевагою вказаних систем є їх універсальність, вони можуть встановлюватись на бензинові або дизельні ДВЗ. Але, залишається проблема випадання парафінів дизельного палива. Найбільш уразливими з цієї точки зору

паливної системи дизеля є фільтри. Для цього використовують паливні фільтри з підігрівом. Найбільш відомі з них фільтри Novitec DH і Separ 2000. Основна увага приділяється ретельному очищенню дизельного палива від води та механічних домішок, але підігрів палива дозволяє покращити його прокачування в системі живлення, що сприяє більш стійкому пуску ДВЗ та зниженню зношування його деталей. В певних випадках підігріву фільтрів буває недостатньо, тоді використовують підігрівачі баків, паливозабірників, паливопроводів тощо. Лідером з виробництва таких пристроїв є компанія Arctic Fox, яка виробляє електричні підігрівачі, що можна розміщувати як усередині баків, так і зовні. Підігрівачі розраховано на напругу живлення від бортової мережі автомобіля 12, 24 В та від мережі 220 В.

Компанії Lucas UK і її британська філія Eberspacher пропонують універсальний підігрівач дизельного палива Inline, що встановлюється перед паливним фільтром системи живлення ДВЗ, а також підігрівачі паливодів та забірників палива, акумуляторних батарей тощо.

При використанні засобів теплової підготовки автомобілів необхідно дотримуватись заходів безпеки. Так під час проведення робіт можливі травмування рук: опіки, обмороження. Якщо в якості теплоносія використовується пара або вода, то це призводить до утворення на майданчику зберігання автомобілів льоду, що також може призвести до травмування. При обігріві автомобілів газоповітряною сумішшю калориферів виділяється чадний газ і він може стати причиною отруєння персоналу. Все це говорить про складність та різноманітність факторів, що впливають на експлуатацію автомобільного транспорту, які знаходяться на зберіганні на відкритих майданчиках за умов низьких температур [1].

Висновки до розділу 1:

1. Представлено способи теплової підготовки двигунів внутрішнього згорання автомобілів та його деяких складових частин, проведено аналіз їх недоліків та переваг, з'ясовано межі застосування,

2. Встановлено, що при виборі способів теплової підготовки автомобіля важливими є наступні фактори: вартість різних видів енергії, наявність джерел енергії і відстань до них від місця зберігання автомобілів, тривалість зимового періоду в регіоні, умови розташування та режим роботи конкретного автотранспортного підприємства.

РОЗДІЛ 2. ПРОЦЕС ПРОГРІВАННЯ ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ДОДАТКОВОГО ДЖЕРЕЛА ТЕПЛА

Найбільший обсяг перевезень пасажирів і вантажів здійснюється автомобільним транспортом. В таких перевезеннях існує постійна потреба незалежно від пори року. Але умови роботи автотранспорту, в тому числі і сезонного характеру, не є сприятливими впродовж всього року. В період низьких температур навколишнього середовища, особливо негативних, експлуатація автомобілів супроводжується більшим зношуванням його елементів і агрегатів, збільшенням витрати палива та викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами [1-3]. Ускладнюються також умови роботи водіїв та обслуговуючого персоналу.

Процес прогрівання ДВЗ супроводжується зміною показників його роботи. Це, перш за все, витрата палива та викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами (ВГ).

Але, на зміну цих показників суттєвий вплив має підведення додаткового тепла до ДВЗ одним з шляхів, наприклад, з повітрям, що всмоктується во впускний колектор. Це витікає з досліджень можливості зниження забруднення навколишнього середовища викидами забруднюючих речовин автомобілів з бензиновими двигунами в умовах експлуатації [4]. В процесі проведення прогрівання ДВЗ визначалися:

- миттєва та сумарної витрати палива після запуску в умовах низьких температур атмосферного повітря без додаткового підігрівання впускного повітря та з підігріванням;
- поточна концентрація монооксидів вуглецю CO, вуглеводнів C_mH_n та двооксидів вуглецю CO₂ в період прогрівання двигуна автомобіля;
- зміна параметрів процесу прогрівання двигуна (час та температура) при використанні сторонніх джерел тепла.

Багато дослідників виявили залежність рівня витрати палива та викидів забруднюючих речовин з ВГ від теплового стану двигуна автомобіля при русі за

режимами Європейського їздового циклу [4]. Це говорить про необхідність зменшення часу на процес прогрівання ДВЗ.

Скорочення часу прогрівання двигуна можливе за допомогою зовнішніх сторонніх джерел тепла, які здатні забезпечувати підвищення температури повітря на впуску [5]. Таке підведення тепла використовується для полегшення процесу запуску двигуна автомобіля в умовах низьких температур. Однак, даних про те, як впливає додаткове підведення тепла на весь процес підготовки автомобіля в цілому до сприймання навантаження, в літературі ще недостатньо. Постає також питання в необхідності та ефективності такого підведення тепла.

Вплив додаткового підведення тепла з метою нагрівання повітря на впуску ДВЗ на характеристики двигуна при прогріванні в умовах низьких температур атмосферного повітря було визначено експериментально. В якості дослідного зразка було обрано автомобіль корейського виробництва Hyundai Getz. Підігрівання повітря на впуску проводили через повітрязбірник (рис. 2.1.) та перед патрубком впускного трубопровода (рис. 2.2.) [2].



Рис. 2.1. Підігрівання впускного повітря перед повітрязбірником

Для визначення концентрацій забруднюючих речовин використано підключений до системи випуску ВГ багатокомпонентний газоаналізатор МЕТА «Автотест 01». Склад паливоповітряної суміші реєструвався за значеннями коефіцієнта надлишку повітря альфаметром STAG AFR. Визначення інших параметрів роботи двигуна

забезпечили через діагностичний адаптер ELM-327, що підтримує протокол OBD II.



Рис. 2.2. Підігрівання повітря через патрубок перед впускним трубопроводом

Газоаналізатор МЕТА «Автотест 01» забезпечує вимірювання концентрацій забруднюючих речовин у межах:

- діапазон вимірювання CO – від 0 до 7 %, ціна поділки – 0,01 %, похибка вимірювання $\pm 0,2$ %; для інтервала вимірювань 0–3,3% – ± 6 %; для інтервала вимірювань 3,3–7% – $\pm 0,1$ %.

- діапазон вимірювання C_mH_n – від 0 до 3000 млн^{-1} , ціна поділки – 2 млн^{-1} , похибка вимірювання ± 20 млн^{-1} ; для діапазону вимірювань 0–330 млн^{-1} – ± 6 %; для діапазона вимірювань 330 – 3000 млн^{-1} – ± 3 %.

Перед використанням вимірювальні прилади було відкалібровано еталонними газовими сумішами. Абсолютні похибки при прямих вимірюваннях визначались точністю обладнання, що використовувалось. Методи вимірювань, які застосовувалися в експериментальних дослідженнях відповідали вимогам ГОСТ 14846–81 «Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний» [6].

Живлення приладів забезпечували від загальної електромережі змінного струму напругою 220 В та від акумуляторної батареї постійного струму напругою 12 В. Похибки вимірювання наведено в табл. 1.2.

Похибки вимірювання

Параметр	Одиниці вимірювання	Засоби вимірювання	Похибка вимірювань
Температура повітря	°C	Спиртовий термометр	±0,1
Тиск у впускному трубопроводі	кПа	Діагностичний блок ELM-327	±1
Температура охолоджувальної рідини на виході з блоку циліндрів	°C	Діагностичний блок ELM-327	±1
Вміст у ВГ: -монооксиду вуглецю CO -двооксиду вуглецю CO ₂ -вуглеводнів C _m H _n	% % млн ⁻¹	Газоаналізатор інфрачервоного типу МЕТА Автотест-01	±0,02 ±1 ±20

Експериментальні дослідження проводили за температури атмосферного повітря $t_0 = +1$ °C та тиску $p_0 = 99$ кПа.

Запуск двигуна здійснювали після зниження температури охолоджувальної рідини до 20 °C. Дані про витрату палива, частоту обертання колінчастого валу ДВЗ, тиск у впускному колекторі, температуру впускного повітря та охолоджувальної рідини, концентрацію забруднюючих речовин у ВГ зафіксовано через кожні 2 сек. прогрівання двигуна.

Загальна тривалість прогрівання ДВЗ складала 350 сек. Порівняння показників роботи ДВЗ в режимі активного холостого ходу без підігрівання впускного повітря і з підігріванням перед повітрозабірником не виявило суттєвої різниці. Це можна пояснити довгим шляхом руху підігрітого повітря через повітряний трубопровід до повітряного фільтра, далі через повітряний фільтр і повітропровід після нього. Такий шлях сприяє охолодженню підігрітого повітря, що не забезпечує ефективного впливу додаткового тепла на показники процесу прогріву ДВЗ.

Таким чином, можна зробити висновок, що для ефективного використання додаткового тепла необхідно його підводити безпосередньо перед впускним трубопроводом ДВЗ (рис. 2.2.).

Отримано графічні залежності температури повітря на впуску та температури охолоджувальної рідини від часу прогрівання ДВЗ (рис. 2. 3.).

