

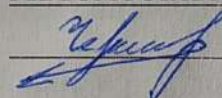
Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

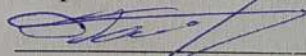
на тему:

«Поліпшення паливної економічності та екологічних показників
автомобілів шляхом встановлення додаткового теплового підігрівача в
умовах станції технічного обслуговування товариства з обмеженою
відповідальністю «Автомир-Вінниця»»

Виконав: студент 2-го курсу, групи
2АТ-22м спеціальності 274 –
Автомобільний транспорт


 Черкаський Р.І.

Керівник: к.т.н., доцент каф. АТМ

 Галушак О.О.

« 4 » 12 2023 р.

Опонент: к.т.н., доцент каф. АТМ


 С.І. Сухоручков

« 9 » 12 2023 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ

к.т.н., доц. Цимбал С.В.

 « 1 » грудня 2023 р.

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань – 27 – Транспорт
Спеціальність – 274 – Автомобільний транспорт
Освітньо-професійна програма – Автомобільний транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
АТМ
к.т.н., доцент Цимбал
С.В.

« 19 » 09 2023
року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Черкаський Ростислав Ігорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Поліпшення паливної економічності та екологічних показників автомобілів шляхом встановлення додаткового теплового підігрівача в умовах станції технічного обслуговування товариства з обмеженою відповідальністю «Автомир-Вінниця».

керівник роботи Галушак Олександр Олександрович, к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом ВНТУ від «18» вересня 2023 року № 247.

2. Строк подання студентом роботи: 04.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: Вимоги до конструкції та експлуатації автотранспортних засобів (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови заводів-виробників автомобільної техніки); законодавство України в галузі безпеки руху, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; структура автопарку України; район експлуатації автомобілів – Україна; об'єкт дослідження – вплив використання підігрівача повітря в впуску двигуна на його екологічність та економічність.

4. Зміст текстової частини:

- 1 Загальна характеристика товариства з обмеженою відповідальністю «Автомир-Вінниця».
- 2 Дослідження впливу теплового стану двигуна автомобіля на паливну економічність та екологічність
- 3 Дослідження паливоекономічних та екологічних показників автомобіля з використанням додаткового джерела тепла при прогріванні двигуна внутрішнього згорання
- 4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- 1-3 Тема, мета та завдання дослідження.
- 4 Характеристика підприємства ТОВ «Автомир-Вінниця» та визначення його завдань.
- 5 Вплив автомобілів на екологію.
- 6 Тепловий стан двигуна, його характеристики.

- 7 Причина досліджень прогріву двигуна внутрішнього запалювання.
- 8 Вплив каталітичного нейтралізатора на екологічні показники автомобіля.
- 9 Визначення впливу низької температури навколишнього середовища на двигун та автомобіль експериментальним шляхом.
- 10 Режим прогріву двигуна в русі.
- 11 Комбінований метод прогріву двигуна автомобіля.
- 12 Метод прогріву двигуна автомобіля на холостих обертах.
- 13 Переваги комбінованого метода прогріву двигуна.
- 13-14 Підігрів повітря переваги використання підігрівача повітря.
- 15 Економічні розрахунки.
- 16 Висновки.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ/підрозділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розв'язання основної задачі	Галушак О.О. доцент кафедри АТМ		
Визначення ефективності від використання підігрівача повітря перед впуском двигуна	Цимбал С.В., доцент кафедри АТМ		
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Березюк О.В., професор кафедри БЖДПБ		

7. Дата видачі завдання « 19 » вересня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	19.09-02.10.2023	
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	19.09-02.10.2023	
3	Обґрунтування методів досліджень	19.09-02.10.2023	
4	Розв'язання поставлених задач	03.10-20.11.2023	
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	21.11-29.11.2023	
6	Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	07.11-27.11.2023	
7	Нормоконтроль МКР	30.11-04.12.2023	
8	Попередній захист МКР	05.12-07.12.2023	
9	Рецензування МКР	08.12-11.12.2023	
10	Захист МКР	12.12-22.12.2023	

Студент

Керівник роботи

(підпис)

(підпис)

Черкаський Р.І.

Галушак О.О.

АНОТАЦІЯ

УДК 629.113.52

Черкаський Р.І. Поліпшення паливної економічності та екологічних показників автомобілів шляхом встановлення додаткового теплового підігрівача в умовах станції технічного обслуговування товариства з обмеженою відповідальністю «Автомир-Вінниця». Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 274 – Автомобільний транспорт, освітня програма – Автомобільний транспорт. Вінниця: ВНТУ, 2023. 113 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 29 назв; рис.: 41; табл. 11.

У магістерській кваліфікаційній роботі вирішується науково-практична задача, яка полягає в обґрунтуванні доцільності використання підігрівача повітря перед впуском двигуна; визначенні економічних та екологічних показників, при застосуванні підігрівача повітря перед впуском двигуна автомобіля; розроблених рекомендаціях по прогріву двигуна для .

Графічна частина складається з 16 плакатів.

У розділі охорони праці опрацьовано такі питання, як аналіз умов праці, питання виробничої санітарії, а саме були запропоновані технічні рішення щодо безпеки при проведенні поліпшення паливної економічності та екологічних показників автомобілів шляхом встановлення додаткового теплового підігрівача в умовах станції технічного обслуговування на ТОВ «Автомир-Вінниця»

Ключові слова: паливна економічність, автомобіль, дообладнання, екологічність, прогрів.

ABSTRACT

UDC 629.113.52

Cherkassy R.I. Improvement of fuel economy and environmental indicators of cars by installing an additional heat heater in the conditions of the technical service station of the limited liability company "Avtomir-Vinnitsa". Master's thesis on the specialty 274 - Motor transport, educational program - Motor transport. Vinnytsia: VNTU, 2023. 88 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 29 titles; Fig.: 41; table 11.

The master's qualification work solves a scientific and practical problem, which consists in justifying the feasibility of using an air heater before the engine intake; determination of economic and environmental indicators, when using an air heater before the intake of the car engine; developed recommendations for warming up the engine for

The graphic part consists of 15 posters.

In the labor protection section, such issues as the analysis of working conditions, issues of industrial sanitation, namely, technical solutions were proposed for safety when improving the fuel economy and environmental performance of cars by installing an additional heat heater in the conditions of the technical service station at Avtomir-Vinnytsia LLC »

Key words: fuel efficiency, car, retrofitting, environmental friendliness, heating.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «АВТОМИР-ВІННИЦЯ».....	10
1.1 Загальна характеристика товариства з обмеженою відповідальністю «Автомир-Вінниця»	10
1.2 Завдання товариства з обмеженою відповідальністю «Автомир- Вінниця», його обов’язки	11
1.3 Вплив автомобілів на екологію	14
1.4 Тепловий стан двигуна, його характеристики, та вплив на екологічні та економічні показники автомобіля	16
1.5 Шляхи покращення екологічних показників автомобіля.....	23
1.6 Мета досліджень прогріву двигуна внутрішнього згорання	27
1.7 Висновки до розділу 1 та постановка завдань дослідження	28
РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛООВОГО СТАНУ ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ НА ПАЛИВНУ ЕКОНОМІЧНІСТЬ ТА ЕКОЛОГІЧНІСТЬ.....	30
2.1 Теоретичні характеристики покращення екологічності шляхом використання каталітичного нейтралізатора	30
2.2 Визначення впливу низької температури навколишнього середовища на двигуна та автомобіль експериментальним шляхом	40
2.3 Їздовий цикл та його аналіз.....	51
2.4 Висновки до розділу 2.....	54
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПАЛИВОЕКОНОМІЧНИХ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОМОБІЛЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ДОДАТКОВОГО ДЖЕРЕЛА ТЕПЛА ПРИ ПРОГРІВІ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ	55
3.1 Порівняння характеристик методів прогрівання двигуна внутрішнього згорання	55

3.2 Вплив часу прогріву та температури навколишнього середовища, на паливну економічність та екологічність транспортного засобу	63
3.3 Вплив додаткового джерела тепла при прогрівання двигуна внутрішнього згоряння, на його показники та час прогріву.....	71
3.4 Економічний ефект від використання пристрою додаткового підігріву	76
3.5 Висновки до розділу 3.....	78
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	80
4.1 Технічні рішення з виробничої санітарії та гігієни праці	81
4.1.1 Мікроклімат та склад повітря робочої зони	81
4.1.2 Виробниче освітлення	83
4.1.3 Виробничі віброакустичні коливання... ..	84
4.1.4 Виробничі випромінювання.....	86
4.2 Технічні рішення щодо безпеки при проведенні поліпшення паливної економічності та екологічних показників автомобілів шляхом встановлення додаткового теплового підігрівача в умовах станції технічного обслуговування	87
4.2.1 Безпека щодо організації робочих місць	87
4.2.2 Електробезпека	88
4.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях	88
4.4 Висновки до розділу 4.....	90
ВИСНОВКИ	91
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	93
ДОДАТКИ	97
ДОДАТОК А (ОБОВ'ЯЗКОВИЙ) ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА	97
ДОДАТОК Б. ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ.....	113

ВСТУП

Актуальність теми. В сучасному світі стає все більше транспортних засобів, це призводить до значних змін в екології навколишнього середовища, та на витрату корисних копалин які використовуються як сировину для виготовлення автомобілів, та як паливо потрібного для функціонування транспорту. Через це все більша увага приділяється до певних обмежень, що до автомобілів, за для покращення ситуації в майбутньому.

Одним з видів покращення ситуації може стати використання додаткових пристроїв які можна б було застосовувати для більш оптимального прогріву двигунів автомобілів в умовах низьких температур, це могло б пришвидшити прогрів двигунів, тим самим зменшивши витрату палива та підвищивши екологічність в певному відрізку експлуатації автомобіля. Окрім того використання таких підігрівачів може вплинути і на термін служби двигуна внутрішнього згорання.

Одним з варіантів скорішого прогріву транспортного засобу може бути використання пристрою який нагрівав би повітря в системі впуску двигуна доки той не прогріється до певної температури.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалась відповідно до науково-дослідної тематики кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету. Робота виконана відповідно до Закону України «Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки» № 2623-14 від 05.12.2012 р.; розпорядження Кабінету Міністрів України з виконання Програми діяльності Кабінету Міністрів України та Стратегії сталого розвитку «Україна-2030» № 722/2019. від 30.09.2019.

Мета і завдання роботи. Метою дослідження є підвищення економічних та екологічних показників автомобіля, підігріванням повітря перед дросельною заслінкою бензинового двигуна.

Для досягнення цієї мети визначені наступні завдання:

Розглянути шляхи покращення екологічності автомобіля.

Обґрунтування доцільності впровадження додаткових систем для покращення екологічності та економічності.

Розрахунок кількості палива, яку витрачається при прогрівання автомобіля.

Визначення економічного виграшу, при застосуванні додаткового обладнання.

Аналіз можливості використання додаткового пристрою підігріву повітря перед дросельною заслінкою двигуна.

Розробка заходів по забезпеченню необхідного рівня охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження – вплив часу прогріву двигуна на економічні та екологічні показники автомобіля.

Предмет дослідження – економічні та екологічні показники автомобіля при застосуванні додаткових підігрівачів.

Новизна одержаних результатів.

Запропоновано метод зменшення витрати палива та викидів шкідливих речовин у відпрацьованих газах, шляхом підігріву повітря перед дросельною заслінкою двигуна внутрішнього згорання.

Апробація результатів роботи. Апробація результатів роботи. Частина результатів роботи доповідались та обговорювались на Всеукраїнській науково-практичній Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (Вінниця: ВНТУ, 2023).

Публікації. Основні положення та результати досліджень за участі автора опубліковані в одній публікації [1].

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «АВТОМИР-ВІННИЦЯ»

1.1 Загальна характеристика товариства з обмеженою відповідальністю «Автомир-Вінниця»

Товариство з обмеженою відповідальністю «Автомир-Вінниця» знаходиться за адресом: с. Вінницькі хутори, вул. Немирівське шосе. 94А Україна, 23219.

В 2023 році ТОВ «Автомир-Вінниця» відсвяткувала своє 15-річчя. На 2023 рік на підприємстві працює близько 60 осіб.

Всі співробітники підприємства поділяються на наступні відділи: адміністрація, бухгалтерія, відділ продажу, відділ сервісу, це, технічний відділ, загальні служби, та інші.

Основними видами діяльності підприємства являються:

- торгівля автомобілями;
- технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів;
- торгівля деталями та приладдям для автотранспортних засобів.

Підприємство ТОВ «Автомир-Вінниця» являється вільним дилером автомобілів марок KIA та Mitsubishi. Будучи дилером автомобілів KIA дане підприємство підпорядковується ТОВ «Фалькон авто». В свою чергу будучи дилером Mitsubishi підприємство підпорядковується ТОВ «EM EM CI Україна», англійською звучить MMC UKRAINE LIMITED LIABILITY COMPANY (MMCULLC).

1.2 Завдання товариства з обмеженою відповідальністю «Автомир-Вінниця», його обов'язки

Завдання товариства з обмеженою відповідальністю «Автомир-Вінниця» поділена між відділами наведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 –Завдання і функції підприємства

№	Відділ	Завдання
1	Відділ продажу	Організація закупки на підприємство нових автомобілів Брендів KIA та Mitsubishi, їх реалізація, презентація наявних автомобілів, а також автомобілів які можна замовити по передоплаті клієнтам. Проведення тест драйву нових автомобілів з клієнтами, підтримання належного виду нових автомобілів, слідкуванням за появою новинок на українському ринку, нових моделей чи комплектацій, своєчасне вивчення особливостей автомобілів та їх комплектації. Ведення документації, оформлення документів належним чином згідно стандартів поставленими дистриб'ютор та державою. Надавати відповіді на онлайн заявки та телефонні дзвінки клієнтів, здійснювати прозвон фірм які являються потенційними клієнтами та можуть зацікавитися поповненням автопарку новими автомобілями. Допомогою клієнтам з оформленням документів на автомобіль. Надавати клієнтам пропозицію та послугу з страхування нового автомобіля. Оформляти кредити на покупку автомобілів.

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
2	Відділ сервісу	<p>Приймати дзвінки клієнтів, відповідати їм згідно стандартів. Здійснювати запис клієнтів на певний день та час, планувати роботу механікам, вести прорахунки вартості технічного обслуговування або ремонту. Заключати договори з новими фірмами які хочуть обслуговувати свій автотранспорт на даному підприємстві. Слідкувати за наявністю запчастин на складі при потребі скидати фахівцю з підбору запчастин заявку на замовлення запчастин. Вести пошук потрібних запчастин на автомобіль який потрібно обслужити. Приймати автомобіль на СТО, передавати його майстру цеха на відділ сервіса, слідкувати за рекомендаціями механіків що до авто, при потребі корегувати список запчастин, вартість та погоджувати їх з клієнтом. При потребі проводити тест драйв автомобіля щоб відчувати на що жаліється клієнт наприклад стук чи скрежит. Оформляти документи, попереднє замовлення покупця та акт виконаних робіт після завершення обслуговування або ремонту автомобіля. Проводити прозвон клієнтів на чії автомобілі є рекомендації, або клієнтам які більше року не проходили ТО, та яким потрібно з'явитися для проходження планового ТО, щоб автомобіль залишався на гарантії.</p>

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
3	Цех	<p>Приймання автомобіля з відділу сервісу. Відмічання в комп'ютері час початку та кінця робіт. При заїзді автомобіля обов'язково перевіряти чи все освітлення автомобіля справне, та робити діагностику ходової. Повідомляти результати діагностики відділу сервісу та дублювати її в електронному вигляді. Проведення технічного обслуговування або ремонту автомобіля згідно стандартів. Правильно планувати свій час щоб встигнути завершити обслуговування автомобіля за відведений час та при потребі виконати рекомендації які виникли під час обслуговування. Перевіряти запасні частини на наявність видимих дефектів перед їх використанням. Майстер цеху повинен контролювати роботу механіків, а також перевіряти чи відділ сервісу вказав в попередньому наряді всі роботи та запчастини які потрібні для усунення дефектів автомобіля. Також майстер цеху має проводити тест драйв після виконання ремонту, щоб переконатися що в автомобіля немає посторонніх шумів при їзді, чи автомобіль тримається в полосі, перевіряти чи механіки прописали рекомендації та виконали всі роботи, контролювати якість виконання робіт. При потребі працівники цеху можуть за присутності майстра приймачника вказати клієнтам на дефект, щоб клієнт побачив та зрозумів що саме потрібно ремонтувати в автомобіля.</p>

Підприємство ТОВ «Автомир-Вінниця» надає наступні послуги:

- технічне обслуговування автомобілів;
- діагностика та ремонт ходової частини автомобіля;
- діагностика та ремонт двигунів внутрішнього згоряння автомобіля;
- діагностика та ремонт електрообладнання автомобіля;
- виконання гарантійних ремонтів брендів автомобілів KIA та Mitsubishi;
- перевірка, ремонт та обслуговування системи кондиціонування автомобіля;
- перевірка та прочистка паливних форсунок бензинових двигунів;
- шиномонтаж та балансування коліс;
- Ззарювальні роботи;
- продаж нових та вживаних автомобілів;
- оформлення страхового полісу на автомобілі;
- мийка автомобілів, хімчистка.

Завдяки співпраці з іншими підприємствами можливі виконання й інших робіт які потребують спеціального обладнання наприклад:

- ремонт автоматичних коробок перемінних передач;
- ремонт стартерів та генераторів;
- ремонт карданних валів автомобілів;
- ремонт редукторів та механічних коробок перемінних передач;
- малярно-рехтувальні роботи;

Та інші види робіт.

1.3 Вплив автомобілів на екологію

Поява автомобілів привела до справжньої революції в транспортній сфері, запропонувавши мобільне і зручне пересування, а в подальшому перевезення

багажу. Але також автомобілі призвели до значних екологічних наслідків, і чим далі тим автомобілів більше, а наслідки гірші.

Одним з найбільш помітних впливів автомобілів на екологію є забруднення повітря. Двигуни внутрішнього згорання викидають такі забруднюючі речовини, як оксиди азоту та тверді речовини які потрапляють в повітря, а з ним в організм людей, тварин, осідають на рослинах. В великих містах з великою кількістю автомобілів можливе виникання певного смогу який може спричиняти різні респіраторні хвороби і в цілому задавати шкоди екосистемі.

Суміжно з важкими викидами, автомобілі з двигунами внутрішнього згорання (ДВЗ) при роботі здійснюють викиди парникових газів і являються одним з їх основних накопичувачів в сам перед з викидами вуглекислого газу CO_2 , який являється основним фактором зміни клімату. Оскільки в сучасному світі людство бориться за екологію, то роль автомобіля на її забруднення просто не можливо не помітити.

Окрім того автомобілі можуть не напряду впливати на екологію. Наприклад для пересування автомобілів, потрібно будувати дороги, за для цього в світі винищується флора та фауна, окрім того матеріали з яких будуються автомагістралі також мають свій токсичний вплив на навколишнє середовище, який впливає на всі живі організми. Окрім того прокладання автомагістралей може вплинути на шляхи міграції тварин, а тим самим на популяцію деяких видів. Більш того, видобування сировини для будування автомобілів, та доріг також несуть свій вплив на екологічність, а також вичерпують ресурси корисних копалин на планеті. Виготовлення металів, пластмас та інших речовин мають суттєвий вплив на екологію.

Також без уваги не залишається те, що на утилізацію автомобілів споживає величезну кількість природніх ресурсів. Для хоч якогось покращення ситуації весь час удосконалюються методи переробки, а також розробку більш екологічних матеріалів для будування автомобілів.

Також не слід забувати про так назване шумове забруднення. Окрім впливу на забруднення повітря, автомобілі видають значний шум, постійний гул двигунів, гудки та інші звуки пов'язані з дорожнім рухом впливають і на міське і навіть на сільське середовище, в деяких місцях впливають також на дику природу, екосистему та в цілому на добробут людей.

Хоч автомобілі і змінили спосіб життя людства, не можна ігнорувати їх вплив на навколишнє середовище.

Оскільки людство намагається рухатися до більш сталого майбутнього, все більше уваги починає приділятися розробці, а за останні роки 10, ще й впровадженню більш екологічних видів транспорту з тягою альтернативною ДВЗ. Поява електромобілів, використання електричного міського транспорту, виділення доріжок для велосипедів тощо.

Застосовуючи і винаходячи нові альтернативи, можна досягнути певного балансу між перевагами автомобільного транспорту та збереження екології на планеті.

1.4 Тепловий стан двигуна, його характеристика, та вплив на екологічні та економічні показники автомобіля

Тепловий режим роботи двигуна сильно впливає на роботу самого двигуна, на його екологічність та економічність. Нормальна робота двигуна може здійснюватися тільки при постійному оптимальному тепловому режиму.

Занадто висока температура двигуна призводить до його швидкого зносу, при збільшеній температурі в циліндрах може почати вигорати олива двигуна, це призводить до засідання поршневих кілець та витраті самої оливи, появи нагару на поршнях двигуна, при великому розширенню поршнів можливе їх заклинювання в циліндрах двигуна, на більш старих двигунах можлива детонація через підвищену температуру.

Занадто низька температура двигуна також призводить до небажаних наслідків, через погане випаровування палива збільшується його розхід,

потужність двигуна натомість навпаки зменшується. Через погане випаровування паливо погано згорає, це також може призвести до нагару та засідання поршневих кілець, що призведе до збільшеної витрати оливи. Також сконденсоване паливо може змивати оливу з стінок циліндрів, що призводить до збільшеного зносу циліндро-поршневої групи. В дизельних двигунах через переохолодження може відбуватися затримка запалювання суміші, що збільшує жорсткість роботи двигуна.

При холодному запуску двигун сприймає велике навантаження, при одному холодному запуску двигуна на нього припадає така навантаження яке можна порівняти з пробігом автомобіля в межах 20-200 км залежно від температури навколишнього середовища. При холодному запуску двигуна може спостерігатися нестабільна робота, підвищенні оберти, це відбувається через збільшенні зазори в циліндро-поршневій групі, та газо-розподільчому механізмі. Відповідно чим довше прогрівається двигун тим більше на нього падає навантаження і тим більше він зношується, знос двигуна в свою чергу ще більше впливає на його економічність та екологічність.

Тепловий стан двигуна можна визначити по величині температури охолоджуючої рідини, при запуску двигуна охолоджуюча рідина має температуру навколишнього середовища і для її швидшого прогріву блоки керування збагачує горючу суміш, що призводить до збільшення витрати палива і як наслідок збільшення викидів в атмосферу.

При прогрівання охолоджуючої рідини, робота двигуна стає більш стабільною, витрата палива зменшується, через нормалізацію зазорів в циліндро-поршневій групі покращується процес згоряння, це призводить до зменшення шкідливих викидів в атмосферу. Як показують дослідження які були проведенні Сітовським О.П. при поступовому прогріванні охолоджуючої рідини до температури 70°C час прогріву та кількість викидів залежить від температури навколишнього середовища. Тобто, при прогрівання до 70°C зменшується витрата палива та кількість викидів, але час такого прогріву різний, залежно від температури навколишнього середовища. Залежність часу прогріву двигуна від

початкової температури охолоджуючої рідини (ОР) схематично наведена на рис. 1.1

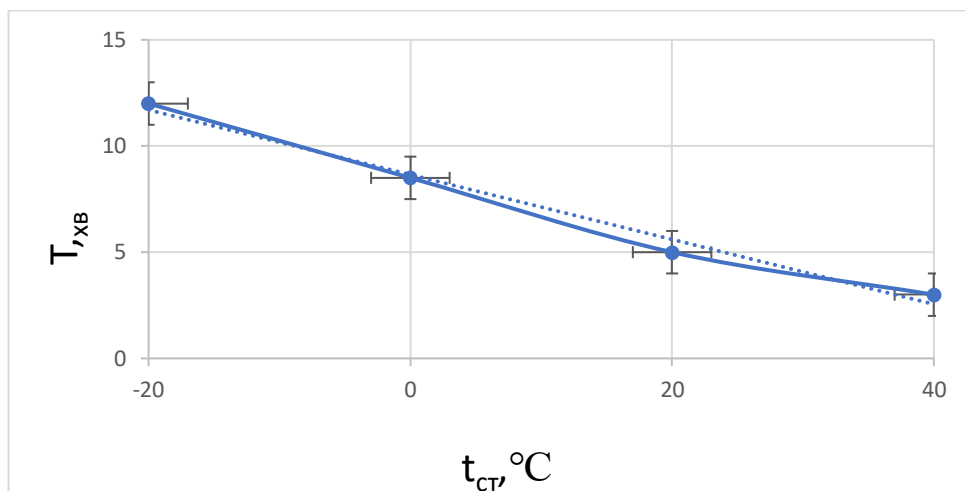


Рисунок 1.1 – Залежність часу прогрівання двигуна T_{XB} до температури охолоджуючої рідини 70°C від його температури при старті t_{CT}

Окрім того експериментально в тому ж дослідженні було встановлено що витрата палива Q при прогрівання двигуна до робочої температури також залежить від температури охолоджуючої рідини при запуску двигуна і може змінюватися в два, три, чотири, а то і більше разів залежно від температури навколишнього середовища (рис. 1.2)

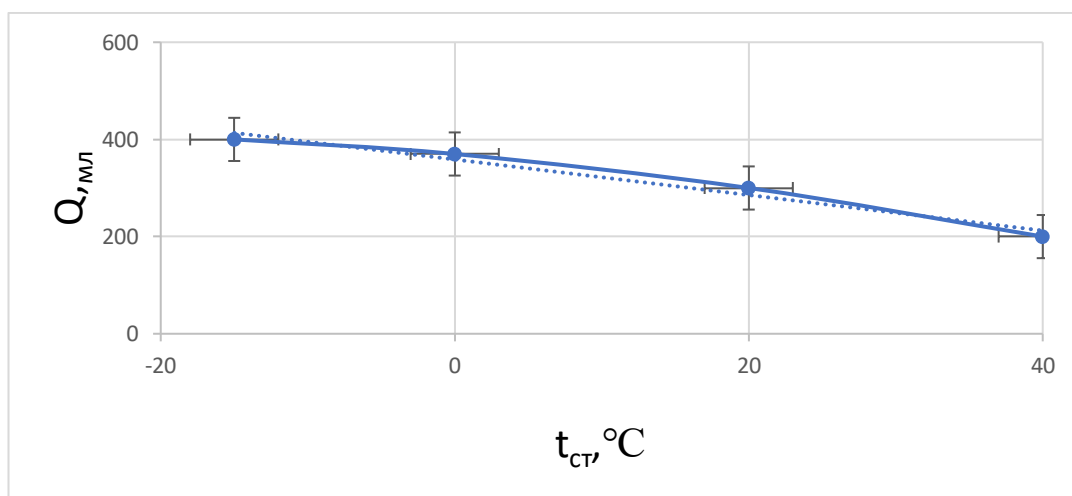


Рисунок 1.2 – Залежність загальної витрати палива Q від температури охолоджуючої рідини при холодному пуску

Також в зв'язку з підняттям даної теми можна розглянути залежність описаною в дослідженнях Деркачева В.Л. [2] , в ньому при фіксації годинної витрати палива при прогріві двигуна робились заміри в звичайному режимі прогріву, та додатково передпусковим підігрівачем (рисунок 1.3)

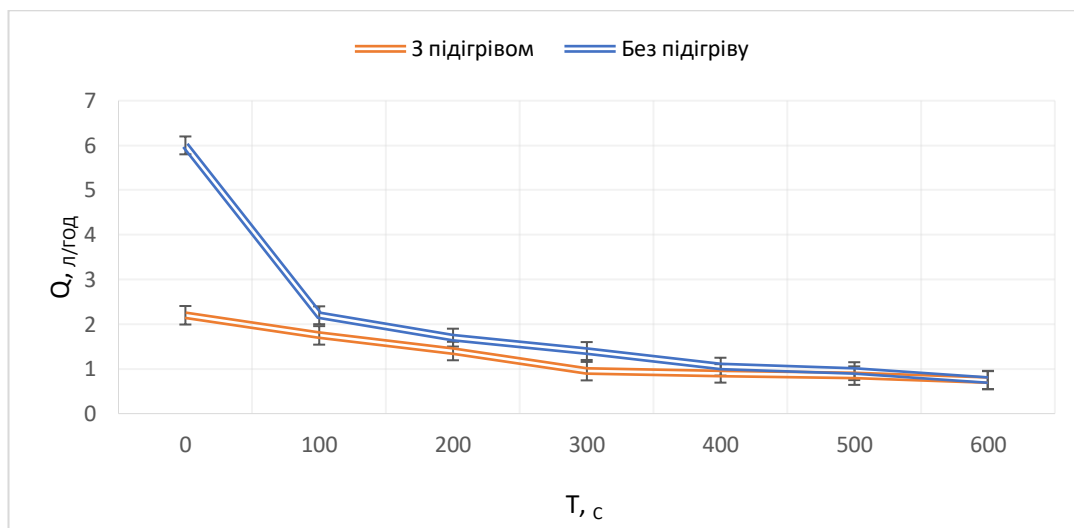


Рисунок 1.3 – Різниця миттєвої витрати палива при звичайному прогріві двигуна за температури -15°C та при прогріві з використанням передпускового підігрівача

Як висновок до даного дослідження, його автор пропонує використовувати дообладнаний н автомобіль передпусковий електричний підігрівач з потужністю 2 кВт. Таке рішення допоможе скоротити час прогріву двигуна та зменшити витрату пального.

Ще хочеться виділити з роботи Деркачова В.Л.[6] дослідження впливу теплового стану двигуна на його динаміку та паливну економічність. Прогрівання двигуна покращує його динамічні властивості при тому зменшуючи витрату палива. Чим менша температура охолоджуючої рідини двигуна тим більша в нього витрата палива при зменшених динамічних показниках, та навпаки, при більшій температурі ОР динамічні показники ростуть, а витрата палива зменшується. Приклади схематичної різниці витрати палива на різних обертах двигуна при різній температурі ОР наведені на рис. 1.4 та 1.5.

