

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему: **«Дослідження впливу роботи кондиціонера на
тягово – швидкісні показники транспортного засобу»**

Виконав: студент VI курсу групи Ат-61

Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”
(шифр і назва)

Віталій ОЛЕФІРЕНКО

(ім'я та прізвище)

Керівник: д.т.н., проф. Любомир КРАЙНИК
(ім'я та прізвище)

Дубляни 2024

УДК 629.113.066.

РЕФЕРАТ

Олефіренко В.В. Дослідження впливу роботи кондиціонера на тягово – швидкісні показники транспортного засобу. Дубляни, Львівський НУП, 2024. 85 с.

Рисунок 26, табл. 12, бібл. посилань 27.

Метою роботи є – дослідження впливу роботи кондиціонера на тягово – швидкісні показники транспортного засобу.

Об'єкт дослідження – автобус обладнаний кондиціонером.

Предмет дослідження – зміна тягово – швидкісні показники транспортного засобу при роботі з кондиціонером та без кондиціонера.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Провести аналіз існуючих автобусних кондиціонерів, а саме особливостей їх конструкції та монтажу на транспортні засоби.
2. Провести огляд автобусів обладнаних кондиціонером салону з акцентом на їх параметри.
3. Зробити порівняльний аналіз теоретичних тягово – швидкісних показників транспортного засобу при роботі з кондиціонером та без кондиціонера.
4. Зробити порівняльний аналіз тягово – швидкісних показників транспортного засобу при роботі з кондиціонером та без кондиціонера отриманих експериментальним шляхом.
5. Описати висновки про зміну тягово – швидкісних показників транспортного засобу при роботі з кондиціонером та без кондиціонера.
6. Зробити техніко економічне обґрунтування вартості перевезення робітників.

Ключові слова: КОНДИЦІОНЕР, АВТОБУС, ТЯГОВО–ШВИДКІСНІ, ДВИГУН, АНАЛІЗ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ	
КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	8
1.1 Призначення та загальна будова системи кондиціонування салону автобуса.....	8
1.2 Особливості експлуатації автобусів з кондиціонером.....	24
1.3 Особливості кондиціонування для різних типів автобусів	31
1.4 Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи.....	38
2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РОБОТИ КОНДИЦІОНЕРА НА	
ТЯГОВО-ШВИДКІСНІ ПОКАЗНИКИ ТРАНСПОРТНОГО	
ЗАСОБУ.....	
42	
2.1 Вихідні дані для проведення теоретичного дослідження	42
2.2 Розрахунок та побудова зовнішньої швидкісної характеристики двигуна автобуса.....	45
2.3 Розрахунок параметрів динамічності автобуса при нерівномірному русі	48
3 МЕТОДИКИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ	
ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ДОРОЖНІХ ВИПРОБУВАНЬ.....	
55	
3.1 Методика експериментального дослідження параметрів зовнішньої швидкісної характеристики двигуна з допомогою динамометричного стенду.....	55
3.2 Методика експериментального дослідження параметрів зовнішньої швидкісної характеристики двигуна та прискорення методом дорожніх випробувань	57
3.3 Обладнання для визначення параметрів руху автобуса.....	60

4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	64
4.1 Результати досліджень параметрів зовнішньої швидкісної характеристики двигуна.....	64
4.2 Результати досліджень впливу роботи кондиціонера на прискорення автобуса.....	68
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	71
5.1 Характеристика умов праці водія вантажного автомобіля.....	72
5.2 Система кондиціювання кабіни вантажного автомобіля	73
5.3 Вимоги до робочого місця водія вантажного автомобіля	76
6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВАРТОСТІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ РОБІТНИКІВ	78
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	82
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	83

ВСТУП

Сучасний транспортний засіб – це складний технічний комплекс, у якому взаємопов'язані численні системи, що забезпечують ефективність, безпеку та комфорт експлуатації. Однією з таких систем є кондиціонер, який створює комфортний мікроклімат у салоні, особливо в умовах високих температур. Проте, незважаючи на очевидні переваги, робота кондиціонера має прямий вплив на функціональні показники транспортного засобу, зокрема на тягово-швидкісні характеристики.

Система кондиціонування, споживаючи енергію двигуна, створює додаткове навантаження, яке може знижувати динамічні показники автомобіля, збільшувати витрати пального та впливати на загальну продуктивність транспортного засобу. Це особливо важливо для легкових автомобілів з малолітражними двигунами, де кожен додатковий кіловат енергоспоживання відчутно впливає на їхню роботу.

Дослідження впливу роботи кондиціонера на тягово-швидкісні характеристики автомобіля є актуальним у контексті підвищення енергоефективності сучасного транспорту та оптимізації його роботи. Такий аналіз дозволяє визначити ключові параметри, які потрібно враховувати під час проектування та експлуатації транспортних засобів, а також сприяє розробці більш ефективних систем кондиціонування.

Метою цієї роботи є дослідження впливу роботи кондиціонера на тягово-швидкісні характеристики транспортного засобу, визначення основних залежностей між енергоспоживанням системи кондиціонування та показниками динаміки автомобіля, а також розробка рекомендацій щодо мінімізації негативного впливу.

Дослідження, викладені в цій роботі, сприятимуть кращому розумінню взаємодії систем автомобіля, що дозволить підвищити їхню ефективність, зменшити енергетичні витрати та покращити загальну екологічність транспортних засобів.

1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1.1. Призначення та загальна будова системи кондиціонування салону автобуса.

Система кондиціонування салону автобуса є важливим технічним комплексом, призначеним для забезпечення комфортних умов перебування пасажирів під час поїздок. Основне її призначення полягає в підтримці оптимальних температурних параметрів у салоні, що значно покращує рівень комфорту, особливо в умовах високих температур або підвищеної вологості повітря. Система кондиціонування працює шляхом зниження температури повітря в салоні, забезпечуючи охолодження і регулювання температури, що дозволяє створювати сприятливі умови для людей у літній період або в жаркому кліматі. Водночас вона знижує рівень вологості в повітрі, що зменшує ефект задущливості та неприємного відчуття вогкості, що може виникати в салоні при високій вологості.

Окрім температурного контролю, система кондиціонування також виконує функцію фільтрації повітря, очищаючи його від пилу, алергенів, бактерій та інших забруднень, що може бути важливо для здоров'я пасажирів, зокрема тих, хто страждає на алергії чи респіраторні захворювання. Крім того, кондиціонер забезпечує рівномірний розподіл повітря по салону автобуса, що дозволяє запобігти утворенню локальних зон перегріву чи перегріву тіла пасажирів, надаючи оптимальне мікрокліматичне середовище для всіх присутніх у салоні. Важливим аспектом є також вентиляційна функція системи, яка сприяє підтриманню постійного припливу свіжого повітря в салон, що допомагає уникнути накопичення вуглекислого газу та покращує загальну якість повітря.

Крім того, кондиціонування повітря в автобусі важливе і для забезпечення нормальних умов для водія, що дозволяє йому працювати в комфортних температурних умовах, що підвищує його ефективність і знижує рівень втоми. Враховуючи всі ці аспекти, система кондиціонування відіграє важливу роль у забезпеченні безпеки та комфорту під час перевезень, впливаючи на загальну ефективність автобусного транспорту. Водночас сучасні кондиціонери використовують технології, що дозволяють ефективно використовувати енергію, що сприяє зниженню витрат на паливо і мінімізації впливу на навколишнє середовище (Рисунок 1.1). Кондиціонер часто з'єднаний з двигуном через ряд елементів управління. Це рішення не є випадковим, адже під час роботи системи кондиціонування створюється додаткове навантаження, яке відбирає у двигуна 4-6 кВт потужності [1,2].

Загальна будова системи кондиціонування салону автобуса складається з кількох основних компонентів, які працюють разом для забезпечення комфортних умов у салоні .

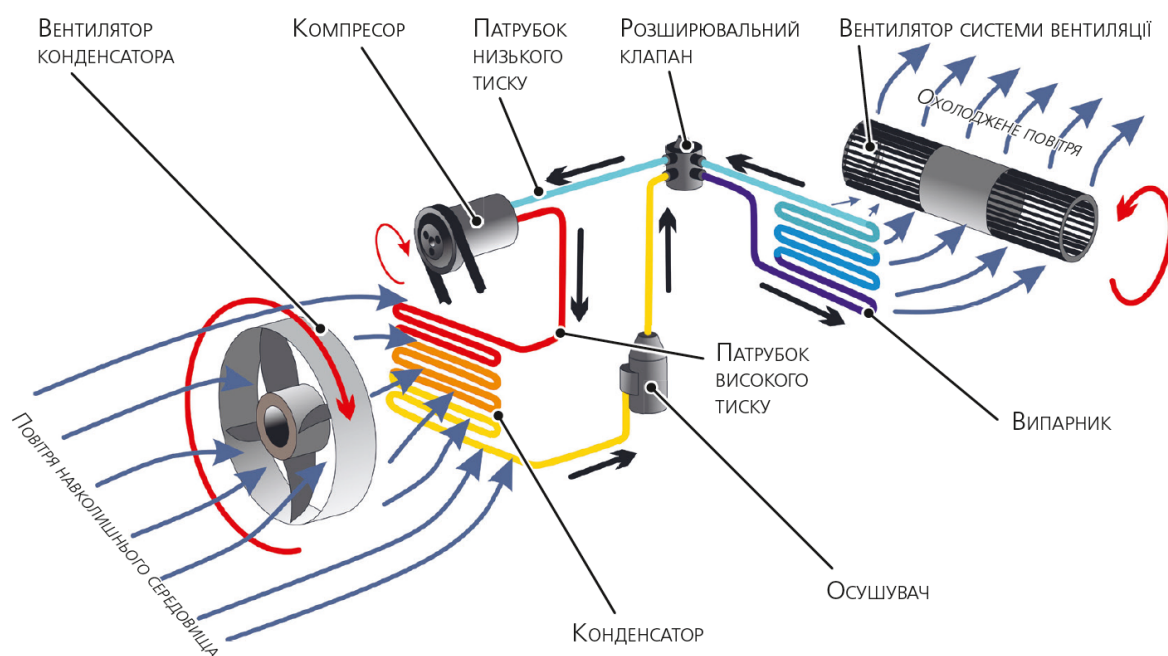


Рисунок 1.1 - Схема системи кондиціонування

Основні елементи системи кондиціонування можна поділити на кілька ключових складових:

Компресор - є центральним елементом системи кондиціонування. Він відповідає за стискання холодоагенту, який використовується в системі, що дозволяє створити низький тиск і низьку температуру. Компресор забирає тепле повітря з салону і передає його для охолодження через інші елементи системи. Як правило, компресор приводиться в рух від двигуна автобуса через ремінь або інший механізм.



Рисунок 1.2 – Типи компресорів системи кондиціонування автомобіля.

Компресори системи кондиціонування можна поділити на поршневі (зворотно-поступальні) та ротаційно-поршневі (роторні) за їхньою конструкцією (Рисунок 1.2). В автомобільних кондиціонерах використовуються обидва типи, причому поршневі були першими і досі застосовуються у великій кількості (наприклад, компресори BOSCH, BITZER). Технологія поршневих компресорів вже добре розвинута, з багатим досвідом виробництва і використання. Вони мають низькі вимоги до матеріалів, прості в обробці і дешеві в виробництві. Такі компресори можуть

працювати в широкому діапазоні тиску та потужності охолодження, забезпечуючи високу теплову ефективність. Однак через зворотно-поступальний рух поршня динамічний баланс є недостатнім, що обмежує максимальну швидкість роботи компресора. Крім того, конструкція складна, є багато зношуваних частин, а також високі вимоги до обслуговування [4]. У ротаційних компресорів робочий об'єм обертається, що забезпечує хороший динамічний баланс, стабільну роботу та мінімальні вібрації. Вони мають просту конструкцію, невеликий об'єм, легку вагу та високу надійність, але їхній робочий об'єм обмежений, тому вони часто використовуються в системах кондиціонування з невеликою потужністю, наприклад, в автомобілях.

Щодо режиму приводу автомобільного компресора кондиціонера, існують два варіанти: з приводом від двигуна і автономний. Компресор з приводом від двигуна приводиться в рух двигуном автомобіля, що підходить для транспортних засобів з відносно низькою потужністю компресора, таких як автомобілі, автобуси та фургони. Цей спосіб займає менше місця і є простим в обслуговуванні, але споживає частину потужності від основного двигуна, що може знизити ефективність прискорення транспортного засобу та змінювати охолоджувальну потужність з швидкістю руху. У разі автономного типу використовують окремий двигун для приводу компресора, що дозволяє уникнути впливу на потужність автомобіля. Однак цей варіант займає більше місця в автомобілі, має високу вартість і рівень шуму, а також ускладнює обслуговування, тому використовується рідше. У будь-якому випадку, компресор кондиціонера має відкриту конструкцію, де вал, що подає потужність, виходить за межі корпусу та з'єднується з приводом через шків, при цьому ущільнення вала запобігає витoku холодоагенту.

Конденсатор системи кондиціонування автобуса — це компонент, який відповідає за відведення тепла від охолодженого повітря. Він є частиною

циклу охолодження та працює в парі з компресором, випарником і дроселем, забезпечуючи ефективність роботи системи кондиціонування (Рисунок 1.3).

Основна функція конденсатора полягають у тому, щоб отримати нагрітий холодоагент (газ) з компресора, охолоджувати його, перетворюючи його в рідину. Охолодження відбувається завдяки обміну теплом з навколишнім середовищем через металеві пластини або трубки тобто радіатор. В автобусах, особливо у великих міжміських або туристичних автобусах, кондиціонери мають великі конденсатори, які розташовуються зазвичай на даху або в задній частині автобуса, де є можливість ефективно охолоджувати холодагент через контакт з повітрям, який проходить через його соти[6]. У результаті конденсатор забезпечує належну роботу кондиціонера, підтримуючи прохолоду в салоні автобуса, навіть при високих температурах зовнішнього середовища.

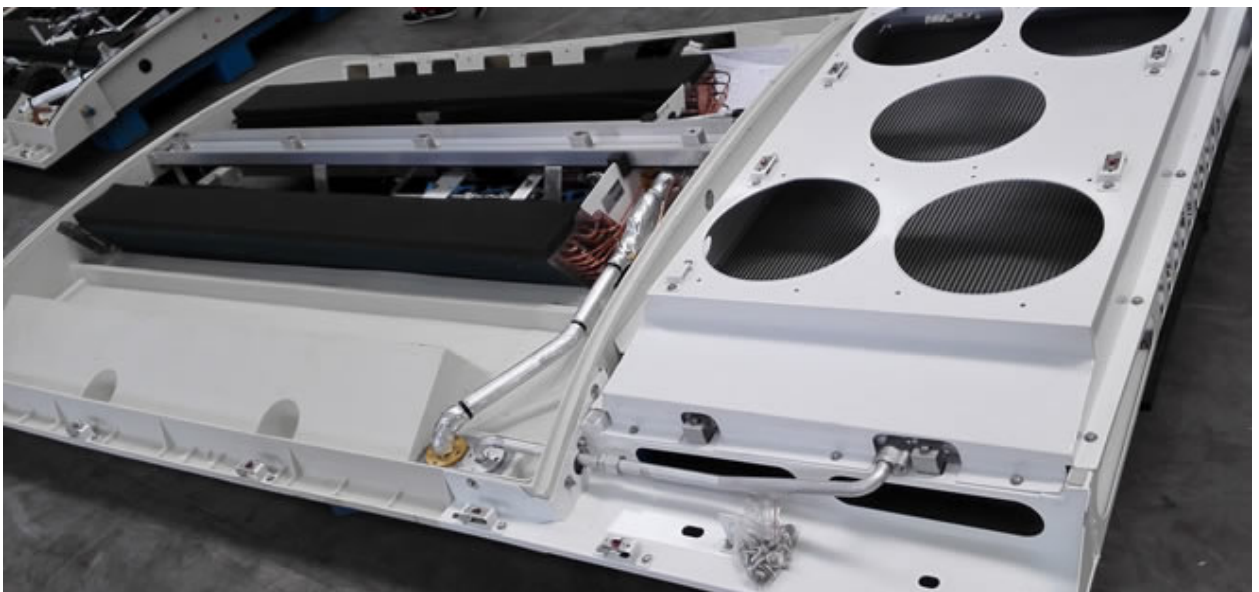


Рисунок 1.3 – Наддахова панель з конденсатором та випарником системи кондиціонування автобуса.

Розширювальний клапан (або капілярна трубка) є ключовим елементом в системах кондиціонування повітря, що використовуються в автобусах. Їх основна функція полягає в тому, щоб регулювати потік

холодоагенту, який проходить через систему, знижуючи його тиск і дозволяючи йому ефективно переходити в газоподібний стан, що є необхідним для охолодження повітря в салоні. Розширювальний клапан та капілярна трубка працюють за схожим принципом, але мають деякі відмінності.



Рисунок 1.4 – Розширювальний клапан кондиціонера.

Розширювальний клапан є більш складним елементом і часто має механізм, який дозволяє регулювати потік холодоагенту в залежності від умов роботи системи (Рисунок 1.4). Зокрема, він може реагувати на зміну температури випарника та тиску в системі. Коли температура в випарнику знижується або система потребує меншої кількості холодоагенту, клапан автоматично скорочує його потік, щоб уникнути надмірного охолодження та зберегти ефективність роботи.



