

НАУКОВА РОБОТА

за напрямом

«АВТОМОБІЛЬНА ЕЛЕКТРОНІКА»

на тему:

**АНАЛІЗ ВПЛИВУ АВТОБУСНИХ КОНДИЦІОНЕРІВ НА
ДОВКІЛЛЯ ТА ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ЙОГО ТЕХНОГЕННОГО
ВПЛИВУ**

2021

ПЛАН

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ АНАЛІЗУ ВПЛИВУ АВТОБУСНИХ КОНДИЦІОНЕРІВ НА ДОВКІЛЛЯ	5
1.1. Значення мікроклімату в салоні автобуса	5
1.2. Екологічними проблемами автотранспортних засобів	6
1.3. Комфортна температура повітря в салоні автобуса	6
1.4. Принцип роботи автокондиціонерів	8
1.5. Нові прогресивні системи кондиціонування	10
РОЗДІЛ 2. ПОШУК РАЦІОНАЛЬНИХ РІШЕНЬ ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ КОНДИЦІОНЕРІВ НА ДОВКІЛЛЯ	12
2.1. Вплив кондиціонерів на довкілля при витратах палива на роботу кондиціонера	12
2.2. Вплив холодоагентів кондиціонерів на довкілля	18
2.2.1. Історія створення фреону. Основні характеристики	18
2.2.2. На скільки небезпечний фреон	19
2.3. Пріоритетний напрямок вибору між автобусним кондиціонером з механічним або електричним приводом	24
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	26
ОПРАЦЬОВАНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА	28

ВСТУП

Неправильний температурний режим та занадто висока чи низька вологість повітря можуть спричинити запаморочення, головні болі, стрибки артеріального тиску, всі ці незгоди може подолати кондиціонер.

Кондиціонер дозволяє підтримувати «погоду в домі» на оптимальному рівні, тому викликає позитивну динаміку в стані здоров'я.

Також виключно важливу роль відіграють умови мікроклімату в салоні автотранспортного засобу перевезення пасажирів, тому що стан повітряного середовища значно впливає на людський організм.

Мета наукової роботи – це розглянути, проаналізувати та зробити відповідні висновки до впливових чинників автобусних кондиціонерів на довкілля.

Щоб підтримувати, в замкнутому просторі автобусного салону задану температуру і вологість повітря, – автотранспортні засоби повинні обладнуватись системою кондиціонування повітря. Сучасна система повного кондиціонування повітря повинна забезпечувати:

- охолодження повітря;
- видалення з повітря вологи;
- підтримання температури і вологості повітря в найбільш сприятливих межах;
- фільтрацію повітря;
- додавання до повітря, циркулюючого в салоні, деякої частки свіжого повітря;
- іонізацію і ароматизацію повітря.

Основним елементом систем кондиціонування повітря автотранспортних засобів є охолоджувач повітря, температура поверхні якого нижче точки роси оброблюваного повітря. Нажаль, поки що, переважно для всіх можливих систем кондиціонування салонів автомобілів і автобусів застосовують тільки фреонові компресійні установки.

Однак фреонова система кондиціонування не екологічна, хоча і має в порівнянні з іншими системами охолодження високий ККД, невелику металоємність і не вимагає великих потужностей на привід агрегатів, яка становить 30-35% від потрібної потужності для охолодження повітря в салоні автобуса.

В сучасних автобусах є функція постійної подачі ззовні свіжого повітря в салон автобуса без обов'язкового увімкнення чи то кондиціонера, чи то клімат – контролю. Однак задіяти її в спеку – значить безупинно подавати в салон через сопла блоків управління, які розміщуються над головами пасажирів, гаряче літнє повітря. Звичайно, це вкрай некомфортно і в деякій мірі небезпечно [3].

Європейські виробники транспорту для визначення оптимальних показників мікроклімату салону автомобіля використовують стандарти з питань ергономіки теплової зовнішнього середовища для цього використовують такі показники:

- температуру повітря;
- середню температуру випромінювання;
- швидкість переміщення повітря;
- виділення метаболічного тепла;
- терморегуляцію організму,
- теплопередачу та рівняння теплового балансу тощо[4].

Системи кондиціонування повітря в салонах автотранспортних засобів пройшли широкий шлях розвитку від примітивних, що представляють собою радіатор з вентилятором, до фреонових систем.

Зауважимо – мета кондиціонера не генерувати холод, а витягти тепло з повітря, що знаходиться в салоні автотранспортного засобу.

РОЗДІЛ 1

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ АНАЛІЗУ ВПЛИВУ АВТОБУСНИХ КОНДИЦІОНЕРІВ НА ДОВКІЛЛЯ

1.1. Значення мікроклімату в салоні автобуса

Безпечні умови перевезення пасажирів полягають не лише у запобіганні аварійним ситуаціям – але й у гарантуванні умов збереження здоров'я і працездатності пасажирів та водія і комфортності перевезень, що значною мірою забезпечується мікрокліматом у салоні автобуса.

До одних з основних показників мікроклімату у салоні автобуса відносить температуру повітря. Мікроклімат в салоні автобуса (опалення, вентиляція, кондиціонування) належать до трьох пріоритетних чинників формування комфортності – інфільтрація. Повітрообмін через нещільності кузова лінійно залежить від швидкості руху автобуса.

В силу суттєвих відмінностей кліматичних умов різних країн нормативні вимоги щодо вимог і оцінки відповідності систем опалення, вентиляції і кондиціонування не входять у міжнародну базу Правил ЄЕК ООН, що сконцентровані у сфері безпеки і екології руху та відносяться до національних баз стандартів (напр. у ФРН – DIN 1946-3, DIN 33403, DIN ENISO 7730 1995).

Сучасні прилади для обслуговування кліматичних установок – це повнофункціональні агрегати, використання яких дозволяє виконувати всі роботи з обслуговування кондиціонерів.