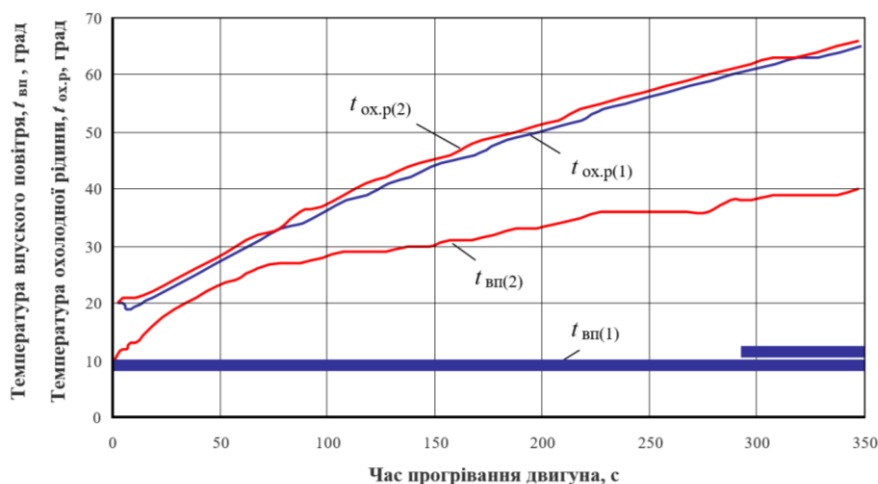


Рис. 2.3. Зміна температури впускного повітря та охолоджувальної рідини: 1 – без додаткового підігрівання; 2 – з додатковим підігріванням

Додаткове підведення тепла призвело до того, що температура впускного повітря одразу після початку роботи двигуна в режимі активного холостого ходу зросла суттєво. Це забезпечило краще сумішоутворення, більшу його ефективність та збільшення температури охолоджувальної рідини на 2-3 °С.

Це, в свою чергу, сприяло зменшенню подачі палива системою впорскування ДВЗ через необхідність підтримання коефіцієнта надлишку повітря α близьким до одиниці при зменшенні густини впускного повітря і його маси (рис. 2.4.).

На основі отриманих даних визначено поточну (миттєву) витрату палива (л/год), а також розраховано сумарну витрату палива за період прогрівання ДВЗ, мл:

$$V_{\text{сум}i} = V_{\text{сум}i-1} + \frac{V_i + V_{i-1}}{2 \cdot 3.6} \cdot (\tau_i - \tau_{i-1}), \quad (2.1)$$

де $V_{\text{сум}i}$ – поточне значення сумарної витрати палива, мл.;

$V_{\text{сум}i-1}$ – попереднє значення сумарної витрати палива, мл.;

V_i – поточне значення миттєвої витрати палива, л/год;

V_{i-1} – попереднє значення миттєвої витрати палива, л/год;

τ_i – час від початку вимірювань, сек.;

τ_{i-1} – час попередньої фіксації результатів, сек.

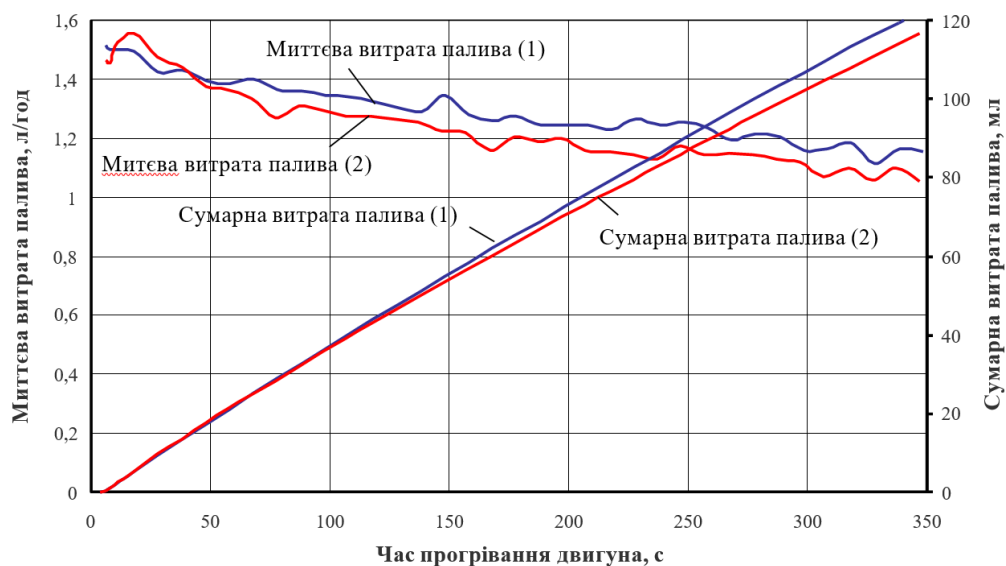


Рис. 2.4. Витрата палива під час прогрівання двигуна: 1 – без додаткового підігрівання; 2 – з додатковим підігріванням

Температура охолоджувальної рідини в 40 °С від початку прогрівання (температура 20 °С) досягається без додаткового підігрівання через 123 сек. прогрівання, а з підігріванням через 112 с., при цьому температура повітря на вході в ДВЗ складала відповідно 9 °С та 29 °С без підігріванням та з додатковим підігріванням. Миттєва витрата палива без підігрівання зменшилась з 1,551 до 1,317 л/год, а з підігріванням з 1,551 до 1,277 л/год.

При цьому частота обертання колінчастого валу і тиск у впускному трубопроводі ДВЗ з часом практично змінювалися незалежно від наявного додаткового підігрівання повітря на впуску (рис. 2.5.).

Зменшення циклової подачі палива блоком керування двигуна також впливає на зменшення концентрацій забруднюючих речовин у ВГ при додатковому підведенні тепла до повітря на впуску (рис. 2.6.).

Якщо прийняти за контрольний час 200 сек. прогрівання двигуна, то можна зробити висновок, що температура охолоджувальної рідини за умови додаткового підведення тепла на 1,5 °С, що складає 3 %, миттєва витрата палива нижче на 4 %, сумарна витрата палива за період прогрівання менша на 4%, концентрації C_mH_n фактично однакові і дорівнюють 280 $млн^{-1}$, а концентрації CO за додаткового

прогрівання значно нижча і складає 0,39 % в порівнянні з 0,56 % з процесом прогрівання без додаткового підведення тепла, що відповідає зниженню концентрації на 30 %.

Для визначення сумарної токсичності ВГ за двома компонентами (CO і CmHn) застосовують залежність:

$$G_{\text{сум}} = G_{\text{сумCO}} + 3,16 \cdot G_{\text{сумCmHn}} \quad (2.2)$$

де $G_{\text{сум}}$ – сумарна токсичність ВГ, зведена до CO, ум.г;

$G_{\text{сумCO}}$ – сумарні масові викиди CO на заданий проміжок часу, г;

$G_{\text{сумCmHn}}$ – сумарні масові викиди CmHn на заданий проміжок часу, г.

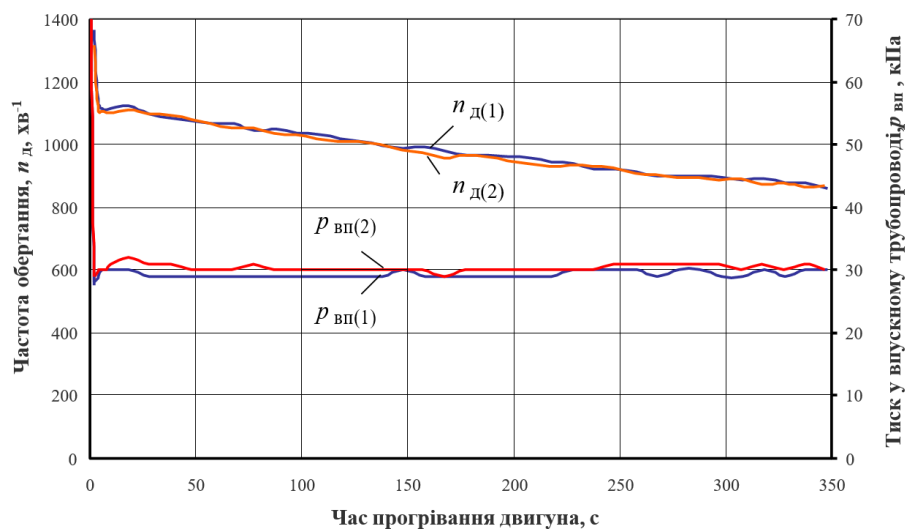


Рис. 2.5. Зміна частоти обертання колінчастого валу та тиску у впускному трубопроводі в процесі прогрівання ДВЗ: 1 – без додаткового підігрівання повітря на впуску; 2 – з додатковим підігріванням