Рисунок 1.5 – Капілярна трубка кондиціонера.

З іншого боку, капілярна трубка є значно простішою конструкцією (Рисунок 1.5). Це тонка трубка, що має постійну довжину і діаметр, що обмежує потік холодоагенту і забезпечує його розширення завдяки значному падінню тиску. На відміну від розширювального клапана, капілярна трубка не має механізмів для автоматичного регулювання потоку, і її здатність контролювати холодоагент залежить від її довжини та діаметра, а також від характеристик системи.

У системах кондиціонування повітря в автобусах важливо, щоб холодоагент потрапив у випарник при зниженому тиску і температурі. Це дозволяє холодоагенту поглинати тепло з повітря в салоні та ефективно охолоджувати його. Розширювальний клапан чи капілярна трубка допомагають досягти цього ефекту, регулюючи потік холодоагенту, що є критично важливим для підтримки оптимальної роботи системи.

Вибір між розширювальним клапаном та капілярною трубкою залежить від різних факторів, таких як тип системи кондиціонування, розмір автобуса, вимоги до ефективності охолодження і вартості обслуговування. Розширювальні клапани більш складні у виготовленні та налаштуванні, але вони забезпечують більш точний контроль за потоком холодоагенту, що може покращити загальну ефективність системи. Капілярні трубки, в свою чергу, простіші та дешевші, але можуть бути менш ефективними в умовах зміни навантаження або температури [10].

Випарник системи кондиціонування автобуса — це один із основних компонентів, який відповідає за безпосереднє охолодження повітря в салоні (Рисунок 1.3). Його основна функція полягає в тому, щоб холодоагент, що надходить в нього під низьким тиском, випаровувався, поглинаючи тепло з навколишнього повітря. Цей процес є ключовим для досягнення бажаної температури в салоні автобусу.

Випарник зазвичай розташований в повітряному потоці, щоб ефективно охолоджувати повітря, яке проходить через систему. Повітря, що поступає в салон через систему вентиляції, контактуючи з охолодженими трубками випарника, втрачає свою теплоту, оскільки холодоагент, що циркулює по трубках, поглинає цю енергію і переходить в газоподібний стан. Цей процес не тільки охолоджує повітря, а й знижує його вологість, що додає до комфорту пасажирів.

Випарник має конструкцію, яка включає трубки, через які протікає холодоагент, а також лопаті або пластини для покращення теплообміну між повітрям і холодоагентом. Він працює в парі з іншими елементами системи кондиціонування, такими як компресор, конденсатор та розширювальний клапан або капілярна трубка, які разом забезпечують циркуляцію холодоагенту через всю систему.

Важливою характеристикою випарника є його здатність ефективно охолоджувати великі обсяги повітря. Для цього випарник повинен мати достатню площу теплообміну, а також бути здатним витримувати високі навантаження, оскільки в автобусах кондиціонери часто повинні працювати в умовах змінних температур і вологості, а також під великими навантаженнями на систему. Несправність випарника може призвести до значного зниження ефективності охолодження і навіть до повної зупинки роботи кондиціонера.

Додатково, випарник потребує регулярного обслуговування, щоб уникнути накопичення пилу, бруду та інших забруднень, які можуть знижувати його ефективність. Тому важливо підтримувати його в чистоті і перевіряти наявність можливих витоків холодоагенту.

Фільтри та очищення повітря в системах кондиціонування автобуса мають ключове значення для забезпечення комфортних і безпечних умов для пасажирів (Рисунок 1.6). Автобусні кондиціонери працюють в замкнутому просторі салону, тому важливо, щоб повітря, яке надходить до пасажирів, було чистим і здоровим. Основною функцією фільтрів є видалення забруднюючих часток із повітря, таких як пил, бруд, дим, а також токсичні гази, що можуть бути присутні в атмосфері міста або навіть від викидів самого транспортного засобу. Це дозволяє знизити рівень забруднення і зменшити негативний вплив на здоров'я пасажирів.



Рисунок 1.6 – Фільтр системах кондиціонування автобуса.

Фільтри в системах кондиціонування автобусів зазвичай складаються з кількох шарів матеріалу, який здатний затримувати різні види забруднювачів, таких як великі частки пилу або дрібні алергени, наприклад, пилок чи пір'я. Окрім цього, деякі сучасні фільтри оснащені спеціальними антимікробними покриттями, які дозволяють зменшити розмноження бактерій і вірусів, що особливо важливо для здоров'я людей, котрі проводять багато часу в громадському транспорті.

Важливою частиною очищення повітря є також фільтрація запахів, що можуть виникати через різні джерела, включаючи викиди газів від двигуна або неприємні запахи, що проникають у салон ззовні. Це досягається за допомогою спеціальних вугільних фільтрів, які здатні нейтралізувати запахи та шкідливі гази, зокрема оксиди азоту та вуглецю.

У більш просунутих системах кондиціонування також можуть бути присутні додаткові елементи очищення, такі як іонізатори або озонатори, що допомагають дезінфікувати повітря і забезпечити кращу його якість, знижуючи ймовірність передачі інфекційних захворювань між пасажирами. Іонізатори здатні збільшувати концентрацію негативно заряджених іонів в повітрі, що сприяє нейтралізації дрібних часток, а також поліпшує самопочуття людей, знижуючи стрес і втому [18].

Фільтри та системи очищення повітря також допомагають підтримувати ефективність роботи кондиціонера. З часом забруднення накопичуються в фільтрах, що може призвести до зниження потоку повітря, перегріву і навіть поломки системи кондиціонування. Регулярне очищення та заміна фільтрів є необхідними для забезпечення нормальної роботи кондиціонера, що, в свою чергу, допомагає зберігати оптимальну температуру та вологість у салоні.

Загалом, фільтри і очищення повітря в автобусах сприяють не тільки підвищенню комфорту пасажирів, а й поліпшенню їхнього здоров'я,

створюючи сприятливі умови для подорожей, знижуючи ризики розвитку алергічних реакцій, застуд та інших респіраторних захворювань. Це особливо важливо в умовах сучасних мегаполісів, де рівень забруднення повітря часто перевищує норми, і чисте повітря в громадському транспорті стає важливим елементом міського середовища.

Пульт керування системою кондиціонування автобуса є важливим елементом для забезпечення комфортних умов у салоні транспорту (Рисунок 1.7). Він дозволяє водію або оператору автобусної системи ефективно регулювати температуру, вологість і якість повітря в салоні, залежно від зовнішніх умов та потреб пасажирів. Пульт керування зазвичай оснащений різними кнопками, перемикачами та дисплеєм, що дає змогу точно налаштувати систему.



Рисунок 1.7 – Пульт керування системою кондиціонування.

За допомогою пульта керування можна встановити бажану температуру, наприклад, в літній період охолодити салон або забезпечити підігрів в холодну погоду. Окрім цього, пульт може дозволяти регулювати швидкість вентилятора, що впливає на силу потоку повітря в салоні. В залежності від моделі автобуса, пульт також може мати функції для активації різних режимів очищення повітря, таких як фільтрація від пилу чи запахів, або увімкнення додаткових систем, як-от іонізація чи осушення.

Додатково на пультах може бути функція автоматичного регулювання температури, яка дозволяє системі самостійно підтримувати встановлену

температуру в салоні в умовах зміни зовнішніх температур. Це забезпечує стабільність мікроклімату і дозволяє пасажиром відчувати себе комфортно незалежно від того, чи змінюється погода на вулиці.

Сучасні системи кондиціонування можуть мати й більш складні пульти з цифровими дисплеями, на яких відображається не лише температура та режим роботи, але й інші параметри, такі як рівень забруднення повітря, стан фільтрів чи час до необхідної заміни фільтра. Ці додаткові функції дозволяють водію чи персоналу швидко реагувати на будь-які зміни в роботі системи і забезпечити належний комфорт під час поїздки. Загалом, пульт керування системою кондиціонування автобуса є ключовим інструментом для ефективного використання всієї системи, забезпечуючи належний мікроклімат, комфорт пасажирів і нормальну роботу кондиціонера в умовах експлуатації.

Типи пультів керування системою кондиціонування транспортних засобів варіюються залежно від рівня технологічності та функціональних можливостей конкретного транспортного засобу. У більш старих моделях або в транспортних засобах базового класу пульти зазвичай мають механічні або прості кнопкові панелі для регулювання основних параметрів, таких як температура і швидкість вентилятора. Вони можуть включати механічні перемикачі, які дозволяють водію вручну налаштовувати температурний режим та потік повітря, але не мають додаткових функцій для автоматичного контролю.

У сучасних автомобілях, автобусах або вантажних транспортних засобах пульти керування кондиціонуванням значно більш складні. Вони часто мають цифрові дисплеї, на яких відображаються всі налаштування кліматичної системи, включаючи температуру, вологість, швидкість вентилятора, а також інші функції. Ці пульти можуть бути оснащені сенсорними екранами або кнопками з підсвіткою для зручності користування, а також підтримувати автоматичне регулювання температури залежно від

зовнішніх умов. Такі системи забезпечують зручний доступ до всіх режимів роботи кондиціонера і дозволяють водієві легко адаптувати налаштування під поточні умови [15].

Деякі пульти вищого класу можуть включати додаткові функції, як-от автоматичне очищення повітря, фільтрація від запахів, або іонізація, а також можливість моніторингу стану фільтрів та інших елементів кондиціонування через інтерфейс дисплея. Вони можуть також мати можливість підключення до системи моніторингу транспорту, що дозволяє відслідковувати ефективність роботи кондиціонера та проводити своєчасне технічне обслуговування. У деяких транспортних засобах пульти керування можуть бути інтегровані з системами «клімат-контроль», що автоматично регулюють температуру в салоні залежно від зовнішніх погодних умов, забезпечуючи оптимальний мікроклімат без необхідності постійного втручання водія. Така система може адаптуватися до змін температури зовнішнього повітря і навіть налаштовувати роботу кондиціонера залежно від кількості пасажирів або рівня вологості в салоні. Загалом, сучасні пульти керування системами кондиціонування транспортних засобів стали більш зручними та інтуїтивно зрозумілими, забезпечуючи високу ефективність і комфорт як для водіїв, так і для пасажирів.

Трубопроводи та ізоляція системи кондиціонування транспортних засобів відіграють важливу роль у забезпеченні ефективної та надійної роботи цієї системи. Трубопроводи в кондиціонувальних системах призначені для транспортування холодоагенту між різними компонентами системи, такими як компресор, конденсатор, випарник та розширювальний клапан. Вони мають бути виготовлені з матеріалів, які здатні витримувати високі тиски та температурні коливання, а також бути стійкими до корозії та механічних пошкоджень. Найчастіше для трубопроводів використовують мідь або алюміній, оскільки ці матеріали мають високу теплопровідність і не

піддаються впливу холоду та вологи, що дозволяє забезпечити ефективний теплообмін.

Ізоляція трубопроводів є важливою частиною, яка допомагає зменшити теплові втрати та зберігати температуру холодоагенту під час його руху по трубах. Ізоляція також запобігає утворенню конденсату на зовнішній поверхні труб, що може призвести до корозії або утворення вологи в салоні транспортного засобу. Зазвичай для ізоляції використовують матеріали з низькою теплопровідністю, такі як спінений поліуретан, каучук чи спеціальні мінеральні волокна. Ці матеріали здатні зберігати температуру в трубах та запобігають їх перегріву або переохолодженню, що забезпечує стабільну роботу системи кондиціонування.

Ізоляція також виконує важливу роль у зниженні шуму, який може виникати через рух холодоагенту в трубопроводах, а також від вібрацій і механічних впливів на систему. Вона допомагає знижувати рівень звукових перешкод у салоні транспортного засобу, забезпечуючи комфортні умови для пасажирів та водія.

Вентиляційна система в системі кондиціонування транспортних засобів є важливим елементом, що забезпечує циркуляцію повітря в салоні і підтримує комфортні умови для пасажирів та водія. Вентиляція дозволяє ефективно регулювати рівень кисню, вологи та температури в закритому просторі транспортного засобу, що особливо важливо під час тривалих поїздок чи в умовах високих температур. Основною функцією вентиляційної системи є забезпечення потоку повітря, який проходить через кондиціонер, охолоджується або нагрівається, а потім розподіляється по салону для створення оптимального мікроклімату.

Система вентиляції складається з вентиляційних отворів, трубопроводів, вентиляторів та регулюючих елементів, які керують потоком повітря. Вентилятори, розташовані в різних частинах транспортного засобу,

забезпечують необхідний потік повітря для ефективної роботи кондиціонера та для вентиляції салону. Вентилятори можуть мати різні швидкості, які дозволяють регулювати силу потоку повітря залежно від умов: чим вища швидкість, тим більший обсяг повітря пропускається через систему.

Повітря, яке надходить у систему вентиляції, може бути зовнішнім (вхід через спеціальні отвори або решітки) або рециркульованим, тобто витягнутим із самого салону. Останній режим зазвичай використовується для підвищення ефективності кондиціонування, оскільки повторне використання повітря в середині транспортного засобу дозволяє швидше досягнути бажаної температури. У деяких системах є фільтри, що очищають повітря від пилу, забруднювачів і запахів перед тим, як воно потрапить у салон.

Вентиляційна система також має важливу роль у підтримці належного рівня вологості. Вона дозволяє виводити з салону зайву вологу, що може призводити до запотівання вікон або створювати некомфортну атмосферу. Крім того, вентиляція сприяє кращій циркуляції повітря в салоні, запобігаючи застоюванню повітря та створенню сприятливих умов для росту мікроорганізмів, таких як бактерії чи пліснява.

Регулювання вентиляційної системи може здійснюватися через пульт управління, де водій або пасажери можуть налаштувати швидкість вентилятора, напрямок повітряного потоку, а також вибирати між рециркуляцією або притоком свіжого повітря. Завдяки таким можливостям водій може підтримувати комфортний клімат в салоні незалежно від зовнішніх погодних умов. Вентиляція є критично важливою для забезпечення не лише комфорту, а й безпеки, оскільки вона сприяє створенню сприятливих умов для водіння, зменшуючи запотівання скла та підтримуючи чистоту повітря в салоні.

Датчики та системи контролю в системі кондиціонування транспортних засобів є важливими компонентами, що забезпечують

ефективну та надійну роботу цієї системи. Датчики моніторять різні параметри, такі як температура, тиск, вологість і рівень холодоагенту, і передають цю інформацію в центральний блок управління, що дозволяє адаптувати роботу кондиціонера до змінних умов і оптимізувати його ефективність.

Температурні датчики вимірюють температуру повітря в салоні та на виході з кондиціонера, дозволяючи системі автоматично регулювати роботу компресора і вентилятора для підтримки комфортного мікроклімату. Вони можуть також визначати різницю температур між внутрішнім і зовнішнім середовищем, що дозволяє адаптувати систему кондиціонування до змін кліматичних умов на вулиці. Датчики тиску в системі охолодження важливі для контролю рівня холодоагенту, а також для визначення, чи не виникли проблеми з циркуляцією рідини, що може свідчити про витік або зменшення ефективності системи.

Датчики вологості також можуть бути частиною системи кондиціонування, вони допомагають підтримувати оптимальний рівень вологості в салоні, запобігаючи його надмірному підвищенню або зниженню, що може призвести до дискомфорту пасажирів. Вони часто працюють разом із вентиляційною системою, щоб зменшити конденсацію або запобігти сухості повітря.

Системи контролю зазвичай включають електронні блоки управління, які обробляють дані, отримані від датчиків, і регулюють роботу всіх компонентів кондиціонера. Це можуть бути автоматичні або напівавтоматичні системи, здатні коригувати параметри без втручання водія. Наприклад, система може сама налаштовувати температуру та швидкість вентилятора в залежності від температури в салоні або навколишнього середовища, забезпечуючи таким чином комфорт для пасажирів без необхідності постійного контролю з боку водія.

Також існують системи моніторингу стану кондиціонера, які сповіщають водія або обслуговуючий персонал про технічні несправності, наприклад, про низький рівень холодоагенту, забруднення фільтрів або необхідність технічного обслуговування. Це дозволяє своєчасно виявляти потенційні проблеми, що може запобігти серйозним поломкам і продовжити строк служби системи.

Таким чином, датчики та системи контролю є невід'ємною частиною системи кондиціонування транспортних засобів, забезпечуючи точне та автоматичне управління температурними та іншими параметрами, що дозволяє забезпечити комфорт і безпеку для пасажирів і водія.

Загалом, система кондиціонування салону автобуса — це складний інтегрований механізм, який працює на основі принципу теплообміну, використовуючи холодоагенти для охолодження повітря в салоні, водночас забезпечуючи його очищення та належний рівень вологості.

1.2. Особливості експлуатації автобусів з кондиціонером.

Кондиціонери в автобусах та автомобілях є важливими для забезпечення комфорту пасажирів і водіїв, особливо в жарку погоду (Рисунок 1.8). У міських автобусах, де пасажирів часто переміщують між зупинками, важливо підтримувати оптимальну температуру повітря для запобігання перегріву та неприємних умов. В умовах високоінтенсивного міського трафіку або тривалих поїздок кондиціонери допомагають створити стабільний мікроклімат, що дозволяє уникнути перегріву салону та підвищеного рівня вологості, що може призвести до дискомфорту пасажирів.