Разом з тим, питання мікроклімату салону автобуса не враховані і в існуючих нормативних вимогах Мінінфраструктури (Мінтрансу) України щодо комфортності пасажирських перевезень (Наказ Міністерства транс-порту України № 285 від 12.04.2007 р). Все це обумовлює очевидну необхідність розпочатих спільно з ВАТ «Укравтобуспром» досліджень і формування національної нормативної бази для проекту ДСТУ «Колісні транспортні засоби. Системи обігріву, вентиляції та кондиціонування» [13].

1.2. Екологічними проблемами автотранспортних засобів

Транспорт є одним з найважливіших елементів матеріально-технічної бази вітчизняного виробництва і необхідною умовою функціонування сучасного індустріального суспільства. Важко зараз уявити собі будь-яку галузь господарства або вид діяльності населення без використання вантажного, легкового автомобіля і автобуса.

Екологічними проблемами використання автобусного парку майже ніхто не приділяє уваги. Однією зі значних проблем є те, що перевізники досягають необхідної кількості пасажирських місць на маршруті, які мають задовольнити потреби у перевезеннях, за рахунок збільшення кількості малих та середніх автобусів.

Таким чином, збільшується кількість одиниць транспорту, що призводить до погіршення екологічної ситуації міст. Це обумовлено не забезпечення мікрокліматичних умов в салонах автотранспортних засобів перевезення значної кількості пасажирів, у нашому випадку міських автобусів.

Основним джерелом забруднення повітряного басейну при експлуатації автотранспорту є двигуни внутрішнього згоряння, які викидають в атмосферу відпрацьовані гази і паливні випаровування. У відпрацьованих газах виявлено близько 280 компонентів повного та неповного згоряння нафтових продуктів, а також неорганічних з'єднань тих або інших речовин, присутніх у паливі.

Екологи ж заявляють, що в Україні взагалі відсутня система контролю, як за ввезенням кондиціонерів зі шкідливими фреонами, так і за утилізацію відпрацьованих охолоджувачів повітря[7].

1.3. Комфортна температура повітря в салоні автобуса

Разом з тим питання мікроклімату салону автобуса не враховані в існуючих нормативних вимогах Мінінфраструктури (Мінтрансу) України щодо

комфортності пасажирських перевезень (Наказ Міністерства транспорту із візку України № 285 від 12.04.2007 р).

Природно, що при цьому, не опрацьовуються і методики технічної реалізації і розрахунку необхідних характеристик відповідних систем і конструкції кузовів автобусів різних класів призначення [13].

Комфортна температура повітря в салоні автобуса визначається температурою зовнішнього повітря та величиною повітрообміну в салоні. При високій вологості повітря ступінь не комфортності в салоні багатократно збільшується. Комфортної ж для людини вважається температура близько 27°C – її перевищення може негативно позначатися на роботі серцево-судинної системи і внутрішніх органів. Багато підприємців вважають за краще купити кондиціонер на дах авто – це надійно, безпечно і вигідно за ціною.

Наукові дослідження, проведені Всесвітньою організацією охорони здоров'я, показали, що ступінь сконцентрованості водія і швидкодія реакцій людини при несприятливих навантаженнях на його організм суттєво знижуються.

Жара є одним з так несприятливих навантажень. Найбільш сприятлива температура для водія лежить в діапазоні від 20 до 22 °C. Інтенсивне сонячне випромінювання може підвищити цю температуру в салоні на 15 °C порівняно з температурою зовнішнього повітря – особливо на рівні голови, що небезпечно, оскільки при цьому підвищується температура тіла, збільшується пульс, росте виділення поту. Як стверджують дослідження, підвищення температури з 25 до 35 °C зменшує здатність адекватно оцінювати ситуацію і приймати правильні рішення на 20%. Це еквівалентно вмісту алкоголю в крові 0,5 проміле. Щоб зменшити такі значні навантаження або навіть зовсім виключити їх, за допомогою кліматичної установки створюється в салоні автомобіля комфортна температура, а також очищується і висушується повітря [2].

Комфортне перевезення в міських і приміських автобусах улітку пасажирам наразі «не світить». Такою розкішшю, як кондиціонери, обладнані тільки деякі автобуси, та й у тих вмикати системи охолодження водії

відмовляються. Мовляв, дорого. Врешті, у правилах перевезення пасажирів не визначено, якого температурного режиму слід дотримуватися в автобусах і маршрутних таксі [13].

1.4. Принцип роботи автокондиціонерів

Підтримка оптимальної температури і вологості в салоні мікроавтобуса дуже важливо, особливо в жарку пору року. У замкнутому просторі без кліматичного обладнання повітря може прогріватися вище 50 ° С.

За законами фізики холодне повітря опускається вниз. Електричний кондиціонер на дах авто поставити, значить забезпечити рівномірний розподіл повітряних потоків за допомогою спеціальних дефлекторів (рис. 1.1).

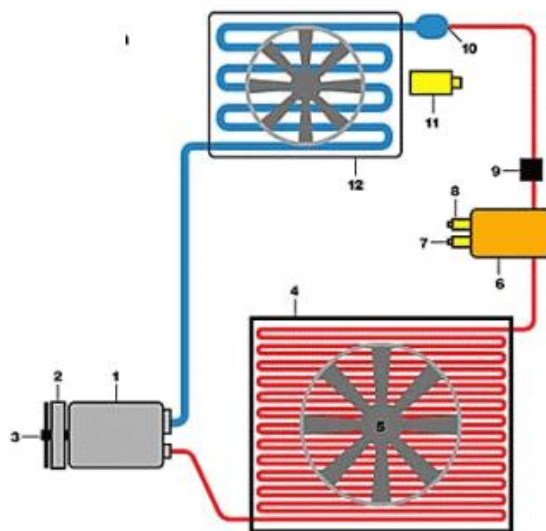


Рис. 1.1. Функціональна схема кондиціонера: 1– компресор; 2– шків компресора; 3 – електромuftа; 4– конденсор; 5 – вентилятор; 6 – ресивер-осушувач; 7,8 – сенсори тиску; 9 – сенсор включення вентилятора; 10 – розширювальна трубка; 11 – сенсор тиску; 12 – випарник

До складу автокодиціонерів входять:

- технічні засоби забору повітря, підготовки, тобто додання необхідних кондицій (фільтри, теплообмінники, зволожувачі або осушувачі повітря), переміщення (вентилятори) і його розподілу;

- пристрої хладо- і теплопостачання;
- пристрої автоматики, дистанційного керування і контролю.