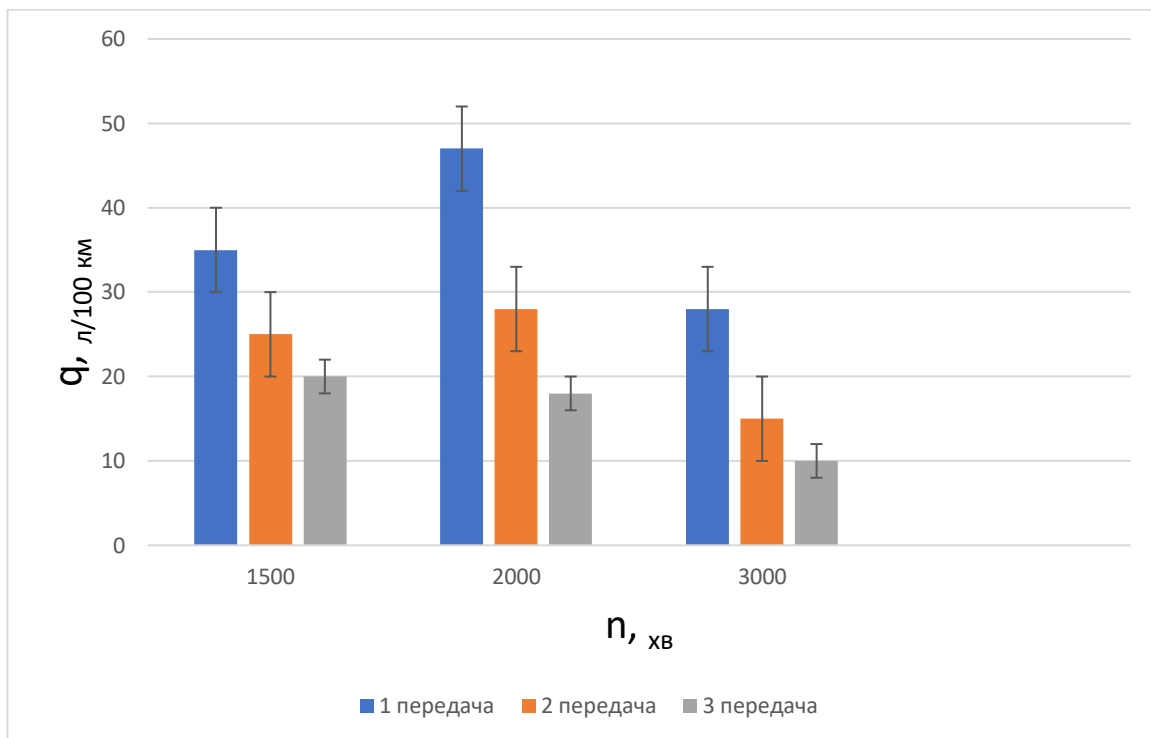


Рисунок 1.4 – Залежність миттєвої витрати палива на першій другій та третій передачі з не прогрітим двигуном при його навантаженні 10%

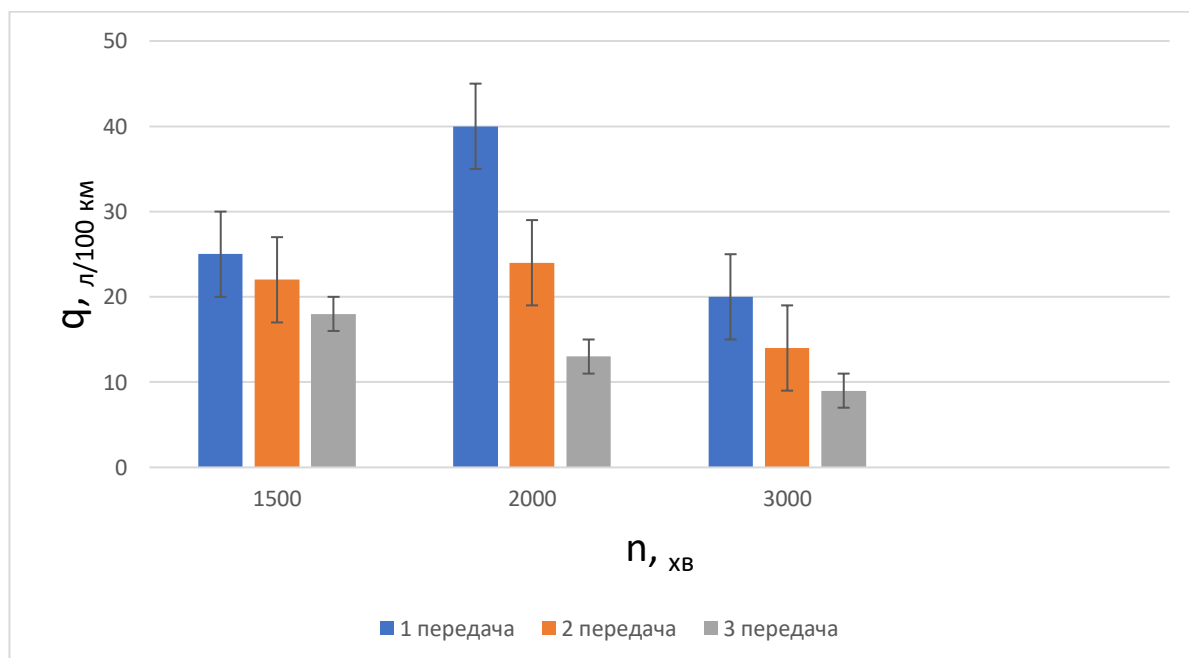


Рисунок 1.5 – Залежність миттєвої витрати палива на першій другій та третій передачі з навантаженням двигуна 10% прогрітим до 90°C

В роботах Гутаревича Ю.Ф.[2] та Грицука І.В.[3] було встановлено, що скоротивши час прогріву двигуна на 17,8-68,4% допоможе зменшити витрату пального на 19,5-56,25%.

Окрім того це дозволить зменшити викиди шкідливих речовин в атмосферу, також не однократно проводились дослідження зміни концентрації вуглеводнів C_mH_n залежно від часу який витрачається на прогрівання двигуна.

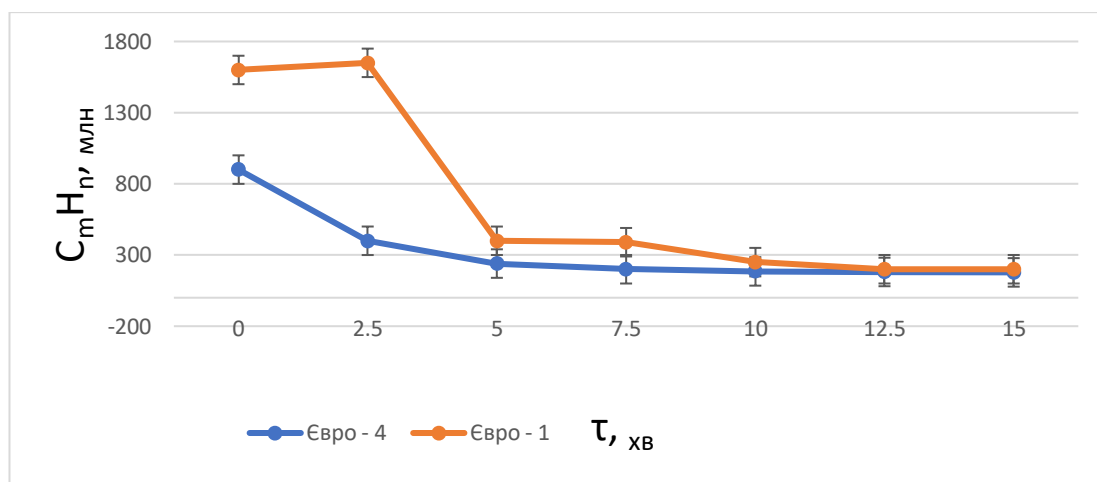


Рисунок 1.6 – Концентрація вуглеводнів C_mH_n залежно від часу прогрівання ДВЗ

Концентрація вуглеводнів після запуску двигуна така висока через те що блок керуванням двигуном керую подачею паливо-повітряної суміші в двигун і подає збагачену суміш, по мірі прогрівання двигуна процес подачі суміші стабілізується, робота двигуна вирівнюється, суміш починає збіднюватися для нормальної роботи двигуна, при цьому вміст C_mH_n в відпрацьованих газах зменшується. [13] В карбюраторних системах живлення (Євро-1) та в системі впорскування палива стандартів Євро-4 вміст шкідливих викидів значно відрізняється.

Деркач В.Л.[14] та Сітовський О.П.[4] в своїх дослідженнях виміряли зміну концентрації CO та C_mH_n на прогрітому та непрогрітому ДВЗ. Дослідження проводили при початковій температурі ОР -15°C з використанням передпускового підігрівання ОР та без нього. (рис. 1.7, рис. 1.8)

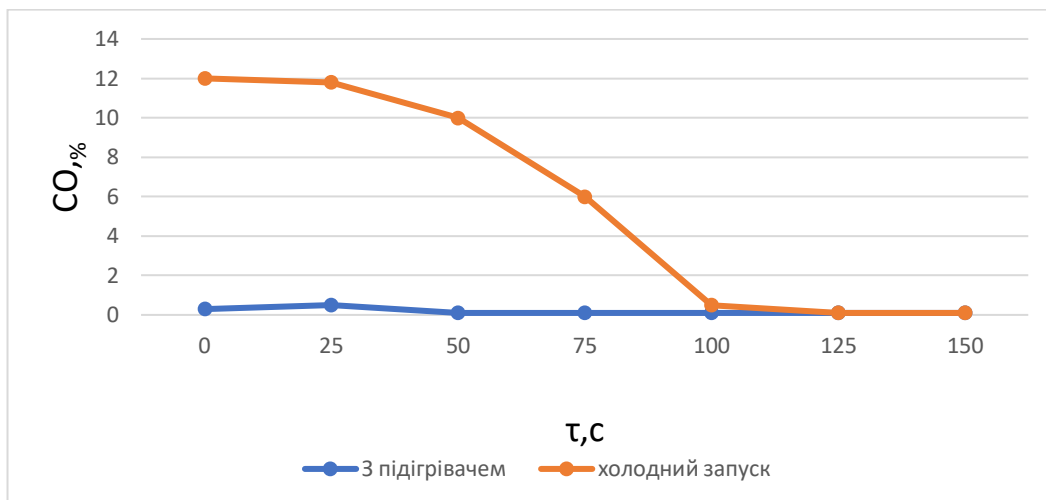


Рисунок 1.7 – Концентрація вмісту оксиду вуглецю CO

На рисунку 1.7 можна бачити, що при запуску двигуна вміст оксиду вуглецю складає близько 12% , по мірі прогрівання цей вміст зменшується, за результатами дослідження встановлено що через 80 секунд прогріву вміст CO зменшується до 2% , а ще через пів хвилини величина зменшується майже до 0.

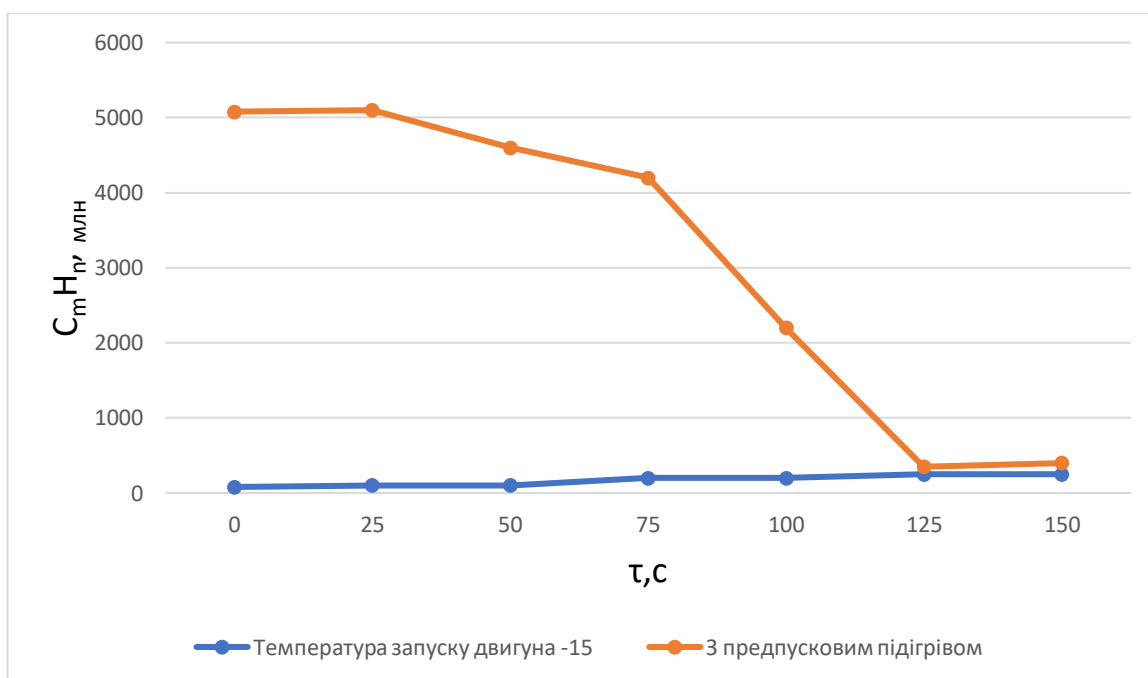


Рисунок 1.8 – Концентрація вуглеводнів C_mH_n , млн

За результатами даного дослідження було виявлено що при прогріванні холодного щойно запущеного двигуна вміст вуглеводнів C_mH_n більше 5000 млн^{-1} . Під час прогрівання двигуна на протязі 80 секунд, концентрація вуглеводнів поступово зменшується до 3000 млн^{-1} , а ще через пів хвилини до орієнтовного рівня в 200 млн^{-1} .

1.5 Шляхи покращення екологічних показників автомобіля.

Оскільки занепокоєння щодо зміни клімату та погіршення навколишнього середовища продовжує зростати, причому досить обґрунтовано, то автомобільна промисловість все більше відчуває тиск, що змушує їх впроваджувати інновації та застосовувати нові екологічні методи.[26] Покращення екологічності автомобілів має вирішальне значення для зменшення шкідливого впливу транспорту на екологію.

Один з найперспективніших на теперішній момент шлях вирішення екологічної проблеми є введення в експлуатацію та популяризація застосування електромобілів (EV). Електромобілі під час експлуатації виробляють нульові викиди вихлопних газів, зменшуючи забруднення повітря та викиди важких речовин, вуглекислого газу та інших шкідливих речовин. У міру розвитку акумуляторних технологій радіус дії та ефективність електромобілів продовжує розвиватися та покращуватися, що по трохи робить їх конкурентоспроможними на ринку автомобілів з порівнянням авто з класичними двигунами внутрішнього запалювання.

Ще один досить прогресивний метод покращення екологічних показників автомобіля є використання гібридних технологій.

Гібридні транспортні засоби поєднують традиційні двигуни внутрішнього згорання з електричними силовими установками. Ця технологія дозволяє підвищити економічність палива та зменшити викиди. Гібридні автомобілі можуть працювати на електриці на низьких швидкостях, перемикаючись на двигун внутрішнього згорання, коли потрібна більша потужність. Цей

двосистемний підхід мінімізує вплив на навколишнє середовище, зберігаючи при цьому зручність більшого діапазону водіння.

Наступний метод покращення екологічності є удосконалення автомобілів які вплинуть на зменшення споживання палива. До таких удосконалень можна віднести покращення аеродинамічних показників автомобіля, використання більш легких матеріалів для зменшення ваги авто, вдосконалення конструкції двигуна внутрішнього згорання, це все може вплинути на паливну економічність, а як залежність і на екологічність автомобіля.

Також в перспективі можуть з'явитися автомобілі на альтернативних видах палива, наприклад людство в різних частинах світу проводить дослідження та розробку двигунів автомобіля які могли б житися від наприклад водню, або біопалива чи інших видів палива. Ці види палива можуть зменшити залежність від такого палива як бензин та дизель та знизити загальну кількість шкідливих викидів. Розвиток інфраструктури та підвищення доступності є ключовими проблемами для реалізації повного потенціалу альтернативних видів палива. Окрім того в світі починають все більше використовувати газ як паливо, в Україні до-речі таке джерело живлення автомобілів досить популярне, воно теж більш екологічне чим бензин та дизель.

Також хочеться більш детально виділити удосконалення процесу виготовлення автомобіля з запровадженням нових матеріалів та покращення аеродинаміки авто. Вплив на навколишнє середовище допомагає зменшити процес виготовлення нових автомобілів використовуючи перероблену сировину. Також зменшити шкідливий вплив на екологію допомагає використання більш екологічних матеріалів для обшивки салону. Покращення аеродинаміки автомобілів може призвести до підвищення паливної екологічності. Оптимізований дизайн, включаючи такі функції, як активні жалюзі решітки радіатора та панелі днища, зменшує опір повітря, дозволяючи автомобілям рухатися ефективніше з меншим супротивом та споживати менше палива при цьому.

Також на екологічність автомобілів може впливати зовнішній вплив. Удосконалення схем руху транспорту, оптимальному використанню дорожньої розмітки, знаків та світлофорів може вплинути на кількість заторів, а від цього на екологічність. Використовуючи дані та технології, міста можуть впроваджувати інтелектуальні рішення для управління дорожнім рухом, сприяти громадському транспорту та заохочувати спільне використання автомобілів, що зрештою зменшує загальний вплив транспорту на навколишнє середовище.

Покращення екологічності автомобілів вимагає багатогранного підходу, який включає технологічні інновації, регуляторні заходи та зміни в поведінці споживачів. Оскільки автомобільна промисловість продовжує розвиватися, впровадження екологічно чистих практик і надання пріоритетів розробці та впровадженню екологічно чистих технологій стане важливим для створення екологічно відповідальнішого майбутнього для транспорту. Завдяки спільним зусиллям виробників, політиків і споживачів ми можемо сприяти позитивним змінам і прокласти шлях до екологічнішого та економічнішого автомобільного середовища.

В світі з певною періодичністю зростають норми та стандарти, що до екології автомобілів. Виробники автомобілів за для проходження даних норм повинні постійно удосконалювати автомобілі, найбільш суттєво на ці показники впливають удосконалення системи живлення автомобілів та вихлопної системи.

Для регулювання виробників автомобілів та не допускання виготовлення авто які викидають шкідливих речовин більше норми в світі почали вводити наступні стандарти екологічності автомобілів[15]:

- Євро – 1 прийнятий у Європі у 1992 році;
- Євро – 2 було прийнято у Європі в 1995 році;
- Євро – 3 який ввели у 1999 році;
- Євро – 4 стандарт який було прийнято в 2005 році;
- Євро – 5 ухвалений у 2009 році;
- Євро – 6 розроблено у 2014;

- Євро – 7 розробляється та може поставити кінець ДВЗ.

При введенні у 1992 році стандарту Євро – 1 автомобілі почали укомплектовуватися каталітичними нейтралізаторами які займаються допалом парів у вихлопній системі.

Після введення стандарту Євро – 2 в 1995 року, виробникам автомобілів довелось удосконалити каталітичні нейтралізатори для того щоб вони могли усувати оксиди азоту. Тако після впровадження даного стандарту з'явилася система контролю складу шкідливих речовин в вихлопі.

Введення Євро – 3 змусило виробників авто забути про карбюраторні системи живлення автомобіля, і повністю перейти на електронне упорскування. Також було встановлено і обмеження для дизельних автомобілів, а саме обмеження викидів сажі.

Для забезпечення стандартів Євро – 4 виробникам автомобілів довелось ввести в експлуатацію сажові фільтри для дизельних автомобілів, а також вводити систем наддуву.

При Євро – 5 стандарти стали дуже жорсткі, через це при покращенні показників екології значно впала потужність автомобілів, погіршилась якість двигунів, з роками конструктори вирішували ці проблеми, на те щоб вирішити головні проблеми якості пішло багато років, але зараз навіть автомобілі без турбонадуву можуть вклатися в даний стандарт.

Євро -6 розроблено у 2014 році, але не був введений як обов'язковий, при даному стандарті, всі автомобілі, мають комплектуватися турбонаддувом, оскільки атмосферні автомобілі не можуть вклатися в дані стандарти викидів шкідливих речовин.

Євро – 7 ще розробляється, але з його впровадженням може прийти кінець двигунам внутрішнього згорання, а заміною їх електродвигунами.

В сучасних автомобілях велику роль грають саме каталітичні нейтралізатори, вони значно збільшують екологічність автомобілів, при правильній експлуатації транспорту. Але якщо експлуатувати авто не правильно, то екологічні показники можуть змінюватися. При різному прогріву двигуна

автомобіля, показники викидів теж різні, окрім того при неправильному прогріву каталітичного нейтралізатора він може руйнуватися, також до руйнування каталітичного нейтралізатора може вплинути якість пального.

1.6 Мета досліджень прогріву двигуна внутрішнього запалювання

Працюючи на підприємстві ТОВ «Автомир-Вінниця» було зафіксовано, що деякі клієнти в кого порівняно нові автомобілі до 5 років у експлуатації, звертаються з проблемами пов'язаними з каталітичними нейтралізаторами. Спілкуючись з клієнтами, та проводячи діагностики їх автомобілів було виявлено дві причини які призводять до проблем з каталітичними нейтралізаторами, а саме: використання поганого палива (було проаналізовано яким паливом на яких заправках заправляють свої автомобілі клієнти які звернулися з проблемою), та початок руху транспортного засобу, без належного прогріву двигуна.

На рисунку 1.9 можна побачити наслідки неправильної експлуатації автомобіля.



Рисунок 1.9 – Приклади зруйнованих каталітичних нейтралізаторів

За результатами досліджень було прийнято висновок, що для того, щоб каталітичний нейтралізатор не забивався важкими металами, потрібно заправляти автомобіль на перевірених заправних станціях, а для того, щоб він не починав руйнуватися через велике навантаження, на непрогрітий нейтралізатор, його потрібно якісно прогрівати. Було виявлено, що клієнти які заправляються на провірених АЗС, та прогривають двигун, а з ним і каталітичний нейтралізатор, перед початком руху, не мають проблем з руйнуванням нейтралізаторів.

В даній роботі, описано саме прогрівання двигуна, та його вплив на показники автомобілів. Тому пропонується використовувати пристрій який допоможе швидше і якісніше прогрівати двигун внутрішнього згорання, що подовжить його термін служби, а також термін служби каталітичного нейтралізатора, який грає велику роль в екологічних показника автомобіля, і окрім того коштує досить дорого, що ускладнює його заміну при виходу з ладу старого. Наприклад новий каталітичний нейтралізатор KIA Sportage коштує 123450 грн. . Використання додаткового підігрівача допоможе зменшити викиди шкідливих речовин, покращити економічні показники автомобіля зменшивши витрату палива, а також запобігти руйнування каталітичного нейтралізатора.

1.7 Висновки до розділу 1 та постановка завдань дослідження

1. ТОВ Автомир-Вінниця займається продажом автомобілів, та після продажним обслуговуванням транспортних засобів переважно марок KIA та Mitsubishi в тому числі гарантійному обслуговування.

2. Автомобілі являються одним з найбільших забруднювачів довколишнього середовища. При роботі двигуна внутрішнього запалювання в атмосферу потрапляють шкідливі речовини які з'являються в результаті процесу горіння нафтопродуктів.

3. При різних умовах експлуатація витрата палива та викиди шкідливих речовин автомобіля можуть різнитися, на це може впливати технічний стан

автомобіля, температура навколишнього середовища, час прогріву двигуна та каталітичного нейтралізатора.

4. Для збільшення екологічності автомобіля, періодично вводять нові стандарти по концентрації шкідливих речовин в відпрацьованих газах. Найефективнішим способом зменшення даної концентрації використання каталітичних нейтралізаторів.

5. Для покращення екологічності автомобілів, доцільним є скорочення часу його підігрівання шляхом встановлення підігрівача повітря. Були визначені наступні завдання дослідження:

1. Виконати аналіз досліджень по впливу теплового стану ДВЗ на його екологічність та економічність.

2. Проаналізувати досліджень по впливу каталітичних нейтралізаторів на покращення екології.

3. Виконати експериментальні дослідження часу прогріву двигуна при різних режимах прогріву та витрата палива при цьому.

4. Розробка методу прискорення часу прогріву двигуна для збільшення екологічності та економічності автомобіля.

5. Провести розрахункового дослідження що до впливу ефективності прогрівання повітря на впуску двигуна на час прогрівання та витрату палива при цьому.

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛООВОГО СТАНУ ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ НА ПАЛИВНУ ЕКОНОМІЧНІСТЬ ТА ЕКОЛОГІЧНІСТЬ

2.1 Теоретичні характеристики покращення екологічності шляхом використання каталітичного нейтралізатора

Без використання каталізаторів температура для розпаду оксиду вуглецю повинна складати 700-900°C, при наявності вільного кисню, але при цьому унеможлиблюється розпад оксиду азоту, оскільки його розпад та відновлення потребує відсутності вільного кисню.

В каталітичних нейтралізаторах використовуються каталізатори які не приймаючи участі в термохімічних реакціях спонукають вступати в неї шкідливі гази при значно менших температурах чим без їх використання, послаблюючи їх молекулярний зв'язок.

Каталітичні нейтралізатори є декількох типів. Один з типів окислювальні нейтралізатори, вони окислюють CO та C_mH_n до CO_2 та H_2O . Інший тип називається відновлювальним, вони відновлюють N_2 з NO_x . Але найкращими з типів є трикомпонентний каталітичний нейтралізатор, він окислює CO та C_mH_n та відновлює NO_x . Саме трикомпонентні нейтралізатори зустрічаються в сучасних автомобілях найчастіше, адже найкраще справляються з своєю роботою.

Каталітичні нейтралізатори можуть мати різну форму, місце розташування, будову, вони можуть бути компонуватися між собою, бути одно і двокамерними, з засипним чи монолітним, керамічним чи металевим носієм, з використанням дорогоцінних металів таких як платина, родій паладій, також можуть використовувати важкі рідкісні метали такі як мідь, нікель, хром. Деякі автомобілі можуть мати декілька нейтралізаторів, вони можуть встановлювати паралельно один від одного, або послідовно. На дизельних двигунах каталітичні нейтралізатори можуть бути в зборі з сажовими фільтрами, або окремо від них.

Але як і все в автомобілі, окрім плюсів є певні недоліки. Використання каталітичних нейтралізаторів знижує потужність автомобіля, окрім того вони дорогі в виготовленні, мають певний термін служби, важливо підібрати правильний каталітичний нейтралізатор під певний двигун, щоб забезпечити дотримання стандартів викидів і щоб запобігти швидкому руйнуванню нейтралізатора[27]. Також сучасні каталізatori досить чутливі до температурних режимів роботи, до якості пального (наявності необхідного октанового числа та відсутності важких металів). При великому навантаженні непрогрітого двигуна каталізатор може почати руйнуватися, при неякісному паливі каталізатор може забитися погіршивши пропускну здатність та в результаті також почати руйнуватися, при використанні палива з великим вмістом металів на лямбда зонді та на поверхні каталізатора можна побачити характерний оранжевий, червоний або бордовий колір. Також на роботу та стан нейтралізатора може вплинути система запалювання автомобіля, так за результатами досліджень які не однократно проводилися різними вченими виявлено, що за неправильної роботи однієї свічки запалювання робоча суміш може потрапляти в нейтралізатор та згоряти в ньому, підвищуючи його температура до 1000°C , що значно впливає на довговічність нейтралізатора[28].

Процес згоряння і нейтралізації вихлопних газів в нейтралізаторах протікає за середньої температури в 300°C , при цьому ВГ мають мало часу на контакт з активним шаром нейтралізатора через велику швидкість протікання газів в ДВЗ.

Каталітичні нейтралізатори випускаються в різних країнах різними виробниками, такими як: «NGK»(Японія), «Engelhard»(США), «BASF»(Німеччина), «Bosal»(Бельгія), та іншими.

На ефективність нейтралізаторів впливають конструкція та матеріали які використовуються при напиленні активного шару нейтралізатора, вони ж впливають і на ціну самого нейтралізатора[27]. Є безліч каталізаторів які використовуються в нейтралізаторах, такі як: мідь, нікель, хром, паладій, родій. Але найкраще себе проявила платина, саме вона являється найбільш стійкою до

впливу сірчастих сполук які утворюються під час згоряння сірки яка наявна в паливі. Саме через ці матеріали в якості каталізаторів ціна на нейтралізатори така висока. Будову каталізатора можна роздивитися на рисунку 1.10

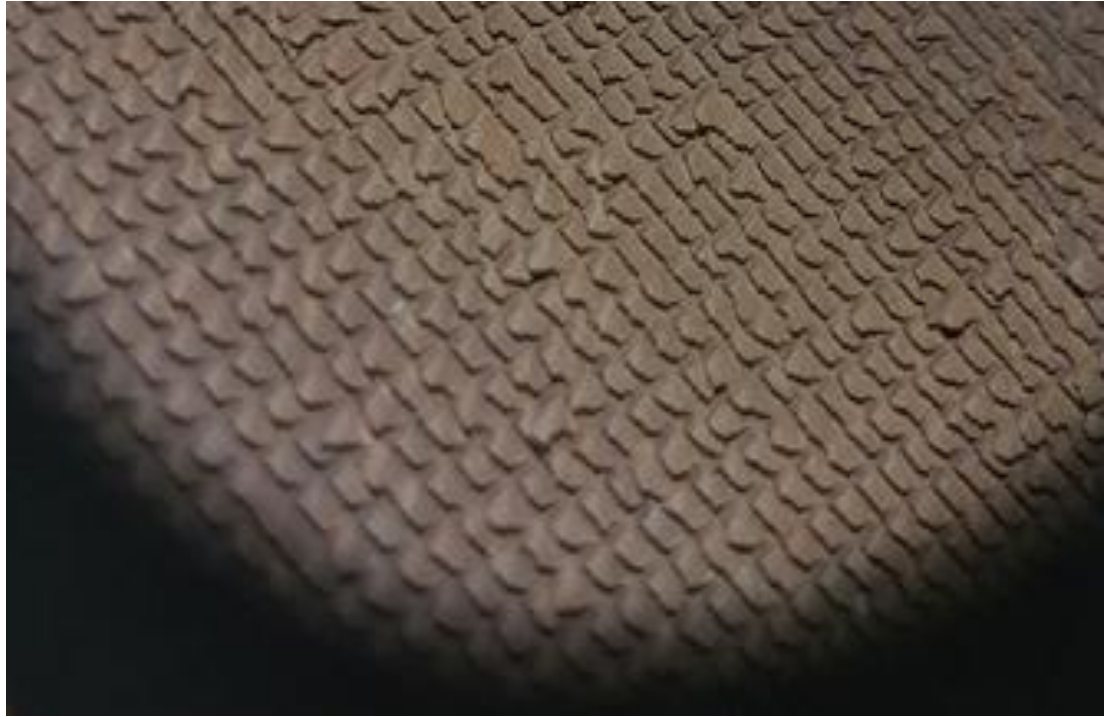


Рисунок 2.1 – Внутрішній вид каталітичного нейтралізатора

В даному випадку нейтралізатор складається з спец кераміки і являє собою моноліт з великою кількістю сот малих діаметрів.