У автомобілях кондиціонери забезпечують більш високий рівень комфорту, особливо в спекотні дні, коли температура в середині транспортного потоку може швидко підвищуватися до небезпечних рівнів. Він дозволяє водієві підтримувати концентрацію, запобігаючи сонливості та

втомі, що знижує ризик ДТП. Крім того, кондиціонери сприяють кращій вентиляції, що дозволяє уникнути запотівання скла в умовах підвищеної вологості, що значно покращує безпеку. У поєднанні з фільтрацією повітря кондиціонери виводять із салону шкідливі частки, пил, алергени, що робить поїздки не тільки комфортною, а також і безпечною.



Рисунок 1.8 – Автобус А08128 корпорації «Еталон» з кондиціонером.

Кондиціонери для автобусів розрізняються за типами залежно від особливостей використання транспортного тиску, умов експлуатації та потреб пасажирів. Однією з ключових характеристик є функціональність системи. Це можуть бути стандартні кондиціонери, які забезпечують охолодження повітря в салоні під час жаркої пори року, або ж багатофункціональні установки, здатні створити комфортні умови незалежно від сезону. Останні включають можливості як охолодження, так і обігріву, а також часто оснащені системами очищення та циркуляції повітря для забезпечення оптимальної якості повітря

в салоні. Різні типи кондиціонерів можуть відрізнятися потужністю, способом монтажу, ефективністю, а також ступенем автоматизації, що дозволяє покращити роботу системи відповідно до кліматичних умов та ресурсів споживачів.



Рисунок 1.9 – Автобус А08128 корпорації «Еталон» без кондиціонера.

Як правило кондиціонер монтується на даху автобуса - це один із найпоширеніших варіантів для автобусів. Таке розміщення кондиціонера дозволяє забезпечити рівномірне охолодження або обігрів салону. Основною перевагою цього типу є те, що кондиціонери займають мінімум місця в салоні, не обмежують простір для пасажирів і не заважають розташуванню сидінь.

Встановлення кондиціонера на даху автобуса є ефективним рішенням, яке має чимало переваг, як з точки зору комфорту пасажирів, так і з погляду технічного обслуговування та економічної доцільності. Розташування системи кондиціонування на даху дозволяє рівномірно розподіляти охоложене або підігріте повітря по всьому салону, створюючи сприятливі умови для пасажирів незалежно від того, де вони сидять. Це особливо важливо для великих автобусів, де підтримання однакової температури в передній і задній частинах салону може бути складним завданням.

Крім того, дахове розташування кондиціонера звільняє цінний простір усередині автобуса. Це важливо для оптимального використання внутрішнього простору, що дозволяє збільшити кількість місць для пасажирів і поліпшити загальну місткість транспортного засобу. У сучасних автобусах простір салону має вирішальне значення, особливо в умовах зростаючого попиту на громадський транспорт.

З технічного погляду даховий кондиціонер є зручнішим для обслуговування та ремонту. Оскільки він розташований зовні, доступ до компонентів системи для діагностики або заміни деталей спрощується, що скорочує час простою транспорту і знижує витрати на технічне обслуговування. Також це рішення допомагає мінімізувати ризик пошкодження обладнання всередині салону, що може виникати у випадках, коли система розміщена в нижній частині автобуса.

Ще однією перевагою є зменшення рівня шуму в салоні. Оскільки компресор і вентилятори кондиціонера знаходяться зовні, пасажирів менше піддаються впливу шуму від роботи системи. Це підвищує загальний комфорт під час подорожей, що є важливим фактором, особливо для міжміських рейсів.

Даховий кондиціонер також сприяє поліпшенню аеродинаміки автобуса. Сучасні моделі систем кондиціонування розробляються з урахуванням зменшення опору повітря, що позитивно впливає на витрати пального. Таким чином, це рішення стає не лише комфортним, а й економічно вигідним, сприяючи зниженню експлуатаційних витрат.

Встановлення кондиціонера на даху автобуса має певні недоліки, які слід враховувати під час вибору такої системи. Одним із головних мінусів є збільшення ваги на верхній частині транспортного засобу, що впливає на центр ваги автобуса. Це може призводити до деякого погіршення стійкості на

дорозі, особливо під час маневрування чи в умовах сильного бокового вітру, що важливо для забезпечення безпеки [16].

Ще одним недоліком є складність монтажу та демонтажу обладнання. Через його розташування на даху потрібне спеціалізоване обладнання, наприклад підйомники або крани, для встановлення чи обслуговування системи. Це збільшує трудомісткість і вартість технічного обслуговування, особливо якщо автобус експлуатується в умовах, де доступ до таких ресурсів обмежений.

Вплив на аеродинаміку також може бути недоліком, хоча сучасні системи кондиціонування проектуються з урахуванням мінімізації опору повітря. Проте у випадку з менш досконаліми моделями або при неправильному монтажі це може спричиняти збільшення витрати пального, що негативно впливає на економічність використання автобуса.

Окрім цього, даховий кондиціонер є більш вразливим до пошкоджень, зокрема від низьких мостів, дерев або інших перешкод. Така конструкція може створювати додаткові ризики для роботи обладнання, особливо під час експлуатації автобуса в міських умовах або на маршрутах із нерівною інфраструктурою.

Додатково слід враховувати, що через зовнішнє розташування система піддається впливу погодних умов. Екстремальні температури, дощ, сніг чи пил можуть прискорювати зношування обладнання, потребуючи частішого технічного обслуговування або заміни деталей. Це підвищує загальну вартість експлуатації в довгостроковій перспективі.

Таким чином, хоча дахове встановлення кондиціонера має свої переваги, воно також створює ряд технічних і експлуатаційних викликів, які необхідно враховувати для забезпечення ефективної роботи та економічної доцільності автобуса.

Також існують індивідуальні системи кондиціонування для кожного ряду сидінь. Цей тип кондиціонування є досить рідким, але в ньому є очевидні переваги. Така система передбачає розподіл кондиціонування не тільки по

всьому салону, а й на окремі зони. Кожен ряд сидінь може мати свої регулятори температури, що дозволяє пасажиром самостійно налаштувати комфортну температуру.

Індивідуальні системи кондиціонування для кожного ряду сидінь в автобусі мають кілька важливих переваг, які забезпечують комфорт для пасажирів та ефективність експлуатації транспорту. Однією з основних переваг є можливість регулювання температури та інтенсивності потоку повітря для кожного ряду сидінь окремо. Це дозволяє пасажиром налаштувати систему під власні потреби, забезпечуючи оптимальні умови для кожного. У разі різних температурних вимог або персональних вподобань це рішення дозволяє уникнути незадоволення пасажирів через надмірне тепло або холод. Індивідуальні системи також підвищують ефективність охолодження або обігріву салону. Кожен ряд сидінь має свою зону обслуговування, що дозволяє кондиціонувати повітря більш точно та швидко, без необхідності охолоджувати або обігрівати весь салон одночасно. Це допомагає значно знизити енергоспоживання, оскільки система працює тільки там, де це необхідно, а не на всю площу автобуса. Це може призвести до економії пального та зниження витрат на енергоресурси. Ще однією перевагою є зменшення шуму в салоні. Індивідуальні системи кондиціонування можуть працювати на меншій потужності порівняно з центральною системою, що дозволяє створити комфортну атмосферу без надмірного шуму. Для пасажирів це важливо, особливо під час тривалих поїздок, коли знижений рівень шуму сприяє кращому самопочуттю та зменшенню стомлюваності. Також індивідуальні системи дозволяють кожному ряду сидінь мати більше контролю над комфортом, що підвищує загальну якість обслуговування пасажирів. У разі, якщо в автобусі перебувають люди з різними потребами (наприклад, літні люди або діти), можливість налаштувати температуру та потік повітря згідно з їх вимогами забезпечує більш рівні умови для всіх пасажирів, що важливо для загального комфорту і задоволення від поїздки. З технічної точки зору, індивідуальні

системи кондиціонування можуть бути більш ефективними в забезпеченні рівномірного клімату, оскільки вони не залежать від центральної системи і можуть оперативно реагувати на зміну температури в різних частинах салону. Це забезпечує швидке охолодження чи обігрів без затримок, що може бути критично важливим під час поїздок в екстремальних погодних умовах.

Індивідуальні системи кондиціонування для кожного ряду сидінь в автобусі мають і деякі недоліки, які можуть вплинути на ефективність їх використання. Одним з основних недоліків є висока вартість впровадження і обслуговування таких систем. Кожен ряд сидінь потребує власного кондиціонера, що збільшує складність і вартість як монтажу, так і подальшого обслуговування. Це включає потребу в більшій кількості деталей, що може призвести до частіших поломок і вищих витрат на ремонт. Індивідуальні системи також вимагають значної кількості електричних та вентиляційних компонентів, що можуть призвести до збільшення ваги автобуса. Це може вплинути на паливну економічність, оскільки додаткові енергозатрати для живлення системи кондиціонування підвищують загальні витрати на експлуатацію.

Ще одним мінусом є потенційне збільшення рівня шуму. Хоча кожна система працює на нижчій потужності, кілька таких одиниць, розташованих в кожному ряду, можуть створювати загальний рівень шуму в салоні, що може бути незручним для пасажирів. Кожен кондиціонер вимагає окремих вентиляційних каналів і компресорів, що збільшує рівень механічного шуму, який важко контролювати. Індивідуальні системи також можуть вимагати додаткових технологічних рішень для управління, що ускладнює експлуатацію автобуса. Кожен кондиціонер має мати власне керування температурою та потоком повітря, що може спричиняти плутанину для пасажирів і водіїв. Таке рішення може бути не таким інтуїтивно зрозумілим для користувачів, особливо якщо система недостатньо продумана або не має зручного інтерфейсу.

Інший недолік полягає в потенційному зниженні довговічності кондиціонерів. Постійний використання кожної індивідуальної системи підвищує ймовірність їх швидшого зносу, що може призвести до необхідності частішої заміни або ремонту. Це також може створити труднощі в обслуговуванні через необхідність доступу до кожної окремої системи, що ускладнює процес ремонту і збільшує час, необхідний для його проведення. В результаті, хоча індивідуальні системи кондиціонування можуть підвищити комфорт пасажирів, вони також створюють низку технічних, економічних і експлуатаційних викликів, які потребують ретельного планування та додаткових витрат.

1.3. Особливості кондиціонування для різних типів автобусів.

Кондиціонування для різних типів автобусів має свої особливості, які залежать від призначення транспортного засобу, його розмірів, кількості пасажирів і умов експлуатації. У міських автобусах, які працюють на коротких маршрутах і здійснюють зупинки на кожному кроці, кондиціонування повинно забезпечувати комфортну температуру навіть при постійних відключеннях і включеннях системи. Такі автобуси часто мають систему, що швидко охолоджує або підігріває салон, зберігаючи оптимальну температуру для пасажирів, зважаючи на зміни зовнішніх умов. Оскільки ці автобуси зазвичай перевозять велику кількість людей у швидкому темпі, кондиціонери мають бути розраховані на високі навантаження і часто оснащуються додатковими фільтрами для очищення повітря.

У міжміських автобусах, які здійснюють довші подорожі, кондиціонування повинно бути більш потужним і ефективним, оскільки пасажирів перебувають в салоні протягом тривалого часу. Важливим є забезпечення стабільної температури, яка не змінюється в залежності від часу доби або сезонних коливань температури. У таких автобусах часто встановлюються більш складні системи кондиціонування, здатні працювати тривалий час без перерви, і в деяких випадках використовуються

індивідуальні системи для кожного ряду сидінь. Це дає можливість кожному пасажирову налаштувати температуру по своєму бажанню, забезпечуючи додатковий комфорт під час поїздки. Для туристичних автобусів, де пасажирови зазвичай проводять багато годин, комфорт є особливо важливим. У таких автобусах кондиціонери повинні працювати безшумно і з мінімальними коливаннями температури, щоб не створювати дискомфорт під час тривалих поїздок. Оскільки туристичні автобуси часто оснащуються зручними сидіннями, системи кондиціонування повинні забезпечувати комфортні умови навіть в найспекотніші літні дні. Крім того, такі автобуси можуть бути обладнані системами, які регулюють не тільки температуру, але й рівень вологості, щоб уникнути задухи і створити більш приємну атмосферу для пасажировів.

У автобусах з підвищеним рівнем комфорту або в бізнес-класі, де кількість місць обмежена, кондиціонування часто є більш персоналізованим і індивідуальним. Це може бути система з можливістю регулювання температури на кожному сидінні або спеціальні кліматичні зони для кожного пасажирова. Такі системи дозволяють створювати оптимальні умови для кожного пасажирова в залежності від його потреб. Водночас вони потребують більш складних технологічних рішень і високих витрат на монтаж і обслуговування. Що стосується великих туристичних або міжміських автобусів, що мають велику кількість місць і використовуються для перевезення сотень пасажировів, то для таких транспортних засобів кондиціонування має бути максимально ефективним і здатним підтримувати стабільний мікроклімат навіть за умови високих навантажень. Такі автобуси можуть оснащуватися комбінованими системами, які поєднують централізовані кондиціонери з додатковими індивідуальними блоками для кожної зони салону. Це дозволяє збалансувати потужність системи з потребами пасажировів і забезпечити комфорт протягом всього маршруту.

Таким чином, кондиціонування для різних типів автобусів розраховується відповідно до особливостей експлуатації, кількості пасажирів та вимог до комфорту. Врахування всіх цих факторів є важливим для ефективної роботи системи кондиціонування та забезпечення оптимальних умов для пасажирів у будь-яких умовах.

Для прикладу розглянемо особливості застосування кондиціонера на декількох класах автобусів:

1. **Міські автобуси** Міські автобуси зазвичай перевозять пасажирів на невеликі відстані, тому кондиціонування в них зазвичай спрямоване на підтримку комфортної температури протягом коротких поїздок. Вони можуть бути обладнані невеликими даховими кондиціонерами або системами вентиляції, які забезпечують хорошу циркуляцію повітря в літні місяці.

○ **Приклад: MAN Lion's City** — один із найбільш відомих міських автобусів, який має систему кондиціонування на даху та регулювання температури в салоні. Це забезпечує комфорт для пасажирів навіть під час спеки (Рисунок 1.10).



Рисунок 1.10 – Міський автобус MAN Lion's City.

2. **Міжміські автобуси** Міжміські автобуси повинні забезпечувати комфорт протягом більш тривалих поїздок, і кондиціонери в таких автобусах мають бути ефективнішими та здатними працювати на протязі багатьох годин. Крім того, сучасні міжміські автобуси часто оснащені додатковими системами фільтрації повітря для очищення від пилу та алергенів.

○ **Приклад: Volvo 9700** — цей автобус для міжміських перевезень оснащений потужними кондиціонерами, що не тільки охолоджують салон, але й сприяють циркуляції повітря та його фільтрації. В таких автобусах також часто встановлюються системи кондиціонування, які мають додаткові функції для підтримки оптимальної температури в зимовий період (Рисунок 1.11).



Рисунок 1.11 – Міжміський автобус Volvo 9700.

3. **Туристичні автобуси** Для туристичних автобусів важливою є не лише наявність кондиціонера, а й його ефективність, оскільки пасажери часто проводять у таких автобусах багато годин. У цих автобусах кондиціонери забезпечують комфорт не тільки влітку, а й у міжсезоння.

○ **Приклад: Setra S 515 HD** — туристичний автобус преміум класу, що забезпечує максимальний комфорт завдяки високоякісній системі кондиціонування. Кожен пасажир може відчутися різницю завдяки індивідуальним регуляторам температури на сидіннях (Рисунок 1.12).



Рисунок 1.12 – Туристичний автобус Setra S 515 HD.

Автобуси з кондиціонерами значно підвищують комфорт пасажирів, особливо в умовах спекотних літніх днів або в періоди з низькими температурами за вікном. Завдяки системам кондиціонування температура в салоні залишається стабільною, що створює комфортні умови для подорожей на будь-яких маршрутах. Це особливо важливо для міських автобусів, що часто зупиняються і знову рушають, де коливання температури можуть бути значними. Для пасажирів це забезпечує більш приємну атмосферу в салоні, дозволяючи їм уникати перегріву або дискомфорту від холодного повітря. У міжміських та туристичних автобусах, де пасажирів проводять години в поїзді, кондиціонування відіграє важливу роль у забезпеченні довготривалого комфорту, що сприяє задоволенню від подорожі. Крім того, система кондиціонування покращує якість повітря в салоні, оскільки сучасні

кондиціонери оснащені фільтрами, які очищають повітря від пилу, алергенів, неприємних запахів та інших забруднювачів. Це особливо важливо для людей, які страждають від алергій або респіраторних захворювань, оскільки кондиціонери можуть знижувати концентрацію шкідливих часток у повітрі, створюючи більш здорове середовище для пасажирів.