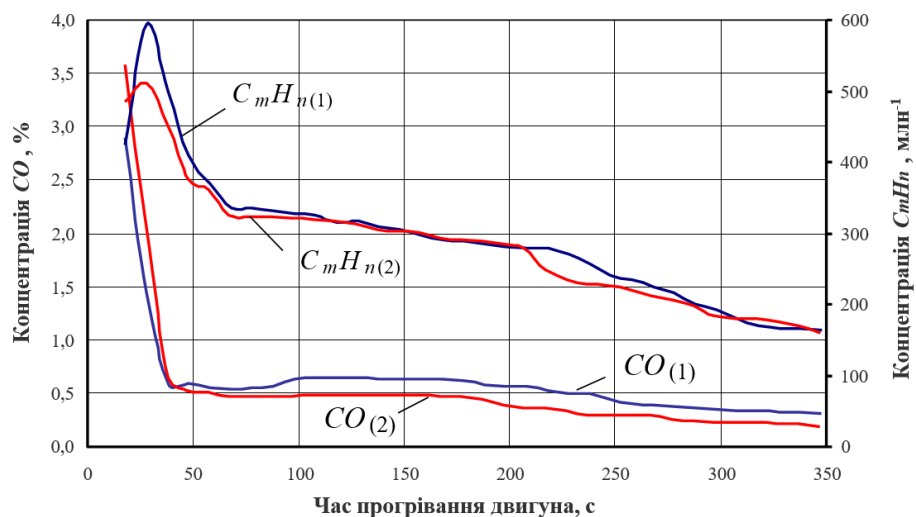


Рис. 2.6. Зміна концентрації оксидів вуглецю CO та вуглеводнів C_mH_n в процесі прогрівання ДВЗ автомобіля: 1 – без додаткового підігрівання повітря на впуску; 2 – з додатковим підігріванням

В свою чергу:

$$G_{\text{сумCO}_i} = G_{\text{сумCO}_{i-1}} + \frac{G_{\text{CO}_i} + G_{\text{CO}_{i-1}}}{2 \cdot 3,6} \cdot (\tau_i - \tau_{i-1}), \text{Г}$$

$$G_{\text{сумC}_m\text{H}_n}_i = G_{\text{сумC}_m\text{H}_n}_{i-1} + \frac{G_{\text{C}_m\text{H}_n}_i + G_{\text{C}_m\text{H}_n}_{i-1}}{2 \cdot 3,6} \cdot (\tau_i - \tau_{i-1}), \text{Г} \quad (2.4)$$

де G_{CO} та $G_{\text{C}_m\text{H}_n}$ – масові викиди оксиду вуглецю та вуглеводнів в фіксованих проміжках часу:

$$G_{\text{CO}} = M_{\text{сух}} \cdot \mu_{\text{CO}} \cdot \frac{C_{\text{CO}}}{100}, \text{кг/год}$$

$$G_{\text{C}_m\text{H}_n} = M_{\text{сух}} \cdot \mu_{\text{C}_6\text{H}_{14}} \cdot 2,5 \cdot \frac{C_{\text{C}_m\text{H}_n}}{10^6}, \text{кг/год} \quad (2.5)$$

де $M_{\text{сух}}$ - кількість кіломолив сухих ВГ, кмоль/год;

μ_{CO} - молярна маса оксиду вуглецю, кг/кмоль;

$\mu_{\text{C}_6\text{H}_{14}}$ - молярна маса гексану, кг/моль;

C_{CO} - поточна концентрація оксиду вуглецю, %

$C_{\text{C}_m\text{H}_n}$ - поточна концентрація вуглеводнів, млн⁻¹.

$$M_{\text{сух}} = (0,135713 + 0,33242 \cdot \alpha) \cdot G_{\text{П}} \text{ за } \alpha < 1 \text{ кмоль/год}$$

$$M_{\text{сух}} = (0,02988925 + 0,4382396 \cdot \alpha) \cdot G_{\text{П}} \text{ за } \alpha \geq 1 \text{ кмоль/год} \quad (2.6)$$

де α - коефіцієнт надміру повітря;

$G_{\text{П}}$ - годинна витрата палива, кг/год

$$G_{\text{П}} = V_{\text{П}} \cdot \rho_{\text{П}} = V_{\text{П}} \cdot 0,749, \text{кг/год} \quad (2.7)$$

де $V_{\text{П}}$ - об'ємна витрата палива, л/год;

$\rho_{\text{П}}$ - густина палива, кг/л

Розрахунки показують, що сумарні масові викиди за двома компонентами знижуються в процесі прогрівання протягом 200 сек. на 6% (рис. 2.7.).

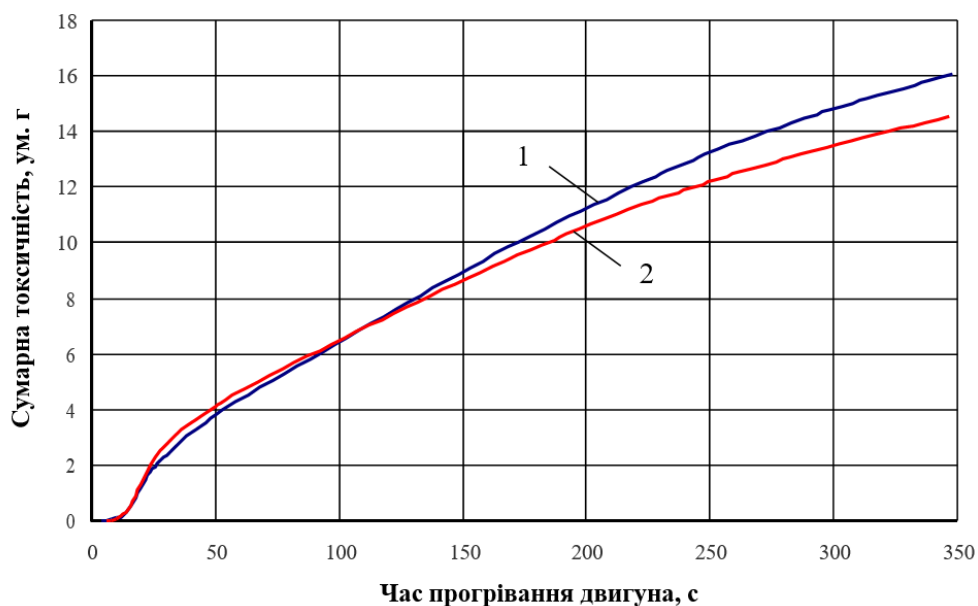


Рис. 2.7. Сумарні масові викиди під час прогрівання двигуна автомобіля: 1 – без додаткового підігрівання повітря на впуску; 2 – з додатковим підігріванням

Таким чином додаткове підведення тепла з повітрям на впуску є ефективним засобом покращення процесу теплової підготовки в період прогрівання ДВЗ, дозволяє скоротити час на прогрівання, зменшити витрати палива та знизити викиди забруднюючих речовин з ВГ в атмосферне повітря.

Використання додаткового підведення тепла з повітрям на впуску не тільки прискорює процес прогрівання ДВЗ, а також скорочує час виходу каталітичних нейтралізаторів ВГ на робочий режим, що сприяє досягненню показників токсичності ВГ ДВЗ вимогам норм Євро-5 та Євро-6 і може бути рекомендовано як засіб покращення екологічних показників автомобілів, що відповідають нормам Євро-4 та нижче.

Висновки до розділу 2:

1. Встановлено, що додаткове підведення тепла з повітрям на впуску є ефективним засобом покращення процесу теплової підготовки в період прогрівання ДВЗ, дозволяє забезпечити скорочення періоду його підготовки до сприймання навантаження, скорочення часу на прогрівання, зменшення витрати палива та зниження викидів забруднюючих речовин з відпрацьованими газами

двигуна в атмосферне повітря.

2. Доведено, що використання додаткового підведення тепла з повітрям на впуску також скорочує час виходу каталітичних нейтралізаторів відпрацьованих газів на робочий режим, що сприяє досягненню показників токсичності автомобіля більш жорстким вимогам норм «Євро» і може бути рекомендовано як засіб покращення екологічних показників автомобілів, що відповідають нормам Євро-4 та нижче.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ АВТОМОБІЛЯ

Системи теплової підготовки двигуна автомобіля практично завжди мають в своєму складі електричні прилади. Тому найбільш близькими роботами щодо проведення підігріву і/або розігріву двигуна або автомобіля в цілому є роботи, що виконує на автотранспортному підприємстві спеціаліст автоелектрик. Він працює з електричним струмом різного виду і різних характеристик, з різними експлуатаційними і конструкційними матеріалами, легкозаймистими речовинами, використовує вимірювальні прилади різного принципу дії, має справу з деталями нагрітими до високих температур тощо. Тому за основу в процесі розробки заходів з охорони праці для проведення теплової підготовки двигуна та і автомобіля в цілому можна обрати заходи з охорони праці саме цього спеціаліста. В його ж компетентності є здійснення операції з приладами, електрообладнанням та устаткуванням, які належать автотранспорту та його складових частин. Він також повинен проходити підготовку і мати допуск до роботи з елементами та вузлами автомобіля.