Основне обладнання системи кондиціювання для підготовки і переміщення повітря агрегується (компонується в єдиному корпусі) в апарат, званий кондиціонером. У багатьох випадках всі технічні засоби для кондиціювання повітря скомпоновані в одному блоці. Розглянемо найпоширеніший автокондиціонер (рис.1.1) та алгоритм його роботи:

1. Включили кондиціонер.
2. Спрацювала електромагнітна муфта. Шків приводиться в рух ременем і, коли кондиціонер вимкнений, крутиться вхолосту.
3. Компресор стискає газоподібний фреон, від чого той сильно нагрівається, і жене його по трубопроводу в радіатор (або конденсор).
4. У радіаторі сильно нагрітий і стислий фреон охолоджується. Охолодитися йому допомагає потік повітря, гнаний вентилятором, який включився на першу швидкість одночасно з компресором.
5. Якщо автобус рухається, то радіатор додатково обдувається потоком, що набігає повітря.
6. Охолодившись, стислий фреон починає конденсуватися, і виходить з радіатора вже рідким.
7. Після цього рідкий фреон проходить через ресивер-осушувач.
8. Очистившись в ресивері-осушувачі, фреон тече у бік салону автобуса, щоб виконати своє основне призначення.
9. Коли рідкий фреон проходить через терморегулюючий клапан (ТРВ) і потім, потрапляючи у випарник, переходить в газоподібний стан і сильно охолоджується.
10. Холодний фреон охолоджує випарник, а вентилятор здуває з випарника холод в салон автобуса.
11. Пройшовши через випарник, все ще достатньо холодний фреон потрапляє знову в компресор. Коло замикається.

Система кондиціювання повітря салону автобуса – це не тільки зміна температури повітря, але його циркуляція, зниження вологості, а також усунення неприємних запахів.

Іншими словами автобусний кондиціонер створює комфортний мікроклімат для зручної поїздки. Від того як працює система кондиціювання під час їзди, багато в чому залежить настроїв пасажирів і водія. Комфортними умовами прийняті температури від 19 до 23 ° С при відносній вологості повітря від 30 до 80%.

Управління мікрокліматом може здійснюватися вручну, або налаштовуватися електронною системою – клімат-контролем.

При ручному управлінні водій, використовуючи перемикачі, сам встановлює необхідну температуру шляхом регулювання напряду і швидкості подачі повітря. При такому варіанті кондиціювання багато що залежить від температури навколишнього середовища, швидкості руху автобуса, і від оборотів двигуна. При встановленій електронній системі – водієві потрібно задати необхідні характеристики конденсаціювання повітря в салоні автобуса. Клімат-контроль самостійно підтримуватиме закладені характеристики. Стали з'являтися і комбіновані системи кондиціювання, коли водій сам може перемикатися з електронної системи на ручне управління.

1.5. Нові прогресивні системи кондиціювання

Передова система очищення і кондиціювання повітря може видаляти з приміщень навіть вірус грипу та збудників інших інфекцій дихальних шляхів. Завдяки застосуванню технологій плазмового очищення Plasmacluster вдається отримувати позитивно і негативно заряджені іони, які реагують з зваженими в повітрі частинками, зокрема, с вірусами і бактеріями.

За заявами представників компанії Sharp, їх система очищення дозволяє позбавитися від 99% таких збудників як вірус грипу, вірус Коксакі або метицилінстійкий золотавий стафілокок.

За даними дослідників з Університету Кітасато в Японії, це досягається завдяки тому, що іони руйнують білки з поверхні вірусу і не дають йому розмножуватися. Вентиляція салону автотransпортних засобів відбувається автоматично, але при бажанні може регулюватися водієм. Свіже повітря надходить через стилізовані трубопроводи, які розташовані на стелі по всій довжині автобуса. Також Sharp представили новий очищувач повітря з технологією Plasmacluster, яка знижує розповсюдження коронавірусу у повітрі знаходження та помешкання людей [16].

Висновки до 1 розділу

Наразі більшість сучасних автотransпортних засобів обладнані кондиціонерами з автоматичним регулюванням температури повітря в салоні. Системи клімат-контролю керують як опаленням, так і охолодженням. Тепер водій не відволікається, температура автоматично підтримується у потрібних межах.

Та на цьому виробники автомобілів не зупиняються. Деякі моделі сучасних систем кондиціонування здатні також і на підвищення якості повітря всередині салону, методом його іонізації.

Комфорт, потрібна температура салону забезпечуються не тільки під час руху, а й під час стоянки. В люках останніх моделей Audi вбудовані сонячні батареї з датчиком сонячного випромінювання.

РОЗДІЛ 2

ПОШУК РАЦІОНАЛЬНИХ РІШЕНЬ ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ КОНДИЦІОНЕРІВ НА ДОВКІЛЛЯ

Та чи шкодять кондиціонери навколишньому середовищу? Цим питанням наразі переймаються не так українці, як жителі закордонних країн і обговорювати його не припиняють.

В цьому випадку потрібно розглядати два питання:

перше – додаткові витрати палива для функціонування кондиціонера та вплив їх при згоранні на довкілля:

друге – видом хладагентів – їх вплив на самопочуття пасажирів, водія та довкілля.