Крім того, кондиціонери можуть зменшити рівень шуму, оскільки в більшості випадків система працює на нижчих оборотах в порівнянні з відкритими вікнами. У великому місті, де вуличний шум може бути сильним, це є додатковим плюсом, який забезпечує тишу та спокій у салоні. Пасажири, таким чином, можуть насолоджуватися поїздкою, не відволікаючись на шум зовнішнього середовища. Автобуси з кондиціонерами також сприяють підвищенню репутації транспортних компаній. Для багатьох пасажирів наявність кондиціонера є важливою складовою вибору перевізника, оскільки це сигналізує про високий рівень обслуговування та увагу до комфорту. У разі довгих поїздок, де пасажири проводять значну частину дня в автобусі, наявність кондиціонування є необхідною умовою для збереження позитивних вражень від подорожі. Це особливо важливо для туристичних автобусів, де комфорт є критичним для забезпечення високого рівня задоволення пасажирів. Ще однією перевагою є те, що кондиціонери можуть забезпечити ефективну вентиляцію, що важливо для великих автобусів, де кількість людей може бути значною. Оскільки система кондиціонування підтримує постійну циркуляцію повітря, це допомагає уникати задушливих умов у салоні, особливо в пік літнього сезону.

Таким чином, автобуси з кондиціонерами покращують комфорт, здоров'я та загальне враження від подорожі, що робить їх особливо привабливими для пасажирів.

Попри численні переваги, автобуси з кондиціонерами мають і певні недоліки, які можуть впливати на їх експлуатацію та економічність. Одним із основних мінусів є високі витрати на експлуатацію. Кондиціонери споживають значну кількість енергії, що підвищує витрати на паливо та

енергоресурси. Це особливо помітно у великих автобусах, що працюють на міжміських маршрутах або здійснюють численні зупинки в міських умовах, де кондиціонери часто вмикаються і вимикаються, що зменшує їх ефективність. Витрати на обслуговування таких систем також можуть бути високими, оскільки кондиціонери потребують регулярного технічного огляду, чищення фільтрів та перевірки на несправності. Ще одним значним недоліком є додаткові витрати на встановлення та модернізацію автобуса для оснащення кондиціонером. Це може бути дорогим процесом, особливо для старих транспортних засобів, де установка сучасних систем кондиціонування потребує значних фінансових і трудових витрат. Крім того, такі системи займають певний простір у салоні та на даху автобуса, що може зменшити корисний об'єм і додати вагу, що в свою чергу знижує паливну ефективність і маневреність транспортного засобу.

Іншим недоліком є підвищення складності обслуговування автобуса. Кондиціонери потребують регулярного догляду, щоб забезпечити їх належну роботу, що включає очищення, заправку фреоном та перевірку на несправності. Збої в системі кондиціонування можуть спричинити серйозні проблеми з комфортом пасажирів і призводити до простоїв автобусів. Якщо система вийде з ладу, автобус може стати набагато менш привабливим для пасажирів, що може знизити попит на перевезення. Ще одним недоліком є вплив кондиціонера на навколишнє середовище. Більшість кондиціонерів працюють на фреоні або інших хімічних холодоагентах, які, якщо використовуються неправильно, можуть спричинити шкоду озоновому шару. Крім того, кондиціонери генерують викиди в атмосферу, що додає до загальної екологічної напруги, особливо в міських зонах з високою концентрацією автобусів. Щодо комфорту, не всі пасажирі однаково відчують температуру в салоні, що може призвести до незадоволення, якщо кондиціонер не працює належним чином або не відповідає вимогам всіх пасажирів. Наприклад, деякі люди можуть відчувати себе занадто холодно, особливо якщо кондиціонер

працює на великій потужності, а інші – навпаки, переживати дискомфорт від недостатньої охолодженої температури [15,17].

Нарешті, ще однією проблемою може стати наявність додаткового шуму від роботи кондиціонера, особливо в автобусах, де встановлені застарілі або менш ефективні системи. Такий шум може знижувати комфорт пасажирів і створювати незручності, особливо при тривалих поїздках. Всі ці недоліки свідчать про те, що хоча кондиціонери значно покращують комфорт, їх використання також не обходиться без певних труднощів, як з точки зору технічного обслуговування, так і з економічної та екологічної точки зору.

Технології в галузі кондиціонування автобусів постійно вдосконалюються. Очікується, що в майбутньому кондиціонери стануть ще більш енергоефективними та екологічними. Впровадження нових матеріалів, поліпшення аеродинаміки автобусів і розвиток альтернативних джерел енергії для кондиціонування можуть знизити витрати на експлуатацію транспортних засобів. Таким чином, кондиціонери є важливою частиною комфорту пасажирів і оптимізації роботи автобусів, і вони будуть продовжувати удосконалюватися для забезпечення ще більш комфортних умов під час перевезень.

1.4 Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи.

Тема кваліфікаційної роботи «Дослідження впливу роботи кондиціонера на тягово-швидкісні показники транспортного засобу» є актуальною в контексті сучасних вимог до підвищення ефективності використання автомобільного транспорту та зменшення його негативного впливу на довкілля. У сучасних умовах експлуатації транспортних засобів комфорт водія та пасажирів є одним із важливих факторів, що визначають конкурентоспроможність автомобіля. Однак забезпечення комфортного мікроклімату в салоні автомобіля, зокрема за рахунок використання системи

кондиціонування повітря, може мати значний вплив на енергоспоживання автомобіля та його динамічні характеристики.

Робота кондиціонера в автобусах є важливим фактором, який впливає як на комфорт пасажирів, так і на експлуатаційні характеристики транспортного засобу. Кондиціонер забезпечує регулювання температури, вологості та повітряного потоку в салоні, що особливо важливо в умовах високих температур зовнішнього середовища. Водночас використання цієї системи впливає на технічні параметри та економічність роботи автобуса. Одним із ключових аспектів впливу кондиціонера є збільшення витрат палива. Робота компресора кондиціонера навантажує двигун, що призводить до зростання споживання палива. За різними оцінками, збільшення витрат палива може варіюватися від 5% до 20% залежно від моделі автобуса, умов експлуатації та налаштувань системи. Це, у свою чергу, впливає на експлуатаційні витрати та екологічні показники, зокрема рівень викидів вуглекислого газу та інших забруднювальних речовин. Іншим важливим аспектом є вплив на потужність двигуна. Під час роботи кондиціонера частина потужності двигуна використовується для приводу компресора, що може зменшувати доступну потужність для інших систем, особливо при русі в умовах підвищених навантажень, таких як підйоми або інтенсивний трафік. Це може призводити до зниження динамічних характеристик автобуса. Тепловий комфорт, забезпечений кондиціонером, також має значний вплив на тривалість поїздок і загальний рівень задоволеності пасажирів. Дослідження показують, що комфортний мікроклімат у салоні позитивно впливає на фізичний стан пасажирів і зменшує рівень стресу водія, що може сприяти підвищенню безпеки дорожнього руху. Робота кондиціонера також впливає на надійність електричної системи автобуса. Система кондиціонування вимагає значної електричної потужності, що може створювати додаткове навантаження на генератор і акумуляторну батарею, особливо під час тривалої роботи.

Таким чином, вплив роботи кондиціонера на експлуатаційні характеристики автобуса є багатограним і охоплює як економічні, так і технічні аспекти. Збалансований підхід до використання системи кондиціонування, правильне її обслуговування та вибір оптимального режиму роботи можуть мінімізувати негативний вплив і водночас забезпечити максимальний комфорт для пасажирів.

Дослідження впливу роботи кондиціонера на експлуатаційні характеристики автомобіля дозволяє оцінити масштаби цього впливу та розробити рекомендації щодо оптимального використання системи кондиціонування. Такі дослідження мають практичне значення як для виробників транспортних засобів, які прагнуть покращити технічні характеристики своєї продукції, так і для споживачів, зацікавлених у зниженні витрат на паливо та зменшенні шкідливих викидів.

Наукова новизна роботи полягає у вивченні специфічних закономірностей впливу роботи кондиціонера на тягово-швидкісні показники транспортного засобу залежно від типу двигуна, режимів руху та інших експлуатаційних факторів. Очікується, що результати дослідження сприятимуть удосконаленню методик оцінки енергетичних втрат і розробці ефективних способів зниження негативного впливу роботи кондиціонера на динаміку транспортного засобу.

Таким чином, обрана тема є не лише науково обґрунтованою, але й має значний прикладний потенціал, оскільки результати роботи можуть бути використані для підвищення ефективності транспортних засобів, зменшення витрат пального та забезпечення комфорту пасажирів без шкоди для динамічних характеристик автомобіля.

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження впливу роботи кондиціонера на тягово-швидкісні показники транспортного засобу.

Об'єкт дослідження – зміна тягово-швидкісні показники транспортного засобу при роботі кондиціонера.

Предмет дослідження – автобус обладнаний системою мікроклімату салону на базі кондиціонера.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Провести аналіз особливостей конструкції автобусних кондиціонерів.
2. Дослідити зміни тягово-швидкісних показників транспортного засобу при роботі кондиціонера.
3. Надати рекомендації, щодо мінімізації впливу роботи кондиціонера на тягово-швидкісні показники транспортного засобу.
5. Зробити техніко-економічне обґрунтування доцільності дослідження.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РОБОТИ КОНДИЦІОНЕРА НА ТЯГОВО-ШВИДКІСНІ ПОКАЗНИКИ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ.

2.1. Вихідні дані для проведення теоретичного дослідження.

Вихідні дані, необхідні для проектування та аналізу характеристик автомобіля, поділяються на три основні групи: ті, що задаються, ті, що вибираються, і ті, що розраховуються. До показників і параметрів, які задаються, належать ключові характеристики, що визначають базові властивості автомобіля відповідно до його призначення. Сюди входять призначення автомобіля (вантажний, легковий, автобус тощо), його тип, вантажопідйомність або, в окремих випадках, повна маса транспортного засобу. Для автобусів і легкових автомобілів важливим показником є пасажиромісткість. Крім того, задається максимальна швидкість руху (V_{max}), яку автомобіль повинен розвивати, враховуючи заданий коефіцієнт опору дороги (ψ). Також задається тип двигуна, що буде використовуватись (бензиновий або дизельний), та тип трансмісії (механічна чи гідромеханічна). У деяких випадках можуть задаватися специфічні показники, наприклад, колісна формула або коефіцієнт запасу по зчепленню у силовому агрегаті, залежно від вимог до транспортного засобу.

До показників і параметрів, що вибираються, належать ті, які визначаються з урахуванням експлуатаційних умов та прототипів подібних автомобілів. Зокрема, це максимальний кут нахилу дороги (α), який автомобіль може подолати в різних дорожніх умовах, та коефіцієнти, що характеризують дорожні умови. Наприклад, коефіцієнт опору коченню автомобіля (f_k), який враховується при максимальній швидкості руху, та коефіцієнт зчеплення коліс із дорожнім покриттям (ϕ). Крім того, до цієї групи належить власна маса автомобіля, яка включає масу спорядженого автомобіля та розподіл навантаження по осях у повністю завантаженому стані. Важливим параметром є площа лобової поверхні автомобіля (F), а також коефіцієнт

обтічності (k_v), аеродинамічний коефіцієнт (C_x) або фактор обтічності (W), які впливають на аеродинамічний опір. До вибраних параметрів також відноситься частота обертання колінчастого вала двигуна (n_N) при максимальній потужності, тип і розміри шин, а в разі використання гідромеханічної трансмісії — тип і характеристика цієї передачі. Вибір зазначених параметрів здійснюється на основі аналізу існуючих аналогів і даних довідкової та технічної літератури [12].

Розрахункові показники формуються на основі аналізу задаваних і вибраних параметрів. До них належать максимальна потужність двигуна (N_{max}), яка визначає здатність автомобіля виконувати завдання в заданих умовах, максимальний крутний момент двигуна (M_{max}), що впливає на його тягові характеристики, і робочий об'єм циліндрів двигуна (V_h). Крім того, розраховуються передаточні числа: головної передачі (i_0), коробки передач (i_{ki}) та додаткової коробки передач (i_d). Ці показники мають вирішальне значення для забезпечення оптимального співвідношення між потужністю двигуна, тяговими зусиллями та експлуатаційними характеристиками автомобіля.



Рисунок 2.1 – Габаритне креслення автобуса.

Таблиця 2.1. Вихідні дані

Параметри	Позначення	Без	З	Розмірність
		кондиціонера	кондиціонером	
Повна маса автобуса	Ma	12060	12200	кг
Маса на передню вісь	Ma1	4160	4200	кг
Маса на задній міст	Ma2	7900	8000	кг
Вага автобуса	Ga	118309	119682	Н
Зчіпна вага	Gзч	84844	86091	Н
База автобуса	L	4,2	4,2	м
Колія передніх коліс	B	1,87	1,87	м
Висота автобуса	H	2,9	3,1	м
Статичний радіус колеса	Rст	0,374	0,374	м
Радіус кочення колеса	Rк	0,389	0,389	м
ККД трансмісії	η_T	0,85	0,85	—
Координати центру мас:	a	2,42	2,41	м
	b	1,54	1,55	м
	h	0,95	0,98	м
Площа лобового опору	F	5,25	5,61	м ²
Коефіцієнт опору повітря	k	0,7	0,7	—
Коефіцієнт пристосованості двигуна до зміни моменту	Kт	1,151	1,151	—
Коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою	$\varphi_{зч}$	0,7	0,7	—
Коеф. опору коч при малій швидкості	f_0	0,012	0,012	—
Максимальна потужність двигуна	Nmax	90	82	кВт
Максимальна частота обертання колінвалу	n_{max}	2500	2500	об/хв
Крутний момент при макс обертах	Tn	356,3	356,3	Н*м
Максимальний крутний момент, при частоті обертання:	Tmax nt	410 1500	410 1500	Н*м об/хв
Передатні числа КПП:				
1-ша передача	U1	5,502	5,502	—
2-га передача	U2	2,882	2,882	—
3-тя передача	U3	1,65	1,65	—
4-та передача	U4	1	1	—
5-та передача	U5	0,755	0,755	—
6-та передача	U6	0	0	—
задня передача	UR	5,118	5,118	—
Головна передача	U0	5,43	5,43	—

2.2. Розрахунок та побудова зовнішньої швидкісної характеристики двигуна автобуса.

Для нашого дослідження, щоб встановити вплив роботи кондиціонера на роботу двигуна автобуса необхідно провести розрахунок декількох основних параметрів, один з них це розрахунок та побудова зовнішньої швидкісної характеристики двигуна автобуса. Зовнішня швидкісна характеристика двигуна відображає залежність ефективної потужності N_e , крутного моменту M_e , питомої витрати палива g_e та погодинної витрати палива G_T від частоти обертання n_e колінчастого вала при повному навантаженні. Для визначення залежності ефективної потужності N_e від частоти обертання n_e колінчастого вала використовується формула, запропонована С.Р. Лейдерманом:

$$N_e = N_{e_{\max}} \left[a + b \left(\frac{n_e}{n_N} \right) - c \left(\frac{n_e}{n_N} \right)^2 \right] \cdot \frac{n_e}{n_N}, \quad (2.1)$$

де n_N - частота обертання колінчастого вала двигуна при максимальній потужності $N_{e_{\max}} = N_{\max}$;

N_e і n_e – фактичне значення потужності та відповідно частоти обертання колінчастого вала.

Для побудови більш чіткого графіка, задаємося 16 – ма значеннями частоти обертання n_e в діапазоні від n_{\min} до $n_{V_{\max}}$. Мінімальну стабільну частоту обертання колінчастого вала приймаємо рівною для даного дизельного двигуна $n_{\min} = 1000 \text{ хв}^{-1}$ та $n_{V_{\max}} = 2500 \text{ хв}^{-1}$.

Частота обертання колінчастого вала на максимальній швидкості $n_{V_{\max}}$ визначається на основі обраного значення коефіцієнта швидкохідності за відповідною формулою:

$$n_{V_{\max}} = \lambda \cdot n_N \quad (2.2)$$

Значення ефективного моменту M_e двигуна визначаємо за формулою:

$$M_e = 9550 (N_e / n_e) \quad (2.3)$$

З допомогою наведених вище формул проводимо розрахунок та побудову зовнішньої швидкісної характеристики двигуна для автобуса без кондиціонера (Таблиця 2.2) та з кондиціонером (Таблиця 2.3).

Таблиця 2.2. Результати обчислень (без кондиціонера).

оберти двигуна	потужність двигуна	крутний момент
n , об/хв	N_e , кВт	M_e , Нм
1000	30	297
1200	46,7	358,8
1300	54,2	383,2
1400	60,3	397,9
1500	64,9	410
1600	69,9	407
1700	75,1	402,1
1800	79,2	398,5
1900	82,3	394,8
2100	85,6	386,9
2200	86,9	383,2
2300	88	375,3
2400	89	365,5
2500	90	356,3

За отриманими результатами будемо зовнішню швидкісну характеристику двигуна для автобуса без кондиціонера.

