

О. А. Тригуб, к.т.н., доцент,
toa_oks@ukr.net

М. М. Балута, студент,

І. А. Шльончак, к.т.н., доцент
igor_shlionchak@ukr.net

Черкаський державний технологічний університет
б-р Шевченка, 460, м. Черкаси, 18006, Україна

АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА УСУНЕННЯ АКУМУЛЮЮЧОГО ТЕПЛА В САЛОНІ АВТОМОБІЛЯ

Розглядаються існуючі системи кондиціювання повітря салону автомобіля. Подано переваги і недоліки таких систем та їх шкідливий вплив на навколишнє середовище. Особливістю зазначених систем кондиціювання є те, що всі вони працюють лише під час роботи двигуна автомобіля, оскільки механічно та енергетично від нього залежать. В умовах, коли автомобіль тривалий час знаходиться на стоянці під дією сонячних променів, система кондиціювання не забезпечує оновлення повітря в салоні. Запропоновано створити автоматичну систему вентиляції салону автомобіля, яка працює автономно. Система забезпечує оптимальний температурний режим у салоні автомобіля. Режим забезпечується примусовою вентиляцією салону, створюючи не загрозливі для життя та здоров'я людини умови. Запропонована система є системою повітряних шляхів, через які за допомогою вентилятора в салон подається свіже повітря з навколишнього середовища.

Ключові слова: системи кондиціювання повітря, акумулювання теплової енергії, комфорт та безпека автомобіля.

Вступ. Відомо, що в салоні автомобіля, який знаходиться на стоянці під дією сонячних променів тривалий час, спостерігається явище теплової акумуляції. Але висока температура повітря салону автомобіля є лише частиною негативних наслідків, результатами яких є вплив сонячної теплової енергії.

Кожний механізм, агрегат, мікросхема, напівпровідники та носії електричного струму мають оптимальний температурний режим для максимально продуктивної роботи. Зміна такого режиму негативно впливає на їх роботу і призводить до втрати властивостей конструкційних матеріалів від перенагрівання [1].

Через підвищення температури салону автомобіля, яка може сягати 80-90 градусів за Цельсієм, відмовляють не тільки складні механізми та електричні вузли, але й починаються такі деструктивні процеси з конструктивними матеріалами декоративної обшивки салону, керма, передньої панелі та сидінь, як: псування, пересихання, тріскання, втрата еластичності, деформація тощо. Це лише перелік візуальних проявів впливу перенагрівання салону автомобіля. Слід звернути увагу на неприємні фізіологічні відчуття людини, яка, перебуваючи в автомобілі, дотикається оголе-

ними частинами свого тіла до нагрітого сонячним промінням сидіння, особливо, якщо сидіння покриті таким щільним матеріалом, як шкіра або шкіряний замітник [2].

Непоодинокими випадками є псування продуктів харчування, загибель тварин та дітей. У країнах, де спекотний клімат не є повсякденним явищем, люди забувають, що температура в салоні автомобіля може підвищуватись до 90 градусів за Цельсієм, однак температура навколишнього середовища сягає лише 30 градусів. Для маленької дитини лишитися в салоні автомобіля при зазначеній вище температурі без доступу свіжого повітря може стати фатальним. Людський фактор завжди залишає право на помилку, чого ніколи не допустить працездатна автоматична система.

За статистичними даними, у Сполучених Штатах Америки щорічно від гіпертермії (перенагрівання) гинуть 37 дітей. Всі вони перебували в салоні залишеного на стоянці автомобіля. У 2012 році цей показник становив 29 дітей, у 2011 – 33 дитини. Згідно з даними експертів, подібна трагедія може статися навіть не в найспекотніші дні, тому що салон автомобіля нагрівається дуже швидко.

Загальна кількість фатальних випадків з 1998 року по теперішній час у зазначеній країні – 556. З них:

52 % – діти, залишені батьками в транспортних засобах через недбалість (287);

30 % – діти, залишені без нагляду в автомобілі (165);

17 % – діти, навмисно залишені батьками в автомобілі (94);

1 % – невідомі обставини (12).