Проте в технології не стоять на місці, і на автомобілях починають впроваджувати удосконалену конструкцію. Наприклад виробник Metalit замість кераміки, використовують металеві стільники, це дозволяє збільшити площу робочої поверхні, при цьому збільшується швидкість прогріву нейтралізатора до робочої температури, окрім того такі нейтралізатори є більш надійними, вони можуть витримувати температури до 1000-1300°C . В таких нейтралізаторах використовують тонкостінні листи хромалюмінієвої сталі легованої металом ітрієм для покращення адгезії.

На ефективність роботи каталізатора впливають його температура та коефіцієнт надлишку повітря.

При відхиленні складу суміші від оптимальної норми робота нейтралізатора змінюється, причому далеко не в кращу сторону. Наприклад при збідненій суміші $a=1,005$ і вище збільшується ефективність окислювальних реакцій, а на томість відновлення NO_x знижується до 10%. А при збагаченій суміші $a=0,995$ і менше відновлення оксидів азоту збільшується, а окислення CO і C_mH_n рівняється 0%.

Що до температури робочої частини нейтралізатора, вона також має суттєвий вплив. Якщо брати середнє значення, а не якийсь конкретний нейтралізатор, то можна стверджувати, що при температурі робочої частини нейтралізатора близько $50-100^\circ\text{C}$ окислення CO в CO_2 забезпечується на 25-35%, а от на прогрітому до робочої температури понад 300°C , окислення складає юлизько 90%. Якщо брати якийсь конкретний нейтралізатор конкретної будови та складу то його показники ефективності вимірюються за мінімальною температурою при якій нейтралізатор зможе видавати показники окислення CO мінімум 50%. На цю температуру та швидкість її набуття впливає від багатьох факторів, потужності двигуна, його справності, та в першу чергу від будови нейтралізатора та того з яких матеріалів він зроблений.

Для нормального перетворення вуглеводнів C_mH_n , температури нейтралізатора повинна бути ще вища за 300°C , і складати орієнтовно 450°C і вище, для нормальної роботи[28].

На рисунку 1.11 показана крива залежності температури робочої частини нейтралізатора до ефективності перетворень CO і C_mH_n .

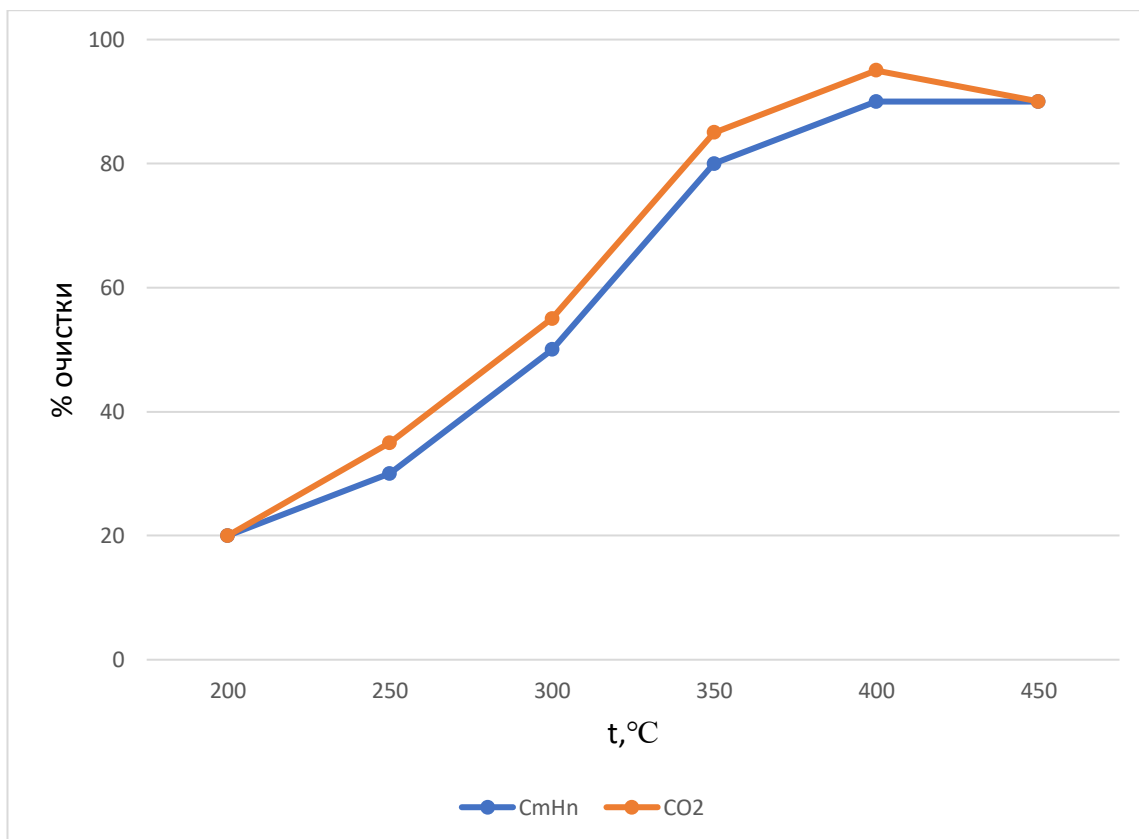


Рисунок 2.2 – Криві залежності нейтралізації CO і C_mH_n від температури робочої частини нейтралізатора

Температура робочої частини нейтралізатора залежить від температури вихлопних газів, а температура ВГ від режиму роботи двигуна, так на холостих обертах температура ВГ складає орієнтовно 280-320°C, при малому навантаженні збільшується до 500-600°C, а при великих навантаженнях до 700-800°C і вище. Показники можуть дещо різнитися на різних двигунах, тут наведені середньостатистичні орієнтовні показники двигунів з іскровим типом запалювання. Окрім того ці показники відносяться до прогрітого двигуна, адже на холодному запуску показники відрізняються і потрібно 100-120 секунд прогріву щоб вирівняти їх, залежність температури нагрівання каталізатора і його ефективності від часу можна побачити на рисунках 1.12 та 1.13.

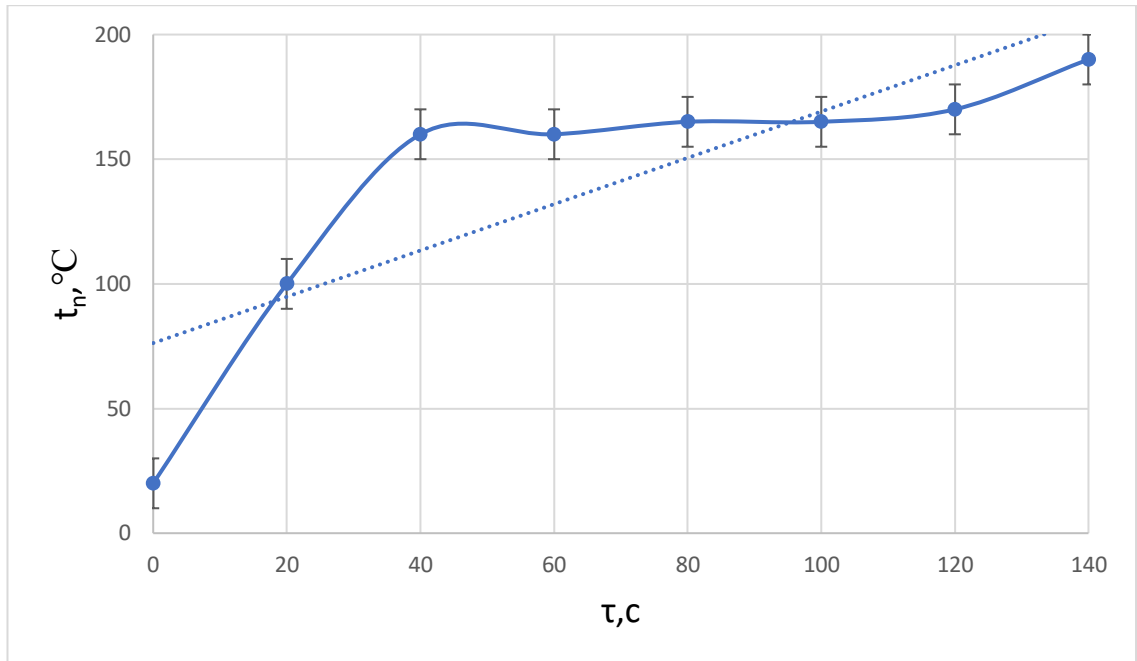


Рисунок 2.3 – Залежність часу нагрівання каталізатора до його температури

Показники в даній таблиці взяті з теорії, для більш точних показників потрібно проводити додаткові дослідження з використанням додаткового обладнання, окрім того показники на різних автомобілях, з різними двигунами та різною будовою і характеристикою нейтралізаторів буде відрізнятися на практиці.

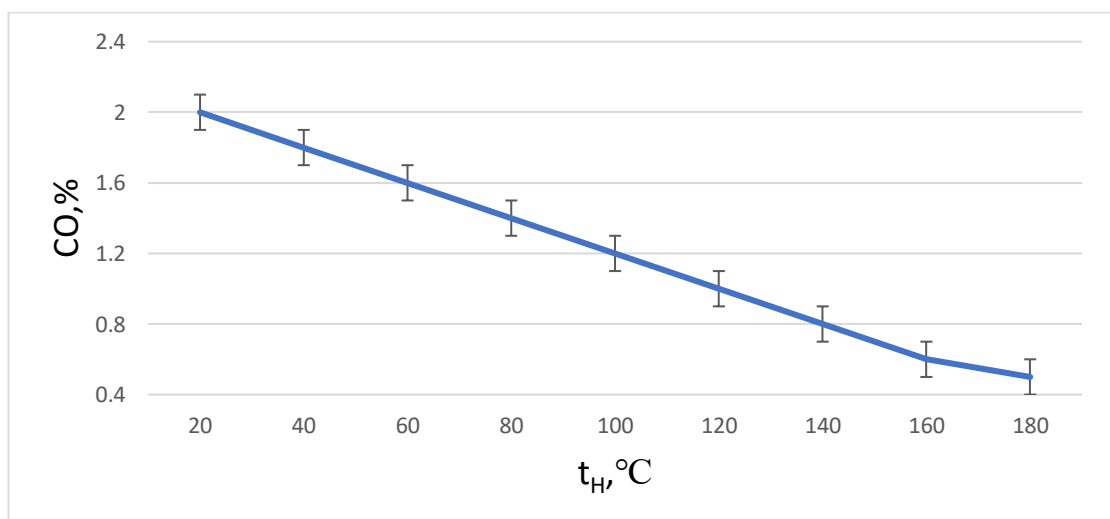


Рисунок 2.4 – Залежність зниження концентрації CO від температури

Також можна розглянути різницю показників на прикладі нейтралізаторів різних виробників на яких проводились дослідження. Такі приклади можна побачити на рисунках 1.14 та 1.15.

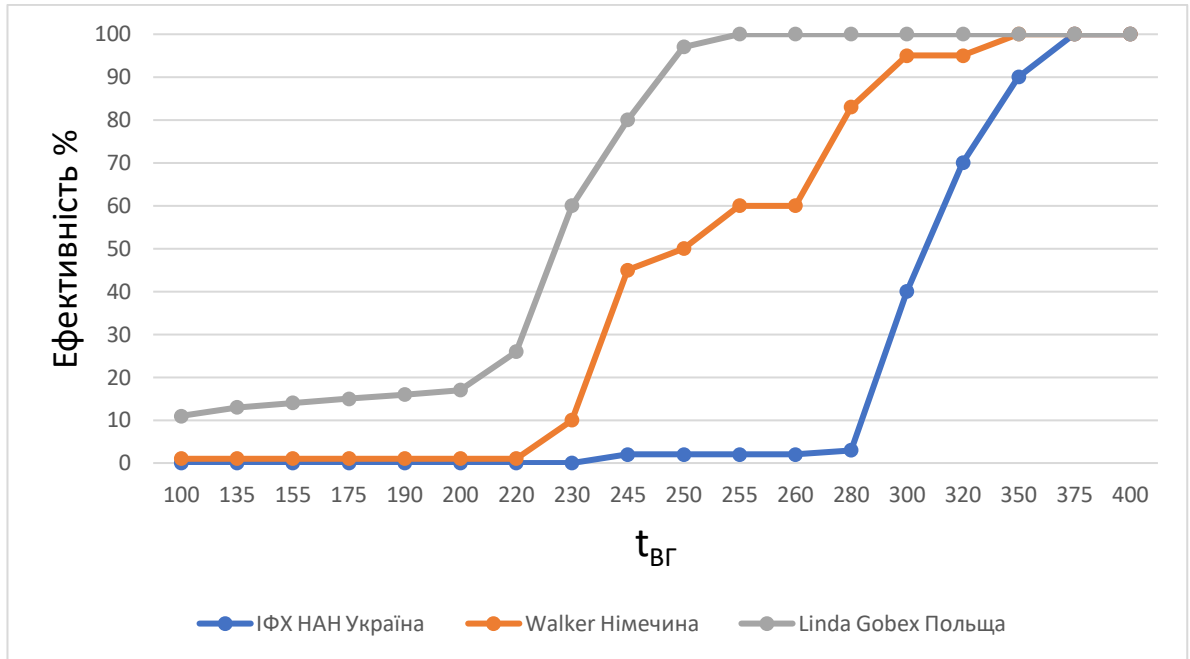


Рисунок 2.5 – Ефективність очистки вихлопних газів від CO

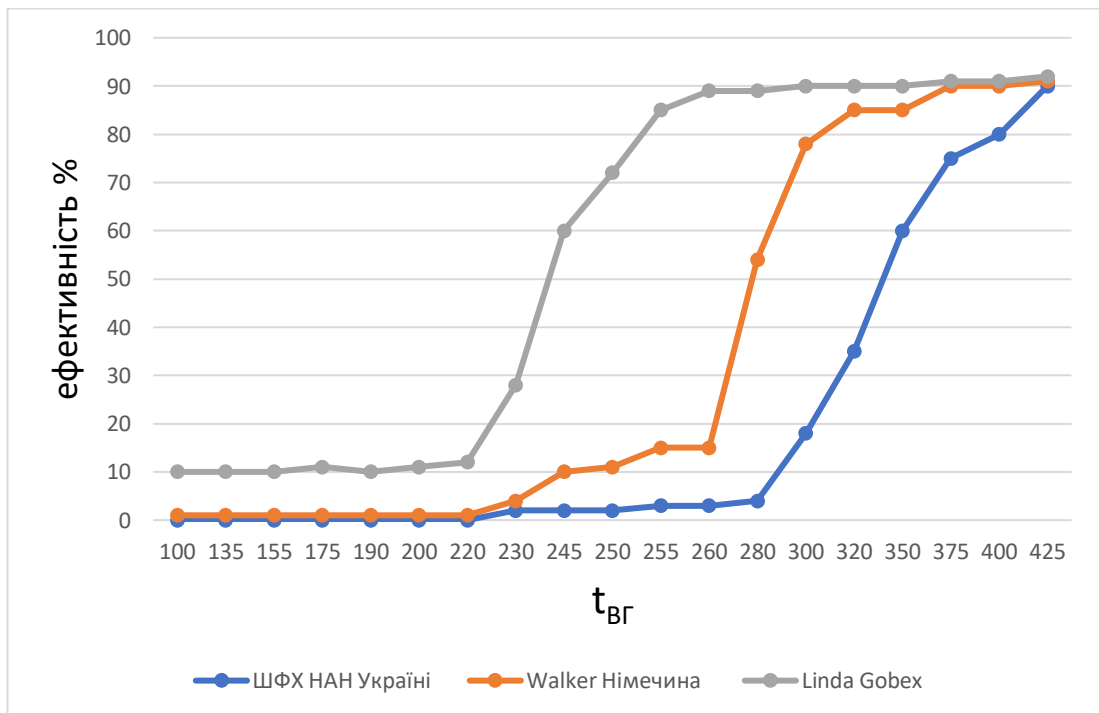


Рисунок 2.6 – Ефективність процесу очистки вихлопних газів від C_mH_n

Як можна бачити на рисунках, ефективність різних нейтралізаторів теж різна, дивлячись на представлених виробників можна сказати що їм потрібно набути температур 230, 255 та 310°C відповідно, щоб виконувати свою функцію на 60% ефективності по очищенню CO та температури 245, 280 та 350°C відповідно для очищення C_mH_n .

Є роботи в яких описується ще один з методів, який дасть змогу прискорити прогрів робочої частини нейтралізатора – це підвищити температуру ВГ на впуску нейтралізатора. Температура ВГ при цьому в різних авто може відрізнятися, це зумовлене різними режимами роботи різних двигунів, розміщенням каталітичних нейтралізаторів, регулювання системи живлення та системи запалювання і інші фактори.

Показники швидкості прогріву нейтралізатора можна змінювати, наприклад змінивши момент запалювання на більш пізній можна досягнути більшої тривалості згорання в період розширення, тим самим збільшивши температуру ВГ у випуску, проте зменшивши тиск у циліндрах.

Змінити температуру ВГ можна піднявши кількість обертів за хвилину з 1000 обертів до 2000, при цьому покращиться згорання суміші в циліндрах і температура підніметься.

Також можна зазначити, що якщо зменшити відстань від випускного клапана ГБЦ до нейтралізатора то ефективність перетворення CO та C_mH_n може збільшитись на 5-10%.

Відомі дослідження , залежності температури ВГ від довжини випускного трубопроводу, при холостих обертах двигуна піднятих до 2000 обертів на хвилину. На рисунках 1.16 та 1.17 можна побачити зміну температури вихлопних газів відносно довжини випускного трубопроводу.

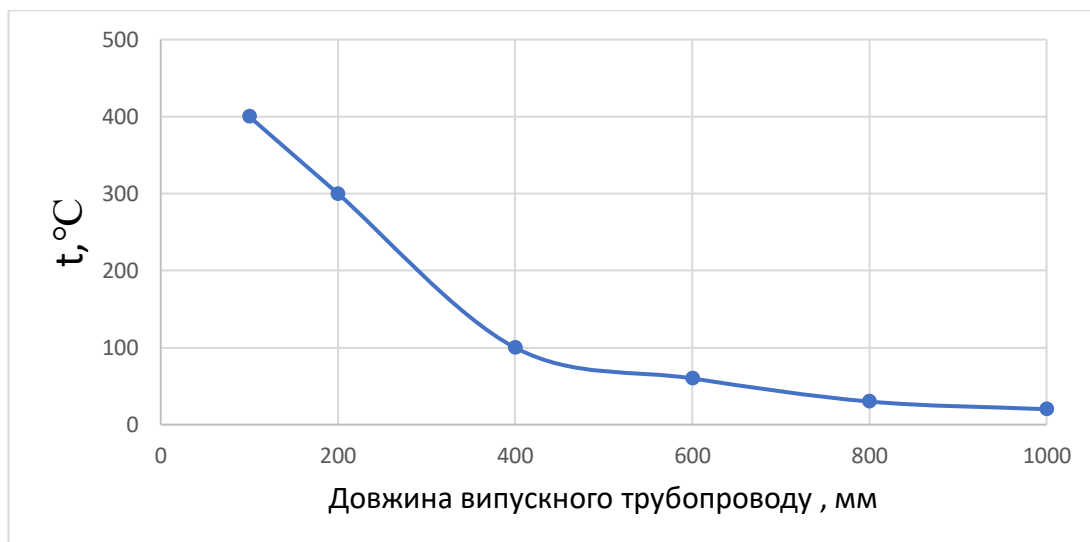


Рисунок 2.7 Зміна температури відпрацьованих газів відносно довжини випускного тракту двигуна після 5 секунд з моменту запуску двигуна внутрішнього згоряння

На графіках рисунків 1.16 та 1.17 видно, що при зменшенні відстані до нейтралізатора він швидше і якісніше прогривається, що дає змогу досягти теплового режиму який забезпечить нормальну роботу вже на холостих обертах.

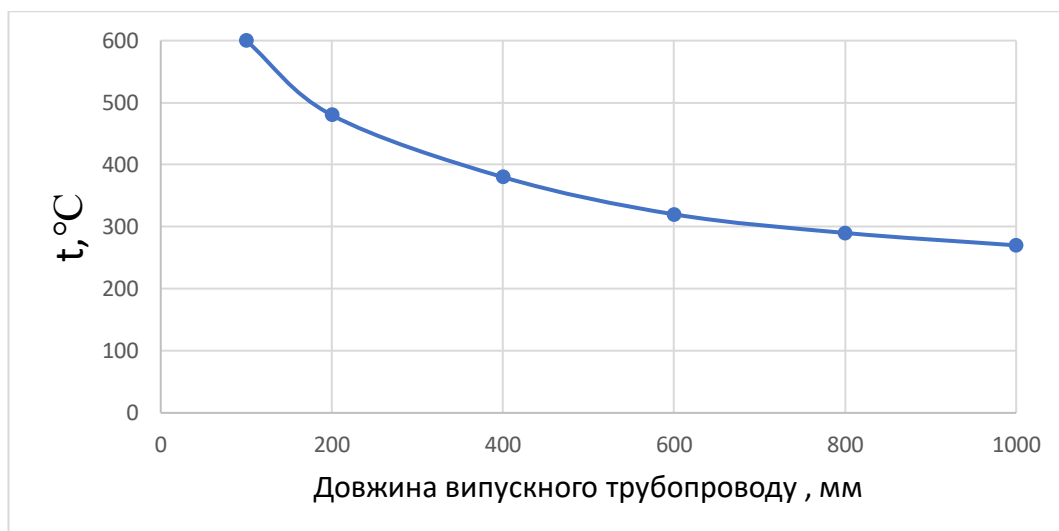
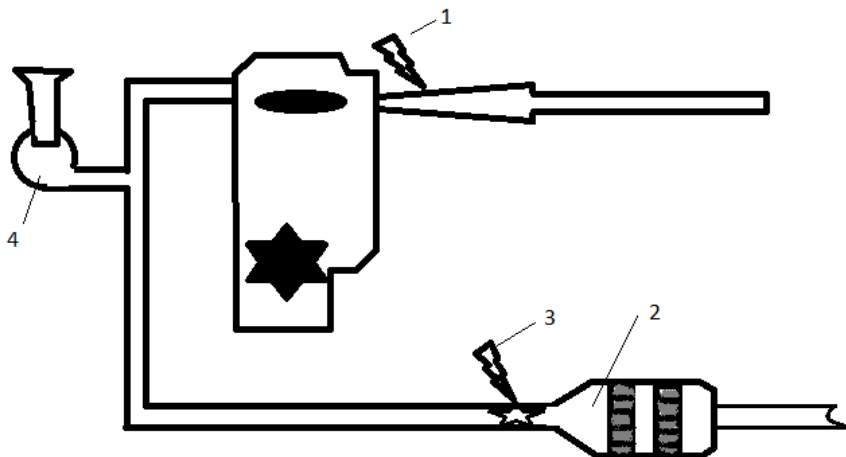


Рисунок 2.8 Зміна температури відпрацьованих газів відносно довжини випускного тракту двигуна після 20 секунд з моменту запуску двигуна внутрішнього згоряння

Також є роботи які пропонують використовувати додаткове обладнання або вносити конструктивні зміни в систему для покращеного прогріву нейтралізатора.

Для покращеного прогріву можна наприклад використовувати систему підігріву нейтралізатора показану на рис. 1.18



1 - Паливна форсунка; 2 – нейтралізатор; 3 – Свічка запалювання для підпалювання суміші; 4 – насос, що подає додаткове повітря для кращого займання

Рисунок 2.9 – Схематичне зображення системи підігріву каталітичного нейтралізатора

На схемі, що зображена вище пропонується конструктивна модифікація яка допоможе зменшити концентрацію шкідливих речовин при холодному запуску і роботі на холостих обертах двигуна внутрішнього запалювання.

В багатьох роботах пропонуються різні методи підігріву нейтралізаторів, одна з таких робіт написана Апельинским Д.В., в ній пропонується використовувати пристрій надвисокочастотного випромінювання для прогрівання нейтралізаторів.

Гирасеменко С.А. у своїй роботі пропонує використовувати електрохімічні методи , пропонується вводити у канали нейтралізатора водневий реагент.

Також зустрічаються пропозиції використовувати додаткові пристрої для підігріву повітря на впуску.

Ці та інші методи можна використовувати в момент конструювання і зборки автомобілів, можна також спробувати доукомплектувати вже готові автомобілі, але не всіма системами можна доукомплектувати готовий автомобіль, окрім того без певної кваліфікації, без провірених методів, точних розрахунків, та постійного контролю, такі удосконалення можуть погіршити роботу двигуна або зменшити його ресурс, тому доукомплектувати автомобілі такими системами досить важко та ризиковано.

Тому є потреба розробити такі системи які не будуть суттєво впливати на роботу двигуна та для установки яких не потрібно буде міняти заводську комплектацію автомобілів. Потрібні такі системи які можуть з легкістю як доукомплектувати автомобіль так і її демонтаж при потребі.

Також як варіант можна використовувати системи для яких можливе використання конструкційної доробки, але не суттєвої, без втручання в будову двигуна і без втручання в систему електронного керування двигуном.

2.2 Визначення впливу низької температури навколишнього середовища на двигун та автомобіль експериментальним шляхом

Робочою температурою двигуна прийнято вважати температуру яка складає орієнтовно 70-90°C. Але більш-менш рівна робота двигуна набувається при температурі охолоджуючої рідини в 50°C. За нижчої температури робота спостерігається нерівна робота двигуна, підвищенні оберти, можлива нестабільна робота двигуна, збільшена витрата палива, збільшена концентрація шкідливих речовин в вихлопних газах. При холодному запуску двигуна за низьких температур наприклад зимою коли середня температура коливається від -5 до -25°C в перші хвилини після запуску особливо важко даються двигуну. При таких запусках двигун сприймає велике навантаження, а через те що його деталі виготовленні з різних матеріалів і мають різний коефіцієнт теплового

розширення в деяких вузлах при запуску можливе збільшене тертя, що б'є по ресурсу двигуна в інших випадках зазор може бути навпаки надто великий, що призводить до шумної нестабільної роботи двигуна. При прогрівання двигуна, електронний блок керування зчитує данні температури охолоджуючої рідини і керує двигуном примусово збільшуючи кількість холостих обертів двигуна.

Для того, щоб визначити характеристики двигуна при його прогріві була поставлена задача, зафіксувати дані показники при температурі $+10^{\circ}\text{C}$ і нижче при різних режимах прогріву двигуна.

Було вибрано декілька режимів прогріву двигуна, а саме:

- Режим холостого ходу на повністю нерухомому автомобілю;
- Режим прогріву двигуна в русі, при мінімальному часу прогріву на холостих обертах;
- Режим комбінованого прогріву, коли частину часу двигун прогрівається на холостих обертах, а частина під час руху автомобіля.

Дослідження проводилися на автомобілі Volkswagen Golf 4, 2003 року випуску з наявним каталітичним нейтралізатором, з 8-ми клапанним бензиновим двигуном об'ємом 1.6 літра, з чотирьох ступеневою автоматичною коробкою передач.

Частина даних таких як температура охолоджуючої рідини, та витрата палива була взята з бортового комп'ютера автомобіля. Інша частина даних в подальшому була взята за допомогою діагностичного роз'єму типу OBD2 та діагностики ThinkDiag.

При досліді фіксували наступні показники: температуру охолоджуючої рідини, час прогрівання охолоджуючої рідини до температури 50°C , відстань пройдену автомобілем, витрату палива л/год при холостих обертах, витрату палива на 100км при русі автомобіля на непрогрітому та прогрітому двигуні, фіксували кількість обертів на холостих обертах та в русі, фіксували середню швидкість руху.

При вимірах показників також використовувався апарат для визначення якості відпрацьованих газів, яка не потребувала втручання в конструкцію автомобіля, а саме газоаналізатор «Meta».