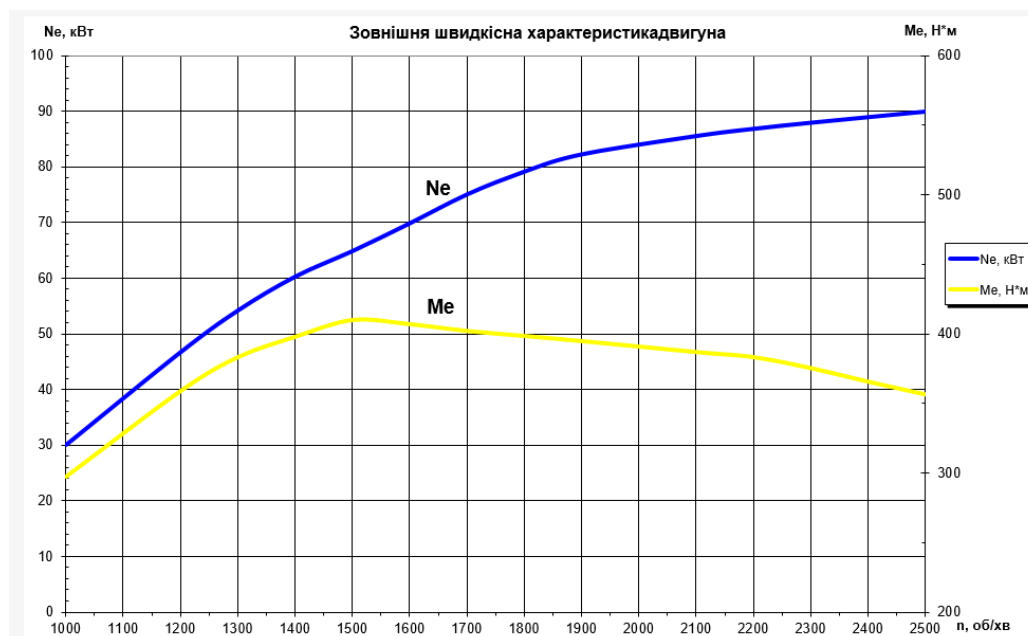


Рисунок 2.2 – Зовнішня швидкісна характеристика двигуна для автобуса без кондиціонера.

Таблиця 2.3. Результати обчислень (з кондиціонером).

оберти двигуна	потужність двигуна	крутний момент
n , об/хв	N_e , кВт	M_e , Нм
1000	22	276,21
1200	38,7	333,68
1300	46,2	356,38
1400	52,3	370,05
1500	56,9	380
1600	61,9	378,51
1700	67,1	373,95
1800	71,2	370,61
1900	74,3	367,16
2100	77,9	359,82
2200	78,9	356,38
2300	80	349,03
2400	81	339,92
2500	82	331,36

За отриманими результатами будемо зовнішню швидкісну характеристику двигуна для автобуса з кондиціонером.

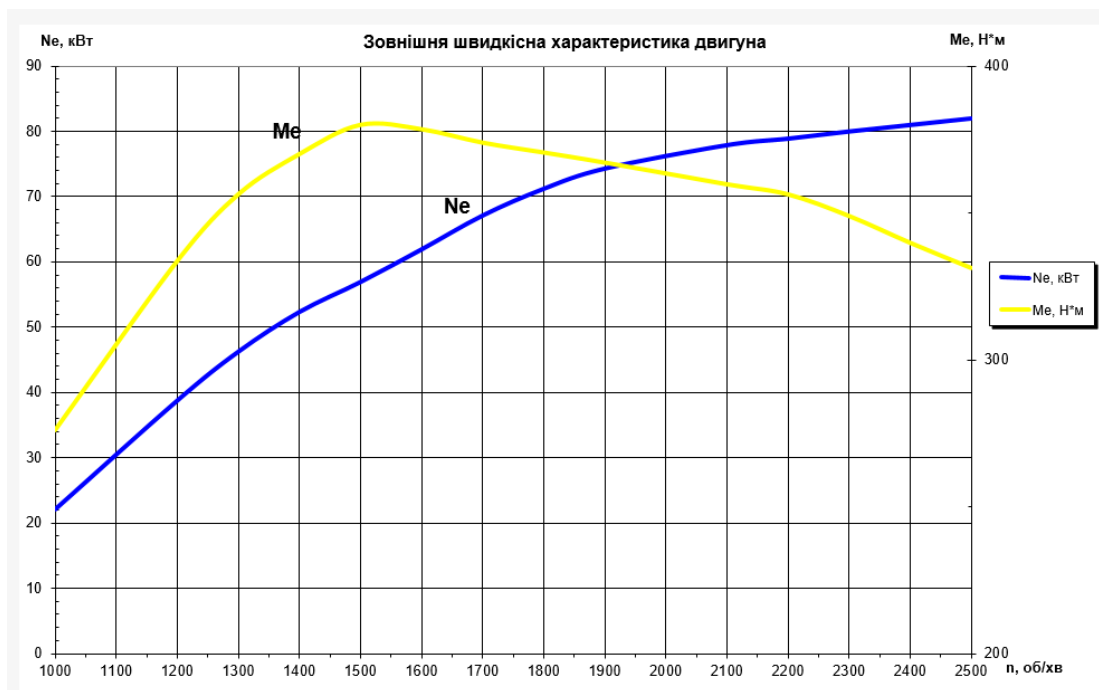


Рисунок 2.3 – Зовнішня швидкісна характеристика двигуна для автобуса з кондиціонером.

2.3 Розрахунок параметрів динамічності автобуса при нерівномірному русі.

Динамічні характеристики автобуса під час нерівномірного руху визначаються такими параметрами, як величина прискорення чи сповільнення, час, необхідний для досягнення заданого діапазону швидкостей, і шлях, пройдений за цей час. Ці показники мають ключове значення для оцінки розгінних і гальмівних властивостей автобуса, що впливають на його експлуатаційну ефективність, безпеку руху та комфорт пасажирів. Нерівномірний рух може бути або прискореним, коли швидкість транспортного засобу зростає, або сповільненим, коли відбувається зниження швидкості.

Прискорення, яке розвивається автобусом, залежить від його маси, потужності двигуна, передаточних чисел трансмісії, а також впливу зовнішніх факторів, таких як стан дорожнього покриття та умови зчеплення шин із дорогою. На низьких передачах трансмісії розгін зазвичай є інтенсивнішим, проте з підвищенням передачі динаміка змінюється через збільшення опору руху та зниження передаточного числа.

Гальмівні характеристики автобуса визначаються ефективністю роботи його гальмівної системи, яка включає в себе робочі та аварійні гальмівні механізми. При гальмуванні враховуються сили тертя між шинами та дорожнім покриттям, гальмівний момент, створюваний механізмами, а також вплив допоміжних систем, таких як ретардери або моторне гальмування.

Значення прискорення та сповільнення для автобуса розраховуються за допомогою спеціальних формул, що враховують параметри трансмісії, двигуна, маси автобуса та сили опору руху, такі як аеродинамічний опір, опір коченню та підйомну силу у випадку руху вгору. Всі ці фактори визначають можливості автобуса для забезпечення ефективного розгону та гальмування, що є критично важливим для забезпечення безпеки та комфорту пасажирів,

особливо в умовах міського руху чи складного рельєфу. Величини прискорень, що розвиваються автобусом на різних передачах, визначають за формулою:

$$j = \frac{D - \psi}{\delta} \cdot g, \text{ м/с}^2 \quad (2.3)$$

де ψ – коефіцієнт опору дороги для заданої швидкості автобуса, який для заданої швидкості можна визначати за формулою:

$$f_k = f_0 \left(1 + \frac{V_{\max}^2}{2 \cdot 10^4} \right); \quad f_0 = 0,012 \dots 0,018; \quad \psi = f_k + i; \quad \text{при } i=0 \quad \psi = f_k \text{ і } \psi_0 = f_0;$$

$$\psi = \psi_0 \left(1 + \frac{V_{\max}^2}{2 \cdot 10^4} \right) \quad (2.3)$$

δ – коефіцієнт, що враховує інерцію обертових мас, який визначають за емпіричною формулою:

$$\delta = 1,04 + 0,04 I_k^2 \quad (2.4)$$

Таблиця 2.4. Результати обчислень прискорення (без кондиціонера).

прискорення автобуса				
м/с ²				
J ₁	J ₂	J ₃	J ₄	J ₅
0,873	0,706	0,431	0,218	0,116
1,142	0,941	0,589	0,311	0,178
1,232	1,014	0,638	0,338	0,192
1,271	1,05	0,661	0,348	0,194
1,275	1,051	0,662	0,344	0,183
1,292	1,065	0,667	0,341	0,174
1,305	1,077	0,673	0,339	0,166
1,303	1,069	0,668	0,329	0,149
1,281	1,051	0,652	0,312	0,128
1,202	0,982	0,599	0,264	0,072
1,161	0,947	0,573	0,24	0,043
1,122	0,914	0,546	0,215	-0,014
1,088	0,882	0,522	0,19	-0,017
1,053	0,852	0,498	0,166	-0,046

Орієнтовні значення максимальних прискорень (м/с^2) при розгоні автобуса з максимальною інтенсивністю складають для автобусів – 1,8... 2,3 і 0,4 ... 0,8.

Як правило прискорення визначають для руху автобуса по дорозі з коефіцієнтом опору $\psi = 0,02...0,04$.

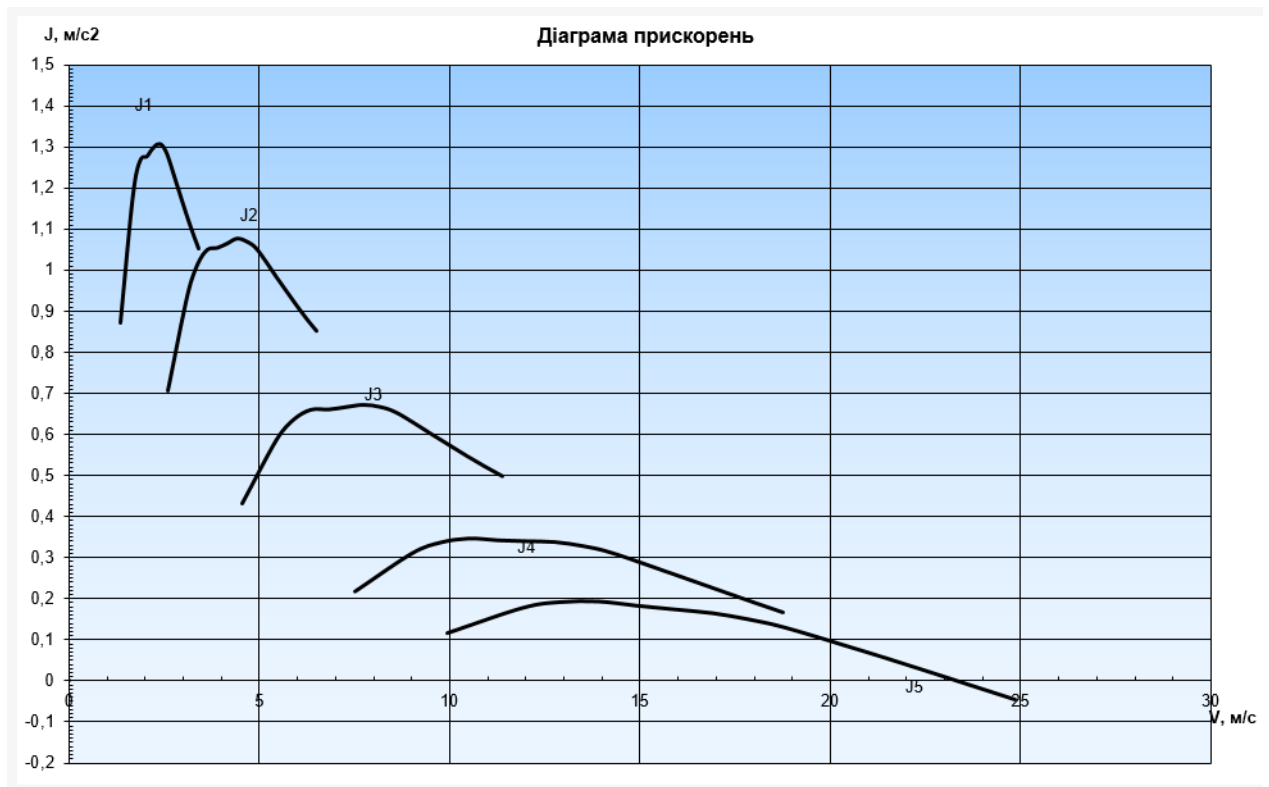


Рисунок 2.4 – Діаграма прискорень автобуса без кондиціонера.

Для визначення прискорень скористаємось формулою:

$$j = d_v / d_t = 9,81 \cdot (D - 0,04) / (1 + \sigma_1 \cdot I_k^2 + \sigma_2), \text{ м/с}^2. \quad (2.5)$$

Результати розрахунків наведені в таблиці (Таблиця 2.4 та Таблиця 2.5).

Відповідно до результатів в таблиці будуюмо графіки, представлені на Рисунках 2.4 та 2.5. Для швидкостей $V < 30$ км/год втрати на опір дороги від швидкості автобуса можна не враховувати.

Значення величин обчислюють для кожної з передач для певної кількості значень кутової швидкості із швидкісного діапазону двигуна. За результатами розрахунків будують графік прискорень (Рисунок 2.4 та Рисунок 2.5) автобуса.

Таблиця 2.5. Результати обчислень прискорення (з кондиціонером).

прискорення автобуса				
м/с ²				
J ₁	J ₂	J ₃	J ₄	J ₅
0,616	0,485	0,281	0,121	0,039
0,922	0,751	0,459	0,226	0,111
1,025	0,837	0,516	0,259	0,129
1,078	0,884	0,547	0,272	0,134
1,094	0,898	0,554	0,272	0,126
1,121	0,917	0,565	0,273	0,119
1,142	0,937	0,576	0,274	0,112
1,147	0,936	0,575	0,267	0,098
1,132	0,923	0,564	0,253	0,078
1,072	0,869	0,521	0,211	0,025
1,032	0,836	0,596	0,186	-0,004
0,998	0,807	0,472	0,162	-0,033
0,969	0,779	0,451	0,139	-0,062
0,939	0,754	0,429	0,116	-0,092

Час t_p та шлях S_p розгону автобуса визначають графоаналітичним методом. Для цього криві прискорень розбивають на інтервали і приймають, що в кожному інтервалі зміна швидкості автобуса відбувається з постійним прискоренням j_{cp} , величину якого визначають за формулою:

$$J_{cp} = 0,5 (j_n + j_k), \quad (2.6)$$

де j_n і j_k – показник прискорення на початку і в кінці інтервалу переміни швидкостей.

Для більшої точності розрахунку інтервали швидкості ΔV беремо рівними 2 ... 3 км/год. на 1-й передачі, 5 ... 10 км/год. на проміжних передачах і 10...15 км/год. – на вищій передачі.

Отримавши величину середнього прискорення j_{cp} знаходимо час розгону t_p автомобіля при зміні швидкості руху від V_n до V_k :

$$|\Delta t_i| = \frac{V_k - V_n}{3,6 j_{cp}} = \frac{\Delta V_i}{3,6 j_{cp}} \quad (2.7)$$

де V_k і V_n – швидкість в кінці та на початку інтервалу зміни швидкості.

У даному випадку, загальний час розгону від мінімально постійної швидкості V_{min} до кінцевої швидкості V_{max} буде обчислюватись за формулою:

$$t_p = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots + \Delta t_n. \quad (2.8)$$

По значеннях t_p , які обчислюються для усіх швидкостей, будують діаграму часу розгону, початок з V_{min} , для якої $t = 0$.

Для швидкості V_1 відкладають значення Δt_1 , для швидкості V_2 – значення $(\Delta t_1 + \Delta t_2)$ і так далі.

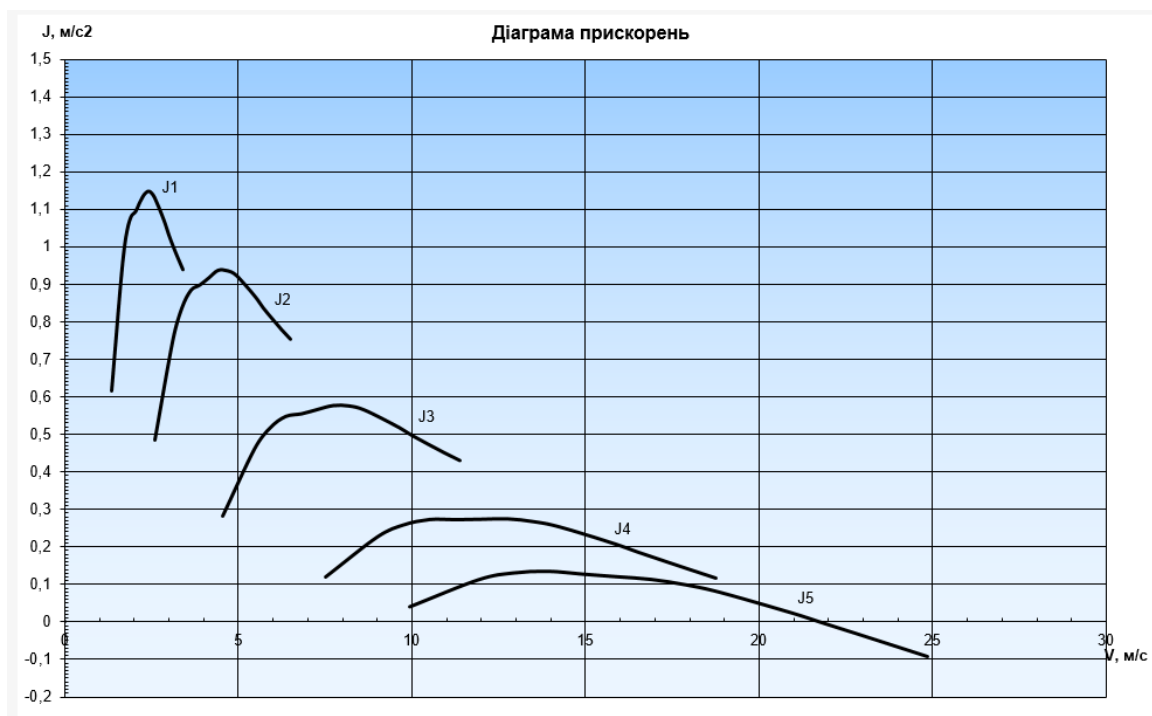


Рисунок 2.5 – Діаграма прискорень автобуса з кондиціонером.