2.1. Вплив кондиціонерів на довкілля при витратах палива на роботу кондиціонера

Дійсно, при роботі кондиціонера з'являються додаткові витрати палива, які при згорянні будуть утворювати забруднюючі речовини та парникові гази.

Оцінка викидів забруднюючих речовин від автотранспортних засобів (АТЗ) належить до вкрай складної проблеми через те, що залежить від численних факторів: технічного стану й режиму руху автомобіля, структури вулично-дорожньої мережі, якості автомобільного пального й дорожнього покриття, інтенсивності й потоковості і навіть, культури водіння.

Існуючі підходи до оцінки викидів базуються в основному на урахуванні середньої витрати пального і не враховують структуру автотранспортних засобів і якість пального [18].

Але транспортні засоби використовують пальне з різних видів нафтопродуктів і мастил. Існуюча методика встановлює порядок проведення розрахунків обсягів надходження у повітря забруднюючих речовин та парникових газів, до яких, зокрема, належать:

- оксид вуглецю;
- аміак;
- метан;
- оксид азоту;
- сажа:
- діоксид азоту,
- діоксид сірки,
- свинець;
- вуглекислий газ;
- неметанові леткі органічні сполуки;
- бенз(а)пірен тощо.

Удосконалення методик визначення викидів забруднюючих речовин атмосферне повітря здійснювалось з урахуванням CORINAIR, як у напрямі розширення переліку хімічних речовин, включаючи парникові гази, так і у напрямі поширення статистичного спостереження на виробничу, сільськогосподарську, будівельну та іншу техніку, що належить юридичним і фізичним особам, з урахуванням можливостей використання у розрахунках додаткових, більш надійних та якісних джерел статистичної інформації щодо споживання палива транспортними засобами населення.

Вхідними даними для проведення щорічних розрахунків обсягів викидів забруднюючих речовин у повітря від автотранспорту суб'єктів господарювання є:

- витрати палива на пробіг і транспортну роботу автомобілів;
- питомі викиди забруднюючих речовин з одиниці використаного палива;
- урахуванням технічного стану автотранспорту.

Розрахунок викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря (крім свинцю) від використання палива здійснюється за формулою:

$$B_{ji} = M_i \cdot K_{nej} \cdot K_{mcji}, \quad (2.1)$$

де B_{ji} – обсяги викидів j -ї забруднюючої речовини (крім свинцю) від спожитого палива i -го виду;

M_{ikt} – обсяги спожитого палива i -го виду;

K_{neji} – питомі викиди j -ої забруднюючої речовини (крім свинцю) від використання палива i -го виду (табл. 2.1);

K_{mcji} – коефіцієнт впливу технічного стану на питомі викиди j -ї забруднюючої речовини (крім свинцю) від використання i -го виду палива (табл. 2.2) [17].

Таблиця 2.1. Питомі викиди забруднюючих речовин в атмосферу

Вид палива	Оксид вуглецю	Неметанові леткі органічні сполуки	Метан	Діоксид азоту	Сажа	Оксид азоту	Вуглекислий газ	Діоксид сірки	Бенз(а)пірен
Бензин	205,5	28,5	0,64	20,5	-	0,035	3183	1,0	-
Газойлі (дизельне паливо)	37,4	8,16	0,25	31,0	3,85	0,12	3138	4,3	0,03
Газ скраплений	205,5	49,2	-	20,5	-	-	-	1,0	-
Газ стиснений	88,6	24,5	-	26,5	-	-	-	-	-

Таблиця 2.2. Коефіцієнти впливу технічного стану автотранспорту

Вид палива	Оксид вуглецю	Неметанові леткі органічні сполуки	Метан	Діоксид азоту	Сажа	Оксид азоту Аміак, Вуглекислий газ, Діоксид сірки, Свинець, Бенз(а)пірен
Бензин	1,7	1,0	1,8	0,9	1,0	1,0
Газойлі (дизельне паливо)	1,5	1,0	1,4	0,95	1,8	1,0
Газ скраплений	1,7	1,0	1,8	0,9	1,0	1,0
Газ стиснений	1,7	1,0	1,8	0,9	1,0	1,0

Обсяги спожитого палива можна визначити двома методами.

За першим методом:

$$M_{ikt} = L \cdot M_{1\text{км}} = L \cdot (M_{100\text{км}} 100),$$

де M_{ikt} – обсяги спожитого палива i -го виду;

L – пройдений шлях, км;

$M_{1\text{км}}$ – кількість витраченого палива на 1 км;

$M_{100\text{км}}$ – кількість витраченого палива на 100 км.

За другим методом – реєстрація виданого палива на АЗС.

Для розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів від автотранспорту юридичних осіб використовуються питомі викиди забруднюючих речовин в атмосферу від споживання *однієї тонни палива* та коефіцієнти впливу технічного стану автотранспорту на них, що наводяться нижче.

Вченими Київського та Харківського автошляхових інститутів запропонований метод оцінки концентрації оксиду вуглецю на умовній ділянці магістральної траси у населених пунктах. Концентрація його у відпрацьованих газах перш за все залежить від складу паливо-повітряної суміші. Якщо в повітрі міститься 1 % CO, то це вже негативно впливає на біоту, а 4 % для багатьох видів є летальною дозою.