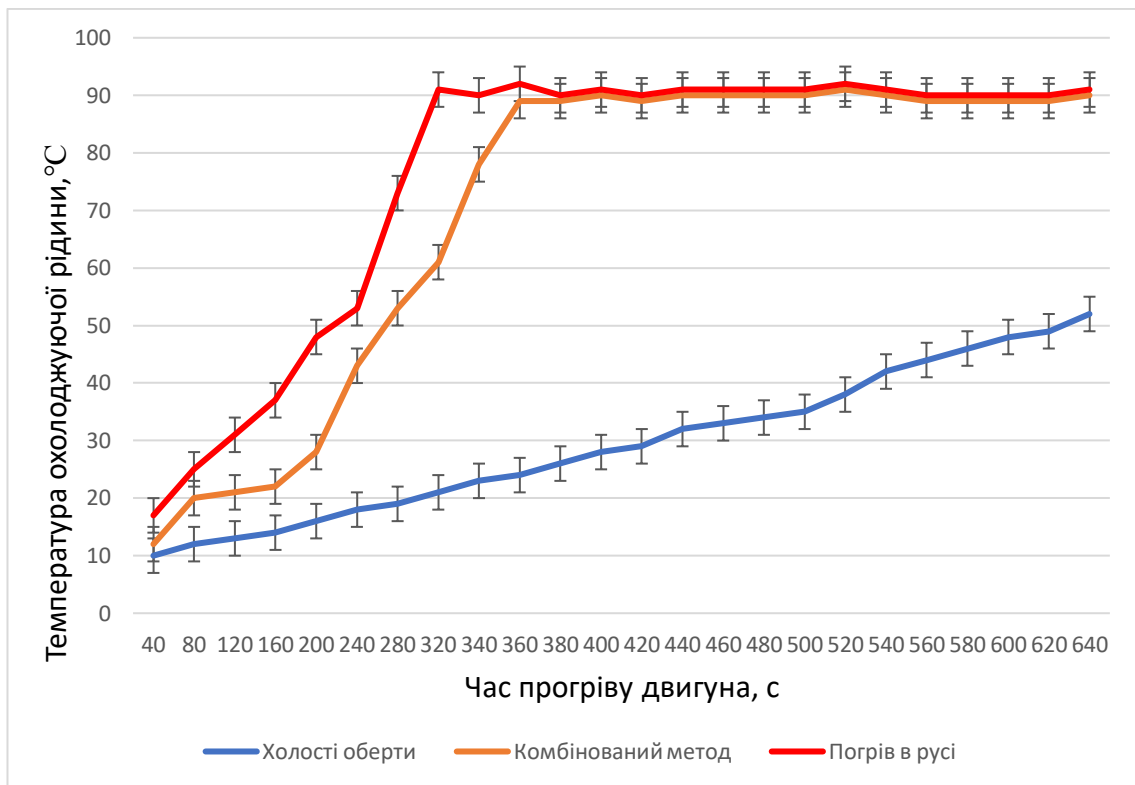


Рисунок 2.10 – Залежність температури охолоджуючої рідини від часу прогрівання в різних режимах роботи двигуна

На рисунку 2.1 можна спостерігати час прогрівання двигуна до температури 50°C та залежність температури охолоджуючої рідини від часу прогрівання при середній температурі навколишнього середовища 10°C з певною похибкою в 2°C в більшу і меншу сторону.

Окрім часу необхідного для прогріву на різних режимах роботи ДВЗ, було зафіксовано годинну витрату палива на стоячому автомобілі, та загальну витрату палива під час руху по певному відрізку шляху однакового для всіх заїздів на автомобілі.

1 ряд – режим холостих обертів (t навколишнього середовища = 7°C)

2 ряд – комбінований режим (t навколишнього середовища = 8°C)

3 ряд – прогрівання під час руху (t навколишнього середовища = 8°C)

При режимі холостого ходу температура охолоджуючої рідини набула 50°C за 635 с. За комбінованим методом прогрів ОР до 50°C склав 272 с. Прогрів ОР до 50°C при самому суровому режимі прогріву в русі склав 215с.

На рисунку 2.2 можна побачити схематичну залежність годинної витрати палива від часу прогрівання двигуна на холостих обертах.

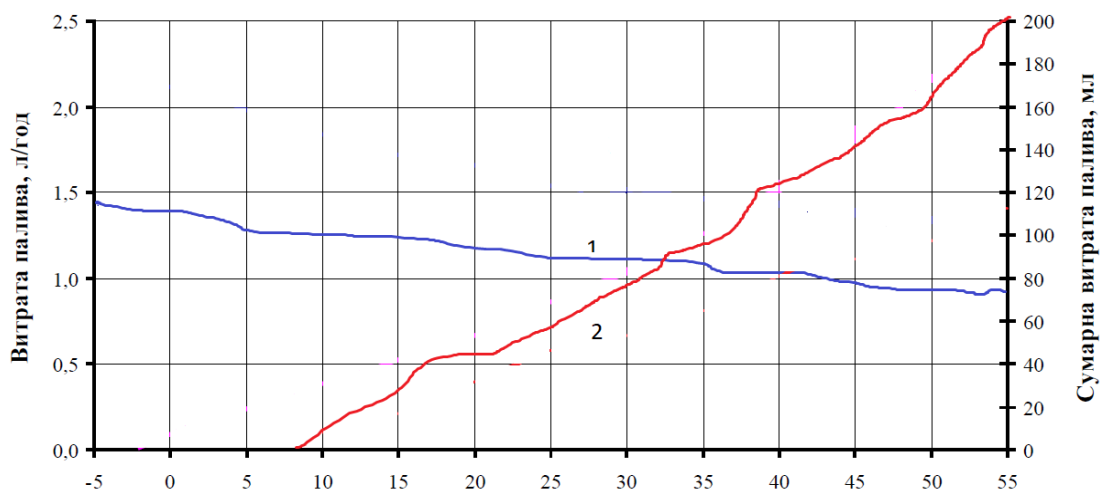


Рисунок 2.11 Залежність годинної витрати палива від часу роботи двигуна по мірі прогрівання охолоджуючої рідини на холостих обертах

1 – витрата палива л/год; 2 – загальна витрата палива, мл

Порівняння вихідних даних дає розуміння змінити показників. Так при холодному запуску двигуна годинна витрата палива складає 1,4 л, а при прогрітому двигуну до 50°C за показниками температури ОР, годинна витрата палива складає всього 0,9 л. За час прогріву двигуна на холостих обертах витрата палива склала 0,238 мл.

На рисунку 2.3 показані данні витрати палива залежно від прогріву при комбінованому режимі прогрівання двигуна.

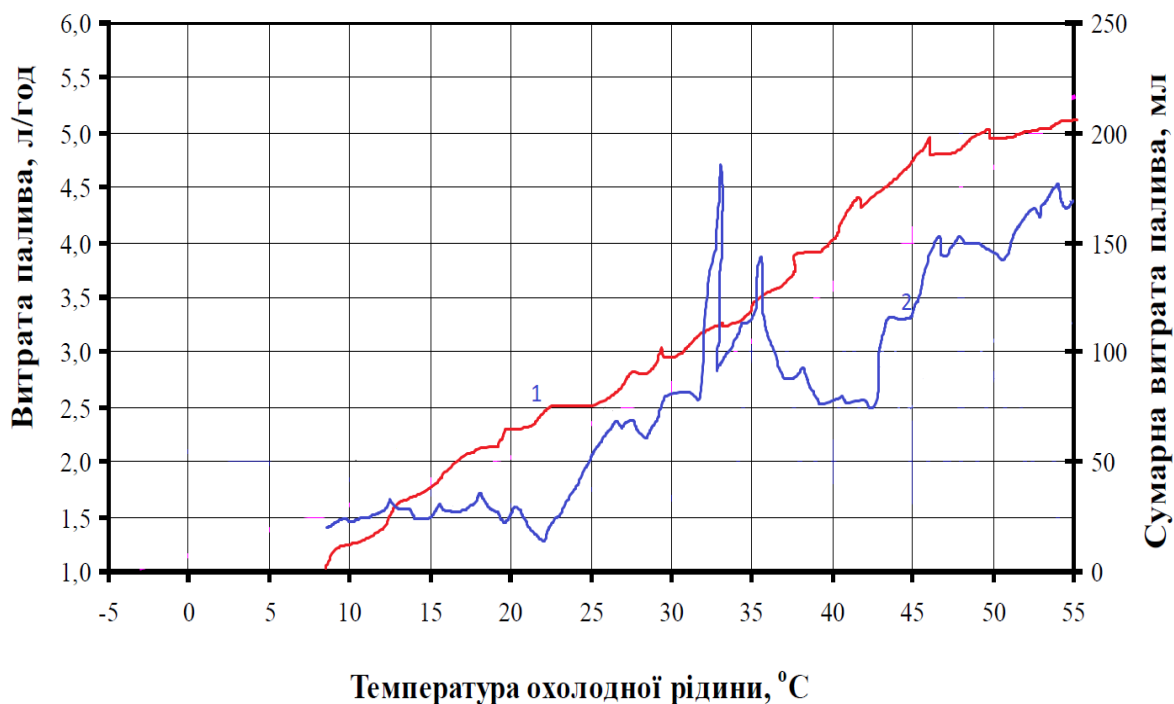


Рисунок 2.12 Залежність годинної витрати палива від часу роботи двигуна по мірі прогрівання охолоджуючої рідини за комбінованим методом

1 – витрата палива л/год; 2 – загальна витрата палива, мл

Після запуску двигуна в режимі холостого ходу годинна витрата палива зменшилась з показника 1.4 л/год до 1.1 л/год за 120 секунд прогріву. Дивлячись на час прогріву та малу дистанцію пройдену автомобілем витрата палива склала 18 л на 100 км. , а годинна витрата оливи склала 4,32 л . Сумарний час прогрівання ОР до температури 50°C за комбінованим методом прогріву склала 272 с . Сумарна витрата палива за цей час склала 0,201 л на 100 км. Шлях пройдений за цей час склав 1,2 км. , за цей час автомобіль виїхав з вулиці на якій знаходився на дорогу загального використання. Загальний шлях пройдений за поїздки склав 4 км, зайняв 10 хвилин, а показник витрати палива на 100 км впав до 10 л. , при цьому показник витрати палива після прогріву до 50°C складав 14.9 л. Середня швидкість проїзду загальної дистанції склала 29 км/год



Рисунок 2.13 Залежність годинної витрати палива від часу роботи двигуна по мірі прогрівання охолоджуючої рідини за методом прогрівання ДВЗ в русі
1 – витрата палива л/год; 2 – загальна витрата палива, мл

На рисунку 2.4 зображений метод прогрівання двигуна в русі. [11] Витрата палива через нестабільну роботу двигуна моментами досить сильно зростала до рівня в 9 л/год, але в момент коли температура ОР набула позначки в 50°C склала 4,1 л/год. Проте сумарна середня витрата палива на цей момент склала 24,1 л на годину, при цьому шлях пройдений для прогріву ОР до 50°C склав 1 км, що не набагато відрізняється від комбінованого методу прогрівання. Сумарна витрата палива за період прогріву двигуна до 50°C склала 0,240 л на 100 км, що являється більшим показником чим при комбінованому методі. Загальний шлях поїздки склав тих самих 4 км, на цю дистанцію було витрачено 9 хв, а середня витрата палива на кінець поїздки склала 11,2 л на 100 км. Середня швидкість руху при цьому склала 34 км/год. Показник середньої витрати палива на 100 км в момент досягнення температури ОР 50°C склала 18.6 л на 100 км. Час затрачений на прогрівання ОР до 50°C склала 215 с.

При порівнянні методів прогрівання можна дійти наступних висновків (для зручності присвоїмо методам свої номери перший метод -прогріву на холостих

обертах, другий метод – комбінований прогрів, третій метод – прогрів під час руху):

- При прогріванні комбінованим методом час прогріву менший на 56,69% від часу прогріву першим методом. При прогріванні третім методом час прогріву зменшився на 66,14% від часу першого методу;
- Витрата палива при прогріванні комбінованим методом зменшилась на 15,55 % в порівнянні з першим методом. При прогріванні двигуна третім методом витрата палива збільшилась на 0,84% відносно першого.

З цих показників можна виявити, що самим оптимальним режимом прогріву двигуна являється комбінований метод, адже час такого прогріву значно менший чим час прогріву на холостих обертах, а витрата палива значно менша чим при режимі прогріву в русі, окрім того втрата палива менша ніж при прогріву на холостих обертах.

Ну сучасних автомобілях встановлюються каталітичні нейтралізатори, і від ефективності прогріву нейтралізатора залежить вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах.

Уточнимо, що перевірка показників автомобіля відбувалася в місті Вінниця, з зберіганням автомобіля без гаража, на відкритому повітрі на приквартирній стоянці автомобіля. Рух відбувався в умовах міста з застосуванням світлофорів та певної кількості автомобілів на дорозі загального користування. Швидкість автомобіля при цьому сягала від 0 до 60 км/год залежно від ділянки дороги та її завантаженості.

На рисунках 2.5 та 2.6 показано температуру охолоджуючої рідини, час прогрівання двигуна, витрату палива та концентрацію ВГ, показники бралися за температури від 8°C до 50°C. При цьому можна спостерігати, що концентрація вуглеводнів CmHn зменшилась з 880 до 190 млн⁻¹, а концентрація СО знизилась з 3 до 0,5%. Особливо відчутне зменшення СО та CmHn відбувається протягом перших 120 секунд.

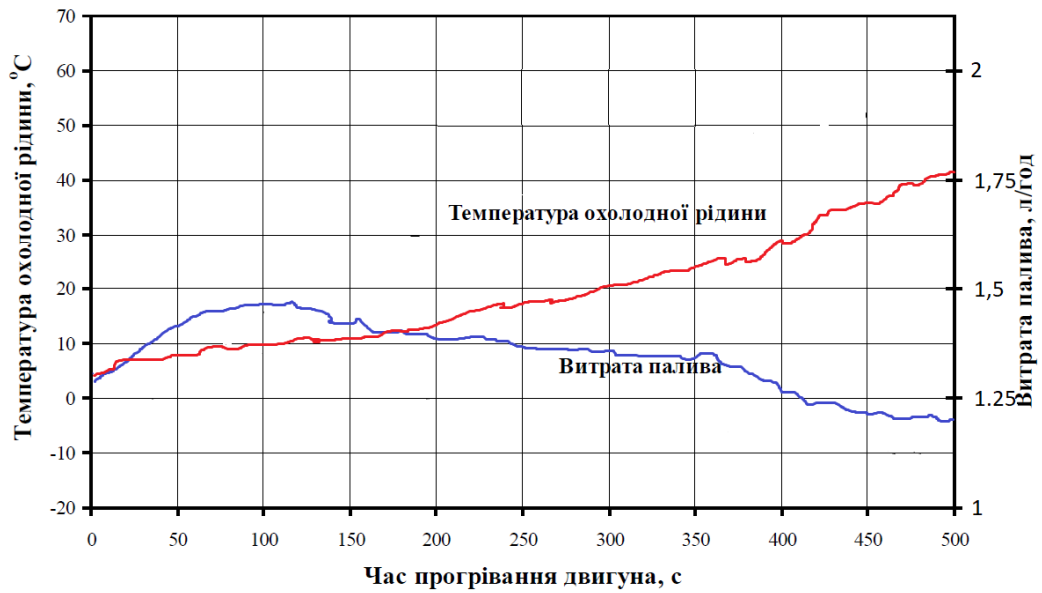


Рисунок 2.14 – Витрата палива в режимі активного холостого ходу при змінні температурі охолоджуючої рідини

При цьому в режимі активного холостого ходу нейтралізатор не прогрівається належним чином до потрібної робочої температури, що зменшує його ефективність[10].

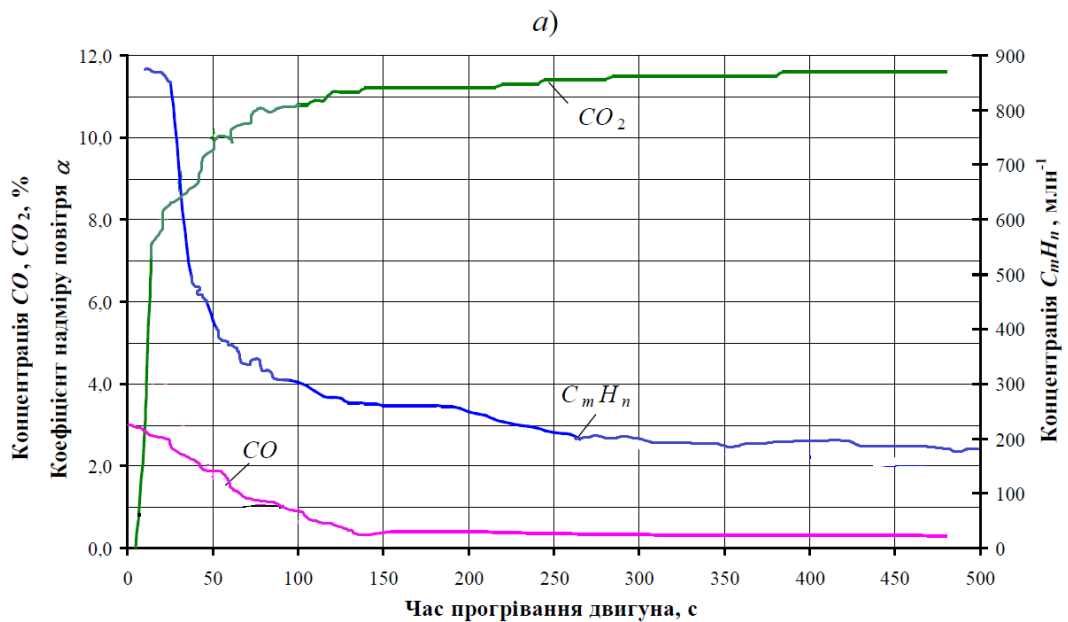


Рисунок 2.15 – Концентрація відпрацьованих газів під час прогрівання охолоджуючої рідини в режимі холостого ходу

Далі розглянемо показники які були зафіксовані режимі прогріву двигуна в русі, рисунки 2.7 та 2.8 .

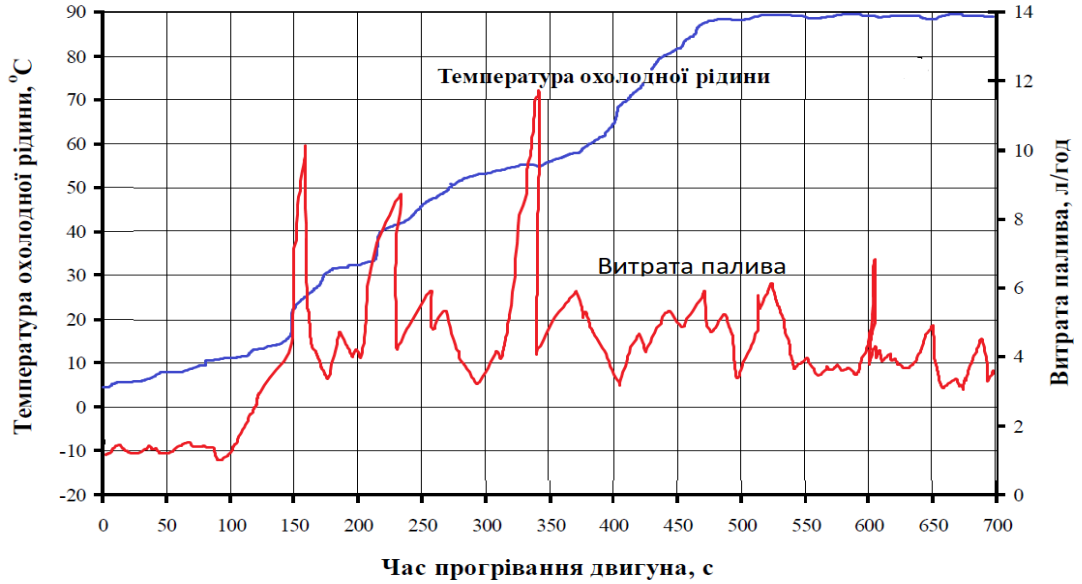


Рисунок 2.16 Витрата палива при прогріванні охолоджуючої рідини в режимі руху

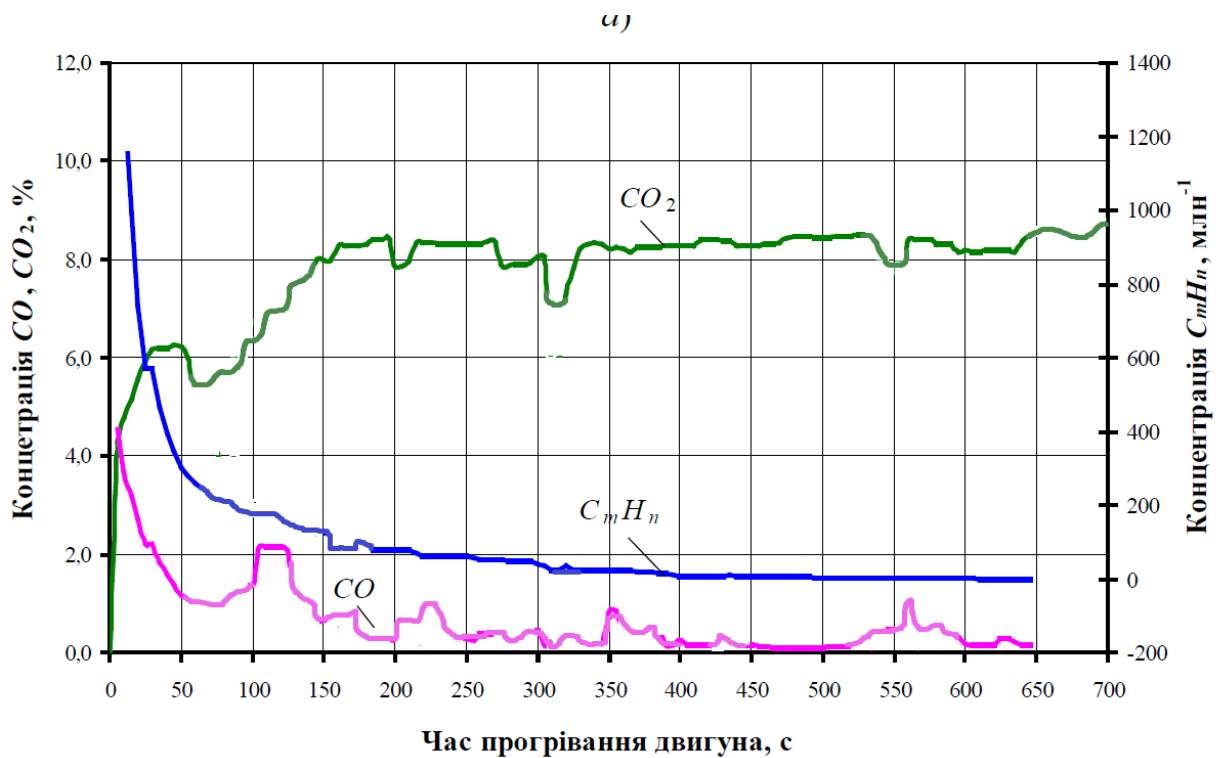


Рисунок 2.17 Концентрація відпрацьованих газів методом прогріву двигуна в русі

Дослідження прогрівання двигуна в русі проводилося за температури навколишнього середовища 8°C . При даному тесті температура ОР досягла показника в 50°C за 224 с. прогрівання, що показано на рисунку 2.7 . При цьому концентрація CO зменшилась за період прогрівання з 4,4 до 0,3 %, але при навантаженні на двигун концентрація CO в момент навантаження збільшувалася до рівня 2,55% . Також при прискоренні миттєва витрата палива збільшувалася до 5-12 л на 100 км. При подальшому росту температури ОР до $75-90^{\circ}\text{C}$ ефективність роботи нейтралізатора теж збільшується, при цьому концентрація вуглеводнів падає до показника 0 млн^{-1} , а оксиду вуглецю до 0,1% при малих навантаженнях та до 0,6% при розгоні.

Далі було зафіксовано показники при методі комбінованого прогрівання[10], схематичні показники можна побачити на таблицях 2.9 та 2.10. При проведенні тесту температура навколишнього середовища також складала 8°C . Як і в минулих тестах виявлено, що при прогріванні в перших 120 секунд суттєво знижується кількість оксиду вуглецю в ВГ.

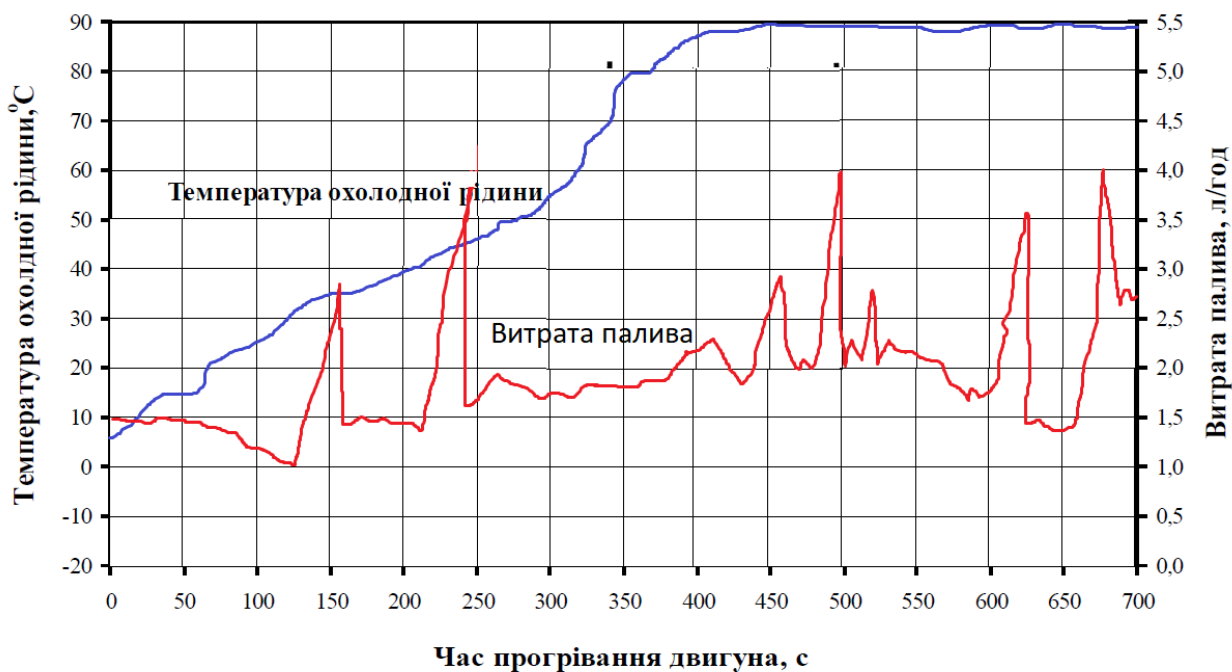


Рисунок 2.18 Витрата палива при прогріванні охолоджуючої рідини в комбінованому режимі

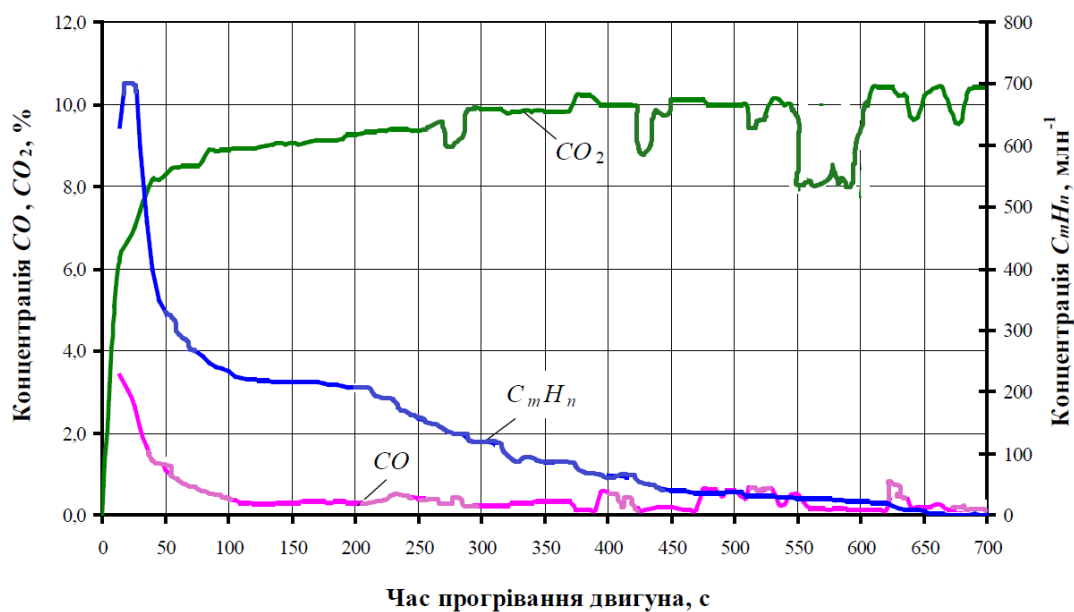


Рисунок 2.20 Концентрація відпрацьованих газів в режимі комбінованого прогріву двигуна

За перші 75 с. прогріву, під час стоянки температура ОР досягла відмітки в 20°C, подальше прогрівання до 50°C відбувалося під час руху автомобіля і склало загалом 274 с. При цьому годинна витрата палива не перевищувала показник в 5 л/год. При прогріванні до температури ОР 75°C і вище, аналогічно попередньому тесту концентрація CO та C_mH_n знизилась майже до нуля.

Як висновок можна виділити, що комбінований метод поєднує в собі переваги інших двох методів, оптимальний час прогріву, витрата палива та викид шкідливих речовин в атмосферу. Також можна дійти до висновку, що при зменшенні температури навколишнього середовища, погіршуються експлуатаційні показники автомобіля. Визначення раціонального режиму прогріву двигуна можуть дещо скрасити картину. Під час досліджень описаних вище було виявлено, що найбільш раціональним методом прогріву двигуна є комбінований метод, отриманні данні це підтверджують, видно як економічність і екологічність такого метода обходять ці показники за іншими методами. Окрім того одним з показників які впливають на загальну картину економічності і екологічності є пройдений шлях, оскільки наприклад при методі прогріву на

холостих обертах, автомобіль стоїть на місці, при тому споживаючи паливо та викидаючи шкідливі речовини.