Для визначення показників динамічності автобуса при розгоні з максимальною інтенсивністю в розрахунки вводять максимально можливі дані для швидкості прискорення. Якщо на графіку криві прискорень сусідніх передач перетинаються, то для розрахунку слід брати прискорення ділянок кривих, що знаходяться праворуч від точок перетину. Якщо ж криві прискорень не перетинаються, то їх розрахунковими ділянками для всіх

передач (окрім першої) є праві гілки, що відсікаються вертикалями, проведеними через праві кінці, розташованих вище кривих

При розрахунку шляху розгону S_p приблизно вважають, що в кожному інтервалі зміни швидкості автомобіль рухається рівномірно з середньою швидкістю:

$$V_{cpi} = \frac{V_n + V_k}{2} \quad (2.9)$$

При цьому припущенні приріст ΔS_i шляху розгону в інтервалі швидкостей від V_n до V_k визначають за формулою:

$$\Delta S_i = \frac{V_{cp} \cdot \Delta t_i}{3,6} = \frac{V_{cp} \cdot \Delta V_i}{13j_{cp}}, \text{м} \quad (2.10)$$

Тоді, загальний шлях розгону S_p від мінімально стійкої V_{min} до кінцевої V_{max} швидкості буде дорівнювати:

$$S_p = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \dots + \Delta S_n. \quad (2.11)$$

Залежність шляху розгону від швидкості будують для тих же інтервалів зміни швидкості, що і криву часу розгону і в тій же послідовності.

У графі 8 і 11 заносять сумарні значення часу і шляху, рахуючи від початкової швидкості. При початковій швидкості V_{min} час і шлях розгону дорівнюють нулю, тому криві t_p і S_p беруть початок не з початку координат.

Зовнішня швидкісна характеристика двигуна автобуса при ввімкненому кондиціонері зміщується вниз відносно характеристики при його вимкненні, оскільки частина потужності двигуна витрачається на привід компресора системи кондиціонування. Це зменшує доступну ефективну потужність, що передається на колеса, і призводить до зниження максимальної швидкості автобуса. Зменшення потужності також впливає на динамічні властивості транспортного засобу, зокрема, на діаграму прискорень. При ввімкненому кондиціонері спостерігається зниження пікових значень прискорень у всьому діапазоні швидкостей через зменшення тягового зусилля.

В зоні низьких швидкостей ця різниця є менш вираженою, оскільки компресор кондиціонера споживає порівняно невелику частку доступної потужності двигуна, тоді як у зоні середніх і високих швидкостей втрата потужності стає більш значущою, що суттєво знижує динаміку розгону автобуса [12].

3. МЕТОДИКИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ДОРОЖНІХ ВИПРОБУВАНЬ

3.1. Методика експериментального дослідження параметрів зовнішньої швидкісної характеристики двигуна з допомогою динамометричного стенду.

Методики для експериментальних досліджень і дорожніх випробувань зовнішньої швидкісної характеристики двигуна автобуса передбачають комплекс заходів, спрямованих на визначення параметрів його роботи в різних режимах двигуна автобуса. Можна використовувати наступні методики.

Стендові випробування – це у лабораторних умовах випробування здійснюються за допомогою спеціалізованого обладнання, такого як динамометричні стенди, які дозволяють вимірювати потужність, крутний момент і частоту обертів колінчастого вала двигуна. Двигун тестується при зміні частоти обертів у межах від мінімальної до максимальної, причому фіксуються параметри витрати палива, температурного режиму, тисків у системах змащення та охолодження, а також рівня токсичності вихлопних газів. Дані реєструються за допомогою комп'ютерних систем збору і обробки інформації.



Рисунок 3.1 – Динамометричний стенд.

Цей стенд дозволяє вимірювати крутний момент і потужність транспортних засобів. Стенд оснащений двома потужними ретардерами, кожен осей можна навантажувати протягом деякого часу приблизно на 1300 к.с.. Завдяки функції синхронізації можливо запобігти проблемам з чутливими системами ESP/Traction Control на сучасних повнопривідних автомобілях. Прямою, що забезпечує безпеку, простоту використання та спрощує встановлення дуже низьких автомобілів на стенд. Тому зробили канал під стендом, щоб забезпечити доступ під автомобіль, коли він вже закріплений. Також у приміщенні, де знаходиться стенд і проводяться роботи повинен бути обладнаний системою вентиляції приміщення та системою шумоізоляції. Весь простір вентилується через великі вентиляційні отвори, половина з яких використовується для свіжого повітря, інша половина для виходу вихлопу з приміщення. Для забезпечення необхідного повітряного потоку використовують вентилятори загальною продуктивністю до 58000 м³/год.

Динамометричні стенди, які вимірюють потужність інерційно, мають великий і важкий ролик. На ролик встановлений індуктивний датчик швидкості. Електроніка підключена до автомобіля, щоб знати, які оберти двигуна. Динамометричний стенд вимірює, скільки часу потрібно машині, щоб розігнати важкий каток вагою 1 тонну та до якої швидкості. Іншими словами, ми вимірюємо, яка сила потрібна, щоб розігнати 1 тонну до певної швидкості.

Характеристики автомобіля, який нас цікавить, це крутний момент і потужність автомобіля. Визначення крутного моменту таке:

$M = Fd$ Момент дорівнює прикладеній силі, помноженій на довжину плеча до точки прикладання

M – це крутний момент вимірюється в Нм –

F – це сила вимірюється в Н.

d - довжина плеча до точки прикладання сили.

Вимірюючи силу, прикладену до динамометричного стенду, ми також можемо визначити крутний момент, який чинить автобус на стенд. Ці вимірювання та розрахунки виконує сам стенд.

Потужність автомобіля залежить від крутного моменту двигуна та обертів.

$P=2\pi \cdot M \cdot n$ Потужність дорівнює моменту, помноженому на оберти і 2π

P - це потужність автомобіля і вимірюється в кВт

M - це крутний момент автомобіля в Нм

n - оберти двигуна.

При інерційному типі вимірювання отримують надзвичайно точні результати з чудовою повторюваністю. А хороша повторюваність статистично означає низьку ймовірність помилки.

3.2. Методика експериментального дослідження параметрів зовнішньої швидкісної характеристики двигуна та прискорення методом дорожніх випробувань.

Методика для дорожніх випробувань зовнішньої швидкісної характеристики двигуна автобуса полягає в комплексному аналізі роботи двигуна під час руху транспортного засобу в умовах, максимально наближених до реальної експлуатації. Цей метод дозволяє отримати точні дані про ефективність роботи двигуна, його паливну економічність, рівень викидів та надійність при різних режимах навантаження і швидкості.

Процес починається з підготовчого етапу. На цьому етапі здійснюється технічна перевірка стану транспортного засобу, зокрема двигуна, трансмісії та інших вузлів, для забезпечення коректності результатів. Після цього проводиться монтаж вимірювальних приладів та обладнання. На двигун встановлюються датчики, які забезпечують збір даних про його параметри. До основних датчиків належать:

Датчики частоти обертів колінчастого вала, що дозволяють фіксувати зміну частоти обертів у реальному часі.

Датчики температури для вимірювання температури масла, охолоджувальної рідини, та вихлопних газів.

Датчики тиску для контролю стану систем змащення та охолодження.

Витратоміри, які вимірюють витрату палива в різних режимах роботи двигуна.

Газоаналізатори, що реєструють рівень токсичних викидів, таких як CO, CO₂, NO_x, СН.

На додаток до датчиків встановлюється телеметрична система для запису та передачі даних у реальному часі. Для визначення швидкості руху та траєкторії автобуса використовується GPS-трекер, а для аналізу вібраційних і акустичних характеристик – відповідно віброметри та шумоміри.



Рисунок 3.2 – Датчик частоти обертів колінчастого вала.

Основний етап випробувань проводиться на заздалегідь підготовлених ділянках дороги, які можуть включати рівні прямолінійні відрізки, підйоми, спуски та дорожнє покриття різного типу (асфальт, бетон, гравій). Це дозволяє моделювати реальні умови роботи транспортного засобу. Випробування охоплюють усі режими роботи двигуна, починаючи від холостого ходу до максимального навантаження. Під час випробувань варіюється положення

дросельної заслінки, що дає змогу дослідити характеристики двигуна при різних значеннях частоти обертів і навантаження.

Збір даних здійснюється безперервно під час руху транспортного засобу. Параметри, такі як потужність, крутний момент, частота обертів, витрата палива, температура і рівень викидів, записуються та зберігаються для подальшого аналізу. Для цього використовуються комп'ютерні системи обробки інформації, що дозволяють в реальному часі обробляти великий обсяг даних. Крім цього, телеметричні системи дозволяють синхронізувати дані з вимірюванням швидкості автобуса, дорожніх умов та профілю маршруту.



Рисунок 3.3 – Датчик температури.

Отримані результати піддаються аналізу, у ході якого будується графічна залежність основних параметрів роботи двигуна від частоти обертів колінчастого вала. До таких характеристик належать потужність, крутний момент, питома витрата палива, рівень токсичності вихлопних газів та температурні режими. Графіки дозволяють визначити оптимальні режими роботи двигуна, а також оцінити його відповідність технічним і екологічним нормам.

Окремо проводиться аналіз роботи двигуна на нерівностях дороги, підйомах і спусках, що дає змогу оцінити його надійність та ефективність у складних умовах. У разі виявлення відхилень від нормативних показників розробляються рекомендації щодо вдосконалення або налаштування двигуна.



Рисунок 3.4 – Датчик тиску.

Методика також передбачає повторні випробування, які проводяться для підтвердження стабільності отриманих результатів або після внесення змін у конструкцію двигуна. На основі результатів складається детальний технічний звіт, у якому фіксуються всі характеристики двигуна, умови випробувань і висновки щодо його працездатності. Такий підхід забезпечує достовірність результатів і дає змогу повноцінно оцінити роботу двигуна в реальних умовах.

3.3 Обладнання для визначення параметрів руху автобуса

Також одним з варіантів є застосування автосканера типу ELM327 v1.5 OBD2 Bluetooth це діагностичний автомобільний сканер. Автосканер на базі контролера ELM327 v1.5 є сучасним і універсальним пристроєм для діагностики автомобілів. Цей адаптер призначений для зчитування інформації

з електронного блоку керування транспортного засобу та допомагає виявляти і вирішувати незначні несправності в системі автомобіля. Компактний та зручний у використанні, він працює через Bluetooth-з'єднання, що дозволяє підключатися до смартфонів, планшетів чи ноутбуків. Завдяки підтримці всіх протоколів OBD-II цей автосканер сумісний із широким спектром транспортних засобів, зокрема автомобілів, виготовлених після 1996 року.

Особливістю пристрою є його здатність зчитувати діагностичні коди помилок, як стандартні, так і специфічні для виробників. У базі даних пристрою міститься понад 3000 кодів, що дозволяє користувачеві швидко зрозуміти характер проблеми та знайти її рішення. Окрім цього, сканер може відображати реальні показники роботи автомобіля в режимі реального часу, такі як швидкість, оберти двигуна, витрата палива, температура охолоджувальної рідини та інші параметри.

Пристрій підключається до стандартного діагностичного роз'єму автомобіля, який зазвичай розташований у зоні під панеллю приладів. Його простота та зручність у використанні роблять ELM327 V1.5 незамінним інструментом для автовласників, які бажають самостійно проводити діагностику свого автомобіля. Завдяки сумісності з великою кількістю спеціалізованих діагностичних програм цей адаптер підходить як для професіоналів, так і для любителів, надаючи доступ до розширеного функціоналу, що включає скидання помилок, моніторинг стану датчиків та аналіз історії несправностей.

Зв'язок діагностичного адаптера з комп'ютером автобуса відбувається за протоколом OBD-II (On Board Diagnostic), але в інтернеті його найчастіше можна зустріти під назвою OBD2. Для того щоб працювати з автосканером ELM327 вам знадобиться пристрій для читання з встановленим діагностичним програмним забезпеченням. Таким пристроєм може бути смартфон або планшет на системі Android, ноутбук, або стаціонарний комп'ютер.



Рисунок 3.5 – Автосканер ELM327 v1.5 OBD2 Bluetooth діагностичний автомобільний сканер.

Програму можна завантажити з Play Маркета. Одним із найпопулярніших безкоштовних додатків є «Torque (Lite)» або «Car Scanner»

Можливості адаптера ELM327 V1.5 bluetooth залежать від додатка та автобуса:

Читання помилок та їх розшифрування (DTC пам'ять)

Стирання помилок (погасити лампочку MIL – Check Engine)

Читання параметрів у режимі реального часу

Оберти двигуна

Навантаження двигуна

Температура охолоджувальної рідини

Стан паливної системи

Швидкість руху автомобіля

Короткострокова витрата палива

Довгострокова витрата палива

Абсолютний тиск повітря

Випередження запалення

Температура повітря, що всмоктується

Масова витрата повітря

Положення дросельної заслінки

Лямбда-зонд

Тиск палива

Діагностувати ABS та АКП – не на всіх моделях Побудова графіків

Читання VIN номера кузова

Час розгону до 100 км/год

Характеристики:

Сумісний з ОС Windows та Android

Радіус дії Bluetooth: 10 м

Розмір сканера: 3 x 5 x 2.6 см



Рисунок 3.6 – Інтерфейс програми Car Scanner ELM OBD2.

Підтримувані протоколи: ISO15765-4, ISO14230-4, ISO9141-2, J1850, J1850 PWM, SAE J1850 PWM (41.6 kbaud), SAE J1850 VPW (10.4 kbaud), ISO 9141-2 (5 baud init, 10.4 kbaud), ISO 14230-4 KWP (5 baud init, 10.4 kbaud), ISO 14230-4 KWP (fast init, 10.4 kbaud), ISO 15765-4 CAN (11 bit ID, 500 kbaud), ISO 15765-4 CAN (29 bit ID, 500 kbaud), ISO 15765-4 CAN (11 bit ID, 250 kbaud), ISO 15765-4 CAN (29 bit ID, 250 kbaud), ISO 9141, KWP2000, SAE J1850, CAN-шина.

4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Результати досліджень параметрів зовнішньої швидкісної характеристики двигуна.

Дослідження параметрів зовнішньої швидкісної характеристики двигуна автобуса, зокрема порівняння роботи двигуна з увімкненим та вимкненим кондиціонером, проводилося з використанням сучасних діагностичних інструментів, таких як ELM327 та мобільний додаток Car Scanner. Перед початком дослідження було виконано підготовку обладнання, яка включала підключення ELM327 до діагностичного роз'єму OBD-II автобуса та налаштування з'єднання між пристроєм і смартфоном через Bluetooth. У додатку Car Scanner було обрано відповідні налаштування для забезпечення коректного зчитування даних із електронного блоку управління двигуном (ECU).



Рисунок 4.1 – Дослідний зразок автобуса ЕТАЛОН А08116-50.

Під час проведення дослідження здійснювався моніторинг параметрів роботи двигуна, серед яких оберти двигуна, крутний момент, швидкість руху, споживання палива, температура охолоджувальної рідини, навантаження на двигун та активність компресора кондиціонера. Спочатку вимірювання проводилися за умови роботи двигуна без увімкненого кондиціонера, що дозволило зафіксувати базові показники швидкісної характеристики. Потім ті самі тести повторювалися з увімкненим кондиціонером, який створював додаткове навантаження на двигун.

Таблиця 4.1. Результати замірів потужність двигуна.

оберти двигуна	потужність двигуна без кондиціонера	потужність двигуна з кондиціонером
n, об/хв	Ne, кВт	Ne, кВт
1000	29	21
1200	45,3	37,3
1300	52,1	45,4
1400	59,2	51,2
1500	64,1	55,2
1600	69,3	60,1
1700	74,5	65,3
1800	78,3	70,2
1900	81,5	73,5
2100	84,1	76,2
2200	85,3	77,5
2300	87,5	79,6
2400	88,4	80,4
2500	89,3	83,1

Для забезпечення достовірності результатів дослідження всі вимірювання виконувалися в однакових умовах, включно з рівним дорожнім покриттям, стабільною температурою навколишнього середовища та однаковими режимами роботи двигуна. Усі дані записувалися в реальному часі, що дало можливість згодом проаналізувати вплив роботи кондиціонера на характеристики двигуна.

Під час аналізу було порівняно основні параметри, такі як зміна крутного моменту та зменшення потужності двигуна.

Отримані результати при дорожніх випробуваннях занесли у таблицю (Таблиця 4.1.) та побудовано графік зміни потужності двигуна при роботі з кондиціонером та без кондиціонера (Рисунок 4.2).