Для оцінки концентрації CO за цим методом запропонована наступна формула:

$$K_{co} = (0,5 + 0,01N \cdot K_m) \cdot K_a \cdot K_{\alpha} \cdot K_v \cdot K_w \cdot K_{\Pi}, \quad (3.3)$$

де 0,5 – фонове забруднення атмосферного повітря не транспортного походження, мг/м^3 ;

N – сумарна інтенсивність руху автомобілів на міській трасі, авт./год;

K_m – коефіцієнт токсичності автомобілів за викидами оксиду вуглецю в атмосферне повітря;

K_a – коефіцієнт, що враховує аерацію місцевості;

$K_{\dot{a}}$ – коефіцієнт, що враховує забруднення атмосфери оксидом вуглецю залежно від величини повздовжнього нахилу магістральної траси;

K_v – коефіцієнт, що враховує зміну концентрації оксиду вуглецю від швидкості вітру;

K_w – коефіцієнт, що враховує зміну концентрації оксиду вуглецю від вологості повітря;

K_{II} – коефіцієнт, що враховує збільшення концентрації оксиду вуглецю на перехрестях автомагістралі з іншими дорогами. Коефіцієнт токсичності автомобілів визначають як середньозважену величину для потоку автомобілів за формулою:

$$K_m = \sum P_i \beta_c, \quad (2.4)$$

де P_i – склад рухомого транспорту в частках одиниць.

Коефіцієнт β_c – враховує зміну концентрації СО залежно від складу рухомого транспорту.

Ця методика, як запропонована вченими Київського та Харківського автошляхових ВНЗ стверджує думку про те, що – оцінка викидів забруднюючих речовин від автотранспортних засобів (належить до вкрай складної проблеми через те, що залежить від численних факторів ...

В нашому випадку з'являються додаткові витрати пального – для забезпечення функціонування кондиціонера.

Додаткові витрати палива $M_{\partial k}$, для нашого випадку становитимуть:

$$M_{\partial k} = M_{\text{заг.}} \cdot K_{np}. \quad (2.2)$$

де $M_{\text{заг.}}$ – загальні витрати палива (включаючи кондиціонер);

$K_{np.}$ – приведений коефіцієнт витрат палива кондиціонером. Цей коефіцієнт багатофункціональний і залежить від таких факторів: час року; режим роботи, температура повітря (це охолодження та нагрів повітря в салоні автобуса. Також потрібно зосередитися на виборі пального для автобуса (див. табл. 2.1).

Отримана при розрахунках кількість шкідливих речовин, які викидаються автомобільним транспортом, порівнюється з гранично допустимим викидом для даного міста (району). При необхідності зменшення викидів шкідливих речовин автотранспортом необхідно провести аналіз впливу окремих факторів і можливих заходів. Доцільно, щоб приведений коефіцієнт витрат палива кондиціонером був як меншим.

За таких складних умов перевезення пасажирів в урбанізованих системах витрати палива на 100 км потрібно збільшувати на 15-20%, а це у свою чергу збільшить витрати пального – це береться до уваги без кондиціонерів, а якщо їх врахувати то витрати також збільшаться (в залежності від потужності кондиціонера див. табл. 2.3).

Таблиці 2.3. Технічні характеристики автобусних кондиціонерів

Модель автобуса	Кількість місць	Потужність, к.с./кВт	Мінімальна холоди́льна потужність кондиціонера в ватах	Мінімальна продуктивність компресора кондиціонера в куб. см. за оборот
ПАЗ 32053	41	130/96,6	15 000	160
ПАЗ NEXT Вектор	43	130/96,6	15 400	170
	50	168,9/ 124,2	17 500	210
ПАЗ 320412	50	104,2/77	17 500	210
	57		18 700	210
	60		19 600	310
	70		22 000	450
МАЗ 226	59	176/130	19 500	350
МАЗ 206	72	130/96	22 400	350
КАВЗ 4270	84	180/ 132	25 500	350
МАЗ 203	105	279/205	31 600	470
НЕФАЗ 5299	105	240/76	31 600	470
ЛАЗ 525653	110	275/202	32 800	550

Примітка: БТО (BTU) – Британська Теплова Одиниця (British Thermal Unit). $1000 \text{ БТЕ} / \text{год} = 293 \text{ Вт}$

Аналізуючи співвідношення мінімальної холодильної потужності кондиціонера до потужності двигуна автобуса прийдемо до висновку, що мінімальної холодильної потужності кондиціонера буде становити 10-15%.

Це в свою чергу приводить до додаткових витрат палива, що в свою чергу збільшить вплив на довкілля.

Але потрібно звернути увагу на час роботи кондиціонера, який робить при потрібних обставинах – переважно літом і то циклічно.

2.2. Вплив холодоагентів кондиціонерів на довкілля

Але шкідливий вплив на довкілля (включає навколишнє природне середовище та біоту) кондиціонерів не обмежується тільки спалюванням додаткового палива для функціонування кондиціонера, а ще видом хладагентів застосованих в кондиціонерах.

2.2.1. Історія створення фреону. Основні характеристики. Фреон, було створено ще у далекому 1928 році в США. Саме тоді Томас Мідглей молодший, який працював хіміком у корпорації «Дженерал Моторс» («General Motors»), синтезував з'єднання, яке згодом було названо «фреоном». Аббревіатура «R», що з англійської refrigerant перекладається як «охолоджувач, холодоагент», була введена «Хімічною Кінетичною Компанією». В майбутньому така назва стала застосовуватися для позначення всіх типів фреонів. Сьогодні налічується близько 40 різних видів фреонів, призначених для тих чи інших холодильних пристроїв. У сучасних кондиціонерах застосовують такі типи: R22, R407C, R410A, R134 та інші. Сучасний холодоагент характеризується рядом переваг. Експерти виділяють такі особливості фреону:

- пожежна безпека – фреон не горить на відкритому повітрі;

- термохімічну стабільність, не вступаючи в реакції з кислотами і лужними розчинами;
- озонобезпека, завдяки відсутності токсичного ефекту на атмосферу;
- високу теплопровідність.

Фреон став активно використовуватися в кліматичному обладнанні завдяки вигідним фізичним характеристикам. Коли відбувається випаровування, він вбирає в себе все тепло, а при конденсації – виділяє його.