2.3 Їздовий цикл та його аналіз

Для встановлення математичної залежності можна використати імітацію руху автомобіля в найхарактерніших для нього умов експлуатації та режиму руху. Для даної імітації можна використати новий Європейський їздовий цикл, який являється загально визнаним для подібних досліджень. Але на жаль в даний час провести даний аналіз в режимі руху в міських умовах не можливо.

Тому пропонується використати можливість з якою можна отримати данні математичної моделі, що імітуватиме рух транспортного засобу за режимами міської частини їздового циклу. Така математичне моделювання дає змогу отримувати данні, при будь-якій початковій температурі на початку тестування за новим Європейським циклом. Окрім того при даному дослідженні дається можливість визначити данні з використанням додаткового засобу для пришвидшення прогріву двигуна.

Новий Європейський стиль їзди можна поділити на дві частини, вони вказані на рисунку 3.1 . В першій частині береться до уваги міський їздовий цикл при максимальній швидкості автомобіля в 50 км/год , він позначається як Urban Driving Cycle, що скорочується як UDC. Він включає в себе чотири абсолютно однакові фрагменти зміни швидкості, що може нагадувати умови пересування автомобіля по місту. Друга ж частина беруться показники, що нагадують заміський цикл, вона називається, Extra Urban Driving Cycle, що в скороченні являє собою аббревіатуру EUDC, в даному циклу використовується швидкість руху до 90 або ж до 120 км/год в залежності від транспортного засобу та траси на якій проводиться тестування.

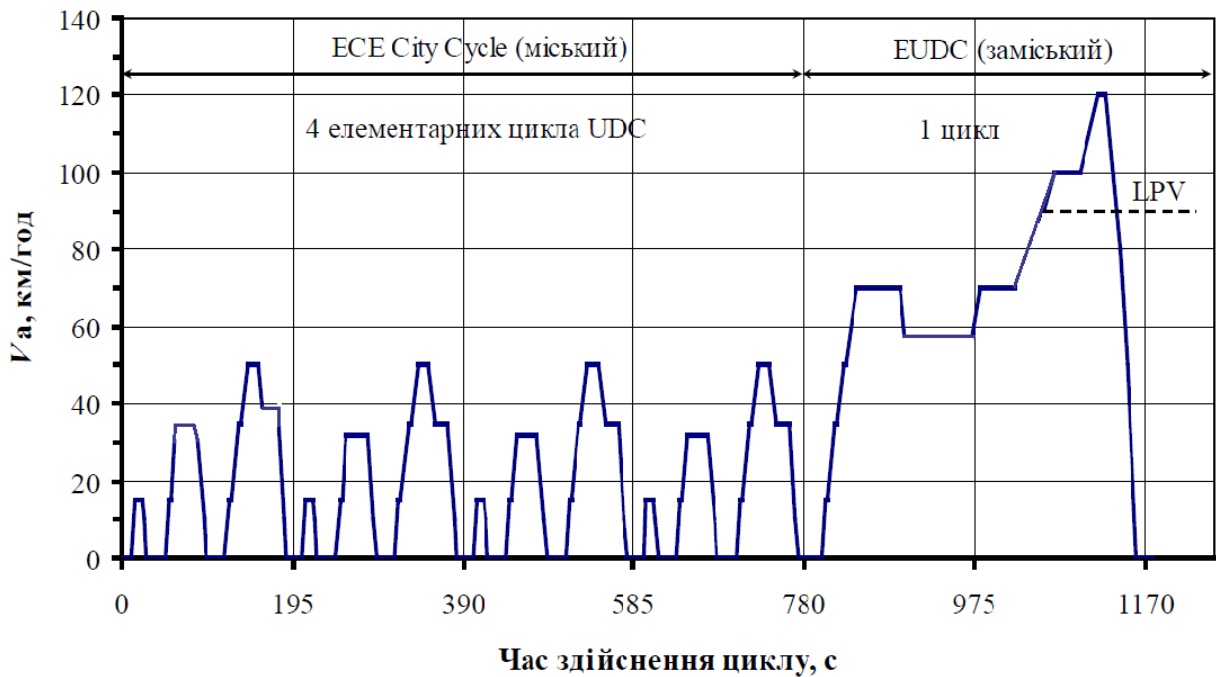


Рисунок 2.21 – Частина нового Європейського циклу їзди

Даний їздовий цикл відтворює умови експлуатації автомобіля, а саме : роботу двигуна на холостих обертах, при навантаженні і без, рух автомобіля, його розгін до потрібної швидкості, рух автомобіля при сталому показнику швидкості, перемикання передач в дві сторони, як з нижчої на вищу, так і навпаки, гальмування двигуном, гальмування з використанням гальмівної системи для зменшення швидкості.

Беручи до уваги той факт, що чотири фрагмента режиму руху в умовах міста однакові, пропонується детально розглянути один з них, також розглянемо імітацію заміських режимів пересування автомобіля.

На рисунку 2.21 можна бачити один з фрагментів міського циклу руху, а на рисунку 2.22 розглянемо заміський фрагмент їздового циклу.

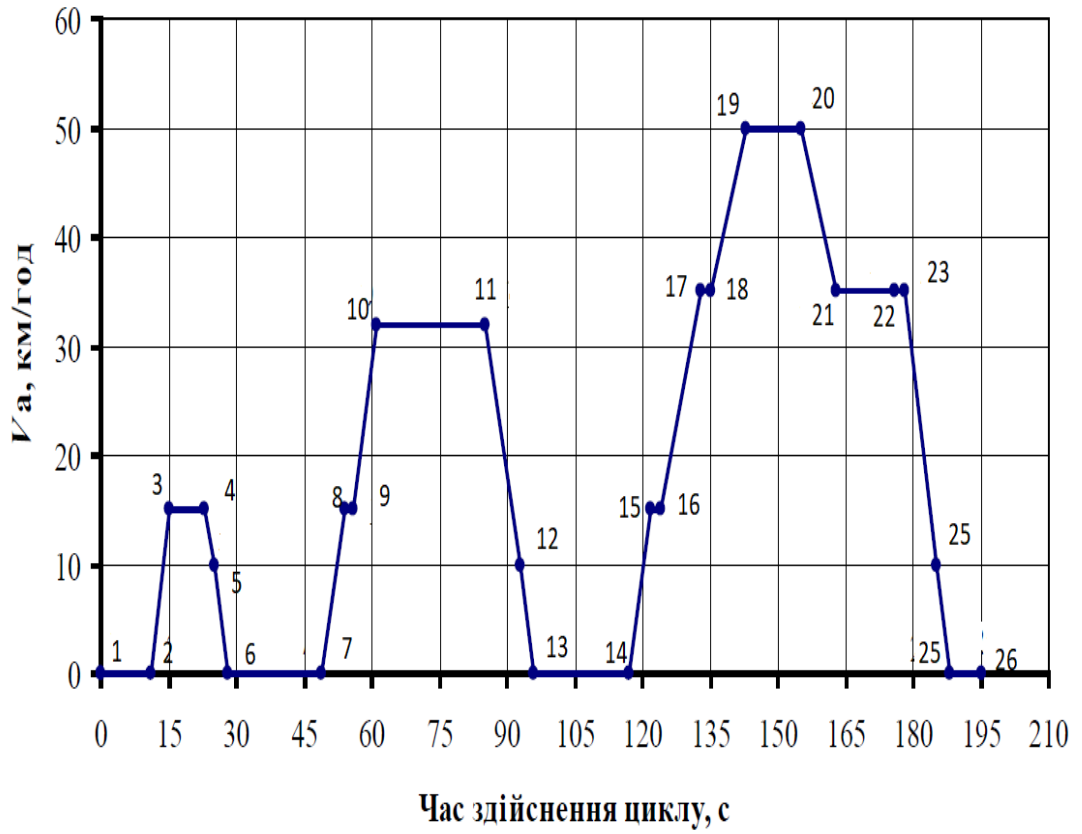
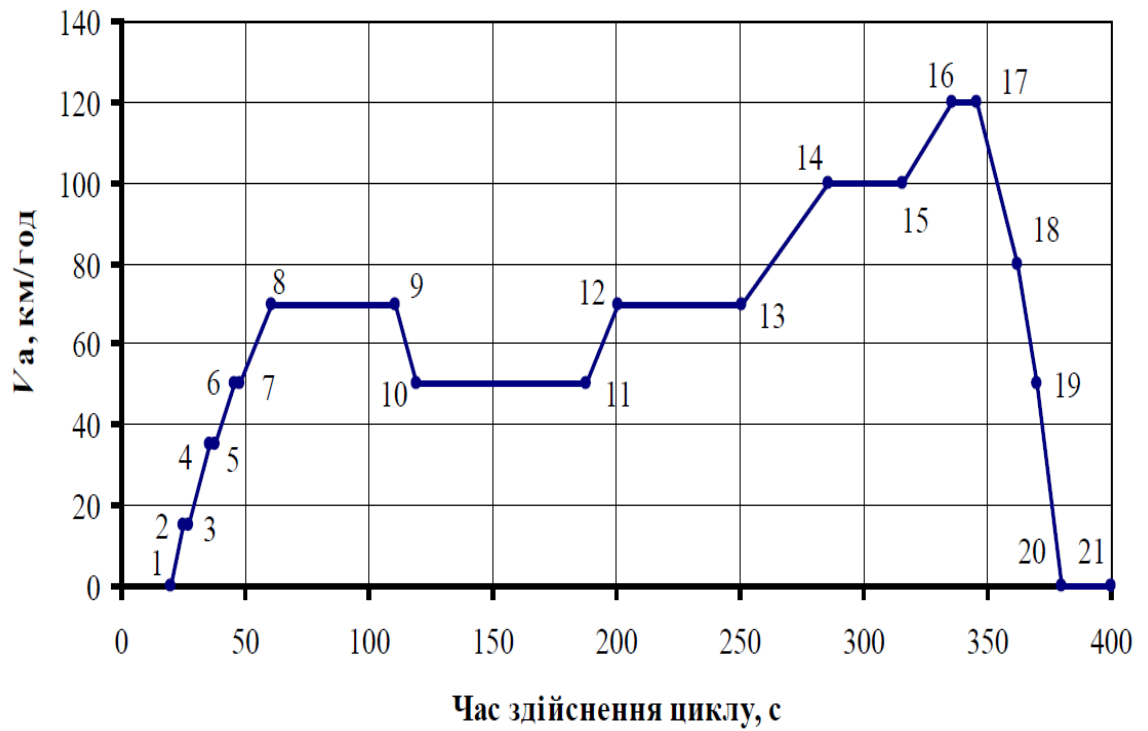


Рисунок 2.22 – один фрагмент їздового циклу в міському режимі



2.4 Висновки до розділу 2

1. Каталітичний нейтралізатор має великий вплив на екологічні та економічні показники автомобіля. Якісний прогрів каталітичного нейтралізатора сприяє його кращій роботі, при якісному прогріві підвищується екологічність автомобіля, окрім того правильний прогрів впливає на довговічність нейтралізаторів.

2. Температура навколишнього середовища впливає на економічні та екологічні показники автомобіля. При зниженні температури навколишнього середовища, зростає навантаження на ДВЗ, та з'являється потреба його прогріву. Є декілька методів прогріву двигуна, прогрів на холостих обертах, прогрів в русі, та комбінований.

3. Щоб визначити показники, потрібно скористатися теорією використовуючи новий Європейський їздовий цикл оскільки на практиці дуже важко досягнути певного режиму руху, на це впливає безліч факторів таких як завантаженість міста, ремонті роботи на дорогах та інші.

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАЛИВОЕКОНОМІЧНИХ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОМОБІЛЯ ВИКОРИСТАННІ ДОДАТКОВОГО ДЖЕРЕЛА ТЕПЛА ПРИ ПРОГРІВІ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

3.1 Порівняння характеристик методів прогрівання двигуна внутрішнього згоряння

При порівнянні різних методів прогрівання ДВЗ потрібно враховувати відстань який проходить автомобіль, і загальну кількість палива яка при цьому витрачається. Наприклад при прогрівання комбінованим методом автомобіль проїхав 1 км поки ОР досягла відмітки в 50°C, а при прогріванні методом активного холостого ходу автомобіль стояв на місці споживаючи паливо і потребує додаткового часу і витрати для подолання шляху після прогріву.

Для подальшого порівняння методів прогріву та визначення їх доцільності пропонується брати відстань в 1000 м за яку ОР прогрівається до 50°C під час методів прогрівання в русі та комбінованому, температура навколишнього середовища при тестуванні методів складала 8°C.

Метод прогрівання ДВЗ в русі.

- Час який було затрачено для прогрівання ОР до 50°C - 214 с.
- Втрата палива за час прогрівання – 0,240 мл.
- Годинна витрата палива під час руху змінювалась від 1.1 л/год до 11.2 л/год (але середнє значення склало 4.1 л/год)
- Шлях пройдений за час прогрівання склав 1200 м.

Також для об'єктивного порівняння методів потрібно враховувати кількість шкідливих викидів в атмосферу за відрізок пройденого шляху під час прогрівання двигуна внутрішнього згоряння до робочої температури. Для даного порівняння використаємо раніше отриманні данні в процесі прогрівання двигуна від температури 8°C.

Нижче приведена методика розрахунку кількості шкідливих викидів за урахування концентрації ЗР у ВГ.

Викиди CO та C_mH_n визначаються як вміст вуглеводнів та оксиду вуглецю у ВГ.

Для того щоб визначити кількості відпрацьованих газів від витрати палива, коефіцієнту надміру повітря та їх залежності використаємо формули хімічних реакцій при згорянні з курсу теорії ДВЗ описаних у підручнику Абрачука Ф.І., Гутеревича Ю.Ф та інших під назвою: «Автомобільні двигуни».

Кількість продуктів згоряння, (кмоль/год):

$$M_2 = \left(\frac{gc}{12} + \frac{gH_2}{2} + 0,79 \cdot a \cdot L_0 \right) \cdot G_{\text{п}} \quad (3.1)$$

де $G_{\text{п}}$ – годинна витрата палива, кг/год при $a \geq 1$

$$M_2 = \left(a \cdot L_0 + \frac{hH_2}{4} + \frac{gO_2}{32} \right) \cdot G_{\text{п}} \quad (3.2)$$

На якість палива впливають масові частки різних елементів в паливі, вони ж мають вплив на екологічність. Данні про вміст таких часток було взято з паспорта палива яким заправлявся автомобіль для подальших експериментів.

$$g_C = 0,845 - g_O + 0,8304 \text{ кг/кг}$$

$$g_{H_2} = 0,140 \text{ кг/кг}$$

$$g_{O_2} = 0,0143 \text{ кг/кг}$$

Кількість повітря потрібного для згоряння 1 кг палива

$$l_0 = \left(\frac{8}{3} g_C + 8g_{H_2} - g_{O_2} \right) \cdot \frac{1}{0,23} \text{ кг/кг} \quad (3.3)$$

$$l_0 = \left(\frac{8}{3} \cdot 0,8304 + 8 \cdot 0,140 - 0,143 \right) \cdot \frac{1}{0,23} \frac{\text{кг}}{\text{кг}} = 13,875 \text{ кг/кг}$$

Далі розглянемо залежність яка використовується для розрахунку масових викидів $a < 1$.

За формуло (3.1) визначаємо кількість продуктів згоряння.

Визначимо кількість повітря, необхідного для згоряння 1кг палива в кмольях/кг

$$L_0 = \left(\frac{gC}{12} + \frac{gH_2}{4} - \frac{gO_2}{32} \right) \cdot \frac{1}{0,23}, \text{ кмоль/год} \quad (3.4)$$

$$L_0 = \left(\frac{0,8304}{12} + \frac{0,140}{4} - \frac{0,143}{32} \right) \cdot \frac{1}{0,23} = 0,434, \text{ кмоль/год}$$

Тепер визначимо кількість водяних парів у ВГ.

$$M_{H_2O} = \left(\frac{G_{H_2}}{2} - 0,42K \cdot \frac{1-a}{1+k} \cdot L_0 \right) \cdot G_{\Pi} \text{ кмоль/год} \quad (3.5)$$

Де K – кількість водяних парів у відпрацьованих газах $K = 0,45$

$$M_{H_2O} = \left(\frac{0,140}{2} - 0,42 \cdot 0,45 \cdot \frac{1-a}{1+0,45} \cdot 0,434 \right) \cdot G_{\Pi} =$$

$$(0,70 - (0,13034 - 0,13034 \cdot a) \cdot 0,434 \cdot G_{\Pi} =$$

$$(0,70 - 0,056567 - 0,056567 \cdot a) \cdot G_{\Pi} \text{ кмоль/год}$$

Кількість вологих продуктів згоряння $a < 1$

$$M_{2\text{вол}} = \left(\frac{0,8304}{12} + \frac{0,140}{2} + 0,79 \cdot a \cdot 0,434 \right) \cdot G_{\Pi} =$$

$$(0,0692 + 0,7 + 0,79 \cdot 0,434 + a) \cdot G_{\Pi} =$$

$$(0,7692 + 0,34286 \cdot a) \cdot G_{\Pi} \quad (3.6)$$

Далі визначили кількість сухих продуктів згоряння за $a < 1$

$$M_{2\text{чух}} = M_{2\text{вол}} - M_{H_2O} \quad (3.7)$$

За формулою 3.2 розраховується кількість продуктів повного згорання M_2 за $\phi \geq 1$.

Беремо отриманні значення g_{H_2} , g_{O_2} та L_0 , і підставляємо їх у формулу

$$M_2 = (0,03625 + 0,00045625 + 0,434 \cdot a) \cdot G_{II}$$

Ділі розглядаємо кількість вологих відпрацьованих газів за згорання палива, кмоль/год

$$M_{2\text{вол}} = (0,03670625 + 0,434 \cdot a) \cdot G_{II} \quad (3.8)$$

За а ³¹ кількість сухих відпрацьованих газів, кмоль/год

$$M_{2\text{сух}} = (0,02988925 + 0,4382396 \cdot a) \cdot G_{II} \quad (3.9)$$

За формулами 3.7 та 3.9 визначимо масу викидів відпрацьованих газів вуглеводнів та оксидів вуглицю

Визначаємо масу забруднених речовин в кг/год за формулою:

$$G_{CO} = M_{2\text{сух}} \cdot M_{CO} \cdot \frac{C_{CO}}{100}$$

$$G_{C_m H_n} = M_{2\text{сух}} \cdot M_{C_6} \cdot H_{12} \cdot 2,5 \cdot \frac{C_{C_m H_n}}{10^6}$$

$$G_t = \sum \left(\frac{(G_{i+1} + G_i) \cdot 1000}{2} \cdot \frac{(t_{i+1} - t_i)}{3600} \right)$$

i – номер в протоколі випробувань

За цією методикою виявлено, що викиди CO за час прогрівання ОР під час руху до 50°C склали 21,26 г, а викиди $C_m H_n$ в свою чергу склали 3,21 г.

Загальна токсичність двох компонентів, з урахуванням коефіцієнтів $R_{C_mH_n}$ = 3,18 та $R_{CO} = 1$, складає:

$$G_{SCO} = 21,26 + 3,21 \cdot 3,18 = 31,467 \text{ ум. г.}$$

Комбінований метод прогріву двигуна автомобіля

Температура ОР при перевірці склала від $t_1 = 8^\circ\text{C}$ до $t_2 = 50^\circ\text{C}$.

Час прогрівання в режимі холостого ходу склав 120 секунд і прогрів ОР до температури 18°C . Подальший прогрів відбувався в режимі руху, зайняв, ще 152 с. за які температура ОР сягнула позначки в 50°C . Загальний час прогрівання склав 272 с.

Загальна витрата палива витрачена на таке прогрівання склала 201 мл. За цей період часу автомобіль пройшов дистанцію в 1 км або 1000 м. Під час руху мінімальна витрата палива складала 0,9 л/год (0,66 кг/год), а максимальна 5,1 л/год (3,77 кг/год). При цьому шлях пройдений за такого режиму руху, майже дорівнює пройденому шляху за методом прогріву під час руху, але все ж потрібно додатково проїхати $1200 - 1000 = 200$ м.

Рухаючись зі середньою швидкістю 50 км/год що рівняється до 13,9 м/с, для подолання 200 м. потрібно затратити $200/13,9 = 14,38$ с.

Загальна витрата палива на подолання шляху в 1200 м склала $201 + 14,38 \cdot 0,866 = 213,453$ мл. Економія палива в порівнянні з режимом прогрівання в русі складає 26,547 мл. Це в свою чергу становить

$$\frac{240 - 213,453}{240} \cdot 100 = 11.1\%$$

Викиди забруднюючих речовин визначалися за урахування пройдених додатково 200 м шляху які потрібні були для прогрівання ОР автомобіля до 50°C . При цьому отримали наступні показники: Викиди C_mH_n склали 1,671 г. викиди CO в свою чергу 7,431 г.

Середня кількість шкідливих речовин у ВГ при проходженні додаткової дистанції складала:

$$C_{CO} = \frac{0,11 + 0,35}{2} = 0,23\%$$

$$C_{CmHn} = \frac{38 + 65}{2} = 51,5 \text{ млн}^{-1}$$

При середній витраті палива в 3 л/год , або ж 2,22 кг/год кількість відпрацьованих газів складає:

$$M_{2\text{сух}} = (0,02878625 + 0,4142336 \times 1,1) \times 2,332 = 1,1297 \text{ кмоль/год}$$

Беручи до уваги вище вказанні значення, можна прорахувати, що викиди C_mH_n склали

$$G_{CmHn} = 1,1297 \cdot 65 \cdot 2,5 \frac{51,5}{10^6} \cdot \frac{14,38}{3,6} = 0,037 \text{ г}$$

В свою чергу викиди CO склали

$$G_{CO} = M_{2\text{сух}} \cdot M_{CO} \cdot \frac{C_{CO}}{100} \cdot \frac{r_{\text{відст}}}{3,6}$$

$$G_{CO} = 1,1297 \cdot 28 \cdot \frac{0,23}{100} \cdot \frac{14,38}{3,6} = 0,290 \text{ г}$$

Загальні викиди при прогріванні двигуна комбінованим методом склали

$$G_{CO} = 7,431 + 0,290 = 7,721 \text{ г}$$

$$G_{CmHn} = 1,671 + 0,037 = 1,708$$

Сумарна ж кількість викидів по двом компонентам склала

$$G_{SCO} = 7,721 + 3,15 \cdot 1,708 = 13,1 \text{ ум. г.}$$

При цьому загальна токсичність зменшилась на :

$$\frac{31,467 - 13,1}{31,467} \cdot 100 = 58,36\%$$

З даного показника можна виявити, що за режиму комбінованого прогріву, можна досягнути більш якісного прогрівання каталітичного нейтралізатора, покращити екологічність двигуна можна на 58,36% в порівнянні з режимом прогрівання в русі.

Метод прогрівання за активного холостого ходу

- Час який було затрачено для прогрівання ОР до 50°C - 636 с.
- Втрата палива за час прогрівання – 0,238 л.
- Годинна витрата палива під час прогрівання змінювалась від 1.4 л/год до 0,9 л/год

При цьому методі також потрібно для об'єктивного порівняння методів враховувати кількість шкідливих викидів в атмосферу за відрізок пройденого шляху під час прогрівання двигуна внутрішнього згорання до робочої температури. Для даного порівняння ми використаємо раніше отриманні данні в процесі прогрівання двигуна від температури 8°C.

Нижче приведена методика розрахунку кількості шкідливих викидів за урахування концентрації ЗР у ВГ.

Викиди CO та C_mH_n визначаються як вміст вуглеводнів та оксиду вуглецю у ВГ.

Для подолання шляху в 1000м потрібно додатково витратити певний час та кількість палива, на подолання даної відстані було витрачено 147 с.

$$0,866 \cdot 147 = 127,3 \text{ мл}$$

За час прогрівання та час подолання 1000 м, сумарна витрата палива склала

$$238 + 127,3 = 365,3 \text{ мл}$$

Витрата палива збільшиться на:

$$\frac{365,3 - 213,453}{213,453} \cdot 100 = 71,13\%$$

Викиди C_mH_n склали: 3,972 г , а викиди CO в свою чергу склали 13,24

Подолання мірної ділянки шляху таке ж як і в комбінованому режимі прогріву, оскільки під час холостих обертів температура вже набула відмітки в 50°C .

Можна вважати, що

$$M_{2\text{сух}} = 1,1297$$

Можна розрахувати загальну кількість викидів CO при подоланні шляху в 1000 м

$$G_{CO} = 1,1297 \cdot 28 \cdot \frac{0,23}{100} \cdot \frac{127,3}{3,6} = 2,572 \text{ г}$$

Відповідно викиди G_{CmHn} склали

$$G_{CmHn} = 1,1297 \cdot 65 \cdot 2,5 \cdot \frac{51,5}{10^6} \cdot \frac{127,3}{3,6} = 0,383 \text{ г}$$

Сумарні викиди становлять:

$$G_{CO} = 13,24 + 2,572 = 15,812 \text{ г}$$

$$G_{CmHn} = 2,572 + 0,383 = 2,955$$

По двох компонентах сумарна токсичність складає:

$$G_{SCO} = 15,812 + 3,15 \times 4,355 = 29,53 \text{ ум. г.}$$

Дана величина менша за величину при режимі прогріву в русі, але значно більша чим при комбінованому режимі.

З цього можна зробити висновок, що комбінований режим прогрівання двигуна, являється найбільш ефективним, при ньому можна пройти більший шлях за менший час і з меншими викидами в атмосферу чим при режимі прогріву активним холостим ходом. При тому хоч в пройденому шляху за час прогрівання до 50°C цей метод програє в порівнянні з методом прогрівання в русі, але значно виграє по екологічності.

3.2 Вплив часу прогріву та температури навколишнього середовища, на паливну економічність та екологічність транспортного засобу

Розрахуємо коефіцієнти впливу температурних показників двигуна внутрішнього згорання на його паливну економічність та екологічність, виконаємо дані розрахунки для того, щоб визначити вплив теплового стану ДВЗ на екологічність та економічність двигуна. При розрахунках цих показників береться до уваги температура охолоджуючої рідини, адже від температури ОР залежить температурний стан двигуна та його економічність і екологічність. Отриманні коефіцієнти впливу температурного стану ДВЗ на витрату палива і вміст шкідливих речовин у ВГ вказуємо у вигляді залежності температури ОР від часу їзди за їздовим циклом. Шкідливі викиди та витрату палива під час прогріву двигуна визначаємо як суму коефіцієнтів показників залежних між їздою на прогрітому до робочої температури двигуна та температурного стану двигуна.

Для визначення ефективності підігріву повітря в впуску двигуна та його впливу на паливну економічність та екологічність беручи до уваги початкову температуру ОР двигуна та температуру ОР під час прогрівання двигуна до робочої температури в їздовому циклі розрахуємо коефіцієнти температурного стану з урахуванням підігріву повітря на впуску двигуна і без нього. За цими відношеннями і визначимо зміну показників. Будимо визначати концентрацію забруднюючих речовин у ВГ та паливну економічність за час прогрівання двигуна до нормального температурного режиму. За отриманими результатами при дослідженні можна визначити як саме впливає тепловий стан двигуна при початку прогрівання на викиди шкідливих речовин та витрату палива, а також вплив ряду інших експлуатаційних показників.

Розглядатимемо варіант, при якому умови за якими проводять дослідження не дають змоги визначити математичні моделі двигуна, що описують ДВЗ як джерело енергії, споживача повітря та палива, але при цьому дозволяється виміряти показники роботи ДВЗ при умовному русі зв режимами їзди автомобіля за Європейськими циклами їзди. Одне з головних питань при оцінці впливу прогрівання ДВЗ є визначення показників процесу прогрівання до витрати палива. Зафіксуємо величину миттєвої витрати палива при прогріванні ДВЗ. Показники даних величин можна спостерігати на рисунку 2.11, можна відслідкувати зміну показників витрати палива під час умовного руху автомобіля за використання нового Європейського циклу їзди, в якому включені заміський та міський режими. Але дивлячись на даний рисунок можна бачити, що подальше використання показників зображених на ньому не можливо використовувати. Тому будимо використовувати лише показники взяті з замірів при швидкості автомобіля в 15,32 та 50 км/год.

При використанні даних швидкостей можна найбільш достовірно визначити необхідні для досліджень показники та коефіцієнти. Також візьмем до уваги роботу двигуна на мінімальних холостих обертах.