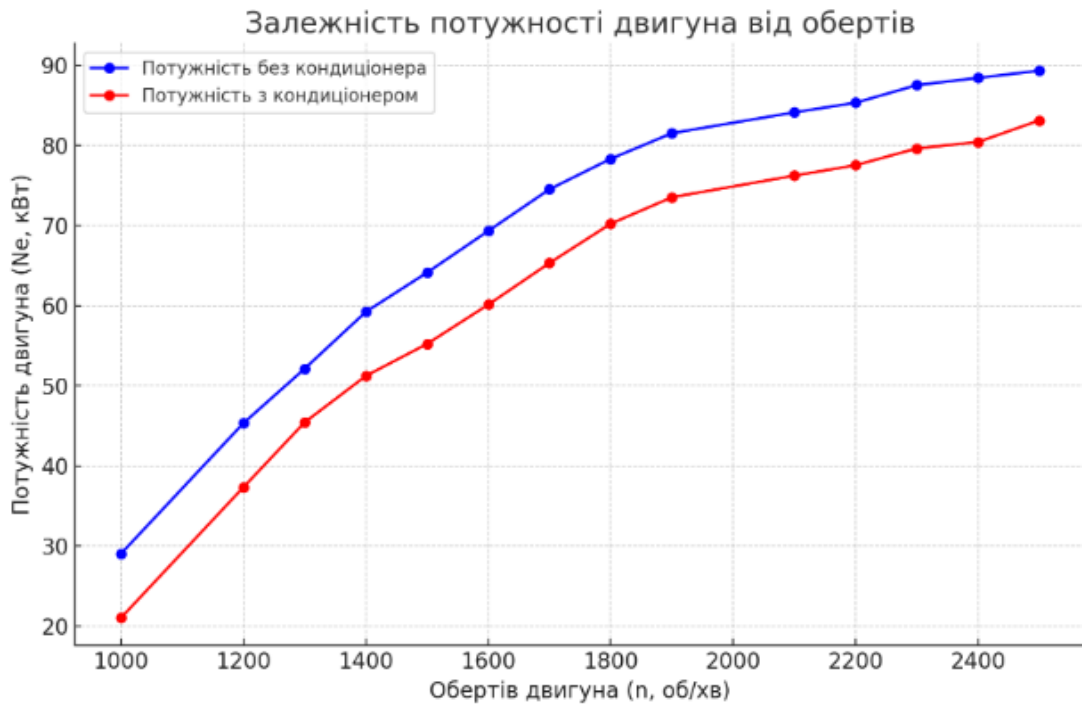


Рисунок 4.2 – Графік зміни потужності двигуна при роботі з кондиціонером та без кондиціонера.

З допомогою існуючого обладнання змінивши налаштування програмного забезпечення провели заміри параметрів крутного моменту для автобуса без кондиціонера та з кондиціонером. Отримані результати як і при попередньому експерименті занесли в таблицю (Таблиця 4.2.).

Послідовність експерименту у цьому випадку як і у попередньому полягала у наступних діях: це запуск двигуна автобуса та підвищення обертів двигуна в діапазоні, від 1000 до 2500 об/хв. Для кожних заданих обертів двигуна (n), записуємо показники крутного моменту (Me), які висвітлюються у встановленому додатку на смартфоні.

Таблиця 4.2. Результати замірів крутного моменту.

оберти двигуна	крутний момент без кондиціонера	крутний момент з кондиціонером
n, об/хв	Me, Нм	Me, Нм
1000	298,1	278,3
1200	359,9	335,7
1300	384,3	356,3
1400	399,1	372,5
1500	413,4	381,4
1600	410,5	379,1
1700	402,1	374,9
1800	399,4	372,1
1900	395,4	369,4
2100	387,5	361,3
2200	384,7	357,5
2300	376,8	350,8
2400	366,4	341,1
2500	357,8	332,4

На основі отриманих даних рисуємо графік зміни крутного моменту.

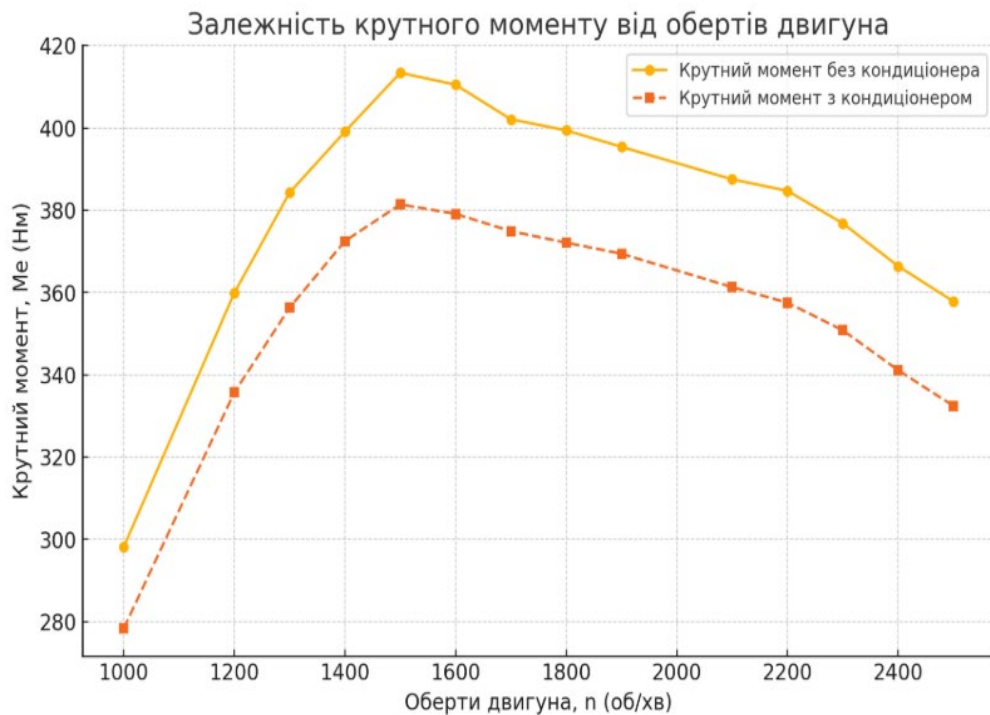


Рисунок 4.3 – Графік зміни крутного моменту при роботі з кондиціонером та без кондиціонера.

На основі представлених даних, можна зробити висновок, що вплив роботи кондиціонера на характеристики двигуна є помітним, але не критичним. У всьому діапазоні обертів двигуна від 1000 до 2500 об/хв відзначається зниження як крутного моменту, так і потужності двигуна при увімкненому кондиціонері. Зниження крутного моменту в середньому становить 5–20 Н·м, що є більш вираженим на низьких обертах (1000–1400 об/хв) та поступово зменшується із зростанням обертів. Максимальний крутний момент без кондиціонера досягає значення 413,4 Н·м при 1500 об/хв, тоді як із кондиціонером він зменшується до 381,4 Н·м на тих же обертах.

Щодо потужності двигуна, різниця між показниками з кондиціонером і без нього також варіюється залежно від обертів. На низьких обертах (1000–1500 об/хв) зниження потужності досягає до 8 кВт, у той час як на високих обертах (2300–2500 об/хв) ця різниця зменшується до 6–7 кВт. Максимальна потужність двигуна без кондиціонера складає 89,3 кВт при 2500 об/хв, тоді як із кондиціонером — 83,1 кВт. Таким чином, робота кондиціонера створює додаткове навантаження на двигун, що призводить до зменшення крутного моменту та потужності, особливо в низько- і середньообертовому діапазоні. Це може впливати на динаміку автобуса, зокрема під час розгону чи руху під навантаженням. Однак у межах досліджуваного діапазону втрати залишаються в межах допустимих значень для збереження нормальної роботи двигун.

4.2. Результати досліджень впливу роботи кондиціонера на прискорення автобуса

Експериментальні заміри прискорення автобуса з увімкненим кондиціонером і без нього є доцільними з кількох причин. По-перше, вони дозволяють оцінити реальний вплив роботи кондиціонера на динамічні характеристики транспортного засобу. Умови експлуатації автобуса, особливо в міських чи приміських маршрутах, передбачають часті зупинки, старт і

розгін, тому навіть незначне зниження прискорення може суттєво вплинути на загальну ефективність руху.

По-друге, такі заміри дають змогу підтвердити або скоригувати теоретичні розрахунки втрат потужності і крутного моменту, спричинених роботою кондиціонера. Теоретичні дані не завжди враховують усі фактори, такі як аеродинамічний опір, масу пасажирів чи стан дорожнього покриття. Експериментальні вимірювання дозволяють отримати об'єктивну картину реального впливу кондиціонера на розгінну динаміку автобуса.

По-третє, результати експериментів можуть бути корисними для подальшої оптимізації роботи кондиціонера, особливо в умовах, коли важливе мінімальне споживання палива та висока ефективність роботи транспортного засобу. У разі суттєвого впливу кондиціонера на прискорення можлива розробка рекомендацій щодо режимів його роботи для зменшення негативного впливу.

Таблиця 2.4. Результати замірів прискорення (без кондиціонера).

прискорення автобуса				
J1	J2	J3	J4	J5
0.829	0.671	0.41	0.207	0.11
1.085	0.894	0.56	0.296	0.169
1.17	0.964	0.606	0.321	0.183
1.207	0.998	0.628	0.33	0.184
1.211	0.998	0.629	0.327	0.174
1.227	1.012	0.634	0.324	0.165
1.24	1.023	0.639	0.322	0.158
1.238	1.016	0.635	0.313	0.142
1.217	0.998	0.619	0.296	0.122
1.142	0.933	0.569	0.251	0.068
1.103	0.9	0.545	0.228	0.041
1.066	0.868	0.518	0.204	-0.013
1.034	0.838	0.496	0.18	-0.016
1.000	0.809	0.473	0.158	-0.044

Таким чином, проведення експериментальних замірів дозволяє всебічно оцінити динамічні властивості автобуса і сформувані обґрунтовані рекомендації для підвищення ефективності його експлуатації, враховуючи роботу кондиціонера.

Тому частково перелаштувавши наявне обладнання ми провели заміри показників прискорення на кожній з передач при русі з працюючим кондиціонером і без працюючого кондиціонера, результати заносимо у таблицю та будуємо діаграму.

Таблиця 4.3. Результати замірів прискорення (з кондиціонером).

прискорення автобуса				
J1	J2	J3	J4	J5
0.585	0.461	0.267	0.115	0.037
0.876	0.713	0.436	0.215	0.105
0.974	0.795	0.490	0.246	0.123
1.024	0.840	0.520	0.259	0.127
1.039	0.853	0.526	0.259	0.120
1.065	0.871	0.537	0.259	0.113
1.085	0.890	0.547	0.260	0.107
1.090	0.889	0.546	0.254	0.093
1.075	0.877	0.536	0.240	0.074
1.018	0.826	0.495	0.200	0.024
0.980	0.794	0.566	0.177	-0.004
0.948	0.767	0.449	0.154	-0.031
0.921	0.740	0.428	0.132	-0.059
0.892	0.716	0.408	0.110	-0.087

Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок, що на роботу автобуса впливає наявність кондиціонера. Усі показники прискорення при увімкненому кондиціонері демонструють зниження порівняно з значеннями без кондиціонера. Це свідчить про те, що робота кондиціонера має негативний вплив на динамічні характеристики автобуса. Зокрема, при більших швидкостях руху (від 1800 об/хв до 2500 об/хв), прискорення значно знижується.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.

5.1 Характеристика умов праці водія вантажного автомобіля.

Методико-гігієнічна оцінка умов праці водія, які визначають стан його здоров'я і працездатність, підкреслює нервово-емоційну напруженість, обмежене рухове навантаження, підвищення вимог до сенсорних, інтелектуальних, рухових функцій людини, а також сполучення впливу шуму, вібрацій, несприятливого мікроклімату і токсичних речовин. Ці фактори сприяють розвитку ряду захворювань і призводять до передчасного стомлення водія. Однією з основних причин незадовільних умов праці в кабінах автомобілів є вібрація. Вимоги до робочого місця водія по обмеженні дії вібрації визначені в ГОСТ 12.1.012-90.

При русі автомобіля на людину діють в діапазоні частот до 15 Гц повздовжні і поперечні вібро - прискорення які складають відповідно 0,4 і 0,36.

Вібрації, особливо довгочасні, в сполученні з шумом створюють несприятливу дію на центральну нервову систему, знижують працездатність водія. Після 7-8 годин роботи у водія спостерігається сповільнення зорової реакції, збільшення числа спізнюючих реакцій на рухомий об'єкт, зменшення числа випереджуючих реакцій і зниження пропускну можливості зорового аналізатора. Вплив в діапазоні 1,4...8 Гц приводить до сильного втоми водія [22,23].

Джерелами вібрацій і шуму в вантажному автомобілі є неврівноваженість поступально рухомих і обертових частин двигуна, крутильні коливання в системі двигун-трансмсія, процес випуску і впуску газів, динамічні явища при зчепленні шестерень, неврівноваженість і деформації та знос елементів карданної передачі, неврівноваженість і неокруглість шин, взаємодії шин з дорогою, прогин панелей кузова під впливом прогинаючих, крутильних і інерційних навантажень, недостатньо міцне кріплення вікон і дверей.

Так як вібрації вікон, дверей і інших елементів кузова дають високо частотний шум, дуже не приємний, необхідне більш ретельне їх ущільнення. В сучасних поршневих двигунах внутрішнього згорання рівні шуму досягають 115...120 дБ при частотах 20...9000 Гц. Це перевищує встановлене ГОСТ 121003-83 допустиме значення, тому необхідно вдосконалювати шумоізоляцію двигуна поряд з забезпеченням правильного регулювання кривошипно-шатунного механізму [24].

В умовах підвищеної токсичності навколишнього середовища повітряне середовище кабіни водія забруднюється пилом, який проникає з зовнішнього повітря і піднімається з забрудненої підлоги, відпрацьованими газами і продуктами згорання масла і фарби, парами палива, що проникають в салон через щілини люків і стінок з зовнішнього середовища.

Відпрацьований газ і пил, що попадають в салон через щілини з викликають у пасажирів і водіїв отруєння в легкій формі. Зменшення в повітрі кисню приводить до депресії тобто до болісного стану, в тому , особливо якщо це супроводжується підвищенням температури і вологості повітря. У водіїв при цьому знижується гострота зору і погіршується орієнтація в навколишньому середовищі. Це приводить до зменшенні уваги і збільшення числа помилок при керуванні автобусом.

Причинами підвищеного вмісту токсичних речовин в салоні є підвищена токсичність навколишнього середовища, поганий стан ущільнень і експлуатація автобусів з роз регульованим по сумішоутворенні і запалюванні, технічно несправним двигуном, низька якість палива і мастил.

Для боротьби з забрудненням повітряного середовища в вантажному автомобілі встановлена надійна ізоляція двигуна і агрегатів шасі від пасажирського приміщення, вентиляція і кондиціонування кузова.

Добитися істотного зниження токсичності як дизельних, так і бензинових двигунів можна за рахунок використання систем нейтралізації

відпрацьованих газів в сполученні з оптимальних по токсичності регулюваннями паливної апаратури.

Покращення умов праці водіїв пов'язане зі створенням сприятливого мікроклімату.

Таблиця 4.1. Параметри мікроклімату автотранспортних засобів

Сезон року	Категорії робіт	Температура, С	Відносна вологість	Швидкість повітря, м/с
Холодний	Па	18-20	60-40	0.2
період року		17-23	75	0.3
Теплий	Па	21-23	60-40	0.3
період року		26	65	0.5-0.7

Примітка: оптимальні значення приведені в чисельнику, допустимі значення в знаменнику. *

Вимоги до мікроклімату в кабінах водіїв, їх конструкції, системах кондиціонування подані також в керуючій документі КД 3700101884. В таблиці 8.1 подані параметри мікроклімату пасажирських приміщень автотранспортних засобів [25].

Праця водія вантажної машини і автобуса відноситься до* категорії середньої важкості.

5.2. Система кондиціонування кабіни вантажного автомобіля.

Умови повітряного середовища, при якому відведені неприємні відчуття і напруження системи терморегуляції, називаються комфортними

умовами, температурна обстановка в приміщенні визначається двома умовами комфортності.

Перша умова комфортності полягає в тому, що людина, яка знаходиться в приміщенні віддає всю явну теплоту, не відчуваючи перегрівання чи переохолодження.

Друга умова комфортності визначає допустимі температури поверхонь при знаходженні людини поблизу цих поверхонь. На холодних поверхнях не повинно бути конденсації вологи.

Система кондиціонування призначена для підтримки і регулювання комфортних умов в пасажирських і робочих приміщеннях автотранспортних засобів. Під кондиціонуванням повітря розуміється така його обробка, в результаті якої повітря насичується киснем, змінює свою вологість, охолоджується до температури, найбільш сприятливої для людини, незалежно від зміни зовнішніх метеорологічних умов і змінних в часі шкідливих виділень в пасажирських і робочих приміщеннях.

Система кондиціонування повітря автотранспортних засобів, залежності від призначення і функцій приміщення повинна, у відповідності з зовнішніми температурними умовами регулювати і встановлювати температуру, швидкість і відносну вологість повітря в цьому приміщенні.

Зручність управління з точки зору безпеки руху.

Фізичні зусилля водія на м'язи тіла під час роботи, і затрати м'язових зусиль на управління важелями, педалями і рульовим колесом мінімальні. З цієї сторони це дає переваги розроблюваному автобусу. Частота власних коливань підвіски рівна 11 ОН, а при користуванні важелем коробки передач -60 Н. Ці дані цілком задовольняють вимоги до конструкції. Фізичні зусилля, що витрачаються водієм, оцінюють кількістю тепла, що виділяється під час роботи. Управління автобусом вимагає затрат до

5кал/хв. Навантаження, що виникає під час роботи водія по характеру статичне, та діє на нього постійно. Конструкція даного автобуса має заднє розміщення двигуна і коробки передач, що зменшує навантаження на передню підвіску, полегшує тим самим керування автобусом.