2.2.2. На скільки небезпечний фреон. Забруднення довкілля – проблема, яка стоїть сьогодні дуже гостро і вимагає негайного вирішення. Регулярні викиди в атмосферу сприяють руйнуванню озонового шару, тому вчені і діячі науки протягом довгих років займаються розробкою плану з мінімізації шкідливого впливу людини на навколишнє середовище. У табл. 2.3. наведені основні властивості фреонів з точки зору їх потенційної небезпеки для людини і навколишнього середовища (в тому числі впливу на озоновий шар).

Таблиця 2.3 – Основні властивості фреонів

Тип фреону	Використання	Небезпечні властивості
R600a (ізобутан)	Використовується в якості холодоагенту в більшості сучасних холодильників. Являє собою газ природного походження, тому не руйнує озоновий шар. Горючий, у високій концентрації вибухонебезпечний при контакті з повітрям.	Небезпечний тільки в високій концентрації (нижній поріг вибуховості - 1,3% - це 31 грам ізобутану на кубічний метр повітря; верхній поріг - 8,5% - 205 грамів ізобутану на кубічний метр повітря).

R134a (тетрафторетан)	Один з перших хладагентів, отриманих без викорис-тання хлору. Являє собою нетоксичний безбарвний газ. Не вибухонебезпечний і не запалюється при будь-яких значеннях температури. Не впливає на озоновий шар атмосфери, оскільки має нульовий потенціал руйнування озонowego шару (ODP = 0).	Абсолютно безпечний
R12 (діфтордіхлорметан)	У сучасних холодильниках практично не застосовується. Являє собою безбарвний газ з легким ефіроподобним запахом. Вибухобезпечний. Шкідливий для довкілля, оскільки володіє озоноруйнівної здатністю.	У високій концентрації промислових масштабів (при об'ємній частці в повітрі - 30%), призводить до задухи. Не горючий, однак при температурі понад 330 °C виділяє токсичні сполуки.
R22 (дифторхлорметан)	Сьогодні – зустрічається лише в старих моделях. Являє собою безбарвний газ з легким запахом хлороформу. Не горючий і не вибухонебезпечний. Озоноруйнуючий потенціал в 20 разів нижче, ніж у фреону R12. Розкладається на високотоксичні продукти при взаємодії з відкритим полум'ям.	Отруйний тільки при нагріванні понад 250 C °

R410a (діфторметан-пентафторетан)	Прийшов на заміну R12, R22. Використовується в якості холодоагенту в більшості сучасних холодильників. Не впливає на озоновий шар атмосфери	Це речовина, яка майже не токсична. Тобто ми можемо працювати з ним без побоювання, якщо тільки поруч немає якихось занадто високих температур, розпечених предметів, відкритого вогню.
---	--	--

Примітка: Фреон R-410a – холодоагент, який включений «Монреальським протоколом» в список дозволених речовин. Для довідки: «Монреальський протокол» – це угода ряду держав, яке полягає в тому, що всі ці країни беруться поступово виключити з використання все шкідливі для озонового шару фреони.

Але не всі держави дотримуються тих же поглядів. Наприклад, Китай досі випускає кліматичну техніку, яка працює на небезпечних фреонах. Якщо раніше при заправці спліт-системи використовувався виключно фреон R-22, то сьогодні його замінили більш безпечними модифікаціями. Фреон R-22 з рядом побічних ефектів представляв небезпеку для зовнішнього середовища (табл. 2.3). Інтенсивний технологічний розвиток посприяв створити екологічно безпечні аналоги фреону R-22. Якщо раніше фреон дійсно був здатний зруйнувати озоновий шар, то сьогодні таке переконання не має доказової бази.

Думки вчених в цьому питанні розходяться-одні переконані в тому, що сучасний фреон не завдає шкоди ні людському здоров'ю, ні зовнішньому середовищу, інші спростовують цю теорію. Як би там не було, сучасний кондиціонер неможливо уявити без фреону-жодна спліт-система не буде працювати без холодоагенту.

У Міністерстві екології погоджуються, що Україна перевищує квоту по шкідливих фреонах, проте запевняють, що роблять усе можливе, щоб виправити ситуацію, пише Радіо Свобода.

Якщо дбати про стан довкілля, в нашому випадку, потрібно відповідально ставитись до вибору екологічно нешкідливих кондиціонерів.

Вони повинні відповідати двом критеріям:

- 1) мати низьке енергоспоживання;
- 2) в якості холодоагенту потрібно використовувати фреон R32 R-410a, а ще краще R600.

Фреон R-410a – неазеотропна суміш з 50 % дифторметану R32 (англ.) і 50 % пентафторетану R125 (англ.), найчастіше використовуваний фреон в сучасних кондиціонерах. Жоден з його компонентів не містить хлору, тому він безпечний для озонового шару (озоноруйнуючий потенціал дорівнює нулю). Цей фреон приходить на заміну R-22, який здатний руйнувати озоновий шар, і виробництво якого обмежене Монреальським протоколом.

Хоч і стверджують, що фреон приходить на заміну R-22, це не слід розуміти у буквальному сенсі : фізичні і теплотехнічні властивості фреонів абсолютно різні, тому систему, розраховану на R-22, не можна заправляти фреоном R410a: система має бути спочатку спроектована під фреон R-410a.

Тиск у контурі при робочих температурах істотно вище (так, при температурі 43° R22 має тиск насиченої пари 15,8 атм, а R-410a – близько 26 атм.), тому більш високі вимоги пред'являються до герметичності, мідні трубки конденсатора і випарника мають бути міцнішими, звідси велика маса міді і більш висока ціна.

Ще одним мінусом R - 410a є несумісність з мінеральною олією.

Якщо R-22 розчиняється у будь-якій мінеральній олії, то для фреону R-410a треба спеціальну поліетерну олію, яка набагато дорожче.

Щодо першого, то багато кондиціонерів спроектовані за інверторною технологією, що дозволяє значно знизити енерговитрати. Крім того, є кондиціонери з можливістю включити економ-режим. Але, за статистикою, Українці нині користуються найбільш дешевими системами кондиціонування, проблемою збереження довкілля та власного здоров'я вони цікавляться мало, це стосується і кондиціонерів автотранс-портних засобів.