При розгляді рисунку 2.11 можна побачити, що межа витрати палива при четвертому і третьому фрагментах міського режиму майже однакові,

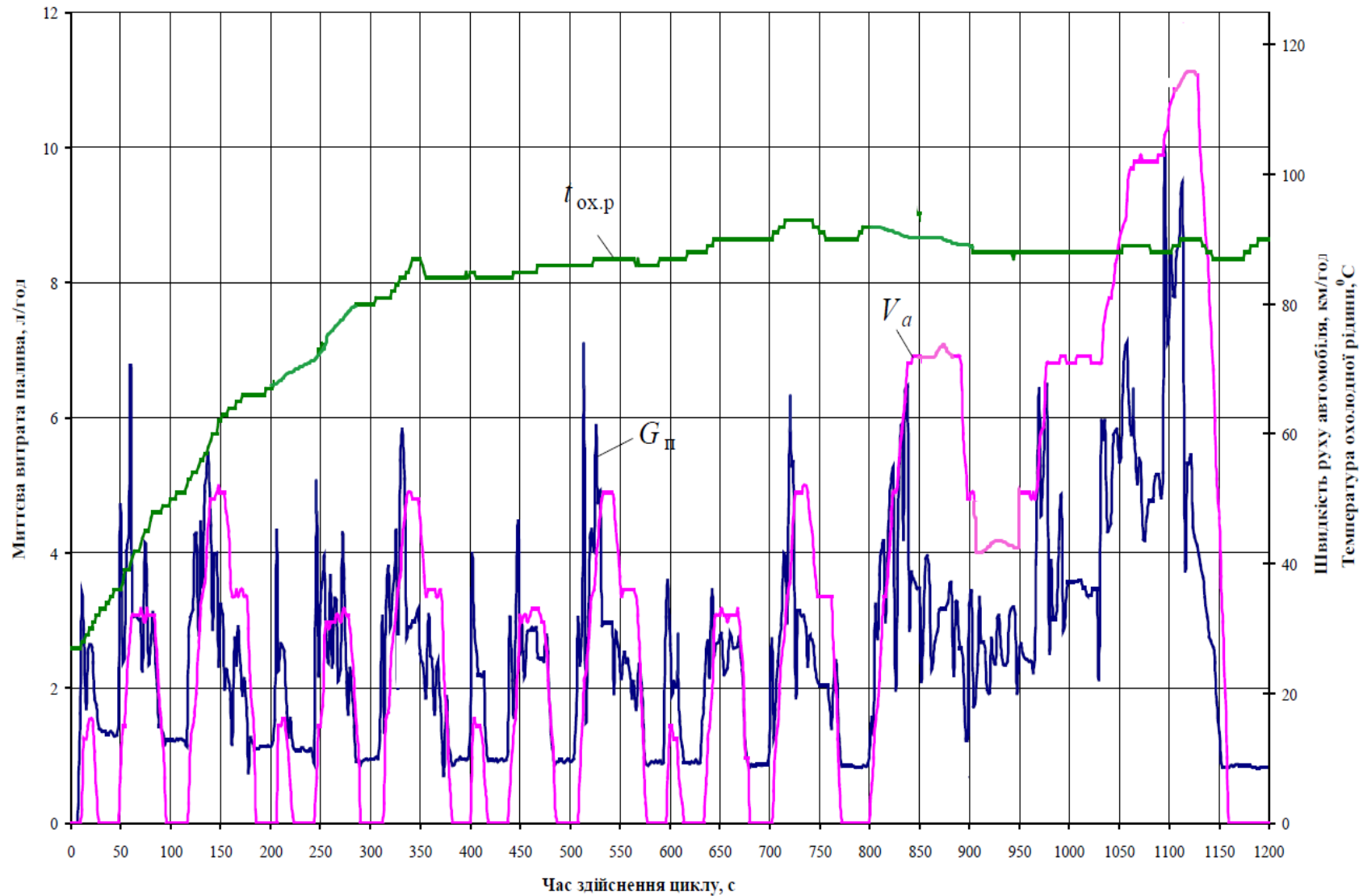


Рисунок 3.1 Показники зміни витрати палива, температури охолоджуючої рідини, швидкості руху за умовного руху в режимі нового Європейського їздового циклу

Отриманні данні по залежності витрати палива від швидкості при їзді на різних циклах можна побачити графічно на рисунках 2.12, 2.13 та 2.14 . По даних показниках можна побачити, що по мірі прогрівання двигуна, зменшується годинна витрата палива на всіх швидкостях.

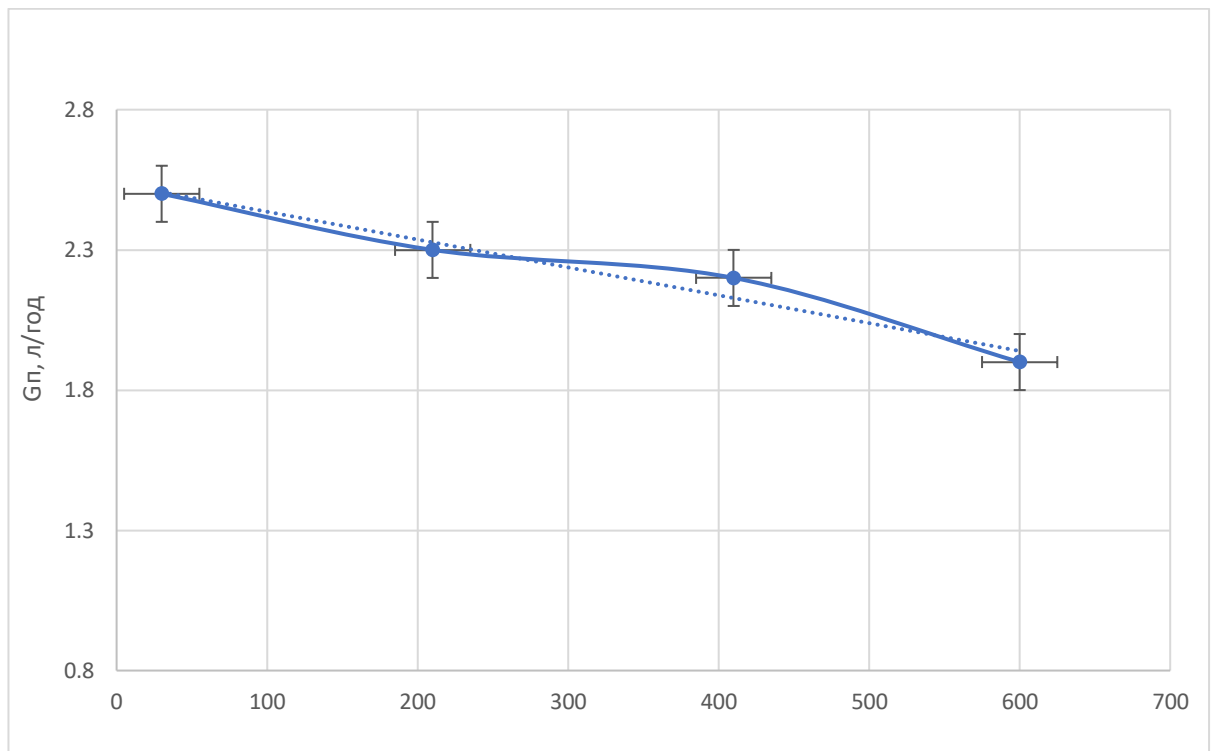


Рисунок 3.2 - Проходження циклу при швидкості 15км/год

В таблиці 3.1 можна спостерігати показники годинної витрати палива $G_{п}$ за швидкостей в 15, 32 та 50 км/год при різних фрагментах їздового циклу (л/год).

Таблиця 3.1 – Витрата палива в різних циклах за сталої швидкості

Швидкість автомобіля Км/год	1 фрагмент		2 фрагмент		3 фрагмент		4 фрагмент	
	$G_{п}$, л/год	$t,с$	$G_{п}$, л/год	$t,с$	$G_{п}$, л/год	$t,с$	$G_{п}$, л/год	$t,с$
15	2,49	15	2,29	205	2,14	403	1,8	604
32	3,02	67	2,8	273	2,7	461	2,42	653
50	3,8	143	3,2	342	2,95	524	3,11	732

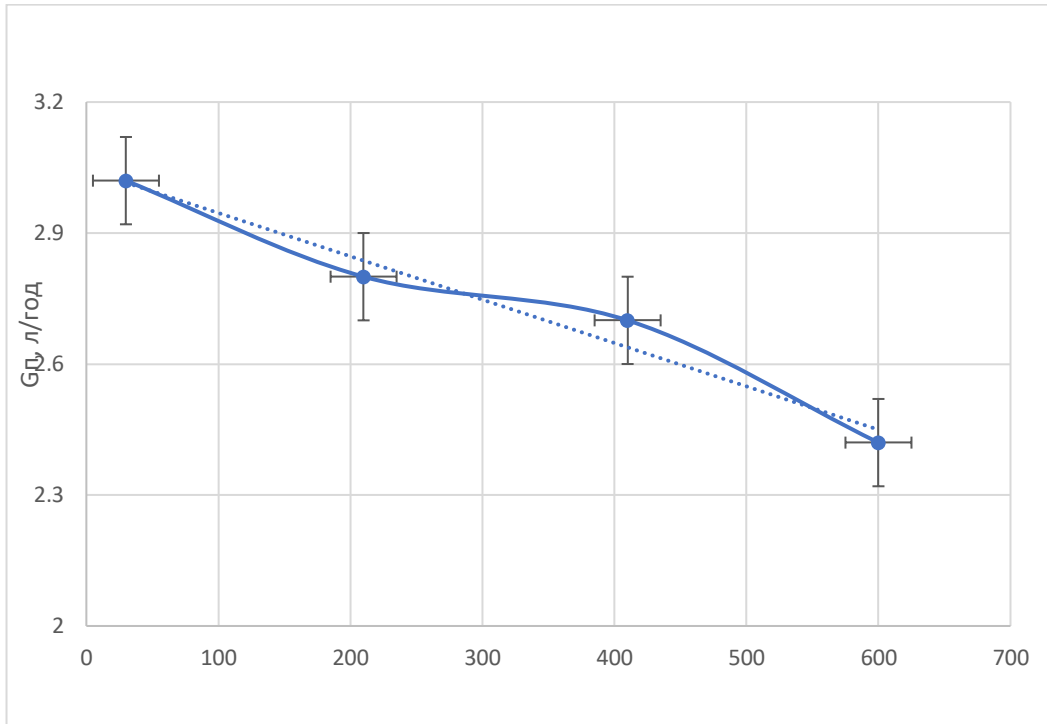


Рисунок 3.3 Проходження циклу при швидкості 32км/год

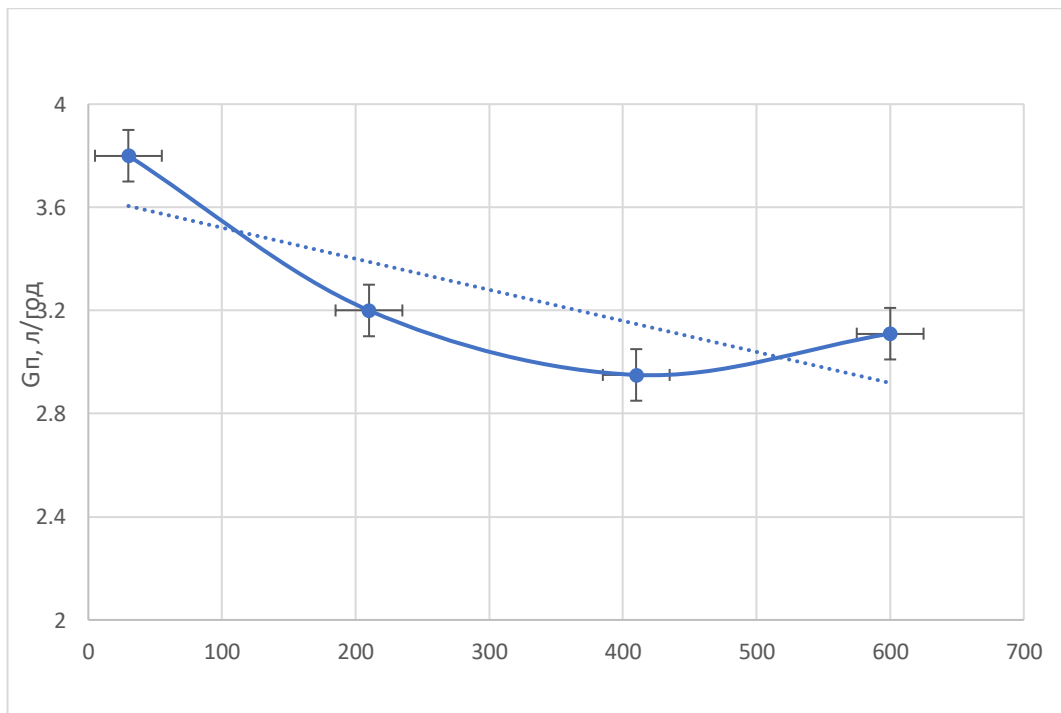


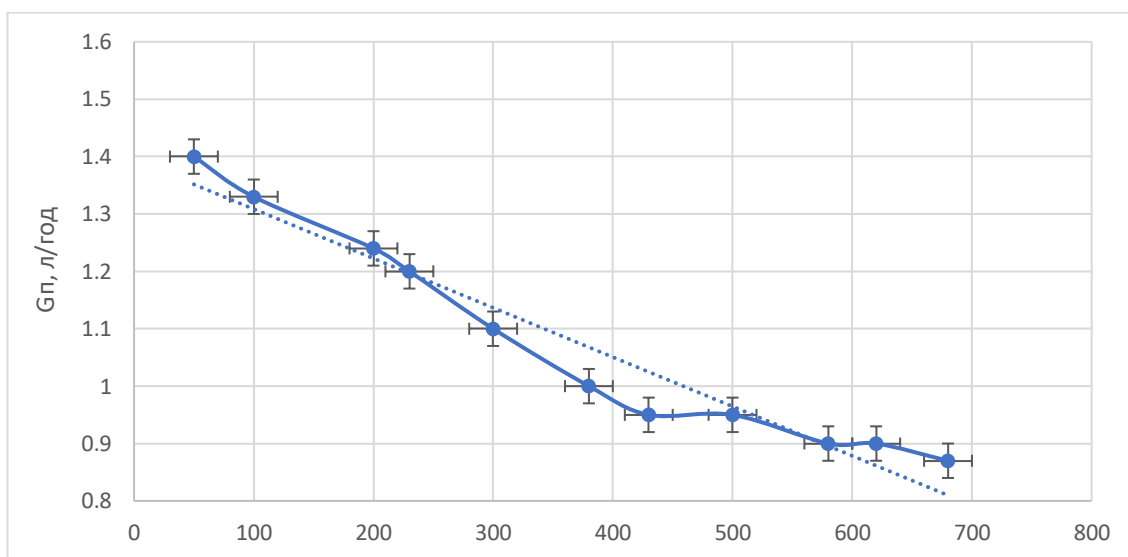
Рисунок 3.4 Проходження фрагментів циклу при швидкості 50км/год

При режимі роботи двигуна на холостих обертах витрата палива також зменшується по мірі прогрівання двигуна. В таблиці 2.2 можна побачити данні

$G_{п}$ і змінна цих даних з часом прогрівання двигуна. На рисунку 2.15 можна побачити ці дані зображені графічно.

Таблиця 3.2 – годинна витрата палива в режимі холостого ходу при проходженні циклу

t,с	28	100	200	230	300	380	430	500	580	620	680
G _п ,л/год	1,4	1,33	1,29	1,24	1,2	1,1	1	0,95	0,9	0,9	0,87



Таблиця 3.5 Співвідношення зміни витрати палива до часу прогрівання двигуна на холостих обертах

Дивлячись на те, що тепловий стан ДВЗ можна оцінити дивлячись на температуру ОР, то доцільно буде визначити як змінюється ця температура під час проходження циклу автомобілем, беручи в подальшому до уваги залежність витрати палива від температурного стану двигуна. На рисунку 2.16 можна побачити залежність температури ОР від часу проходження циклу, отриманні під час експерименту.

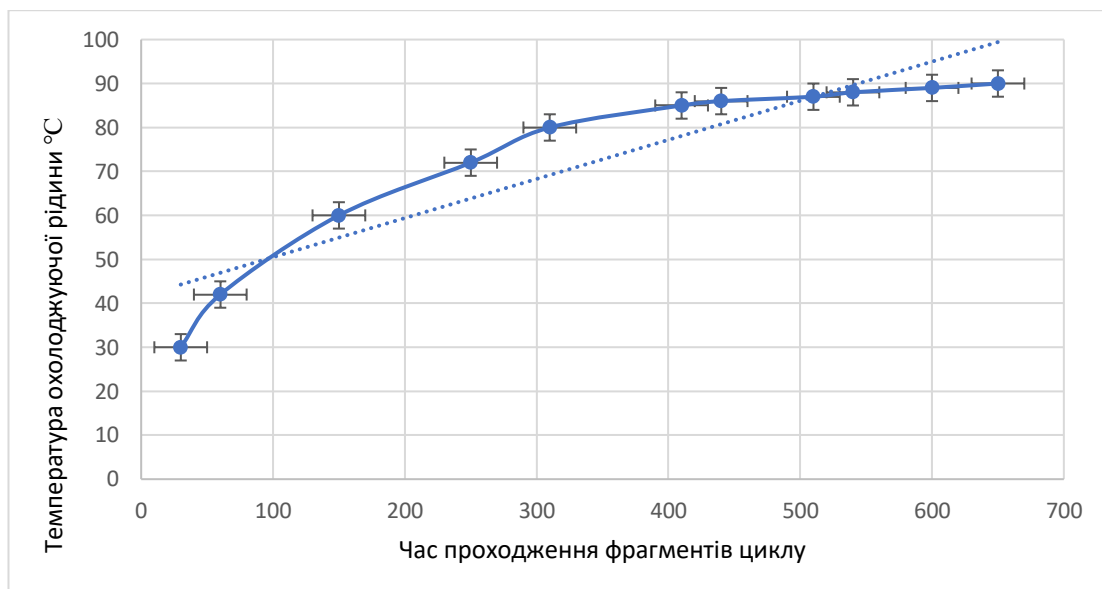


Рисунок 3.6 – Зміна температури ОР при проходженні циклу в міських умовах на непрогрітому двигуні

Дослідження впливу температурного стану двигуна на екологічність автомобіля є важчими для розрахунку в порівнянні з розрахунками впливу на витрату палива. Це зумовлене тим, що паливна економічність визначається зовнішніми показниками, вона регулюється комп'ютером який дає зворотній зв'язок, комп'ютер вираховує температуру ОР, тепловий стан двигуна, та вирівнює роботу двигуна зміною подачі кількості палива. Що до визначення екологічності двигуна, то тут великий вплив має каталітичний нейтралізатор, робота якого залежить як описувалося в першому розділі від його якості прогрівання, якість прогріву нейтралізатора може відрізнитися при однаковій температурі ОР. Також вимір екологічності стає важчим через той фактор, що показники шкідливих викидів ВГ, знімаються з затримкою відносно режиму роботи двигуна. Через ці фактори було прийнято рішення, використати наступний метод заміру показників. При їзді автомобіля за Європейським циклом, з інтервалом в 0,1 с фіксували відносно проходження циклу. При цьому вимірювання провели в 15 їздових циклах, при цьому враховували інерційність при вимірюванні різних ЗР ($\text{CO} - 17\text{с}$, $\text{C}_m\text{H}_n - 9\text{с}$., $\text{NO}_x - 10\text{с}$)

Таблиця 2.3 – Вміст шкідливих викидів у відпрацьованих газах з певних точках їздового циклу.

Режим	Часова відмітка с	Точка фіксації CO	CO Р.р.м.	Точка фіксації C _{мнп}	C _{мнп} Р.р.м.	Точка фіксації NO _x	NO _x Р.р.м.	Точка фіксації CO ₂	CO ₂ Р.р.м.
1	12232	12246	2,75	12238	2,95	12239	0,025	12247	0,07
2	12233	12249	4,08	12242	3,43	12243	0,05	12251	0,09
3	12241	12257	1127	12251	7,99	12251	32,1	12259	0,34
4	12246	12262	2858	12255	4,99	12256	35,31	12264	0,94
5	12267	12283	341	12277	241	12277	8,09	12285	0,47
6	12279	12289	161	12283	178	12283	4,02	12292	0,48
7	12303	12319	372	12288	163	12289	5,03	12298	0,65
8	12314	12331	357	12312	251	12313	38,92	12322	1,1
9	12336	12352	153	12334	114	12324	38,27	12332	1,09
10	12352	12358	81	12351	47	12335	5,51	12353	0,39
11	12373	12390	730	12383	301	12351	0,64	12359	0,45
12	12382	12397	123	12391	49	12362	19,7	12370	1,21
13	12396	12413	12,9	12405	118	12371	64,4	12379	1,26
14	12406	12423	125	12415	175	12383	14,3	12391	1,5
15	12413	12430	11,3	12423	27,23	12391	43,68	12399	1,04

В даній таблиці прописані данні з першого фрагменту їздового циклу. Під час даного фрагменту, температура ОР перевищила відмітку в 60°C і досягла відмітки в 64°C, саме до набуття температури ОР в 60°C пропонується використовувати підігрівання повітря перед впускним колектором ДВЗ. В першому і другому фрагменті спостерігається покращення екологічності, в третьому і четвертому показники практично однакові, з цього можна зробити висновок, що при третьому фрагменті їздового циклу температура набула відмітки в 90°C і показники вирівнялися.

3.3 Вплив додаткового джерела тепла при прогрівання двигуна внутрішнього згоряння, на його показники та час прогріву

Для експерименту використовувалось додаткове джерело тепла, а саме фен який зображений на рисунку 3.7



Рисунок 3.7 – Джерело тепла взятє для експериментів

З його допомогою нагрівалося повітря яке в подальшому потрапляло в систему впуску в двигуні внутрішнього згоряння.

Дане дослідження проводилося на стоячому автомобілі, в режимі прогріву двигуна холостим ходом. Для порівняння даних, бралися данні отриманні при прогріванні двигуна в режимі холостого ходу, без додаткового підігрівача та з додатковим підігрівачем.

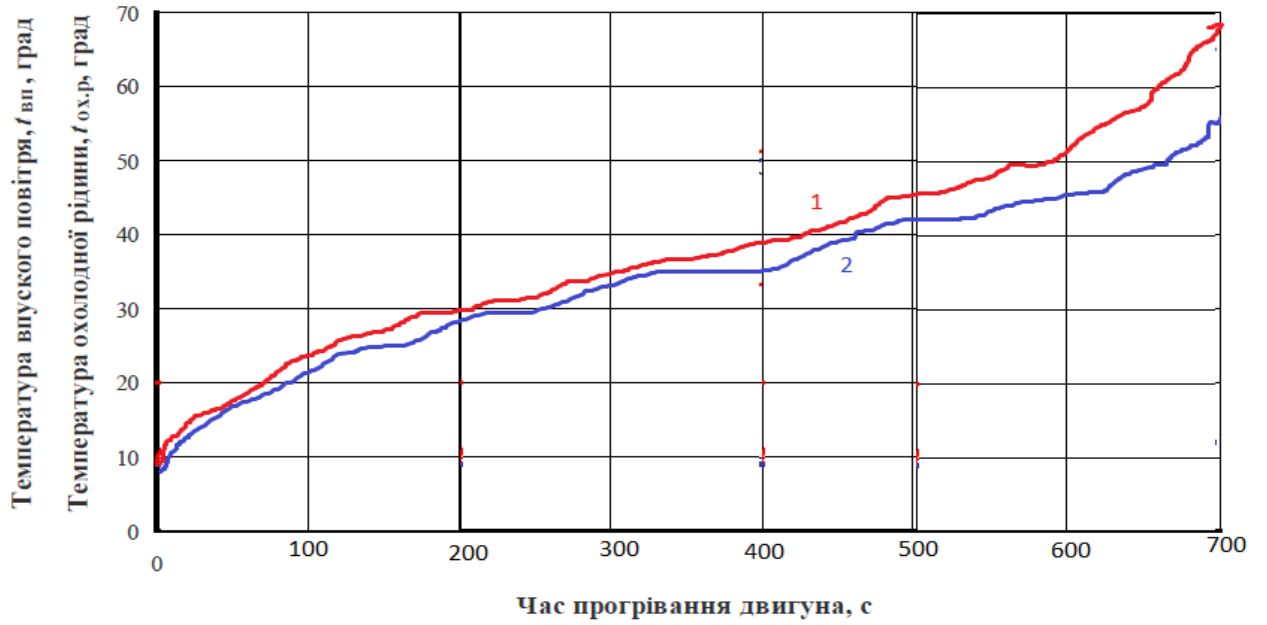


Рисунок 3.8 – Зміна температури охолоджуючої рідини

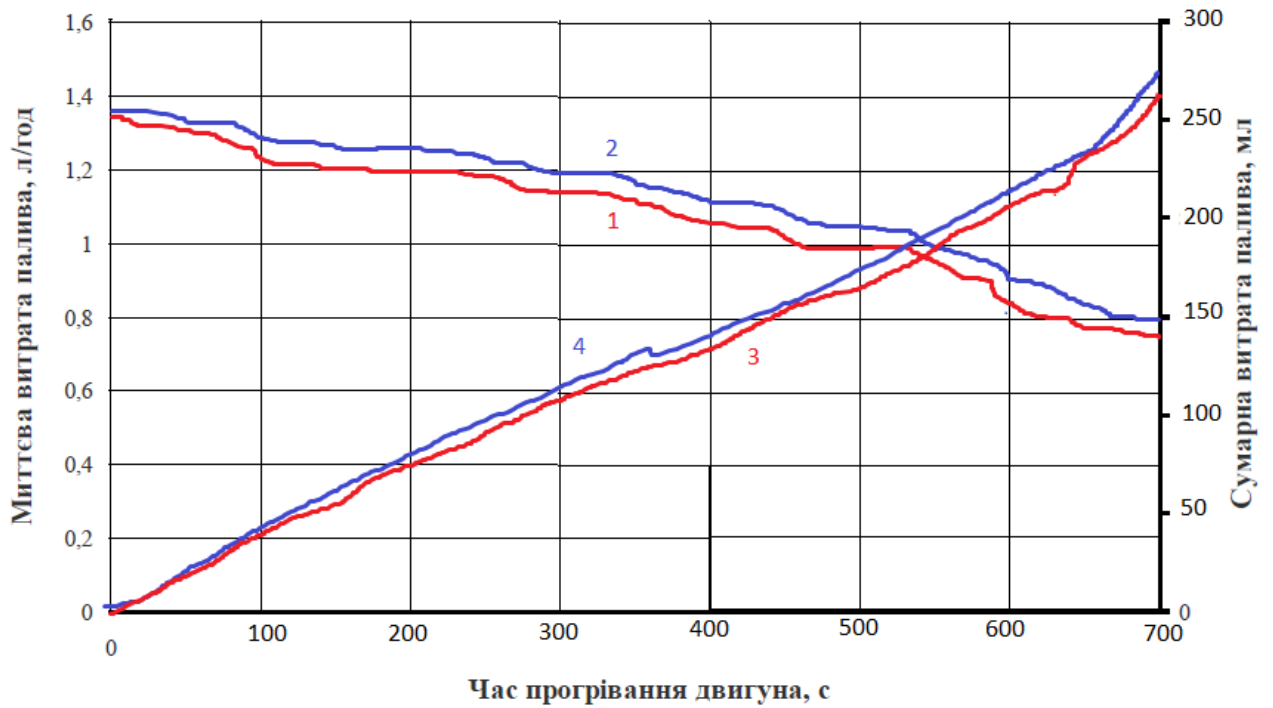
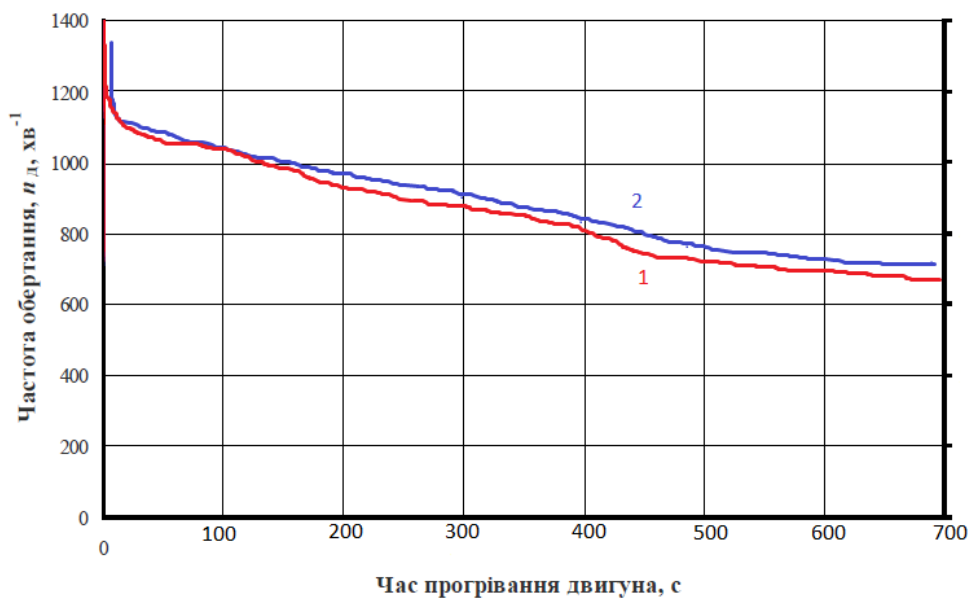
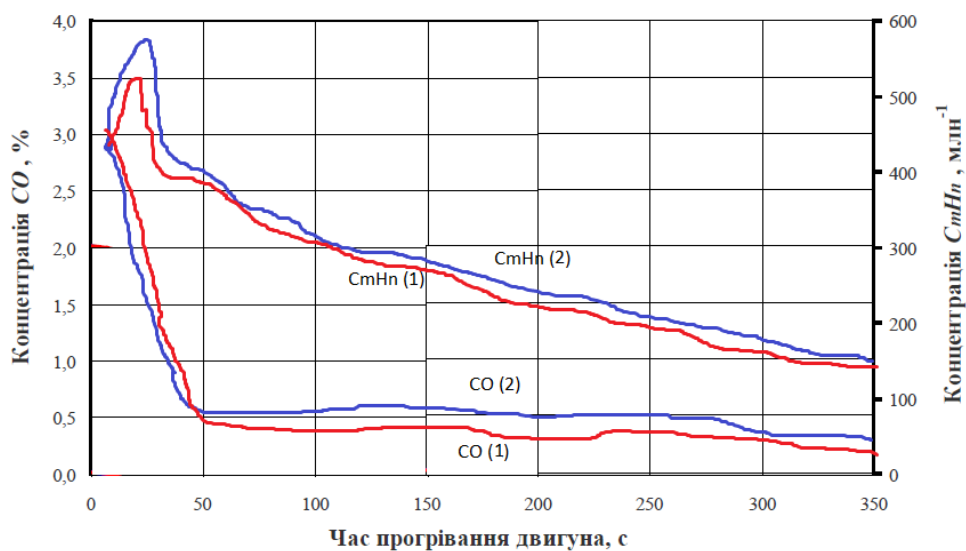


Рисунок 3.9 – Зміна витрати палива



1 – з підігрівом; 2 – без підігріву

Рисунок 3.10 – Показники частоти обертання колінчастого валу, та їх зміна



C_{mH_n} (1) – вміст вуглеводнів з підігрівом; C_{mH_n} (2) – вміст вуглеводнів без підігрівом;
 CO (1) – концентрація оксиду вуглецю з підігрівом; CO (2) – концентрація оксиду вуглецю
 без підігрівом.