Здебільшого жертвами неухважності батьків стають діти від 1 до 4 років. У нашій країні подібні випадки взагалі не фіксуються, а їх статистику ніхто не досліджує [3].

Аналіз останніх досліджень. Аналіз сучасних конструкцій транспортних засобів показав, що встановлення новітніх систем кондиціонування повітря (СКП) та забезпечення оптимального температурного режиму в салоні автомобіля є надзвичайно актуальним. За призначенням СКП поділяються на три види: технологічні, технологічно-комфортні та затишні. Найчастіше комфортний температурний режим у салоні транспортного засобу забезпечується самостійним підведенням тепла з незалежним регулюванням температури. При цьому, в системі вентиляції і підігріву повітря встановлюється фільтр, який запобігає проникненню твердих частинок розміром від 5 мкм до салону автомобіля. З метою охолодження повітря, яке надходить у салон транспортного засобу, всі системи кондиціонування використовують холодоагент. Холодоагент – це речовина, яка відноситься до неекотичних матеріалів, оскільки шкідливо впливає на навколишнє середовище. Відомо, що всі холодоагенти отруйні для живих істот і руйнують озоновий шар [3, 6]. Постійно ведуться дослідження, спрямовані на часткову чи повну заміну цих речовин у системах кондиціонування. У зв'язку з поглибленням таких проблем, як руйнування озонового шару, «парниковий ефект», опади кислотних дощів, забруднення морських вод, був прийнятий Монреальський протокол від 29 червня 1990 року. Документ обмежив застосування ряду речовин, які погіршують екологічну ситуацію планети.

В Ріо-де-Жанейро (Бразилія) було проведено засідання ООН, присвячене захисту навколишнього середовища, на якому вивчалися конкретні пропозиції для покращення екологічної ситуації на Земній кулі. В результаті цього визначено п'ять речовин фреонового

ряду, які були обмежені у застосуванні: R-11, R-12, R-113, R-114, R-115. Саме ці речовини використовують у системах кондиціонування транспортних засобів [4].

Однак використання холодоагентів, які при проникненні в атмосферу руйнують озоновий шар нашої планети, – не єдиний недолік існуючих систем кондиціонування. Вони мають складну конструкцію, великі витрати на етапі їх виготовлення та високу трудомісткість при монтажі й ремонті. Крім цього, в конструкції СКП передбачені деталі, що, обертаючись, відбирають потужність від ДВЗ і, як наслідок, погіршують паливну економічність автомобіля. Вагомим недоліком СКП вважається той факт, що вони працюють лише під час роботи ДВЗ, оскільки механічно і енергетично від нього залежать. Отже, коли автомобіль знаходиться тривалий час на стоянці під впливом сонячних променів, СКП не забезпечує оновлення повітря в його салоні, тому що двигун не працює. Тому, небезпечні для життя та здоров'я людини фактори усунені не будуть.

Мета роботи – усунення акумулюючого тепла в салоні автомобіля шляхом застосування системи автоматичної вентиляції його кузова (САВКА).

Виклад основного матеріалу. Явище акумулювання тепла в салоні автомобіля є досить актуальним з точки зору підвищення комфорту та безпеки автомобіля. Але дослідження, спрямовані на усунення такого явища, не проводились. Отже, смертність дітей або тварин змушує більш прискіпливо відноситись до створення умов, в яких, навіть за не обачності батьків, залишена дитина в салоні автомобіля буде в умовній безпеці та не загине внаслідок гіпертермії.

Салон автомобіля є своєрідним парником, до якого надходить тепло від навколишнього середовища. В результаті цього повітря салону нагрівається та акумулюється, не оновлюючись свіжим та прохолодним повітрям ззовні. Наявність, наприклад, автономної вентиляції салону сприяє тепловідведенню від його елементів, коли автомобіль знаходиться тривалий час на стоянці.

В роботі запропоновано створити САВКА, яка працює автономно від двигуна внутрішнього згорання і не залежить від людського фактора.