3.1. Загальні вимоги щодо охорони праці для проведення теплової підготовки автомобіля

Для виконання обов'язків, пов'язаних з проведенням теплової підготовки ДВЗ та автомобіля в цілому можуть залучатись особи не молодші 18-річного віку, придатні за станом здоров'я та які пройшли:

- навчання та перевірку знань з електробезпеки на відповідну групу, як оперативно-ремонтний персонал при виконанні робіт, пов'язаних з експлуатацією електрообладнання;
- навчання з пожежно-технічного мінімуму;
- навчання безпечним методам та прийомам праці;
- вступний інструктаж;
- вступний інструктаж з пожежної безпеки;

- первинний інструктаж з охорони праці на робочому місці;
- перевірку знань щодо вимог охорони праці.

Працівник, який займається теплової підготовкою ДВЗ повинен проходити:

- періодичне стажування протягом 2...14 робочих змін;
- повторний періодичний інструктаж з охорони праці на робочому місці (не рідше одного разу кожних 6 місяців);
- цільовий та позаплановий інструктаж у випадках: зміни технологічного процесу виконання робіт; зміни правил з охорони праці; заміни і/або модернізації виробничого обладнання, приладів, пристроїв та інструменту; зміни організації і/або умов праці; у випадках порушень діючих інструкцій з охорони праці; за фактичної перерви в роботі строком більш ніж 60 календарних днів (для робіт, до яких пред'являються підвищені вимоги безпеки – більш ніж 30 календарних днів);
- періодичний медичний огляд.

Працівник з теплової підготовки ДВЗ зобов'язаний:

- дотримуватись правил внутрішнього трудового розпорядку, встановлених на підприємстві;
- дотримуватись вимог інструкцій щодо заходів пожежної безпеки, інструкцій з електробезпеки;
- дотримуватись вимог безпечного виконання робіт при експлуатації обладнання, з яким він працює;
- дотримуватись вимог безпечного виконання робіт при ремонті і/або обслуговуванні обладнання;
- дотримуватись вимог безпечного виконання робіт з теплової підготовки ДВЗ і транспортного засобу в цілому;
- використовувати за призначенням та дбайливо ставитися до виданих засобів індивідуального та колективного захисту;
- негайно повідомляти безпосереднього керівника про нещасні випадки, травми, несправності обладнання тощо, що відбулися з ним або іншими працівниками.

Він також повинен:

- вміти надавати першу допомогу потерпілому, якщо стався нещасний випадок;
- знати місце розташування засобів надання першої долікарської допомоги, первинних засобів пожежогасіння, головних та запасних виходів, шляхів евакуації у разі аварії, пожежі, нештатних ситуацій (наприклад, дії непереборної сили);
- застосовувати у процесі виконання своєї роботи інструменти, обладнання, пристосування, прилади та засоби малої механізації тільки за призначенням і відповідно до інструкцій заводу-виробника;
- виконувати лише доручену безпосереднім керівником роботу, не перериватись на її виконання та не передавати її іншим без дозволу свого керівника;
- під час роботи бути уважним, зосередженим, не відволікатися та не відволікати своїми діями інших працівників, не допускати присутність на робочому місці та/або в зоні виконання робіт осіб, які не мають відношення до роботи;
- утримувати робоче місце, у тому числі і проходи до робочих місць в чистоті та порядку, при виявленні фактів захащення робочої зони необхідно забезпечити її прибирання і усунення цих недоліків;
- під час температурної підготовки ДВЗ впевнитися в працездатності системи, запускати її і дію, працювати з нею тільки згідно встановленої інструкцією, розробленою заводом-виробником.

Персонал, що працює з засобами теплової підготовки автомобілів на автотранспортному підприємстві повинен знати та дотримуватися правил особистої гігієни. Приймати їжу, курити, відпочивати дозволяється тільки в спеціально відведених для цього місцях та/або приміщеннях. Пити воду дозволяється лише із спеціально призначених і встановлених в приміщеннях (цехах, ділянках, майданчиках тощо) для цього установок з питною водою (кулерів).

Вказані працівники зобов'язані виконувати свою роботу відповідно до трудового договору, згідно з посадовою інструкцією. В процесі виконання робіт

необхідно обов'язково виконувати встановлені правила внутрішнього розпорядку, дотримуватися режиму роботи. Забороняється залишатися біля підприємства після закінчення робочої зміни.

Основними небезпечними виробничими факторами під час виконання робіт з теплової підготовки автомобілів можуть бути:

- фізичні навантаження;
- знижена температура повітря у виробничих приміщеннях, спорудах, в місцях виконання робіт тощо;
- підвищена температура повітря у виробничих приміщеннях та спорудах, зонах виконання робіт;
- підвищена вологість повітря в приміщеннях и спорудах і/або безпосередньо в зоні виконання робіт;
- недостатня освітленість робочої зони та місць підходу до неї;
- гострі кромки, задирки та шорсткості на поверхні інструменту та пристосувань;
- небезпечний рівень напруги в електричних мережах, ланцюгах тощо, несправність ізоляції, заземлення обладнання, в результаті чого може статися замикання через тіло людини;
- підвищена температура поверхні обладнання.

На підставі затверджених норм щодо безоплатної видачі сертифікованих спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам професій та посад усіх галузей економіки, зайнятим на роботах зі шкідливими та (або) небезпечними умовами праці, а також на роботах, що виконуються в особливих температурних умовах або пов'язаних із забрудненням повинні видаватись такі засоби індивідуального захисту:

- напівкомбінезон бавовняний для захисту від загальних виробничих забруднень та механічних впливів або напівкомбінезон зі змішаних тканин для захисту від загальних виробничих забруднень та механічних впливів 1 шт. терміном на 1 рік;
- рукавички діелектричні;
- калоші діелектричні;

- при зайнятості на ділянках робіт з підвищеною температурою повітря: комбінезон бавовняний з вогнезахисним просоченням замість напівкомбінезону бавовняного для захисту від загальних виробничих забруднень та механічних впливів або напівкомбінезону із змішаних тканин для захисту загальних виробничих забруднень та механічних впливів 1 шт. терміном на 1 рік.

У разі отримання травми працівником, йому обов'язковеному порядку надається перша допомога, а в подальшому організовується доставка постраждалого працівника до медичного закладу.

Особи, що допустили невиконання або порушення інструкції про охорону праці, притягуються до дисциплінарної відповідальності відповідно до законодавства та з правилами внутрішнього трудового розпорядку та, за необхідності, піддаються позачерговій перевірці знань і правил охорони праці.

Контроль над виконанням заходів, викладених у цій інструкції працівником здійснює безпосередній керівник.

3.2. Вимоги охорони праці перед початком робіт з теплової підготовки автомобіля

Перед початком роботи працівник з теплової підготовки автомобіля повинен одягнути спеціальний одяг та спеціальне взуття. Одяг необхідно застібнути на всі гудзики. Не допускається наявність звисаючих кінців одягу. Волосся треба прибрати під головний убір. Далі необхідно перевірити відсутність в одязі гострих, колючих та інших ріжучих предметів. Після того, як одягнено спеціальне взуття треба одягнути інші засоби індивідуального захисту, якщо вони передбачаються.

Після отримання завдання на роботу у свого безпосереднього керівника працівник зобов'язаний:

- ознайомитися із змінами у схемі електропостачання споживачів та поточними записами в оперативному журналі;

- перевірити якість освітлення на підходах до місця виконання роботи та можливість безпечного підходу;
- відрегулювати місцеве освітлення в зоні виконання робіт;
- перевірити наявність та справність заземлювального контуру електричного обладнання;
- підготувати за необхідністю засоби індивідуального захисту, перевірити їх комплектність і справність;
- перевірити робоче місце, особливу увагу звернути на проходи та евакуаційні виходи і на відповідність їх вимогам безпеки;
- перед використанням переносних засобів освітлення необхідно перевірити лампи та їх захист на наявність механічних пошкоджень, справність штепсельної вилки, кабелю, звернути увагу на стан ізоляції приладу освітлення;
- видалити із зони виконання робіт сторонніх осіб.

Працівнику забороняється приступати до виконання робіт за умови, якщо:

- є в наявності несправності і/або пошкодження технологічного оснащення, обладнання, приладів, пристроїв та інструменту, що наведено в інструкціях заводу-виробника і/або паспортної документації на них, при яких не допускається їх застосування;
- не проведено своєчасні чергові випробування основних та додаткових засобів захисту і/або має місце закінчення термінів їх експлуатації (перевірки), встановлених заводом-виробником;
- відсутні (несправні, мають пошкодження, некомплектні, закінчено термін придатності тощо) засоби індивідуального захисту, що використовуються під час роботи на електричних установках;
- виявлено порушення вимог з безпечного виконання робіт.

Про всі виявлені недоліки у роботі працівник зобов'язаний повідомити безпосереднього керівника робіт.

3.3. Вимоги охорони праці під час виконання роботи

В процесі виконання роботи працівник з теплової підготовки автомобіля зобов'язаний дотримуватись вимог:

- «Міжгалузевих правил з охорони праці (правил безпеки) при експлуатації електроустановок»;
- правил експлуатації обладнання, що використовується на даному виді робіт, застосовувати безпечні способи, засоби, інструмент, обладнання, пристосування, прилади тощо та прийоми виконання робіт;
- виконувати тільки ту роботу, за якою пройшов навчання, інструктаж з охорони праці та до якої має допуск.