Рисунок 3.11 зміна концентрація шкідливих речовин під час прогріву двигуна

Визначимо екологічні показники автомобіля, розглядаючи метод прогріву двигуна на холостих обертах з застосуванням додаткового підігрівача повітря перед впуском двигуна.

Час прогрівання охолоджуючої рідини до температури 50°C склала 570 с.

Сумарна кількість витраченого пального за цей період склала 0,213 мл.

- Час який було затрачено для прогрівання ОР до 50°C - 570 с.
- Втрата палива за час прогрівання – 0,213 л.
- Годинна витрата палива під час прогрівання змінювалась від 1.3 л/год до 0,8 л/год

Витрата палива зменшилась на:

$$\frac{340,3 \cdot 100}{365,3} = 93,156\%$$

$$100\% - 93,156 = 6,844\%$$

Викиди C_mH_n склали: 3,772 г , а викиди CO в свою чергу склали 13,14

Подолання мірної ділянки шляху таке ж як і в комбінованому режимі прогріву, оскільки під час холостих обертів температура вже набула відмітки в 50°C.

Можна вважати, що

$$M_{2сух} = 1,0157$$

Можна розрахувати загальну кількість викидів CO при подоланні шляху в 1000 м

$$G_{CO} = 1,0157 \cdot 28 \cdot \frac{0,23}{100} \cdot \frac{127,3}{3,6} = 2,313 \text{ г}$$

Відповідно викиди G_{CmHn} склали

$$G_{CmHn} = 1,0157 \cdot 65 \cdot 2,5 \cdot \frac{51,5}{10^6} \cdot \frac{127,3}{3,6} = 0,300 \text{ г}$$

Сумарні викиди становлять:

$$G_{CO} = 13,24 + 2,313 = 15,55 \text{ г}$$

$$G_{CmHn} = 2,313 + 0,330 = 2,62 \text{ г}$$

По двох компонентах сумарна токсичність складає:

$$G_{SCO} = 13,24 + 3,15 \cdot 2,62 = 21,49 \text{ ум. г.}$$

Тобто різниця сумарних викидів при дослідженні прогріву двигуна без додаткового підігріву і з додатковим підігрівом склала:

$$G_{CO} = 15,812 - 15,55 = 0,262 \text{ г}$$

$$G_{CmHn} = 2,955 - 2,62 = 0,335 \text{ г}$$

В день автомобіль запускається як мінімум два рази на день, при поїзді на роботу і з роботи з цього можна прорахувати на скільки можна зменшити викиди в грамах за зимовий період, а також період жовтня, листопада та березня де також потрібно прогрівати автомобіль.

$$G_{CO_{\text{біс.}}} = 0,262 \cdot 2 \cdot 181 = 94,844 \text{ г}$$

$$G_{CmHn} = 0,335 \cdot 2 \cdot 181 = 121,27 \text{ г}$$

Дані, представлені на рисунках, показують, що під час фази прогріву температура охолоджуючої рідини підвищилася не суттєво. Однак одночасно відбулося значне підвищення температури всмоктуваного повітря. Це призвело до зменшення подачі палива в цьому конкретному режимі роботи двигуна, як показано на малюнку 3.8. Двигун досяг температури охолоджуючої рідини 50°C протягом 615 секунд роботи без додаткового підігріву та через 570 секунд з підігрівом, починаючи з початкової температури 8°C. В обох випадках температура повітря на вході становила 9°C і 33°C відповідно, без і з додатковим підігрівом.

Миттєва витрата палива знизилася з 1,4 до 0,9 л/год без підігріву, і з 1,3 до 0,8 л/год з підігрівом. Швидкість двигуна та тиск у впускному трубопроводі демонстрували подібну тенденцію з часом, як показано на малюнку 3.9. Зменшення циклічної подачі палива блоком керування двигуном призвело до зниження концентрації забруднюючих речовин із додатковим нагріванням всмоктуваного повітря, як показано на малюнку 4.31.

Враховуючи 600 секунд як контрольний час прогріву двигуна, графіки показали, що температура охолоджуючої рідини була на 1,5°C вище (збільшення на 3%), миттєва витрата палива була на 7% нижчою, а загальна витрата палива протягом періоду прогріву зменшилася на 10,5%. Концентрації CmHn залишалися стабільними на рівні 280 млн-1, тоді як концентрації CO під час додаткового нагрівання були значно нижчими на 0,39%, порівняно з 0,56% без додаткового теплопостачання, що вказує на 30% зниження концентрації. Загальна маса викидів двох компонентів зменшилася на 6% протягом 600-секундного періоду нагрівання, як показано на малюнку.

Таким чином, використання додаткового теплопостачання під час фази прогріву двигуна виявилось ефективним у зниженні викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Незважаючи на ефективні методи прискореного нагрівання, які реалізуються в автомобілях, що відповідають стандартам Євро-5 і Євро-6, дослідження показує, що транспортні засоби, які відповідають стандартам Євро-4 та Євро-3, також потребують додаткового обладнання, зокрема каталітичного нейтралізатора, для оптимальної роботи двигуна.

3.4 Економічний ефект від використання пристрою додаткового підігріву

Для даного підрозділу був проведений додатковий дослід в зимовий період. Дослід проводився за температури навколишнього середовища -4°C.

Було виконано два заміри з підігрівом та без.

Час прогріву охолоджуючої рідини то температури 50°C склав 781с. без додаткового підігріву та 702с. з додатковим підігрівом.

Показник годинної витрати палива по мірі прогрівання зменшувався з 3,8 л/год до 1 л/год без додаткового прогріву та від 3,5 л/год до 0,8 л/год з додатковим прогрівом відповідно.

Загальна витрата палива в зимню пору за час прогріву без додаткового підігріву повітря склала 274,54 мл., а з додатковим підігрівом 209,23 мл. Різниця витрати палива склала 65,31 мл.

В осінню пору коли дослідження проводилось за плюсової температури витрата палива без підігріву склала 238 мл., а з прогрівом 213 мл.. Різниця склала 25мл.

В день автомобіль прогрівають в середньому 2-3 рази, коли їдуть на роботу, з роботи і наприклад за дитиною в школу, за жінкою, щоб забрати її з роботи або просто в магазин.

Найпростіший і найдешевший варіант додаткового підігріву повітря може бути використання пристрою який за функціонуванням нагадує побутовий вентилятор з підігрівом, він має корпус, пружину яка нагрівається, та провід який підключається до джерела струму. Як найпростіший варіант можна використовувати живлення від розетки (прикурювача) автомобіля пропустивши провід в салон автомобіля.

Через будову даної конструкції, її ціну можна порівняти з ціною побутового обігрівача, ціни на такі обігрівачі стартує від 350 грн. Якщо встановлювати даний пристрій на станції технічного обслуговування ТОВ «Автомир-Вінниця» , то ціна на роботу може коливатися від 345 до 2070 грн дивлячись від конструкції автомобіля. На автомобіль який брав участь у дослідженні встановлення коштуватиме 690 грн. Тобто загальна ціна роботи з матеріалами складе в середньому 1040 грн.

Далі підрахуємо економію палива в холодні місяця року, для прорахунку візьмемо всю зиму, листопад, жовтень, та березень, це ті місяця в яких

температура навколишнього середовища змушує виконувати прогрів двигуна перед початком руху, для того, щоб не зменшувати ресурс роботи двигуна.

В 2023 році зима складає 91 день, що до решти місяців які ми берем на розгляд, то це, ще 3 місяця які складаються з 92 днів.

З отриманих даних можна вирахувати, що за зимовий період з використанням додаткового підігрівача повітря перед впуском в двигун, є можливість зекономити 196 мл палива в день, а це 17,83 л палива.

В весняний та осінній період можлива економія палива складає 75 мл в день, а це в свою чергу 6,9 літрів за три місяці.

Загальна економія палива може скласти 24,73 л.. Якщо помножити дану кількість палива на його ціну то вийде сума 1409,61 грн.

Виходячи з отриманих даних, бачимо, що якщо брати до уваги саму просту конструкцію пристрою підігріву, то його вартість окупиться за пів року експлуатації автомобіля.

Окрім того не слід забувати, що використання даного пристрою може подовжити термін служби двигуна внутрішнього згорання, і окрім того використання даного пристрою, може зберегти каталітичний нейтралізатор, який сприймає на себе велике навантаження під час прогріву холодного двигуна, а це в свою чергу в майбутньому може зекономити досить значні кошти.

3.5 Висновки до 3 розділу

1. В різних методах прогріву двигуна є свої плюси і недоліки. Метод прогріву на холостих обертах має найгірші показники екологічності але має найменший вплив на ресурс двигуна. Режим прогріву в русі має найбільший вплив на ресурс бензинового двигуна якщо навантажувати двигун але займає менше часу на прогрів. Комбінований режим найкраще себе проявив, має низький вплив на ресурс роботи двигуна, меншу витрату палива чим в прогріві на холостих обертах та менші викиди шкідливих речовин чим прогрів в русі;

2. Використання додаткового джерела тепла при прогріві двигуна може значно покращити його екологічні та економічні показники, а також підвищити ресурс двигуна внутрішнього згорання та каталітичного нейтралізатора автомобіля. Один з найпростіших методів для пришвидшення прогріву двигуна, є використання додаткових пристроїв для прогріву повітря перед впуском в двигун. Такі системи можна порівняно легко інтегрувати в систему, та при потребі вилучити її з системи.

3. Собівартість пристрою підігріву повітря з урахуванням ціни на матеріали і роботу по встановленню, складає 1040 грн. На автомобілі на якому відбувалися експерименти, за період під час якого необхідно виконувати прогрів бензинових двигунів, можна зекономити 24-25 л. бензину, що в грошовому еквіваленті на кінець 2023 року складає 1300-1400 грн. за умови використання звичайного 95-го бензину. Окупність пристрою в такому випадку складає пів року.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Завдання впровадження системи управління охороною праці – це всебічне сприяння виконанню вимог, які цілком усунуть, нейтралізують чи знижують до допустимих норм вплив на працівників шкідливих і небезпечних факторів виробничого середовища, створюють безпечні санітарно-гігієнічні та ергономічні вимоги.

Неналежний рівень охорони праці спроможний викликати соціально-економічні проблеми працівників та їх родин. Саме тому соціально-економічне значення охорони праці полягає в наступному: підвищенні продуктивності праці, збільшенні валового внутрішнього продукту, зменшенні витрат на оплату лікарняних і компенсаційних виплат за важкі умови праці тощо.

У даному розділі наводиться аналіз шкідливих, небезпечних і уражаючих для працівника і оточуючого середовища факторів, які утворюються під час проведення поліпшення паливної економічності та екологічних показників автомобілів шляхом встановлення додаткового теплового підігрівача в умовах станції технічного обслуговування. Тут розглядаються, зокрема, технічні рішення з виробничої санітарії та гігієни праці, технічні рішення з безпеки при проведенні поліпшення, безпека у надзвичайних ситуаціях.

Під час поліпшення вказаного процесу на працюючих діють ті або інші небезпечні і шкідливі виробничі фактори (НШВФ) фізичної та психофізіологічної груп згідно [1].

Фізичні НШВФ: понижена або підвищена температура повітря робочої зони, підвищений рівень шуму на робочому місці, підвищений рівень статичної електрики, відсутність або недостатність природного освітлення, недостатня освітленість робочої зони, підвищена яскравість світла, пряма або відбита блискучість.

Психофізіологічні НШВФ: нервово-психічні перевантаження: розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці.

4.1 Технічні рішення з виробничої санітарії та гігієни праці

4.1.1 Мікроклімат та склад повітря робочої зони

Показники, які характеризують мікроклімат: температура повітря, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря, інтенсивність теплового випромінювання.

Якщо за технологічними вимогами, технічними і економічними причинами оптимальні норми не забезпечуються, то встановлюються допустимі величини параметрів мікроклімату.

Вибираємо для приміщення, в якому проводяться роботи з поліпшення паливної економічності та екологічних показників автомобілів шляхом встановлення додаткового теплового підігрівача в умовах станції технічного обслуговування, категорію важкості робіт за фізичним навантаженням – легка Іа.

Згідно із [2] допустимі параметри температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні для теплого та холодного періодів року наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Допустимі параметри мікроклімату в приміщенні [2]

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С для робочих місць		Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
		постійних	непостійних		
Холодний	Іа	21-25	18-26	75	≤0,1
Теплий	Іа	22-28	20-30	55 при 28°С	0,1-0,2

Розкид значень температури повітря за висотою робочої зони для всіх категорій робіт допускається до 3°C. Для опромінення менше 25% поверхні тіла працівника, допустима інтенсивність теплового опромінення складає 100 Вт/м².

Повітря робочої зони не повинно містити шкідливих речовин з концентраціями вище гранично допустимих концентрацій (ГДК), що використовуються при проектуванні виробничих приміщень (будівель), обладнання, технологічних процесів, вентиляцій, з метою контролю за якістю виробничого середовища. ГДК шкідливих речовин, що утворюються у даному виробничому приміщенні наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони

Назва речовини	Параметр, що нормується	Значення	Клас небезпеки
Бензин	ГДК, мг/м ³	100	4
Пил нетоксичний	ГДК, мг/м ³	0,15	4
Іони n ⁺ , n ⁻	число іонів в 1 см ³ повітря	50000	–

З метою встановлення нормованих показників мікроклімату і чистоти повітря робочої зони передбачено:

- 1) в приміщенні має бути встановлена система опалення для холодного і кондиціонування для теплого періодів року;
- 2) з метою підвищення вологості повітря слід використовувати зволожувачі або розташовувати місткості з водою за типом акваріумів поблизу опалювальних приладів;
- 3) припливно-витяжна система вентиляції, а при несприятливих погодних умовах кондиціонування.

4.1.2 Виробниче освітлення

З метою забезпечення гігієнічних раціональних умов на робочих місцях значні вимоги пред'являються щодо кількісних та якісних параметрів освітлення.

З точки зору задач зорової роботи в приміщенні, в якому проводяться роботи з поліпшення паливної економічності та екологічних показників автомобілів шляхом встановлення додаткового теплового підігрівача в умовах станції технічного обслуговування, відповідно до [3] визначаємо, що вони відповідають III розряду зорових робіт. Вибираємо контраст об'єкта з фоном – великий та характеристику фону – середню, яким відповідає підрозряд г.

Нормовані значення коефіцієнта природного освітлення (КПО) та мінімальні значення освітленості при штучному освітленні приведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Нормовані значення КПО та мінімальні освітленості при штучному освітленні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізн., мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фону	Освітленість для штучного освітлення, лк			КПО, %	
						комбіноване		загальне	Природне освітлення (бокове)	Суміщене освітлення (бокове)
						всього	у т. ч. від загального			
Високої точності	0,3-0,5	III	г	великий	середній	400	200	200	2	1,2

Оскільки приміщення розташоване у м. Вінниця (2-га група забезпеченості природним світлом), а вікна розташовані за азимутом 225°, то за таких умов КПО розраховується за виразом [3, 4]

$$e_N = e_n m_N [\%], \quad (4.1)$$

де e_n – табличне значення КПО, %;

m_N – коефіцієнт світлового клімату;

N – номер групи забезпеченості природним світлом.

За відомими значеннями одержимо нормовані значення КПО для бокового та суміщеного освітлення:

$$e_{N,6} = 2 \cdot 0,85 = 1,7 (\%);$$

$$e_{N,c} = 1,2 \cdot 0,85 = 1,02 (\%).$$

З метою забезпечення нормативних значень показників освітлення запропоновано:

1) за недостатнього природного освітлення у світлий час доби доповнення штучним за допомогою люмінесцентних ламп з утворенням системи суміщеного освітлення;

2) застосування загального штучного освітлення у темний час доби.

4.1.3 Виробничі віброакустичні коливання

Зважаючи на те, що при використанні пристроїв крім усього іншого устаткування застосовується обладнання, робота якого генерує шум та вібрацію, потрібно передбачити захист від шуму та вібрації.

Встановлено, що приміщення, де відбувається робота з поліпшення паливної економічності та екологічних показників автомобілів шляхом встановлення додаткового теплового підігрівача в умовах станції технічного обслуговування може містити робочі місця із шумом та вібрацією, що створюється електродвигунами системи вентиляції.

З метою попередження травмування працівників під дією шуму та вібрації вони підлягає нормуванню. Основним нормативом з питань виробничого шуму, діючим в нашій країні, є [5], у відповідності з яким нормовані рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні шуму на робочих місцях в промислових приміщеннях не мають бути більшими ніж значення, які приведені у таблиці 5.4. Норми виробничих вібрацій наведені в таблиці 5.5 для 1-ї категорії (транспортна).

Таблиця 4.4 – Допустимі рівні звукового тиску і еквівалентні рівні звуку

Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньо-геометричними частотами, Гц									Рівні звуку і еквівалентні рівні звуку, дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Таблиця 5.5 – Допустимі рівні віброприскорення [6]

Гранично допустимі рівні віброприскорення, дБ, в октавних смугах з середньо-геометричними частотами, Гц						Коректовані рівні віброприскорення, дБА
2	4	8	16	31,5	63	
68	65	65	71	77	83	62

Для встановлення нормованих показників віброакустичних коливань в приміщенні запропоновано:

- 1) періодичне змащування підшипників вентиляторів системи вентиляції;
- 2) здійснення контролю рівнів шуму та вібрації.

4.1.4 Виробничі випромінювання

Проведений аналіз умов праці показав, що приміщення, де проводиться робота з поліпшення паливної економічності та екологічних показників автомобілів шляхом встановлення додаткового теплового підігрівача в умовах станції технічного обслуговування може містити електромагнітні випромінювання.

Гранично допустимі рівні електромагнітних полів наведені у таблиці 5.6.

Таблиця 4.6 – Гранично допустимі рівні електромагнітних полів (безперервне випромінювання, амплітудна чи кутова модуляція)

Номер діапазону	Метричний розподіл діапазонів	Частоти	Довжин а хвиль, λ	ГДР, В/м
5	Кілометрові хвилі (низькі частоти, НЧ)	30-300 кГц	10-1 км	25
6	Гептаметрові хвилі (середні частоти, СЧ)	0,3-3 МГц	1-0,1 км	15
7	Декаметрові хвилі (високі частоти, ВЧ)	3-30 МГц	100-10 м	$3 \cdot \lg \lambda$
8	Метрові хвилі (дуже високі частоти, ДВЧ)	30-300 МГц	10-1 м	3

З метою гарантування захисту і досягнення нормованих рівнів випромінювань необхідно використовувати екранування робочого місця і скорочення часу опромінення за рахунок перерв на відпочинок.

4.2 Технічні рішення щодо безпеки при проведенні поліпшення паливної економічності та екологічних показників автомобілів шляхом встановлення додаткового теплового підігрівача в умовах станції технічного обслуговування

4.2.1 Безпека щодо організації робочих місць

Конструкція робочого місця, взаємне розташування його елементів та його розміри мають відповідати антропометричним, психофізіологічним та фізіологічним властивостям працівника, а також характеру праці [7].

Конструкція робочого столу повинна забезпечувати можливість оптимального розміщення на робочій поверхні обладнання, що використовується, з урахуванням його кількості, розмірів, конструктивних особливостей та характеру роботи, яка виконується.

У випадку розміщення робочих місць у приміщеннях з джерелами шкідливих та небезпечних промислових чинників, вони зобов'язані розташовуватися в абсолютно ізольованих кабінетах з природним освітленням та організованою вентиляцією. Площа одного робочого місця повинна складати не менше $6,0 \text{ м}^2$, об'єм приміщення – не менше як 20 м^3 , висота – не менше $3,2 \text{ м}$ [8].

Інтер'єр приміщень потрібно оздоблювати дифузно-віддзеркалювальними матеріалами з коефіцієнтом відбиття: стелі $0,7-0,8$; стін $0,4-0,5$; підлоги $0,2-0,3$. Поверхня підлоги має бути гладкою, не слизькою, без вибоїн, мати антистатичні властивості, зручною для вологого прибирання. Не дозволяється застосовувати для оздоблення інтер'єру полімерні матеріали, які забруднюють повітря шкідливими хімічними речовинами та сполуками.

4.2.2 Електробезпека

У середині приміщення, в якому проводиться робота з поліпшення паливної економічності та екологічних показників автомобілів шляхом встановлення додаткового теплового підігрівача в умовах станції технічного обслуговування, особливу увагу слід приділити уникненню загрози ураження електричним струмом. Згідно [9] це приміщення належить до приміщень із підвищеною небезпекою ураження електричним струмом в наслідок наявності значної (понад 75 %) відносної вологості.

Через це безпека експлуатації електрообладнання повинна забезпечуватись рядом заходів, які передбачають використання ізоляції струмовідних частин, захисних блокувань, захисного заземлення та ін. [10].

4.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях

Відповідно до [11] приміщення, де проводиться робота з поліпшення паливної економічності та екологічних показників автомобілів шляхом встановлення додаткового теплового підігрівача в умовах станції технічного обслуговування, відноситься до категорії пожежної небезпеки А, яка характеризується наявністю легкозаймистих рідин з температурою спалаху не більше 28 °С, що застосовуються при проведенні поліпшення. Дане приміщення відноситься до 2-го ступеня вогнестійкості, в якому приміщення знаходяться в будівлі з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів.

Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій розглядуваного приміщення наведені в таблиці 5.7 і являють собою час, протягом якого конструкції затримують поширення вогню, оцінюється межею вогнестійкості. Межа вогнестійкості конструкції визначається часом в хвилинах від початку

сприймання вогню до утворення в конструкціях наскрізних тріщин або отворів, підвищення температури на поверхні, що не обігривається вище допустимої, руйнування конструкції.

Таблиця 4.7 – Значення мінімальних меж вогнестійкості приміщення [11]

Ступінь вогнестійкості будівлі	Стіни				Колони	Східчасті майданчики	Плити та інші несучі конструкції	Елементи покриття	
	Несучі та східчасті клітки	Самонесучі	Зовнішні несучі	Перегородки				Плити, прогони	Балки, ферми
2	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	EI 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	REI 15 M0	R 30 M0

Примітка. R – втрати несучої здатності; E – втрати цілісності; I – втрати теплоізолювальної спроможності; M – показник здатності будівельної конструкції поширювати вогонь (межа поширення вогню); M0 – межа поширення вогню дорівнює 0 см.

В таблиці 4.8 наведено протипожежні норми проектування будівель і споруд. Для попередження поширенню пожежі з одної споруди на іншу між ними влаштовують протипожежні розриви, що залежать від ступеня вогнестійкості будівлі. Ширина евакуаційного виходу (дверей) із приміщень визначається в залежності від загальної кількості людей, що евакуюються через цей вихід і кількості людей на 1 м ширини виходу (дверей).

Таблиця 4.8 – Протипожежні норми проектування будівель і споруд [12]

Об'єм приміщення, тис. м ³	Категорія пожежної безпеки	Ступінь вогнестійкості	Відстань, м, при щільності людського потоку в загальному проході, осіб/м ²			Кількість людей на 1 м ширини евакуиходу	Протипожежні розриви, м, при ступені їх вогнестійкості			Найбільша кількість поверхів	Площа поверху в межах пожежного відсіку, м ² , для числа поверхів		
			до 1	2-3	4-5		I, II	III	IV, V		1	2	3 і більше
до 15	A	2	40	25	15	45	9	9	12	6	н.о.	–	–

Примітка: н.о. – не обмежується

Встановлюємо, що приміщення, де проводиться робота з поліпшення, має бути обладнане двома вогнегасниками, пожежним щитом, а також ємністю з піском [13].

Висновки до розділу 4

Під час написання цього розділу було опрацьовано такі питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, як технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, технічні рішення з безпеки при проведенні поліпшення паливної економічності та екологічних показників автомобілів шляхом встановлення додаткового теплового підігрівача в умовах станції технічного обслуговування, безпека у надзвичайних ситуаціях.

ВИСНОВКИ

1. Вияснили, що ТОВ Автомир-Вінниця займається продажем автомобілів, та після продажним обслуговуванням транспортних засобів переважно марок KIA та Mitsubishi в тому числі гарантійному обслуговування;
2. Ознайомилися з впливом автомобілів на навколишнє середовище, те як умови експлуатації впливають на екологічні показники автомобіля, його шкоду на флору та фауну. Також ознайомилися з методами покращення екологічності, щоб мінімізувати вплив транспортного засобу на довкілля;
3. Визначили за яких умов експлуатації автомобіля можна отримати найкращі показники паливної економічності та екологічності транспортного засобу;
4. Ознайомилися з стандартами та обмеженнями які постійно змінюються задаючи виробникам автомобілів певну планку якої вони повинні дотримуватися;
5. Проведено аналіз досліджень вчених, в яких йде мова як можна покращити показники каталітичних нейтралізаторів шляхом зміни їх будови, розміщення, а також шляхом кращого прогріву нейтралізаторів для покращення їх роботи;
6. Дослідним чином визначили як температура навколишнього середовища впливає на характеристики автомобіля. Було визначено як з зміною температури збільшується час потрібний на прогрів двигуна, як збільшується витрата палива та концентрація шкідливих речовин у відпрацьованих газах;
7. Проаналізовано новий Європейський їздовий цикл, а саме як використовуючи його можна отримати певні данні, які важко отримати в звичайних умовах експлуатації транспортного засобу;
8. Експериментальним шляхом було визначено переваги та недоліки способів прогрівання двигуна. Було визначено та проведено порівняння витрати палива та викидів шкідливих речовин при різних методах прогріву.

Також було проаналізовано та прийнято рішення який з методів прогріву двигуна найкращий в плані паливної економічності та екологічності, а також який з методів найбільше впливає на ресурс роботи двигуна ;

9. Визначили, що використання додаткового джерела тепла при прогріві двигуна може значно покращити його екологічні та економічні показники, а також підвищити ресурс двигуна внутрішнього згоряння та каталітичного нейтралізатора автомобіля. Один з найпростіших методів для пришвидшення прогріву двигуна, є використання додаткових пристроїв для прогріву повітря перед впуском в двигун. Такі системи можна порівняно легко інтегрувати в систему, та при потребі вилучити її з системи;

10. Встановлено доцільність використання пристрою підігріву повітря з економічної сторони. При використанні додаткового підігріву повітря можна зекономити кошти. За активної експлуатації транспортного засобу, пристрій та його встановлення може окупитися за рік , окрім коштів можна буде зекономити час на прогрів, і швидше перейти до пересування транспортного засобу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Черкаський Р. І. Доцільність використання підігріву повітря перед дросельною заслінкою під час прогріву двигуна // Р.І. Черкаський, О.В. Липівський, О.О. Галушак / Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2023)» – ВНТУ, 2023. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024/schedConf/overview>
2. Деркач В.Л. Визначення впливу передпускового підігріву на показники роботи двигуна в режимі холостого ходу // Вісник НТУ «ХП». – 2014. –№ 8. –С. 89–92.
3. Грицук І.В. Формування методики визначення паливної економічності та викидів шкідливих речовин двигуна, оснащеного системою комбінованого прогріву, при здійсненні передпускового прогріву, пуску і прискореного прогріву після пуску / Грицук І.В., Адров Д.С. // Збірник наукових праць ДонІЗТ. – 2013. –№ 33. –С. 163–174.
4. Сітовський О.П. Дослідження паливної економічності автомобіля при пуску холодного двигуна і його прогріві під час руху автомобіля // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». Луцьк. – 2011. –№ 35. –С. 166–170.
5. Грицук І.В. Особливості дослідження системи прогріву транспортного двигуна з використанням теплового акумулятора з фазовим переходом // Збірник наукових праць ДонІЗТ. – 2014. –№ 38. –С. 117–133.
6. Деркач В.Л. Порівняльний аналіз роботи двигуна при різних температурних режимах // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». Луцьк. – 2014. –№ 46. –С. 126–130.

7. Деркач В.Л. Результати визначення впливу теплового стану двигуна автомобіля на динамічні та паливо-економічні властивості // Вісник НТУ «ХП». – 2015. –№ 10. –С. 65–69.

8. Грицук І.В. Комплексний комбінований прогрів: системний підхід до формування схем забезпечення оптимального температурного стану ТЗ в умовах експлуатації // Вісник НТУ «ХП». – 2015. –№ 10. –С. 95–101.

9. Гутаревич Ю.Ф., Матейчик В.П., Мержиєвська Л.П. Характеристика автомобільного транспорту, як штучного джерела забруднення атмосфери України // Вісник НТУ ТАУ. К., 2000. -№ 4. –С. 66-71

10. Гутаревич Ю.Ф. Дослідження системи комбінованого прогріву транспортного двигуна з використанням теплового акумулятора з фазовим переходом / Гутаревич Ю.Ф., Грицук І.В. // Двигатели внутреннего сгорания. – 2014. –№ 1. –С. 67–73.

11. Волков В.П. Формування оптимального температурного стану транспортного двигуна за рахунок комплексного комбінованого прогріву / Волков В.П., Грицук І.В. // Вестник ХНАДУ. – 2015. –Вип. 69. –С. 33–39.

12. Грицук І.В. Формування і дослідження комплексної системи комбінованого прогріву двигуна і транспортного засобу // Вестник ХНАДУ. – 2015. –Вип. 70. –С. 23–32.