Задача САВКА – забезпечити оптимальний температурний режим автомобіля, який знаходиться на стоянці, шляхом примусової

вентиляції салону. Крім цього, САВКА створює умови, сприятливі для безпечного перебування дітей або тварин у салоні автомобіля.

Конструктивно САВКА (рис. 1) – це система повітряних шляхів, через які свіже повітря з навколишнього середовища подається в салон автомобіля, забезпечуючи не загрозливий для життя оптимальний температурний режим. Наповнення салону автомобіля свіжим повітрям здійснюється за допомогою вентиляторів, що розташовані в багажному відділенні. Відведення повітря салону забезпечують додаткові вентилятори, які вмонтовані в передній частині автомобіля (в моторному відсіку). Ввімкнення вентиляторів здійснюється автоматично при спрацюванні теплового реле, налаштованого на оптимальний температурний режим у салоні транспортного засобу. Роботу вентиляторів забезпечує автономна система енергопостачання (АСЕП), яка живиться від окремої акумуляторної батареї (АКБ).

Блок-схема роботи системи АСЕП зображена на рис. 2. Робоче середовище (сонячне випромінювання) діє на сонячну батарею, яка, в свою чергу, починає виробляти електроенергію. Остання надходить до контролера (рис. 3), який, стабілізуючи напругу, заряджає АКБ та перешкоджає її повному розрядженню і переполнуванню. Система САВКА спрацьовує, коли вмикається термореле (рис. 1), яке для більш ефективного контролю температури в салоні автомобіля рекомендується встановлювати на панелі приладів.

Подальшу роботу САВКА забезпечує АКБ, яка для неї є джерелом живлення. В такий спосіб повністю здійснюється автономний режим роботи запропонованої системи без використання штатної АКБ автомобіля. Основним критерієм вимкнення системи САВКА є оптимальна температура в салоні автомобіля.

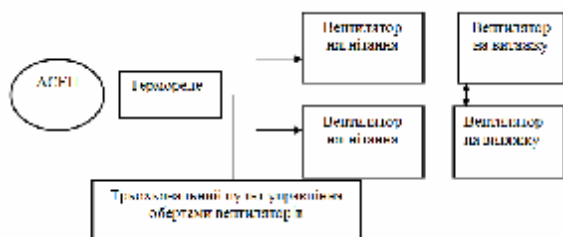


Рис. 1. Блок-схема роботи системи автоматичної вентиляції кузова автомобіля

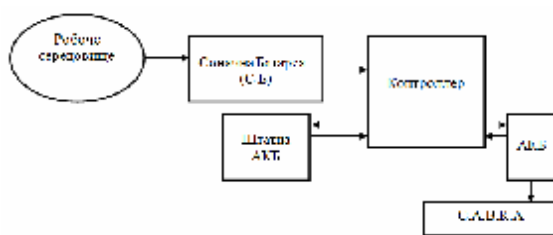


Рис. 2. Блок-схема роботи автономної системи енергопостачання

Апробацію запропонованої системи САВКА та системи АСЕП було проведено в салоні автомобіля ЗАЗ-968. Температурний режим під час випробувань контролювався за допомогою термометра електричного. На даху автомобіля була вмонтована сонячна батарея, габаритні розміри якої не перевищували габаритну ширину даху автомобіля. Оскільки потужність такої батареї пропорційно залежить від її розмірів, було прийнято рішення використовувати батарею прямокутної форми потужністю 80 Вт. Після відповідних розрахунків габаритні розміри такої батареї становили 925x670 мм. Вона вмонтовується на дах автомобіля без порушення міцнісних властивостей кузова, використовуючи штатні укріплення для встановлення додаткового багажника.

Два вентилятори (рис. 1) потужністю 3 Вт, продуктивністю 2-6 м³/год та діаметром 120 мм забезпечують наповнення салону прохолодним повітрям ззовні. Конструктивно встановити вентилятори безпосередньо в штатну систему вентиляції салону неможливо. Тому, було прийнято рішення встановити їх у спроектований гнучкий трубопровід, який з'єднаний зі штатною системою вентиляції салону автомобіля. В такому випадку подача свіжого повітря здійснювалась на рівні нижньої частини салону.