Вони повинні відповідати двом критеріям:

- 1) мати низьке енергоспоживання;
- 2) відсутність впливу на озоновий прошарок.

Щодо другого, то мова йде про внесок фреону у руйнування озонового шару планети. Кондиціонери, які імпортуються до України, переважно працюють на двох видах фреонів: R-22 та R-12. Коли він потрапляє у повітря, його розчіплює ультрафіолетове сонячне проміння.

У результаті – у стратосферу виділяється хлор. Він вступає у реакцію з озоном, зменшуючи його кількість. Екологи ж заявляють, що в Україні взагалі відсутня система контролю, як за ввезенням кондиціонерів зі шкідливими фреонами, так і за утилізацію відпрацьованих охолоджувачів повітря.

Як наслідок – озоновий шар зменшується і ультрафіолетове проміння потрапляє на поверхню землі, спричиняючи екологічні проблеми.

Що ж до фреону R-410a, який є доволі новою розробкою, то жоден з його компонентів не містить хлору. Відтак, він вважається безпечним для озонового шару. Як відомо, у виробництві кондиціонерів в різні часи застосовувалися різні типи охолоджуючих речовин. До 1994 року найпопулярнішим був варіант R22. Проте він містив хлор, тому його використання було визнано шкідливим для озонового шару. У зв'язку з цим, він повністю заборонений на території ЄС і не проводиться ніде відповідно до Монреальського протоколу 2015 року. Виробники фреонів стали використовувати інші речовини, що не містять хлор, але мають схожі робочі характеристики. Це був, наприклад, R407c, який швидко набрав популярність.

З 2015 року в Європі стартував проект з контролю забруднення атмосфери шкідливими газами. Згідно йому застосування гідрофлюорокарбона на виробництві поступово повинна знижуватись. Кожне охолоджувальна речовина має певний показник GWP («потенціал глобального потепління»). У R410A він становить 2088, а у R32 – всього лише 685. Звичайно, деякі споживачі віддають перевагу пристрою на амонії, пропані, рідкому вуглекислому газі (R744), адже їх показник GWP теж невисокий.

До основних переваг нового охолоджувача відносяться:

- Низький GWP.
- 0% шкідливих викидів для озонового шару.
- Кращий вибір для кондиціонерів нового покоління.
- Високий охолоджувальний ефект.
- Повна відповідність європейським екологічним стандартам.
- Мінімальні витрати охолоджувача на 1 кВт.
- Можливість перевикористання і переробки.

Крім цього, R32 володіє значною собівартістю, тому його використання дуже економно.

2.3. Пріоритетний напрямок вибору між автобусним кондиціонером з механічним або електричним приводом

Для легкового автомобіля, безперечно, краще кондиціонер з механічним приводом, що відрізняється малою масою і обсягом – дозволяє встановити основні елементи кондиціонера: компресор, радіатор і фільтр осушувач всередині підкапотного простору автомобіля. Недоліком механічних кондиціонерів є відбір потужності у двигуна, що призводить до додаткової витрати палива та забруднення довкілля. Для автобусів і мікроавтобусів краще варіант кондиціонера, що має електричний привід. Даний вид кондиціонера об'єднує в своєму обтічному корпусі всі основні вузли і елементи: електричний компресор, радіатор (конденсор) і випарник. Для роботи компресора використовується стандартне бортове напруга –12 або 24 В (є моделі кондиціонерів, які здатні працювати і від напруги 220 В).

Як правило, такі кондиціонери встановлюються на даху автобуса (мікроавтобуса). Електричний кондиціонер відрізняється безшумністю в роботі, оскільки всі основні вузли знаходяться поза салону автобуса (на даху). А всередину йдуть виключно трубки високого тиску, які з'єднуються з випарником. Для швидкого охолодження салону автобуса можна

використовувати спеціальний прискорений режим, який дозволяє отримати практично миттєвий комфорт. Автобус, обладнаний системою кондиціонування, здатний здійснювати тривалі поїздки в будь-які місця з найрізноманітнішими кліматичними умовами – будь то поїздки по місту, в гірських районах, в холоді або в спеку[15].

Але є свого роду протиріччя, для живлення компресора потрібна буде допоміжна електроенергія, це у свою чергу приведе до застосування допоміжного електричного генератора, ротор якого буде механічно з'єднаний з приводом автотранспортного засобу. Електричний генератор має ККД, який не дорівнює одиниці – це також втрати. Тому “пріоритетному напрямку вибору між автобусним кондиціонером з механічним або електричним приводом” треба багато попрацювати. У разі знайденого позитивного рішення заміни механічного приводу на електричний – для зменшення його техногенного впливу на довкілля будуть відігравати впровадження електронних пристроїв (контролера чи відповідного процесора) для регулювання подачі повітря в компресор та регулювання швидкості обертання приводу компресора тощо.

Висновки до 2 розділу

Основним недоліком даних систем механічних кондиціонерів являється те, що вони приводяться в дію від двигуна, а це в свою чергу збільшує навантаження на двигун, при цьому значно збільшується витрата палива і погіршуються як експлуатаційні так і екологічні показники.

Основні зручності, які отримують пасажирів автобуса, обладнаного системою кондиціонування з електричним приводом:

- незалежність від температури повітря на вулиці, особливо якщо погода спекотна і волога;
- можливість регулювати потужність і напрямок потоку холодного повітря

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Головний та єдиний плюс застосування кондиціонерів у тому, що вони допомагають людям легше пережити літню спеку. Особливо це важливо для тих, хто страждає на серцево-судинні захворювання і ризикує від спеки та спричиненого нею надмірного навантаження на серце та судини, бути ураженим гіпертонічним кризом чи інфарктом. Комфортний мікроклімат дозволяє організму людини почуватися краще, допомагає він і окремим частинам людського тіла, наприклад, шкірі, котра ідеально себе відчуває саме за температури 23-24С°. Щодо мінусів, то їх виявляється набагато більше.