Працівник не має права доручати свою роботу ненавченим та стороннім особам. До роботи на устаткуванні допускаються тільки такі працівники, що пройшли спеціальне навчання щодо призначення, використання, безпечних прийомів роботи на ньому та перевірку знань у встановленому порядку. Передавати управління устаткуванням, дозволяти обслуговування обладнання працівникам, які не пройшли навчання та перевірку знань щодо використання обладнання, залишати без нагляду обладнання, що працює і потребує обов'язкової присутності персоналу, забороняється.

Увімкнення, запуск в роботу та контроль за працюючим обладнанням повинно здійснюватися тільки відповідальною особою, за якою воно закріплено.

Електрообладнання та інструмент, що використовується в роботі, мають бути надійно заземленими. Працівники з теплової підготовки автомобілів на автотранспортному підприємстві повинні працювати тільки таким інструментом, що відповідає наступним вимогам:

- рукоятки плоскогубців, кусачок, приладів для зняття ізоляції з дротів повинні мати відповідну захисну ізоляцію;
- робоча частина викрутки повинна бути добре заточена, рукоятка повинна бути з ізоляційного матеріалу, на стрижень викрутки обов'язково надіта ізоляційна трубка, при цьому залишається відкритою тільки робоча частина викрутки;

- ключі ріжкові, накидні, торцеві, головки та інший інструмент та пристрої повинні відповідати стандарту, згідно з яким вони виготовлені.

Не допускається працювати на обладнання зі знятим кожухом пасавої передачі та з пошкодженим заземленням. Працівник повинен за необхідності надійно закріплювати прилади та вузли електрообладнання, що перевіряються.

Перед початком роботи з електроінструментом працівник з теплової підготовки автомобіля повинен його оглянути, перевірити справність та наявність заземлення. При використанні електричного інструменту з напругою живлення вище 50 В необхідно користуватися індивідуальними захисними засобами (діелектричними рукавичками, калошами, килимками, сухими дерев'яними стелажками).

Перед роботою з переносними засобами освітлення працівник повинен перевірити їх на відсутність механічних пошкоджень, наявність та справність захисту, штепсельної вилки, кабелю. Особливу увагу необхідно звернути на справність ізоляції.

Усунення несправностей силової проводки устаткування слід проводити тільки в присутності іншої особи, що забезпечує і контролює безпечне проведення роботи.

Не дозволяється ремонт приладів електрообладнання на автомобілі з працюючим двигуном або без упору під колесами. При необхідності перевірки та регулювання приладів електрообладнання на працюючому двигуні необхідно виконувати роботи лише у присутності майстра чи водія. Не дозволяється самостійно запускати двигун автомобіля.

Забороняється перевіряти наявність струму в системі електроустаткування методом короткого замикання дротів, перевіряти наявність іскри струму високої напруги на маслоналивну горловину та прилади системи живлення двигуна автомобіля.

При виконанні робіт (навіть короточасних) на автомобілі-самоскиді з піднятим кузовом необхідно надійно закріпити кузов страхувальною штангою та

додатковим металевим упором. Забороняється проводити будь-які роботи з перевірки та ремонту електрообладнання під піднятою кабіною автомобіля без надійної її фіксації упором-обмежувачем та без використання технологічного упора.

При припиненні подачі електроенергії або перерві в роботі електроінструмент обов'язково повинен бути від'єднаний від мережі електроживлення.

Працівнику з теплової підготовки автомобіля необхідно дотримуватись особливої обережності при роботі з автомобілем, що знаходиться на оглядовій канаві. Категорично забороняється перебувати в оглядовій канаві під час постановки на неї автомобіля і/або його зїзду з канави.

Працюючи на автомобілі, що знаходиться на підйомнику, необхідно обов'язково перевіряти систему блокування підйомника від самоопускання. На механізмі керування підйомником під час роботи необхідно повісити табличку: «Не чіпати! На підйомнику працюють».

Не дозволяється використовувати етильований бензин для миття рук, деталей, інструменту, робочої поверхні стола. При попаданні такого бензину на шкіру або слизові оболонки необхідно терміново його змити великою кількістю проточної води.

Не допускається працювати переносним електричним інструментом з напругою 127-200 В без діелектричних рукавичок і заземлення. Для місцевого освітлення працівники повинні користуватися переносними лампами у вибухозахисному виконанні і напругою живлення не вище 12 В. Для паяння або лудіння деталей при ремонті електрообладнання допускається застосовувати електропаяльник напругою живлення не більше 42 В.

Працівнику з теплової підготовки автомобіля самостійна перевірка якості виконання робіт рухом автомобіля не допускається.

Вимірювання опору ізоляції мегаомметром дозволяється здійснювати лише на повністю знеструмленій електроустановці. Перед виміром слід переконатися у відсутності напруги на обладнанні, що випробовується.

В процесі роботи працівнику з теплової підготовки автомобіля забороняється:

- переставляти тимчасові огорожі, знімати плакати, заземлення та проходити на територію ділянок, що огорожено;
- застосовувати покажчик напруги без повторної перевірки після його падіння;
- знімати ізоляцію контактів обмоток під час роботи електродвигуна;
- користуватися для заземлення провідниками, які не призначені для цього, а також приєднувати заземлення шляхом скручування провідників;
- застосовувати струмовимірювальні кліщі з винесеним амперметром, а також нагинатися до амперметра при відліку показань під час роботи з струмовимірювальними кліщами;
- торкатися приладів, опор, дротів та вимірювальних трансформаторів під час вимірювань;
- застосовувати під час роботи та в процесі обслуговування при ремонті електроустановок металеві сходи;
- користуватися під час роботи під напругою ножівками, напилками, металевими вимірювальними метрами тощо;
- застосовувати автотрансформатори, дросельні котушки та реостати для отримання зниження напруги;
- користуватися стаціонарними світильниками в якості ручних переносних ламп;
- підключати електроінструмент до електромережі за відсутності або несправності штепсельного роз'єму;
- переносити електричний інструмент, тримаючи його за кабель, а також торкатися рукою частин, що рухаються, до їх зупинки.

При роботі з електроінструментом забороняється:

- працювати електроінструментом на висоті з приставних сходів;
- обробляти електроінструментом обледенілі та мокрі деталі;
- залишати без нагляду електроінструмент, що приєднаний до мережі живлення, а також передавати його особам, які не мають дозволу працювати з ним.

При перенесенні електроінструменту з одного робочого місця на інше, а також при перерві в роботі та/або її закінченні, електроінструмент повинен бути від'єднаний від мережі живлення штепсельною вилкою.

Якщо в процесі виконання роботи виявиться несправність електроінструменту, або працівник відчує хоча б слабку дію на нього електричного струму, роботи повинні бути негайно припинені, а несправний інструмент обов'язково зданий для перевірки, діагностування, ремонту, заміни тощо.

Забороняється використовувати електроінструментом у разі прояву або виникнення хоча б однієї з наступних несправностей:

- пошкодження штепсельного з'єднання, кабелю або його захисної трубки, наявності на них тріщин;
- іскріння щіток на колекторі, що супроводжується появою кругової дуги іскр на його поверхні;
- поява підвищеного шуму, стуку, вібрації;
- поламка або поява тріщин в корпусній деталі, рукоятці, захисному кожусі або послаблення їх кріплення;
- пошкодження робочої частини інструменту.

При необхідності роботи з електроінструментом на висоті слід застосовувати лише перевірені дерев'яні сходи. Роботи із застосуванням сходів проводяться тільки в присутності ще одного працівника, який контролює безпеку їх виконання.

3.4. Вимоги охорони праці в аварійних ситуаціях

Аварійні ситуації частіше пов'язані з спалахом, загорянням, задимленням, нештатною роботою обладнання, викидами шкідливих речовин в атмосферне повітря і їх попадання в дихальні шляхи, у шлунково-кишковий тракт людини

і/або на шкіру, слизові оболонки, механічний вплив на організм працівника тощо, що може призводити до травмування, втрати свідомості, отруєння, опіків.

В разі появи спалаху або задимлення необхідно негайно припинити виконання будь-яких робіт, знеструмити електрообладнання, викликати працівників МНС (рятувальників, пожежну охорону), повідомити безпосереднього керівника та адміністрацію організації, вжити заходів евакуації з приміщення. При ліквідації загоряння необхідно використовувати первинні засоби пожежогасіння, брати участь і допомагати евакуації людей. При гасінні електрообладнання незалежно від знеструмлення застосовувати лише порошкові або вуглекислотні вогнегасники.

В разі отримання травми працівник зобов'язаний негайно припинити роботу, повідомити безпосереднього керівника про подію і викликати швидку медичну допомогу або звернутися до медичного закладу.

Якщо на металевих частинах обладнання виявлено поява напруги (відчуття струму), електродвигун обладнання гуде, у разі появи вібрацій або підвищеного рівня шуму, при різкому нагріванні та плавленні електропроводки, іскрінні електрообладнання, обриві заземлювального дроту, необхідно зупинити роботу обладнання, знеструмити живлення, доповісти про такий випадок безпосереднього керівника. Без дозволу керівника розпочинати роботи заборонено.