Рис. 3. Контролер системи автоматичної вентиляції кузова автомобіля

Відведення гарячого повітря з салону автомобіля забезпечували два вентилятори потужністю 2 Вт, продуктивністю 1-4 м³/год

та діаметром 140 мм. Встановлення вентиляторів здійснювалось в отвори штатної вентиляційної системи. Зазначені вентилятори обладнані клапаном, який запобігав проникненню повітря в салон автомобіля з навколишнього середовища.

Оберти вентиляторів регулювались триканальним пультом керування. Принцип дії пульта базується на наявності в системі трьох змінних реостатів, які надають можливість незалежно один від одного регулювати оберти окремих вентиляторів. Здійснювалось таке регулювання за допомогою зміни коефіцієнта опору струму. Це дало можливість здійснювати керування температурним режимом салону автомобіля. Рішення використання пульта з можливістю регулювання температурного режиму обумовлено необхідністю керування процесом людиною. Встановлення пульта керування в салоні автомобіля здійснено в доступному для водія чи пасажирів місці, а саме – в зоні розташування контрольних приладів. В результаті проведених розрахунків були визначені габаритні розміри панелі пульта керування, які становили 30×90 мм.

Експериментальні дослідження запропонованої системи САВКА проводились у сонячну безвітряну погоду в літні місяці. Основні вихідні дані для проведення експерименту наведені в табл. 1. На рис. 4 та 5 зображені результати досліджень, зокрема графік ефективності роботи системи вентиляції при відсутніх теплоізоляційних матеріалах на повітряних шляхах (рис. 4) та з використанням теплоізоляційних матеріалів (рис. 5). Використання теплоізоляційних матеріалів дозволяє мінімізувати теплові втрати повітря під час його проходження через вентиляційні канали кузова до впускних повітряних шляхів системи САВКА.

На рис. 4 показана зміна температурного режиму в салоні автомобіля (крива 1) залежно від часу його перебування під дією сонячного випромінювання. Горизонталь на рівні 60 °C вказує на величину температури в салоні, при якій у дітей спостерігається гіпертермія, а у людей із серцево-судинними хворобами – різке підвищення тиску. З рисунка видно, що ця небезпечна для життя та здоров'я людини межа долається близько 11 години. Застосовуючи систему САВКА (крива 2) без теплоізоляційних матеріалів, ця межа змістилась на 2,5 години і становила 12 годин.

Таблиця 1

Вихідні дані для проведення експерименту

Час початку експерименту (t, год)	9 год. 00 хв.
Температура повітря в салоні автомобіля (T1)	15° C
Розташування автомобіля відносно сонця (в тіні /під сонцем)	Під сонцем
Час спрацювання термореле	10 год. 30 хв.
Температура в салоні на момент спрацювання САВКА	25 °C
Температура навколишнього повітря протягом експерименту (T2). Період з 9 год. 00 хв. до 15 год. 30 хв.	20-38° C

З рис. 5 видно, що застосування теплоізоляційних матеріалів у поєднанні із системою САВКА (крива 2) дозволяє забезпечити оптимальний температурний режим у салоні автомобіля. Показано, що температурний режим у салоні транспортного засобу знаходиться в межах безпечної для життя та здоров'я людини температури. Це підтверджує ефективність роботи запропонованої системи усунення акумулюючого тепла в салоні автомобіля.

В результаті проведених досліджень було прийнято рішення подальшого використання системи САВКА з наявністю теплоізоляційних матеріалів.