13. Деркач В.Л. Вплив температурного стану легкового автомобіля на динамічні характеристики. Матеріали IV Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Автомобіль і електроніка. Сучасні технології» Харків: ХНАДУ, 2015. С.47-48.

14. Сітовський О. Визначення впливу передпускового підігріву на характеристику роботи двигуна з підвищеними обертами холостого ходу / Сітовський О.П., Деркач В.Л. // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». Луцьк. – 2014. –№ 44. –С. 282–285.

15. Стандарти «Євро – 2» та «Євро – 5»: що взагалі таке і чим вони відрізняються: <https://www.dexpens.com/Article/17621/standarti-ievro2-ta-ievro5-shcho-tse-vzagali-take-i-chim-voni-vidriznyayutsya>

16. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

17. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.

18. Бондаренко Є. А. Освітлення виробничих приміщень : довідник / Є. А. Бондаренко, В. О. Дрончак. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 61 с.

19. ДСН 3.3.6-037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

20. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої та загальної вібрацій.

21. Березюк О. В. Охорона праці. Підсумкова державна атестація спеціалістів, магістрів в галузях електроніки, радіотехніки, радіоелектронних апаратів та зв'язку : навчальний посібник / О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 104 с.

22. ДНАОП 0.00-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. – К. : Держнаглядохоронпраці, 1998. – 382 с.

23. ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд.

24. ДБН В.1.1.7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва.

25. Викиди забруднюючих речовин та парникових газів у атмосферне повітря від пересувних джерел забруднення у 2014 році. Статистичний бюлетень [Електрон. ресурс] / Державна служба статистики

26. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ: ПОГЛЯД ГРОМАДСЬКОСТІ . [Електрон. ресурс] <https://www.ecoleague.net/pro-vel/misiia-vel/vystupy-publikatsii/2011/item/68-ekolohichni-problemy-transportnoi-haluzi-pohliad-hromadskosti>

27. Кухтик Н.О. Прогрів каталітичного нейтралізатора після запуску холодного двигуна і його вплив на ефективність нейтралізації забруднюючих речовин. / Н.О.Кухтик. Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. К.: НТУ, Випуск 1 (37). С. 195–202. 2017.

28. Соловйов С.О. Каталітичні нейтралізатори відпрацьованих газів / Соловйов С.О., Орлик С.М. // Наука та інновації, 2005. –Т. 1. –№ 2. С. 58–72.

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Поліпшення паливної економічності та екологічних показників автомобілів шляхом встановлення додаткового теплового підігрівача в умовах станції технічного обслуговування товариства з обмеженою відповідальністю «Автомир-Вінниця»

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)


Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 99,1 % Схожість 0,9 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку 
(підпис)

Цимбал О.В.
(прізвище, ініціали)

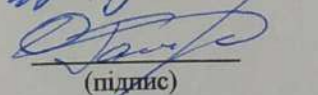
Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи


(підпис)

Черкаський Р.І.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Галушак О.О.
(прізвище, ініціали)


Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра АТМ

ІЛЮСТРАТИВНІ МАТЕРІАЛИ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
зі спеціальності 274 – Автомобільний транспорт

Поліпшення паливної економічності та екологічних показників
автомобілів шляхом встановлення додаткового теплового підігрівача в
умовах станції технічного обслуговування товариства з обмеженою
відповідальністю «Автомир-Вінниця»



Керівник роботи к.т.н., доц.  Галушак О.О.

Розробив студент гр. 2АГ-22м  Черкаський Р.І.

Вінниця ВНТУ 2023

Мета роботи – покращення економічних та екологічних показників автомобіля, в умовах станції технічного обслуговування ТОВ «Автомир-Вінниця»

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі завдання:

- виконати аналіз досліджень по впливу теплового стану ДВЗ на його екологічність та економічність;
- проаналізувати досліджень по впливу каталітичних нейтралізаторів на покращення екології;
- виконати експериментальні дослідження часу прогріву двигуна при різних режимах прогріву та витрата палива при цьому;
- розробка методу прискорення часу прогріву двигуна для збільшення екологічності та економічності автомобіля;
- провести розрахункового дослідження що до впливу ефективності прогрівання повітря на впуску двигуна на час прогрівання та витрату палива при цьому.

Об’єкт дослідження — покращення економічних та екологічних показників автомобіля шляхом використання підігрівача повітря перед дросельною заслінкою під час прогріву двигуна.

Предмет дослідження — економічні та екологічні показники автомобіля при застосуванні додаткового підігрівача повітря.

Новизна одержаних результатів полягає

Запропоновано метод зменшення витрати палива та викидів шкідливих речовин у відпрацьованих газах, шляхом підігріву повітря перед дросельною заслінкою двигуна внутрішнього згоряння під час його прогріву.

За результатами роботи були опубліковані тези в матеріалах XVI міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 23-25 жовтня 2023 року (Вінниця: ВНТУ, 2023).

ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «АВТОМИР-ВІННИЦЯ»

Послуги які надаються на підприємстві

- Технічне обслуговування автомобілів;
- Ремонт автомобілів;
- Надання гарантії автомобілям брендів KIA та Mitsubishi;
- Продаж нових автомобілів;
- Оформлення страхового полісу на автомобілі;
- Допомога з оформленням транспортного засобу.

Мета підприємства - це побудова сучасного автомобільного містечка та забезпечення вільного руху для кожного.



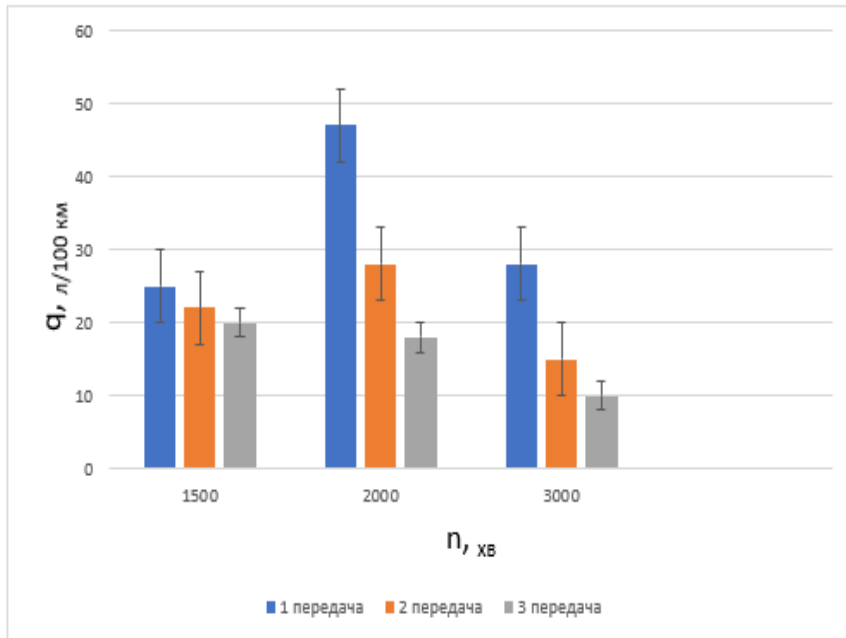
ВПЛИВ АВТОМОБІЛІВ НА ЕКОЛОГІЮ

- **Одним з найбільш помітних впливів автомобілів на екологію є забруднення повітря;**
- **Суміжно з важкими викидами, автомобілі з ДВЗ при роботі здійснюють викиди парникових газів і являються одним з їх основних накопичувачів в сам перед з викидами вуглекислого газу CO_2 , який являється основним фактором зміни клімату;**
- **Також не слід забувати про так назване шумове забруднення;**
- **Окрім того автомобілі можуть не напряму впливати на екологію. Наприклад для пересування автомобілів, потрібно будувати дороги;**

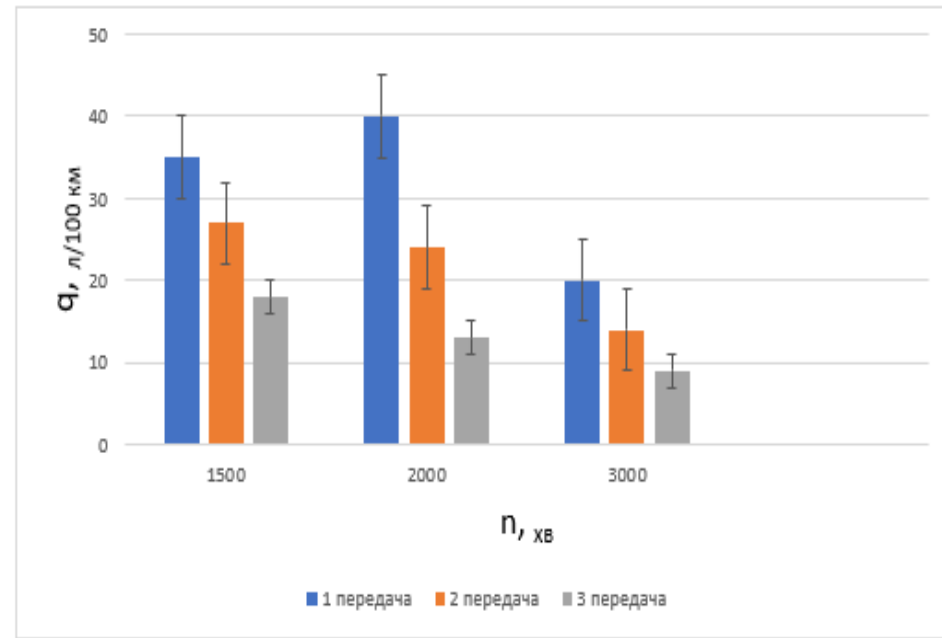


ТЕПЛОВИЙ СТАН ДВИГУНА, ЙОГО ХАРАКТЕРИСТИКА

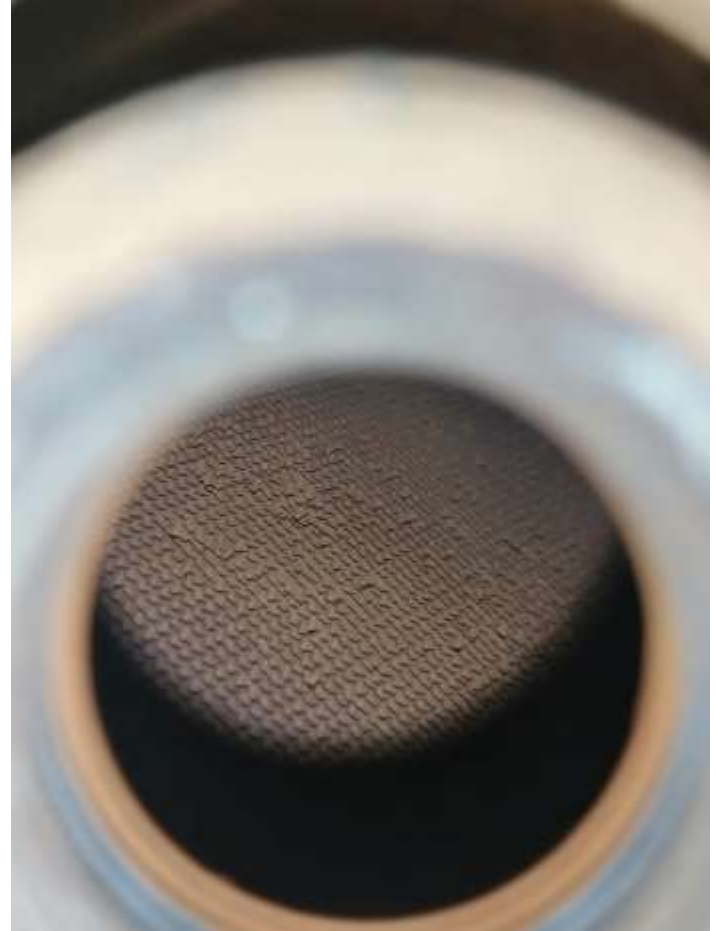
Залежність миттєвої витрати палива на першій другій та третій передачі з не прогрітим двигуном



Залежність миттєвої витрати палива на першій другій та третій передачі на прогрітому двигуні

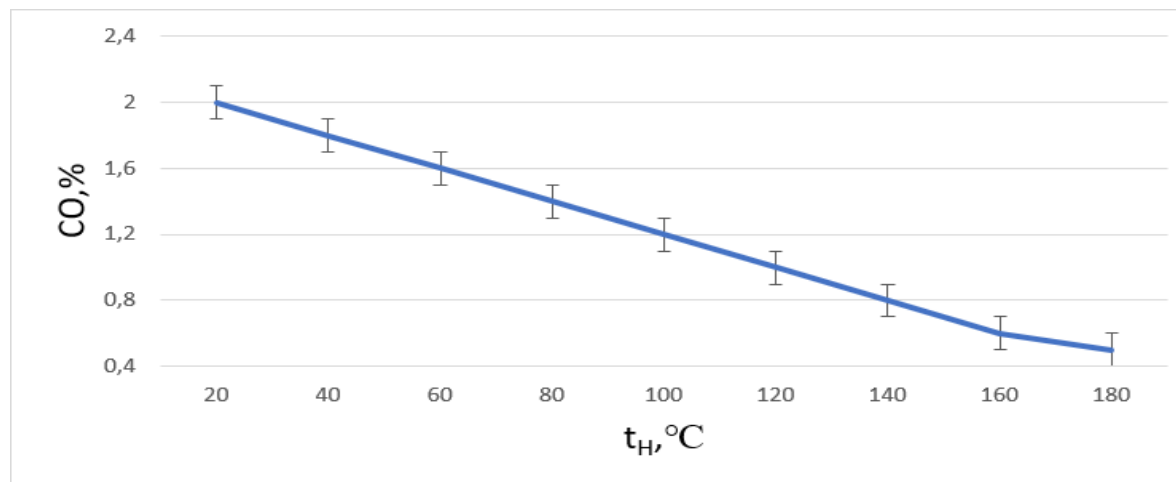


ПРИЧИНА ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОГРІВУ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗАПАЛЮВАННЯ

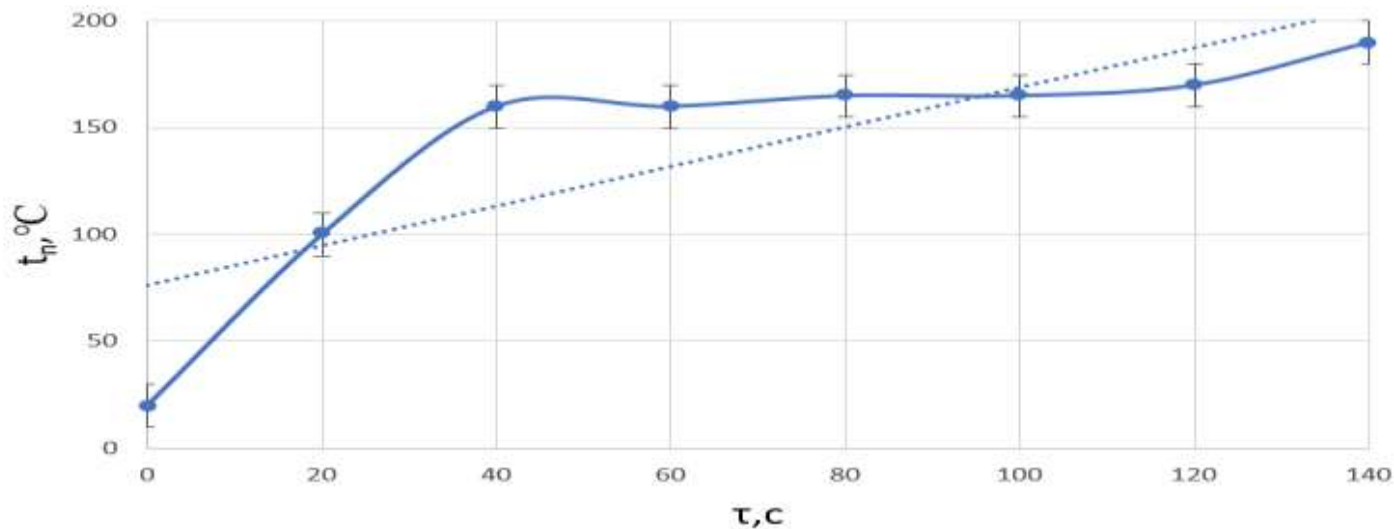


ВПЛИВ КАТАЛІТИЧНОГО НЕЙТРАЛІЗАТОРА НА ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ АВТОМОБІЛЯ

Залежність зниження концентрації CO від температури каталізатора



Залежність часу нагрівання каталізатора до робочої температури



ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ НИЗЬКОЇ ТЕМПЕРАТУРИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ДВИГУН ТА АВТОМОБІЛЬ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИМ ШЛЯХОМ

Дослідний
автомобіль

Двигун автомобіля на якому проводився дослід



РЕЖИМ ПРОГРІВУ ДВИГУНА В РУСІ

Економічні показники

- Час який було затрачено для прогрівання ОР до 50°C - 214 с.
- Втрата палива за час прогрівання – 0,240 мл.
- Годинна витрата палива під час руху змінювалась від 1.1 л/год до 11.2 л/год (але середнє значення склало 4.1 л/год)
- Шлях пройдений за час прогрівання склав 1200 м

Екологічні показники

- Визначимо кількість повітря, необхідного для згорання 1кг палива в кмольх/кг

$$L_0 = \left(\frac{0,8304}{12} + \frac{0,140}{4} - \frac{0,143}{32} \right) \cdot \frac{1}{0,23} \\ = 0,434, \text{ кмоль/год}$$

Виявлено, що викиди CO за час прогрівання ОР під час руху до 50°C склали 21,26 г, а викиди C_mH_n в свою чергу склала 3,21 г.

Загальна токсичність двох компонентів, складає:

$$GS_{CO} = 21,26 + 3,21 \cdot 3,18 = 31,467 \text{ ум. г.}$$

КОМБІНОВАНИЙ МЕТОД ПРОГРІВУ ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ

Економічні показники

- Час який було затрачено для прогрівання ОР до 50°C - 272 с.
- Втрата палива за час прогрівання – 0,201 мл.
- Годинна витрата палива під час руху змінювалась від 0.9 л/год до 5.1 л/год
Шлях пройдений за час прогрівання склав 1000 м
- Загальна витрата палива на подолання шляху в 1200 м склала $201 + 14,38 \cdot 0,866 = 213,453$ мл. Економія палива в порівнянні з режимом прогрівання в русі складає 26,547 мл. Це в свою чергу становить

$$\frac{240 - 213,453}{240} \cdot 100 = 11,1\%$$

Екологічні показники

- Викиди забруднюючих речовин визначалися за урахування пройдених додатково 200 м шляху які потрібні були для прогрівання ОР автомобіля до 50°C.
При цьому отримали наступні показники: Викиди C_mH_n склали 1,671 г. викиди CO в свою чергу 7,431 г.

Загальні викиди при прогріванні двигуна комбінованим методом склали

$$G_{CO} = 7,431 + 0,290 = 7,721 \text{ г}$$

$$G_{CmHn} = 1,671 + 0,037 = 1,708 \text{ г}$$

Сумарна ж кількість викидів по двом компонентам склала

$$G_{SCO} = 7,721 + 3,15 \cdot 1,708 = 13,1 \text{ ум. г.}$$

При цьому загальна токсичність зменшилась на :

$$\frac{31,467 - 13,1}{31,467} \cdot 100 = 58,36\%$$

МЕТОД ПРОГРІВУ ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ НА ХОЛОСТИХ ОБЕРТАХ

Економічні показники

- Час який було затрачено для прогрівання ОР до 50°C - 636 с.
- Втрата палива за час прогрівання – 0,238 л.
- Годинна витрата палива під час прогрівання змінювалась від 1.4 л/год до 0,9 л/год
- Для подолання шляху в 1000м потрібно додатково витратити певний час та кількість палива, на подолання даної відстані було витрачено 147 с.

$$0,866 \cdot 147 = 127,3 \text{ мл}$$

За час прогрівання та час подолання 1000

м, сумарна витрата палива склала

$$238+127,3=365,3 \text{ мл}$$

Витрата палива збільшиться на:

$$\frac{365,3-213,453}{213,453} \cdot 100 = 71,13\%$$

Екологічні показники

- Викиди C_mH_n склали: 3,972 г , а викиди CO в свою чергу склали 13,24

- Можна розрахувати загальну кількість викидів CO при подоланні шляху в 1000 м

$$G_{CO} = 1,1297 \cdot 28 \cdot \frac{0,23}{100} \cdot \frac{127,3}{3,6} = 2,572 \text{ г}$$

Відповідно викиди G_{CmHn} склали

$$G_{CmHn} = 1,1297 \cdot 65 \cdot 2,5 \cdot \frac{51,5}{10^6} \cdot \frac{127,3}{3,6} =$$

0,383 г Сумарні викиди становлять

$$G_{CO} = 13,24+2,572=15,812$$

$$G_{CmHn} = 2,572 + 0,383 = 2,955$$

По двох компонентах сумарна токсичність

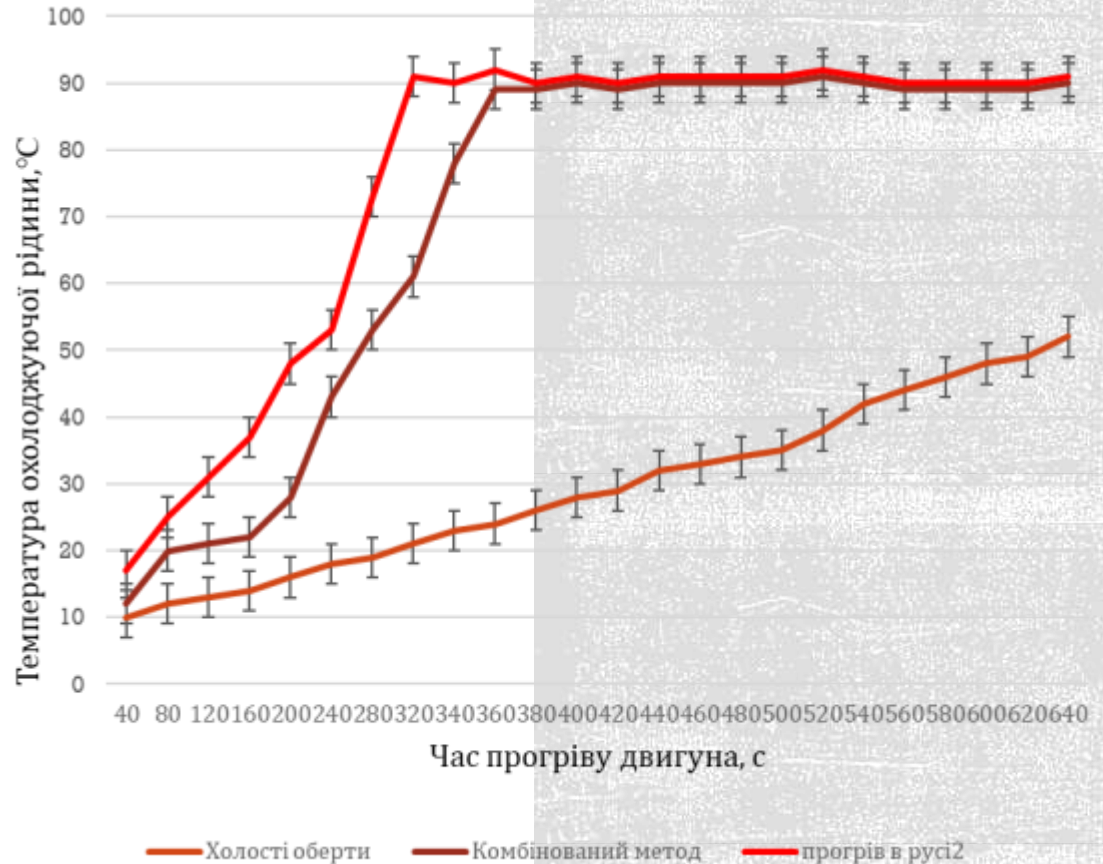
складає:

$$G_{SCO} = 15,812 + 3,15 \cdot 4,355 = 29,53 \text{ ум. г.}$$

ПЕРЕВАГИ КОМБІНОВАНОГО МЕТОДА ПРОГРІВУ ДВИГУНА

Можна виявити, що самим оптимальним режимом прогріву двигуна являється комбінований метод, адже час такого прогріву значно менший чим час прогріву на холостих обертах, а витрата палива значно менша чим при режимі прогріву в русі, окрім того втрата палива менша нім при прогріву на холостих обертах.

Ну сучасних автомобілях встановлюються каталітичні нейтралізатори, і від ефективності прогріву нейтралізатора залежить вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах



ПІДГРІВ ПОВІТРЯ

З технічного фену нагрівалося повітря яке в подальшому потрапляло в систему впуску в двигуні внутрішнього згорання.

Дане дослідження проводилося на стоячому автомобілі, в режимі прогріву двигуна холостим ходом. Для порівняння даних, бралися данні отриманні при прогріванні двигуна в режимі холостого ходу, без додаткового підігрівача та з додатковим підігрівачем.



ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ПІДГРІВАЧА ПОВІТРЯ

Показники без підігрівача повітря

- Час який було затрачено для прогрівання ОР до 50°C - 636 с.
- Втрата палива за час прогрівання – 0,238 л.
- Викиди C_mH_n склали: 3,972 г , а викиди CO в свою чергу склали 13,24

Показники з підігрівачем повітря

- Час який було затрачено для прогрівання ОР до 50°C - 570 с.
- Втрата палива за час прогрівання – 0,213 л.
- Викиди C_mH_n склали: 3,772 г , а викиди CO в свою чергу склали 13,14

- Витрата палива зменшилась на:
 $100\% - 93,156 = 6,844\%$

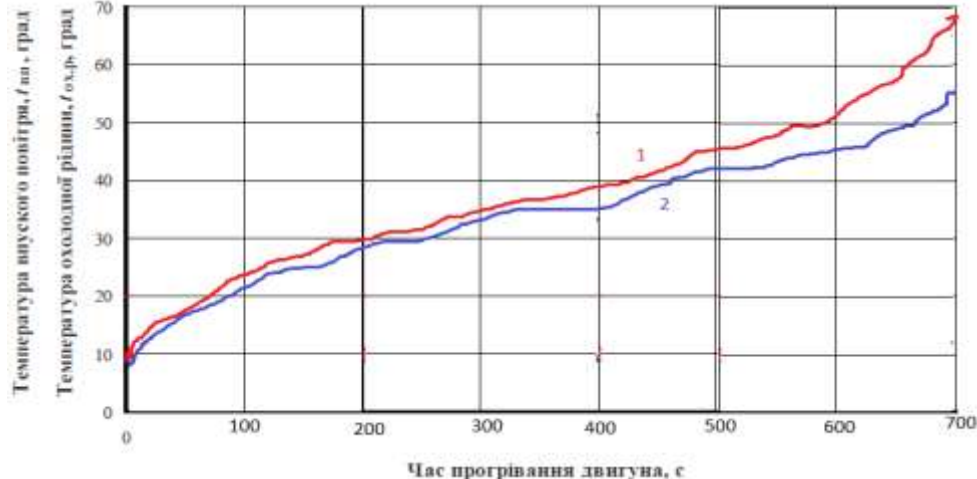
$$G_{CO} = 13,24 + 2,313 = 15,55 \text{ г}$$

$$G_{CmHn} = 2,313 + 0,330 = 2,62 \text{ г}$$

різниця сумарних викидів при дослідженні прогріву двигуна без додаткового підігріву і з додатковим підігрівом склали:

$$G_{CO} = 15,812 - 15,55 = 0,262 \text{ г}$$

$$G_{CmHn} = 2,955 - 2,62 = 0,335 \text{ г}$$



ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

Визначимо економію палива:

$$(E_z \cdot n \cdot d) + (E_{ov} \cdot n \cdot d)$$
$$(65 \cdot 3 \cdot 91) + (25 \cdot 3 \cdot 92) = 24645 \text{ мл}$$

Де: E_z – економія палива в зимовий період

m_{ov} – економія палива в осінній та весняний період

n – кількість запусків в день

d – кількість днів

Температура навколишнього середовища	-4°C
Собівартість пристрою	350 грн.
Вартість встановлення	690 грн.
Загальна собівартість	1040 грн.
Економія палива за 1 запуск двигуна на холодну в зимовий період	65 мл.
Економія палива за 1 запуск двигуна на холодну в осінній та весняний періоди	25 мл.
Загальна економія палива за період року в якому необхідно прогрівати двигун внутрішнього запалювання	24,64 л.
Загальна економія в грошовому еквіваленті	1409,61
Час окупності пристрою	1 рік

ВИСНОВКИ

- Вияснили, що ТОВ Автомир-Вінниця займається продажем автомобілів, та після продажним обслуговуванням транспортних засобів переважно марок KIA та Mitsubishi в тому числі гарантійному обслуговування;
- Визначили за яких умов експлуатації автомобіля можна отримати найкращі показники паливної економічності та екологічності транспортного засобу;
- Дослідним чином визначили як температура навколишнього середовища впливає на характеристики автомобіля. Було визначено як з зміною температури збільшується час потрібний на прогрів двигуна, як збільшується витрата палива та концентрація шкідливих речовин у відпрацьованих газах;
- Розглянули методи прогрівання двигуна. Експериментальним шляхом було визначено їх переваги та недоліки відносно один одного. Було визначено та проведено порівняння витрати палива та викидів шкідливих речовин при різних методах прогріву.
- Визначили, що використання додаткового джерела тепла при прогріві двигуна може значно покращити його екологічні та економічні показники, а також підвищити ресурс двигуна внутрішнього згоряння та каталітичного нейтралізатора автомобіля.
- Також було проаналізовано доцільність використання пристрою підігріву повітря з економічної сторони. При використанні додаткового підігріву повітря можна зекономити кошти. За активної експлуатації транспортного засобу, пристрій та його встановлення може окупитися за рік, окрім коштів можна буде зекономити час на прогрів, і швидше перейти до пересування транспортного засобу.