В усіх випадках отруєння необхідно надати постраждалому спокій і якнайшвидше звернутися за медичною допомогою.

При попаданні шкідливих речовин через дихальні шляхи необхідно перевести потерпілого із зони ураження на свіже повітря, укласти його за можливістю в теплому місці, розстебнути одяг, пояс, щоб дати можливість вільно дихати.

У разі потрапляння шкідливих речовин на шкіру зняти забруднений/заражений одяг, ретельно обмити забруднені ділянки шкіри великою кількістю проточної води. Якщо виявлено потрапляння на шкіру кислоти, промивання треба робити з використанням слабкого лужного розчину, самим

доступним з яких, як правило, є розчин господарчого мила. При попаданні в очі, на слизові оболонки шкідливих речовин необхідно також ретельно їх промити струменем проточної чистої води.

При попаданні шкідливих речовин в шлунково-кишковий тракт людини необхідно дати їй випити кілька склянок теплої води або 2 % розчину харчової соди.

В разі ураження електричним струмом необхідно звільнити потерпілого від дії струму шляхом негайного відключення електроустановки рубильником або вимикачем. Якщо відключити електроустановку досить швидко не має можливості, необхідно потерпілого звільнити від дії струму за допомогою діелектричних рукавичок і/або сухого дерев'яного предмета, при цьому слід бути особливо уважним і ретельно стежити за тим, щоб самому не опинитися під дією електричного струму. Після звільнення потерпілого від дії струму необхідно покласти його на рівну поверхню, оцінити його стан (головну увагу необхідно звертати на наявність серцевого биття та дихання), в разі необхідності надавати першу допомогу, викликати швидку медичну допомогу та чекати прибуття лікаря.

3.5. Вимоги охорони праці по завершенню робіт

Після закінчення роботи працівник з теплової підготовки автомобіля зобов'язаний:

- прибрати інструменти та пристрої у відведені місця, упорядкувати робоче місце, очистити проходи, евакуаційні виходи;
- здати робочі місця безпосередньому керівнику. Повідомити його про виконані завдання, а також про всі помічені під час робіт несправності;
- зняти робочий одяг, взуття, прибрати їх у призначені для зберігання місця;
- вимити руки та обличчя з милом, по можливості прийняти душ;
- покинути територію.

Висновки до розділу 3:

1. Аналіз існуючої законодавчої бази з охорони праці на підприємствах автомобільного транспорту дозволив запропонувати заходи з охорони праці робітників автотранспортних підприємств, які займаються тепловою підготовкою автомобілів.
2. Показано, що заходи з охорони праці робітників з теплової підготовки автомобілів на АТП в більшості випадків схожі на заходи, які стосуються автоелектриків таких підприємств, їх можна рекомендувати як основу для самостійної розробки вимог з охорони праці в процесі організації (відновлення) робіт з теплової підготовки автомобілів.

РОЗДІЛ 4. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ ДВИГУНІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Використання засобів теплової підготовки ДВЗ і автомобіля в цілому на автотранспортних підприємствах дає наступні результати:

- суттєве скорочення часу на підготовку автомобіля до виходу на лінію, відповідно, скорочення підготовчо-заключного часу зміни роботи водія;
- зменшення витрат палива і, відповідно, собівартості перевезень;
- зниження матеріальних витрат.
- зменшення викидів токсичних речовин внаслідок скорішого виведення ДВЗ на номінальний температурний режим роботи.

Таки результати досягаються внаслідок заміни енергії палива, що згоряє, іншими видами енергії (електричної, енергії газового палива тощо). Найбільшу різницю в вартості між собою складають енергія бензину, що згоряє, і електрична енергія. З цієї точки зору можна рекомендувати використання електричних засобів теплової підготовки автомобіля. Вони також є найбільш доступними для використання.

Зменшення витрати палива призведе до зменшення викидів токсичних речовин з відпрацьованими газами ДВЗ, що дозволить покращити екологічну ситуацію не тільки в місцях зберігання автомобілів на автотранспортних підприємствах.

Зменшення часу простою автомобіля на зберіганні призведе до зменшення матеріальних і не матеріальних витрат: на охорону, освітлення, прибирання території тощо.

Таким чином, найбільш ефективним способом теплової підготовки ДВЗ і автомобіля в цілому можна вважати підігрів/розігрів з використанням електрики. В залежності від необхідної потужності це можуть бути мережі 220 або 380 В. Перевагами такого способу є:

- *простота монтажу обладнання.* Монтаж обладнання як правило не потребує додаткових знань і кваліфікації і може бути зроблений спеціалістами автотранспортного підприємства;
- *екологічність.* Підігрів або розігрів за допомогою електрики, на відмінну від систем в яких використовується паливо (рідке або газове), не має викидів шкідливих речовин в навколишнє середовище). При цьому теплову підготовку можна виконувати при різних вітрових навантаженнях і в закритих приміщеннях без дообладнання їх додатковими системами вентиляції та відводом газів підігрівачів.
- *простота експлуатації та контролю процесу теплової підготовки.* Система даного типу не є складною ні в застосуванні, ні в обслуговуванні, отже не потребує високої кваліфікації персоналу і може використовуватись самими водіями після проведення навчання, проходження ними контрольних заходів та отримання допуску до роботи на таких установках;
- *економічність.* Обладнання системи теплової підготовки автомобілів, яка працює від електричної енергії, має низьку вартість, короткий термін окупності та, в кінцевому рахунку, знижує собівартість перевезень в цілому автотранспортного підприємства. Її можна більш активно використовувати в нічний час, коли тариф за споживання електроенергії менший у порівнянні з денним. Це дасть економію витрат на теплову підготовку у порівнянні, наприклад, з використанням газового обладнання.
- *комплексне підведення тепла до двигуна автомобіля.* В електричній системі теплової підготовки ДВЗ тепло є технічна можливість підводити тепло до системи охолодження і системи змащування. При цьому можливо використовувати примусову циркуляцію охолоджувальної рідини, а масло в системі змащування підігрівается безпосередньо в піддоні картера ДВЗ. Це значно покращує протікання процесів підігріву і розігріву, зменшує кількість підведеної енергії для виходу двигуна на умови стійкого пуску, зменшує пускові зношування його деталей.

Теплова підготовка ДВЗ з підведенням тепла до двох систем одночасно має наступні особливості:

- підігріте до 40...50 °С моторне масло під час пуску ДВЗ краще прокачується масляним насосом по каналах в блоці циліндрів, який в свою чергу є холодним та поглинає значну кількість тепла від моторного масла. Температура масла при цьому знижується приблизно до 10 °С, але блок прогрівається і масло в процесі пуску буде краще поступати до корінних і шатунних підшипників ДВЗ. В результаті цього зменшується момент опору обертанню колінчастого валу, збільшуються пускові оберти, пуск стає більш стійким, зменшується зношування деталей кривошипно-шатунного механізму. Однак, нагрівання масла до більш високих температур може призвести до зміни його властивостей, температурного навантаження блоку циліндрів, деталей і механізмів, до активного зношування пар тертя ДВЗ;

- оскільки охолоджувальної рідини в ДВЗ як правило за об'ємом більше ніж масла в системі змащування, необхідно забезпечувати підведення достатньої кількості тепла саме в систему охолодження. Треба розуміти, що тепло спочатку буде активно поглинатись саме охолоджувальної рідиною, а вже потім передаватись деталям ДВЗ, які можуть не отримати його в достатньої кількості. Це збільшує час прогріву, знижує ефективність процесу теплової підготовки ДВЗ в цілому.

4.1. Система теплової підготовки двигуна, що пропонується

На основі вищенаведеного можна запропонувати наступну систему теплової підготовки двигуна автомобіля, причому її можна використовувати як в режимі підігріву, так і в режимі розігріву (рис. 4.1.).

Обігрівальний пристрій з додатковим насосом під'єднується до малого кола циркуляції охолоджувальної рідини системи охолодження ДВЗ. Це зроблено з метою зменшення кількості теплоносія (рідини), що циркулює. На його рух не впливає закритий термостат. Але, якщо необхідно задіяти радіатор системи охолодження, вихід з обігрівального пристрою під'єднується до найближчої від входу пробки блоку циліндрів системи охолодження двигуна (як показано на

схемі). Система теплової підготовки ДВЗ має в своєму складі датчик температури, за допомогою якого можна переводити систему в режим «розігрів» або «підігрів», підтримувати необхідну сталу температуру та запобігати надмірному нагріву охолоджувальної рідини.