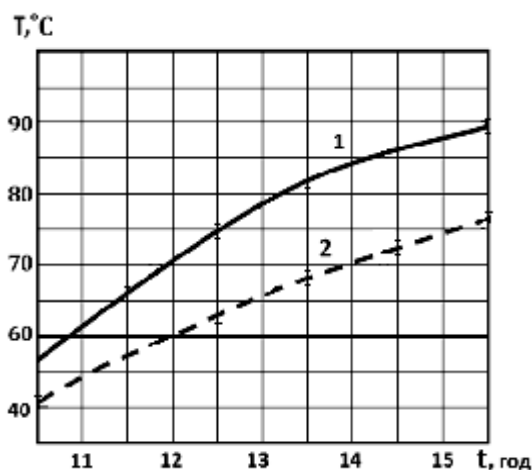


Рис. 4. Графік залежності температури T в салоні автомобіля від часу t (без використання теплоізоляційних матеріалів)

- 1 – без застосування системи автоматичної вентиляції кузова автомобіля;
2 – із застосуванням системи автоматичної вентиляції кузова автомобіля

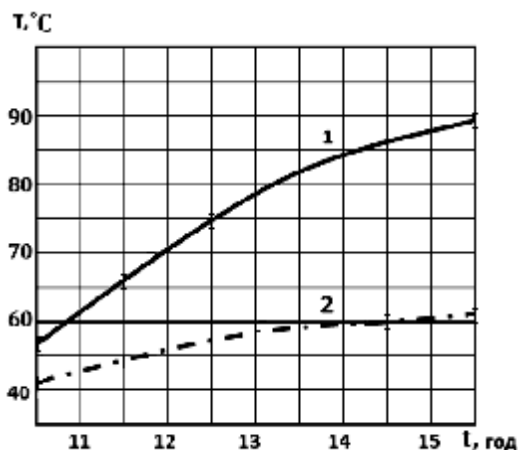


Рис. 5. Графік залежності температури T в салоні автомобіля від часу t (з використанням теплоізоляційних матеріалів)
 1 – без застосування системи автоматичної вентиляції кузова автомобіля;
 2 – із застосуванням системи автоматичної вентиляції кузова автомобіля

Висновки. В результаті виконання експерименту доведено ефективність роботи системи автоматичної вентиляції кузова автомобіля, а також встановлено, що:

1) система автоматичної вентиляції кузова автомобіля дає можливість усунути акумулююче тепло в салоні автомобіля, який тривалий час перебуває на стоянці під дією сонячного випромінювання;

2) температурний режим у салоні автомобіля забезпечується в межах 60 градусів за Цельсієм, що є безпечним для життя та здоров'я людини;

3) система автоматичної вентиляції кузова автомобіля створює безпечні умови для тривалого перебування автомобіля на стоянці в умовах клімату з високою температурою навколишнього середовища.

Список літератури

1. Мазепа С. С. Електрообладнання автомобілів : навч. посіб. / С. С. Мазепа, А. С. Куцик. – Львів : Львівська Політехніка, 2012. – 168 с.
2. Лудченко О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. Технологія : підруч. / О. А. Лудченко. – К. : Вища шк., 2007. – 527 с.
3. Системы кондиционирования автомобилей. Книга 1 / [под ред. Панфилова]. – М. : Высшая шк., 2011. – 703 с.
4. Штокаленко В. П. Проектирование вентиляционных систем / В. П. Штокаленко. – Рубцовск, 2009. – 82 с.

5. Веселов С. А. Вентиляционные и аспирационные системы / С. А. Веселов, Ф. В. Веденьев. – М. : Колос, 2004. – 240 с. : ил.
6. Пономарчук І. А. Вентиляція та кондиціонування : навч. посіб. / І. А. Пономарчук, О. Б. Волошин. – Вінниця, 2004. – 120 с.
7. Черничкин М. Ю. Большая энциклопедия электрика / М. Ю. Черничкин. – М. : ЭКСМО, 2011. – 508 с.
8. Кашкаров А. П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции / А. П. Кашкаров. – М. : ДМК Пресс, 2011. – 144 с.
9. Рассел Дж. Теплоизоляция / Джесси Рассел, Рональд Кон. – VSD, 2013. – 108 с.
10. Сажко В. А. Електричне та електронне обладнання автомобілів : навч. посіб. для ВНЗ / В. А. Сажко. – К. : Каравелла, 2010. – 304 с.