Це, наприклад, накопичення вуглекислого газу, вірусних та інфекційних мікроорганізмів, за відсутності будь-якої вентиляції, які при звичайному провітрюванні швидко випаровуються, також охолоджене пересушене повітря, яке шкідливе для шкірних покривів і слизових оболонок дихальних шляхів.

Ще один недолік кондиціонерів – фреон. Фреон – холодоагент, який застосовується у більшості сучасних кондиціонерів. Фреон важчий за повітря, тому за його витoku він може витіснити повітря з приміщення. Деякі різновиди фреонів при розкладанні виділяють небезпечні токсини і можуть викликати сонливість і задуху. Постановка задачі для створення нормальних кліматичних умов робочого середовища необхідно застосування системи контролю мікроклімату в салоні автобуса. Тому головна альтернатива – це перехід на холодоагент R407A, R600A а також удосконалювати кондиціонери, тобто переходити на інверторні.

Переваги інверторних кондиціонерів в порівнянні з не інверторними полягають в тому, що в не інверторних моделях задана температура підтримується періодичними вмиканнями-вимиканнями. При постійних вмиканнях такий кондиціонер споживає надмірну потужність (в кілька разів більшу від номінальної) через перехідні процеси. Крім того, періодичне вимкнення такого кондиціонера призводить до втрат тепла (холоду) від

холодоагенту. В інверторних кондиціонерах ці явища проявляються значно меншою мірою.

Щоб правильно обрати автобусний кондиціонер, необхідно прикласти багато знань і досвіду. На вибір відповідного кондиціонера впливає не лише марка автобуса, але і маршрут, по якому він їздить. Залежно від обставин експлуатації відрізнятиметься необхідна потужність використовуваної системи. Після встановлення тривалості і складності маршруту, необхідно визначити тип перевезень пасажирів.

Доцільно контролювати концентрацію фреону в салоні автобуса.

ОПРАЦЬОВАНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА

1. Луканін В.Н. Промислово-транспортна екологія : підруч. для вузів / В.Н. Луканін, Ю.В. Трофименко ; за ред. В.Н. Луканіна. – М. : Вища. шк., 2003. – 273 с.
2. Екологія та автомобільний транспорт : навч. посібник. – 2-ге вид. / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов та ін., перероб. та доп. – К. : Арістей, 2008. – 296 с.
3. Зубачик Р.М. Вдосконалення методів забезпечення пріоритетного руху для маршрутних автобусів на вулично-дорожній мережі міста : дис. ... канд. техн. наук / Р.М. Зубачик. – Львів, 2015. – 187 с.
4. Маяк М.М. Стан пасажироперевезень у м. Житомирі / М.М. Маяк, С.В. Мельничук, О.І. Рафальський : Тези міжвузівської науково-практичної конференції, присвяченої Дню науки. – Т.1. – С. 19–20.
5. Оптимізація вибору рухомого складу для пасажирських автомобільних перевезень / М.М. Маяк, С.В. Мельничук, О.М. Кравченко, О.І. Рафальський // Вісник СевНТУ : зб. наук. пр. – Вип. 143/2013.
6. Екологічні основи інтелектуальних транспортних систем : навч. посібник / В.В. Рудзинський, А.В. Ільченко, С.В. Мельничук, В.Є. Титаренко, В.П. Шумляківський ; під заг. ред. В.В. Рудзинського. – Житомир : ЖДТУ, 2014. – 176 с.
7. Войцицький А.П. Техноекологія: підручник / А.П. Войцицький, В.П. Дубровський, В.М. Боголюбов; за ред. В.М. Боголюбова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533с.
8. Інверторні кондиціонери: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://alterair.ua/перевордчикuk/articles/invertornye-konditsionery/> Войцицький А.П., Муляр О.Д., Кравець Л.Г., Нездвєцька І.В. Інженерна екологія: навч. посібн. – Житомир: ЖНАЕУ. – 2014. – 498с.
9. Кондиционеры автобусные: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.tehkon.com/conditioner-avtobus>

10. Кондиционеры для автобусов и микроавтобусов: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.buscondey.ru/kondicionery-dlya-avtobusov-i-mikriavtobusov>

11. Мікроклімат салону автобуса. формування нормативної бази: [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/43593/2/2018_Krainik L-Microclimate in the bus salon 14-15.pdf](http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/43593/2/2018_Krainik_L-Microclimate%20in%20the%20bus%20salon%2014-15.pdf)

12. Задущливий комфорт: [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://zik.ua/news/2012/06/28/zadushlyvyy_komfort_356947

13. Кондиционеры для автобусов и микроавтобусов: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.buscondey.ru/kondicionery-dlya-avtobusov-i-mikriavtobusov>

14. Sharp представили новий очищувач повітря з технологією Plasmacluster, яка знижує розповсюдження коронавірусу у повітрі: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ain.ua/2020/11/09/tehnologiya-sharp-plasmacluster-znizhuje-poshirennya-koronavirusu-povitryam-na-ponad-90/>

15. Про затвердження Методики розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0452202-08#Text>

16. Оцінка викидів шкідливих речовин від автотранспортних засобів: [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2011_2\(12\)/Pdf/116.pdf](http://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2011_2(12)/Pdf/116.pdf)

17. Що таке фреон і яке його застосування в кондиціонуванні: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://vencon.ua/ua/articles/chto-takoe-freon-i-kakoe-ego-primenenie-v-kondicionirovanii>

18. Вреден ли фреон из холодильника: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://rembitteh.ru/hozyayke-na-zametku/chem-opasen-vreden-freon-iz-holodilnika/>

19. Фреон R-410a: описание, характеристики: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://formulaklimata.ru/blog/freon-r-410a/>