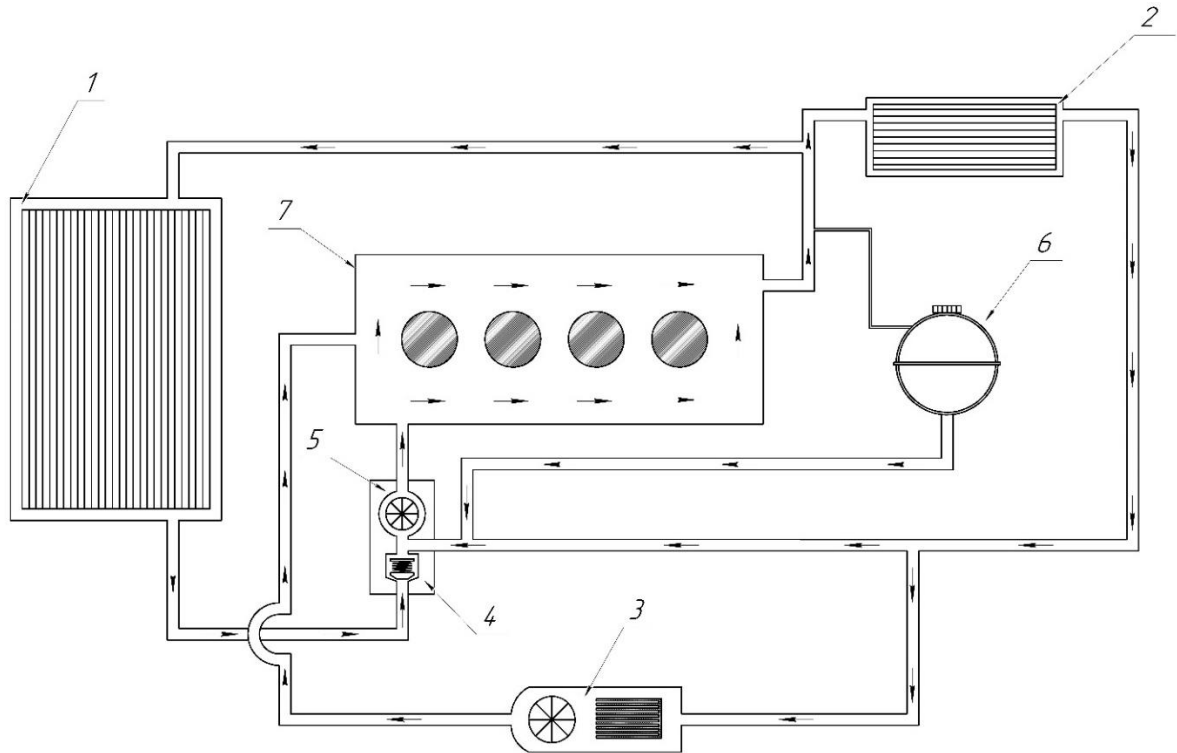


Рис. 4.1. Теплова підготовка системи охолодження ДВЗ: 1 - радіатор двигуна; 2 - радіатор обігріву салону; 3 - обігрівальний пристрій з додатковим насосом; 4 - термостат; 5 - штатний насос системи охолодження; 6 - розширювальний бачок; 7 - блок циліндрів ДВЗ

Для теплової підготовки системи змащування ДВЗ з використанням електричної енергії використовують плоскі зовнішні термо-електричні нагрівачі, які за допомогою клею закріплюють на зовнішню поверхню піддона картера ДВЗ (рис. 4.2.). Їх перевагою вважається відносно мала вартість, відсутність необхідності втручатись безпосередньо в систему змащування двигуна, мала трудомісткість монтажу тощо. В якості основного недоліку треба зазначити низьку теплопередачу в систему змащування (приблизно 60 % теплової енергії припадає на систему змащування, інша енергія розсіюється в атмосферу). Також існує небезпека пошкодження зовнішнього термо-електричного нагрівача в

процесі експлуатації автомобіля, особливо по дорогах з неудосконаленим покриттям.

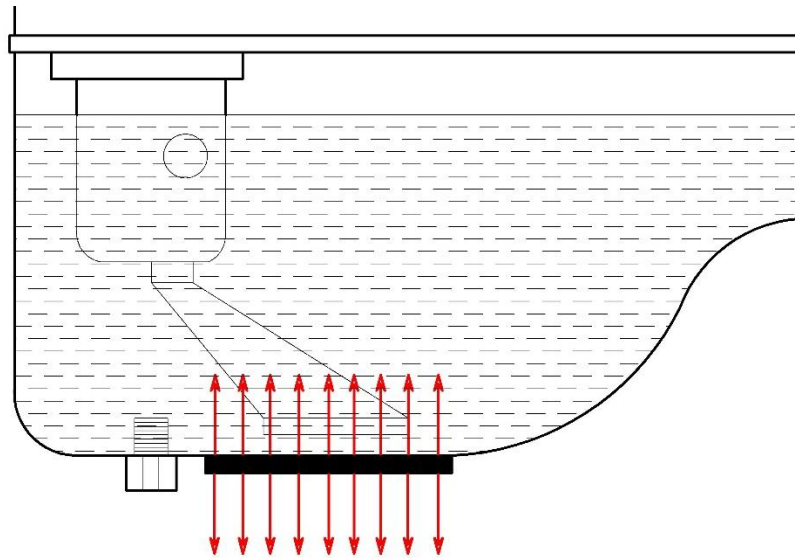


Рис. 4.2. Теплова підготовка системи змащування ДВЗ за допомогою зовнішніх термо-електричних нагрівачів

Усунути вказаний недолік дозволяє система теплової підготовки з термо-електричними нагрівачами (ТЕНами), які встановлюються во внутрішню порожнину піддону картера системи змащування двигуна (рис. 4.3.). Для їх монтажу нижче рівня масла в піддоні картера свердлять отвори необхідного діаметру та кількості, що залежить від вільного простору в піддоні картера. Отвір герметизується термопастою, яка також є доступною у продажі.

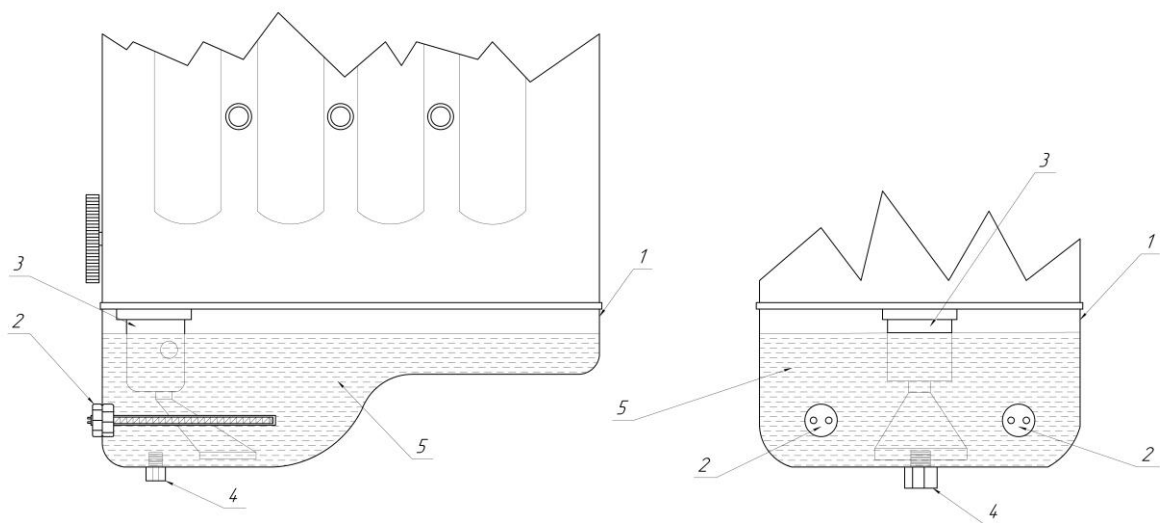


Рис. 4.3. Теплова підготовка системи змащування ДВЗ: 1 - піддон картера двигуна; 2 - нагрівальні елементи; 3 - масляний насос; 4 - зливна пробка; 5 – масло в системі змащування

Вибір потужності нагрівальних елементів залежить від об'єму масла в системі змащування двигуна, температурного і вітрового навантаження в місці зберігання автомобілів, максимально допустимої температури нагрівання масла тощо. Кількість масла за об'ємом в піддоні картера більшості легкових автомобілів становить 3-5 літрів, вантажних - 25...35 літрів [11]. Щоб не допустити перегрівання масла або недостатнього його нагрівання бажано мати можливість регулювання температури ТЕНів. Промисловість пропонує багато регуляторів потужності ТЕНів широкого спектру застосування, типів і конструкцій, тому краще використовувати вже готові регулятори, які виготовляються промислово і мають необхідні гарантії якості.

Як варіант можна рекомендувати ТЕНи з максимальною потужністю 200 Вт, які мають термостійкі силіконові дроти підведення струму і розраховано робочу температуру до 200 °С (рис. 4.4.). Виробник цих ТЕНів Bitzer в комплекті з ними додає термопасту для герметизації отвору встановлення. Це сухі трубчасті тени, потужністю 120 та 160 Вт.



Рис. 4.4. ТЕНи Bitzer

Таку конструкцію ТЕНів для забезпечення безпеки роботи в маслі рекомендується встановлювати в додатковий корпус (рис. 4.5.), виконаний, наприклад, з мідної трубки необхідного діаметра з різьбовою частиною для закріплення на піддоні картера.