Аналіз запропонованої конструкції за умовами безпечної експлуатації.

Для забезпечення безпечності експлуатації вантажних автомобілів необхідно, щоб вони відповідали ряду додаткових вимог з урахуванням особливостей їх конструкції.

У вантажних бортових автомобілів важливе значення має технічний стан бортів. Вони повинні бути із справними петлями і запорами, які запобігають відкриватись самим по собі. Вантажна платформа не повинна мати полонаних брусків і дощок.

Автомобілі, призначені для перевозки довгих вантажів, обладнують відкидними стойками і щитами, які встановлюють для охорони водія між кабіною і вантажем.

Вантажні автомобілі повинні відповідати наступним допоміжним вимогам:

- вантажна бортова платформа не повинна мати зламаних брусів дощок ; технічний стан бортів повинно виключати можливість випадання вантажу при русі автомобіля;
- бокові та задні борти повинні відкриватись, мати міцні петлі і запори, які виключають можливість самостійного відкривання.

Джерело світла в середині кабіни повинно бути закріплене в западинах бортів або стелі, які захищають їх від механічного пошкодження.

Дно в кузові самоскида повинно бути рівним та гладким. Задні і бокові борти повинні постачатись засобом , які не допускають їх самостійному відкриванню і забезпечувати щільне закривання.

5.3. Вимоги до робочого місця водія вантажного автомобіля.

Розміри робочого місця водія і розміщення основних органів управління повинні забезпечувати комфортне управління автомобілем и ліпшу оглядовість в діапазоні від 10 до 95%-ного рівня. Вимоги робочого положення водія повинні відповідати таким параметрам:

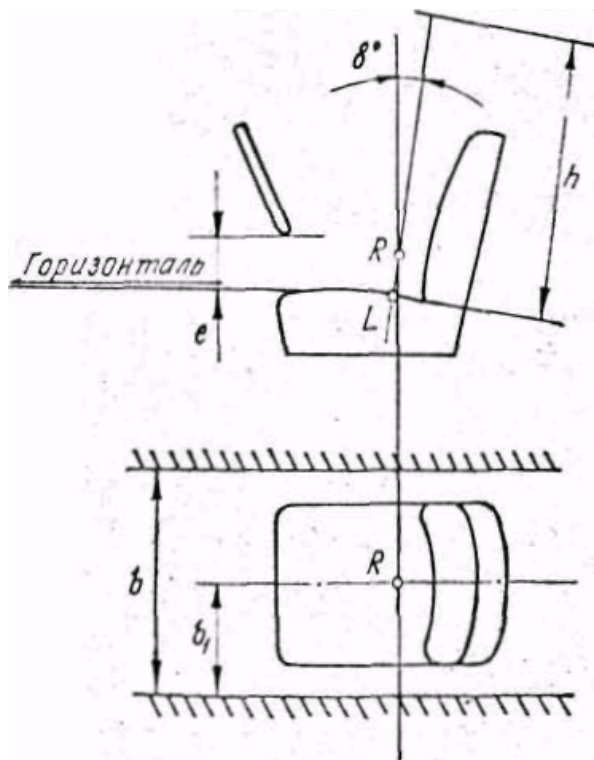


Рисунок 4.1. Ескіз робочого місця водія.

Таблиця 4.2. Параметри робочого місця водія

Найменування параметра	Позначення	Розмір ,мм
Відстань від не регульованого кермового колеса до ненапруженої поверхні подушки сидіння в діапазоні регулювання,не менше	e	180
Відстань від точки L до внутрішньої оббивки стелі	h	1100
Ширина робочого місця водія,не менше	b	750
Відстань від лівої стінки кабіни до вісі симетрії сидіння,не менше	b ₁	350

Вітрове скло повинно бути багат шаровим. Є з плівкою «Triplex». Інші повинні бути з безпечного скла не роблячи ріжучих поверхонь. Вітрове скло повинно бути полірованим. Скло повинно бути по ГОСТ 5727-83.

Повинна бути система опалювання та вентиляції які забезпечують розігрів вітрового скла при температурі -45°

Кабіна повинна мати склоочисники, склоомивачі та дзеркала заднього виду[26].

6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВАРТОСТІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ РОБІТНИКІВ.

На стадії складання інвесторської кошторисної документації кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з перевезенням робітників на об'єкт включаються кошти на інші роботи та витрати зведеного кошторисного розрахунку вартості об'єкта дорожніх робіт.

На стадії складання ціни тендерної пропозиції учасника процедури закупівлі (договірної ціни) додаткові витрати, пов'язані з перевезенням робітників на об'єкт включаються у певний розділ.

При проведенні взаєморозрахунків за обсяги виконаних дорожніх робіт до Актів КБ-2В можливо включати кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з перевезенням робітників на об'єкт пропорційно трудомісткості виконаних робіт за звітний період за умови передбачених на це коштів у договірній ціні.

Розрахунок витрат на перевезення працівників ($B_{\text{п}}$) може бути виконаний за формулою 6.1:

$$B_{\text{п}} = \frac{B_{\text{т}}}{T_{\text{зм}} \times M_{\text{р}} \times k} \times (C_{\text{а}} \times V_{\text{а}}), \quad (6.1)$$

де $B_{\text{т}}$ – загальна кошторисна трудомісткість по об'єкту в цілому (приймається за кошторисними документами), люд год;

$T_{\text{зм}}$ – тривалість робочої зміни (за звичайних умов приймається 8 год), год;

$M_{\text{р}}$ – кількість робітників, які щоденно перевозяться на об'єкт (приймається за даними ПОБ);

k – коефіцієнт використання робочого часу, який враховує перерви у роботі (приймається у розмірі 0,8-1,0);

$C_{\text{а}}$ – норма часу експлуатації автобуса, год;

B_a – вартість експлуатації автобуса, грн/год.

У тому випадку, коли відсутні дані щодо необхідної кількості робітників, які щоденно перевозяться на об'єкт (M_p), кількість робітників можна визначити за формулою 6.2:

$$M_p = \frac{B_T}{T_{3M} \times k \times (T_k + 1)}, \quad (6.2)$$

де T_k – тривалість виконання робіт (за контрактом), робочих днів.

Норма часу експлуатації автобуса ($Ч_a$) розраховується за формулою 6.3. У випадку відсутності даних, щодо відстані перевезень, можливо використовувати усереднені відстані перевезень, наведені у Додатку В ДСТУ-Н Б Д.1.1-2:

$$Ч_a = \left(\frac{P_1}{V_1} + \frac{P_2}{V_2} + \frac{P_3}{V_3} + \frac{P_4}{V_4} \right) \times 2 + (T_{п} - T_o), \quad (6.3)$$

де $P_1 + P_2 + P_3 + P_4$ – відстань від пункту збору до об'єкта, в залежності від типу покриття:

P_1 – тверде покриття удосконаленого типу, км;

P_2 – тверде покриття перехідного типу, км;

P_3 – природне покриття (грунтове), км;

P_4 – в межах населених пунктів, км;

V_1 – швидкість на дорогах з твердим покриттям удосконаленого типу, приймається 49 км/год;

V_2 – швидкість на дорогах з твердим покриттям перехідного типу, приймається 37 км/год;

V_3 – швидкість на дорогах з природним покриттям (грунтових),
приймається 28 км/год;

V_4 – швидкість на дорогах в межах населених пунктів,
приймається 25 км/год;

$T_{\text{п}}$ – час простою автобуса, з моменту прибуття на об'єкт до
відбуття його на пункт збору, враховуючи час на збори після робочої зміни (за
звичайних умов приймається 9,5 год), год;

T_0 – час обідньої перерви (за звичайних умов приймається
1 год), год.

Таблиця 6.1 – Усереднена вартість експлуатації автобуса (у цінах 2024 року)

Ч.ч.	Пасажиromісткість автобуса, чол	Вартість експлуатації, грн/год
1	Від 7 до 16	200-250
2	Від 17 до 27	220-350
3	Від 28 до 32	300-400
4	Від 33 до 55	320-600
5	Від 56 до 71	625

Вартість 1 маш год експлуатації автобуса (B_a) може визначатися виходячи з даних таблиці 6.1. Також, Замовник та Проектант можуть використовувати інші джерела інформації (цінові пропозиції перевізників, актуальні Усереднені показники вартості експлуатації машин і механізмів тощо) для визначення актуальної вартості експлуатації автобуса або індекси споживчих цін для приведення вартості експлуатації в актуальний рівень цін [27].

Розрахунок витрат на перевезення працівників. Вихідні дані для прикладу прийнято на основі умовних чисел: Загальна кошторисна

трудомісткість по об'єкту в цілому складає 5315 люд год; тривалість робочої зміни складає 8 год; вид робіт – капітальний ремонт; тривалість виконання робіт складає 20 робочих днів; відстань від пункту збору до об'єкта складає 15 км, у тому числі 5 км у межах міста, 5 км по автомобільній дорозі з твердим покриттям удосконаленого типу та 5 км по ґрунтовій автомобільній дорозі; час обідньої перерви складає 1 год, час простою у зв'язку зі зборами працівників після закінчення робочого дня складає 30 хв.

Витрати на перевезення працівників визначаються за формулою 6.1. Для виконання цього розрахунку, необхідно попередньо визначити кількість робітників, які щоденно перевозяться на об'єкт, норму часу та вартість експлуатації автобусу. Для цього використаємо формули 6.2, 6.3 та дані таблиці 6.1.

Кількість робітників, які щоденно перевозяться на об'єкт (M_p) визначається за формулою 6.2 (оскільки дані ПОБ відсутні):

$$M_p = \frac{5315}{8 \cdot 0,9 \cdot (20+1)} = \frac{5315}{151,2} = 35,15 \approx 36 \text{ (чол)}$$

Норма часу експлуатації автобусу (\mathcal{C}_a) розраховується за формулою 6.3:

$$\mathcal{C}_a = \left(\frac{5}{49} + \frac{0}{37} + \frac{5}{28} + \frac{5}{25} \right) \cdot 2 + (9,5-1) = 0,48 \cdot 2 + 8,5 = 9,46 \text{ (год)}$$

Вартість експлуатації автобусу (B_a) розраховується за даними таблиці 5.1. Кількість робітників складає 36 чол, а отже усереднена вартість експлуатації складає 358,18 грн за год.

$$B_{\Pi} = \frac{5315}{8 \cdot 36 \cdot 0,9} \cdot (9,46 \cdot 358,18) = \frac{5315}{259,2} \cdot 3388,38 = 69480,0 \text{ грн.}$$

Отже, витрати на перевезення працівників складають: 69480,0 грн

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У підсумку виконання роботи на тему: «Дослідження впливу роботи кондиціонера на тягово – швидкісні показники транспортного засобу» підсумкові висновки, що дослідження впливу роботи кондиціонера на характеристики двигуна та динамічні властивості автобуса показали помітні, але не критичні зміни в його роботі. В експерименті було встановлено, що увімкнення кондиціонера призводить до зниження як потужності двигуна, так і крутного моменту, особливо на низьких обертах (1000–1400 об/хв). Це зниження потужності і крутного моменту варіюється в межах 5–20 Н·м і 6–8 кВт відповідно, що є найбільш вираженим на низьких обертах і поступово зменшується на високих.

Щодо прискорення автобуса, робота кондиціонера знижує його значення по всьому діапазону обертів двигуна, але цей ефект є найбільш помітним на високих передачах та обертах (від 1800 об/хв до 2500 об/хв), де вплив кондиціонера на динаміку автобуса є найбільшим. На низьких обертах (до 1400 об/хв) зміни прискорення незначні. Це підтверджує теорію про збільшення енергетичних витрат на роботу кондиціонера, що впливає на ефективність двигуна, особливо при високих навантаженнях.

Загалом, робота кондиціонера має помітний вплив на ефективність двигуна автобуса, знижуючи його потужність і крутний момент, що може призвести до зниження прискорення, особливо при швидкому розгоні. Тому для максимальних показників прискорення рекомендується вимикати кондиціонер під час необхідності швидкого розгону або на високих обертах двигуна. Однак, в умовах міського руху або на рівнинній місцевості, де висока швидкість не є критичною, кондиціонер може залишатися увімкненим без значних змін у динамічних характеристиках автобуса.

Отримані результати експериментів підтвердили теоретичні розрахунки та дозволяють формулювати рекомендації для оптимізації використання кондиціонера в залежності від умов руху.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Рудасьов В.Б., Редчиць В.В., Коробочка О.М. Автомобіль. Теорія експлуатаційних властивостей. – навчальний посібник для студентів вузів фаху «Автомобілі і автомобільне господарство». – Дніпропетровськ: «Системні технології», 2000. – 287 с., іл..
2. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. В 3 кн. – Кн. 1 : Теоретичні основи. Технологія: Підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигринець. – К. : Вища школа, 1994. –с. – 384 с.
3. Пахарева С.О. Посібник з дисципліни «Автомобільна техніка» Загальна будова автомобіля: навчальний посібник / За ред. С.О. Пахарева. – К. : Видавничополіграфічний центр «Київський університет», 2010 – 392 с.
4. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: підручник /О. А. Лудченко. – К.: Знання – Процес, 2003. – 511с.
5. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: підручник /О. А. Лудченко. – К.: Знання – Процес, 2003. – 511с.
6. Кисликов В.Ф. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник / Кисликов В.Ф., Лущик В.В. // - 6-те вид. - К.: Либідь, 2006. - 400 с.
7. Сахно, В.П. Автомобілі: тягово-швидкісні властивості та паливна економічність / навч. посіб. – К., 2003. – 200 с.
8. . Гринів О.І. Покращення тягово-швидкісних властивостей легкового автомобіля визначенням оптимальної швидкісної характеристики двигуна: дис. канд. техн. наук : 05.22.02 / Олександр Іванович Гринів. – К. НТУ, 2004. – 177 арк.
9. Волков В. П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. напрямку "Інженерна механіка" / В. П. Волков. – Х.: ХНАДУ, 2003. – 292с.
10. Сирота В. І., Сахно В. П. Автомобілі. Основи конструкції, теорія : навчальний посібник. К. : Арістей, 2011. 356 с.

11. Хоменко І. М. Про побудову зовнішньої швидкісної характеристики автомобільного двигуна розрахунковим методом. URL: <https://cutt.ly/hyICVOW> (дата звернення: 23.09.2019).
12. Експлуатаційні властивості автотранспортних засобів. Динамічність та паливна економічність автотранспортних засобів. Частина 1. В.П. Сахно, А.В. Костенко, М.І. Загороднов, О.П. Сакно та ін. – Д.: Видавництво Ноулідж, 2014. – 444 с.
13. Автомобілі. Теорія експлуатаційних властивостей: навчальний посібник / В. В. Біліченко, О. Л. Добровольський, В. О. Огневий, Є. В. Смирнов – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 163 с
14. Босюк П.В. «Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля» частина І для студентів спеціальності 6.070106 «Автомобільний транспорт» денної і заочної форми навчання : конспект лекцій / укл. : П.В. Босюк, М.Г. Левкович, В.М. Клендій . – Тернопіль : ТНТУ, 2016. – 123 с.
15. Коробко А.І. Удосконалення методів та метрологічного забезпечення проведення динамічних випробувань автомобілів: дис. ... канд. техн. наук : 05.01.02 / Андрій Іванович Коробко. – Х.: ХНАДУ, 2013. – 176 арк.
16. Солтус А. П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: Навчальний посібник для ВНЗ. Арістей, 2010. 155 с.
17. Шевчук Р. С. Експлуатаційні показники тракторів і автомобілів: практикум з розрахунку показників. Львів: Львівський національний аграрний університет, 2018. 173 с.
18. Шевчук Р. С. Трактори і автомобілі: основи теорії (питання, завдання та відповіді): навчальний посібник. Львів: Львівський національний аграрний університет, 2016. 236 с. Депоновано у Державній науково-технічній бібліотеці України 16.12.2016, №18. РІД/Ук-2016 (з оприлюдненням). URL: <http://gntb.gov.ua>.
19. Гашук П.М. Автомобіль: теорія колісного рушія: навчальний посібник. Київ: Кондор, 2018. 328 с.

20. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання. [Чинний від 2011-07-01]. Вид. офіц. Держспоживстандарт України, 2011. 28с. (Національний стандарт України).
21. Закон України “Про охорону праці” / Законодавство України про охорону праці. - К. Нова редакція 2002 р.
22. ДСТУ OHSAS 18001:2010 «Системи управління безпекою та гігієною праці. Вимоги»
23. ДСН 3.3.6.037-99 „Державні санітарні норми шуму, ультразвуку та інфразвуку”.
24. НПАОП 0.00 – 7.11 – 12 "Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників".
25. ДСН 3.3.6.039-99 "Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу".
26. Лебеденко О.В. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних проектів і робіт для студентів факультету механізації сільського господарства, (кафедра надійності і ремонту машин) за напрямом підготовки "Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва" /Лебеденко О.В. Дніпропетровськ: ДДАУ, 2011. – 16 с.