References

1. Mazepa, S. S., Kutsyk, A. S. (2012) Elektro-obladnannya avtomobiliv. L'viv: L'vivs'ka Politekhnika, 168 s. [in Ukrainian].
2. Ludchenko, O. A. (2007) Tekhnichna ekspluatatsiya i obsluhovuvannya avtomobiliv. Tekhnolohiya. Kyiv: Vyshcha shk., 527 s. [in Ukrainian].
3. Sistemy konditsionirovaniya avtomobiley (2011) Kniga 1 [Pod red. Panfilova]. Moscow, Vysha shkola, 703 s. [in Russian].
4. Shtokalenko, V. P (2009) Proektirovanie ventilyatsionnyh sistem. Rubtsovsk, 82 s. [in Russian].
5. Veselov, S. A., Vedeniev, F. V. (2004) Ventilyatsionnye i aspiratsionnye sistemy. Moscow: Kolos, 240 s. [in Russian].
6. Ponomarchuk, I. A., Voloshyn, O. B. (2004) Ventilyatsiya ta kondytsionuvannia. Vinnitsya, 120 s. [in Ukrainian].
7. Chernichkin, M. Yu. (2011) Bolshaya entsyklopediya elektrika. Moscow: EKSMO, 508 s. [in Russian].
8. Kashkarov, A. P. (2011) Vetrogeneratory, solnechnye batarei i drugie poleznye konstruksii. Moscow: DMK Press, 144 s. [in Russian].
9. Rassel, Dz., Kon R. (2013) Teploizolyatsiya. VSD, 108 s. [in Russian].
10. Sazhko, V. A. (2010) Elektrichne ta elektronne obladnannya avtomobiliv. Kyiv: Karavella, 304 s. [in Ukrainian].

O. A. Trigub, *Ph.D., associate professor,*
M. M. Baluta, *student,*
I. A. Shlionchak, *Ph.D., associate professor*
Cherkasy State Technological University
Shevchenko blvd, 460, Cherkasy, 18006, Ukraine

AUTOMATIC SYSTEM OF ELIMINATION OF HEAT ACCUMULATING IN A VEHICLE

It is known that in the car, which is parked under sunlight for a long time, we can see the phenomenon of heat accumulation. But high temperature inside of the car is not only one negative consequence that result in the influence of solar thermal energy. According to statistics in the United States every year 37 children die from hyperthermia (overheating). They were inside of parked cars. In the article existing air conditioning systems are considered. The advantages and disadvantages of air conditioning systems and their harmful effect on the environment are shown. The analysis of vehicle designs has shown that the installation of new air-conditioning systems and ensuring of the optimal temperature in the car are very important. The authors have found out that all air conditioning systems work only when the engine of the vehicle operates, because they mechanically and energetically depend on it. When the car is parked for a long time under the influence of sunlight, air-conditioning system does not ensure air renew inside of it. That's why, dangerous to human life and health factors are not resolved.

The aim of the research is to eliminate heat accumulating inside of a vehicle using automatic ventilation system.

It is suggested to use automatic ventilation system inside of the vehicle, which operates independently and does not depend on human factor. The system provides a comfortable temperature inside of parked vehicles, which are under the influence of sunlight. Comfortable temperature is guaranteed by forced ventilation and allows to ensure conditions suitable for a long parking under the influence of sunlight. Structurally, the proposed system is a system of air routes. Using special fan, fresh air can be pumped up into the vehicle from the outside and the temperature inside is not dangerous for human life or health.

It is established that the proposed system makes it possible to eliminate heat accumulating inside of the car, providing the optimum temperature in the range of 60 degrees Celsius. This system allows (with closed doors and windows) to ensure the air inside of the car constantly which is safe for children who can occasionally stay there.

Keywords: *air conditioning system, the accumulating heat, comfort and safety of the vehicle, the temperature inside of the vehicle.*

*Рецензенти: Г. В. Канашиевич, д.т.н., професор,
С. І. Пустюльга, д.т.н., професор*