Рис. 4.5. ТЕН в корпусі

Для додаткового контролю температури можна використовувати розповсюджені датчики: ТМ-100А, ТМ-108 або подібні ТМ 108 (рис. 4.6.) для постійного контролю температури і для контролю досягнення критичної температури масла, які встановлюють на піддоні картера за допомогою різьбових втулок. Для контролю температури також можна використовувати регулятори з вбудованими показчиками.



Рис. 4.6. Датчики контролю температури моторного масла

Для автотранспортних підприємств з відносно великою кількістю автомобілів, що зберігаються на відкритих майданчиках, та мережею електричного живлення 380 В розроблено підключення системи теплової підготовки ДВЗ (рис. 4.7.).

Схема має вхідний триполюсний пакетний автоматичний перемикач, контактори для підвищення надійності системи включення/виключення, трансформатор, кнопку керування з індикацією включення та два терморегулятори.

Система братиме живлення від трифазної мережі підприємства, а на виході видаватиме необхідні 220 вольт для живлення кожного елементу індивідуально. Терморегуляцію здійснюватимуть термореле які керують вихідними контакторами. Термореле має функцію програмування, що розширює його використання.

Рис. 4.7. Система теплової підготовки двигуна з живленням від мережі 380 В

Система працює наступним чином. Головним елементом управління є терморегулятори, які керують вихідними контакторами в залежності від встановленої температури. Терморегулятори мають відповідно датчики температури, за допомогою яких здійснюється контроль температури. Термореле мають функцію програмування, що дозволяє встановити необхідну температуру та вести в разі необхідності контроль параметрів процесу теплової підготовки. Терморегулятори оснащені таймером, за допомогою якого встановлюється час початку процесу теплової підготовки.

Висновки до розділу 4:

1. Розроблено рекомендації щодо застосування теплової підготовки двигуна автомобіля з живленням електричним струмом. Показано, що саме така система сприяє зменшенню часу на підготовку автомобіля, є економічно кращою у порівнянні з іншими системами та призводить до зменшення матеріальних і не матеріальних витрат на зберігання автомобіля: на охорону, освітлення, прибирання території тощо.
2. Для застосування на підприємствах автомобільного транспорту розроблено систему теплової підготовки двигуна автомобіля з використанням ТЕНів від мережі живлення 380 В, які підводять тепло одночасно до систем охолодження і змащування двигуна автомобіля. Це крім скорочення часу на підготовку двигуна до пуску сприяє рівномірному нагріванню деталей двигуна, що зменшує піскові зношування пар тертя основних його механізмів.

ВИСНОВКИ

1. Представлено способи теплової підготовки двигунів внутрішнього згорання автомобілів та його деяких складових частин, проведено аналіз їх недоліків та переваг, з'ясовано межі застосування,
2. Встановлено, що при виборі способів теплової підготовки автомобіля важливими є наступні фактори: вартість різних видів енергії, наявність джерел енергії і відстань до них від місця зберігання автомобілів, тривалість зимового періоду в регіоні, умови розташування та режим роботи конкретного автотранспортного підприємства.
3. Встановлено, що додаткове підведення тепла з повітрям на впуску є ефективним засобом покращення процесу теплової підготовки в період прогрівання ДВЗ, дозволяє забезпечити скорочення періоду його підготовки до сприймання навантаження, скорочення часу на прогрівання, зменшення витрати палива та зниження викидів забруднюючих речовин з відпрацьованими газами двигуна в атмосферне повітря.
4. Доведено, що використання додаткового підведення тепла з повітрям на впуску також скорочує час виходу каталітичних нейтралізаторів відпрацьованих газів на робочий режим, що сприяє досягненню показників токсичності автомобіля більш жорстким вимогам норм «Євро» і може бути рекомендовано як засіб покращення екологічних показників автомобілів, що відповідають нормам Євро-4 та нижче.
5. Аналіз існуючої законодавчої бази з охорони праці на підприємствах автомобільного транспорту дозволив запропонувати заходи з охорони праці робітників автотранспортних підприємств, які займаються тепловою підготовкою автомобілів.
6. Показано, що заходи з охорони праці робітників з теплової підготовки автомобілів на АТП в більшості випадків схожі на заходи, які стосуються автоелектриків таких підприємств, їх можна рекомендувати як основу для самостійної розробки вимог з охорони праці в процесі організації (відновлення) робіт з теплової підготовки автомобілів.

7. Розроблено рекомендації щодо застосування теплової підготовки двигуна автомобіля з живленням електричним струмом. Показано, що саме така система сприяє зменшенню часу на підготовку автомобіля, є економічно кращою у порівнянні з іншими системами та призводить до зменшення матеріальних і не матеріальних витрат на зберігання автомобіля: на охорону, освітлення, прибирання території тощо.

8. Для застосування на підприємствах автомобільного транспорту розроблено систему теплової підготовки двигуна автомобіля з використанням ТЕНів від мережі живлення 380 В, які підводять тепло одночасно до систем охолодження і змащування двигуна автомобіля. Це крім скорочення часу на підготовку двигуна до пуску сприяє рівномірному нагріванню деталей двигуна, що зменшує піскові зношування пар тертя основних його механізмів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кухтик Н.О. Визначення витрати палива та концентрацій шкідливих речовин за прогріву двигуна легкового автомобіля в умовах низьких температур середовища / Н.О.Кухтик // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. – Житомир, 2018. Випуск № 2 (82). – С. 88-93., [https://doi.org/10.26642/tn-2018-2\(82\)-88-93](https://doi.org/10.26642/tn-2018-2(82)-88-93)
2. Кухтик Н.О. Вплив методу прогріву на витрату палива автомобілем з двигуном з системою впорскування бензину / Кухтик Н.О., Кухтик В.В. // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки» (за галузями знань «Технічні науки») / Луц. нац. техн. ун-т. – Луцьк: Вид-во ЛНТУ, 2018. Випуск № 62. – С. 152-156.
3. Кухтик Н. Вплив методу прогріву двигуна легкового автомобіля на токсичність відпрацьованих газів. // Systemy i środki transportu samochodowego. Badania i technologia silników spalinowych. Wybrane zagadnienia. Monografia. Nr 13. Seria: Transport. Rzeszów. 2018. P. 41–48.
4. Кухтик Н.О. Порівняння витрати палива та викидів шкідливих речовин непрогрітого та прогрітого двигуна легкового автомобіля за європейським їздовим циклом // Monografia pod redakcją naukową Kazimierza Lejdy. № 17, Seria: Transport / Systemy I Środki transportu samochodowego / Rzeszów. 2019. Politechnika Rzeszowska. p. 35-41.
5. Тріфонов Д.М. Поліпшення паливної економічності і екологічних показників автомобіля використанням теплових акумуляторів фазового переходу для прогріву двигуна: дис ... канд. техн. наук: 05.22.20. / Тріфонов Дмитро Миколайович. – К., 2018. – 236 с
6. Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний: ГОСТ 14846–81 – [Дата введения с 1982-01-21. С изменениями от 2003]. – М.: Изд-во стандартов, 2003. (Межгосударственный стандарт).
7. Гутаревич Ю.Ф. Скорочення часу прогрівання двигуна легкового автомобіля за використання додаткового джерела теплоти / Ю.Ф. Гутаревич, Н.О.Кухтик, В.В.

Кухтик // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2021. – Вип. 1 (48).

8. Погорлецький Д. Структура вимірювального комплексу для дослідження роботи транспортного засобу з двигуном, обладнаним системою впорскування газового палива, в умовах експлуатації засобами ITS / Д. Погорлецький // Системи і засоби транспорту. Проблеми експлуатації і діагностики : монографія / Blatnický Miroslav, Dižo Ján, Gerlici Juraj та ін.; за наук. ред. проф. Грицука Ігоря. – Херсон : ХДМА, 2019. – С. 383–394.

9. Погорлецький Д. С. Особливості теплової підготовки транспортного двигуна в умовах експлуатації / Д. С. Погорлецький, В. П. Матейчик, А. П. Полівінчук, М. В. Володарець, М. П. Цюман // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь : ТДАТУ імені Дмитра Моторного, 2019. – Вип. 19. – Т. 4. – С. 286.

10. Грицук І. В. Особливості формування системи теплової підготовки двохпаливних транспортних засобів, працюючих на рідкому нафтовому паливі і зрідженому нафтовому газі / І. В. Грицук, Д. С. Погорлецький, Р. В. Симоненко // Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту [Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції] : збірник наукових праць. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – С. 112.

11. <https://www.google.com/search?q>

12. Гащук П.М., Антошків О.В. Взаємозумовленість ресурсних, екологічних та енергоощадних чинників, які визначають досконалість і ефективність систем охолодження автомобільних двигунів // Проектування, виробництво і експлуатація автотранспортних засобів та поїздів: Зб. асоціації “Автобус”. Львів, № 2. 1999. С.12–16.

13. Karsan. Operator’s Manual J9. Karsan Otomotiv Sanayi Mamulleri Pazarlama A. S. Organize Sanayi Bolgesi Bursa/TURKIYE.