

MERKISZ Jerzy¹
BAJERLEIN Maciej²

Wpływ zastosowania nowoczesnych układów klimatyzacji na rozkład temperatur w autobusie miejskim

autobus, energia, temperatura,
silnik z zapłonem samoczynnym

Streszczenie

W artykule omówiono wyniki z przeprowadzonych badań, których celem było zweryfikowanie jak zastosowanie różnego typu układu klimatyzacyjnego w autobusie miejskim wpływa na rozkład temperatur wewnątrz pojazdu. Badaniom weryfikacyjnym poddano autobusy miejskie wyposażone w dwa odmienne układy klimatyzacyjne przestrzeni pasażerskiej. Układ A ze sprężarką mechaniczną napędzaną od silnika autobusu oraz układ B będący kompaktowym urządzeniem klimatyzacyjnym z inteligentnym systemem rozprowadzania/dystrybucji powietrza we wnętrzu pojazdu. Obydwa rozwiązania to wysokiej jakości kompleksowe rozwiązania chłodnicze w transporcie ładunków wymagających niskiej temperatury i klimatyzacyjne w transporcie osób, co czyni ich wiodącymi produktami nie tylko na rynku europejskim, ale także światowym. Pomiaru temperatury dokonywano przy użyciu sześciu termopar, wykorzystując przetwornik sygnału IOTECH PERSONAL DAQ 3000.

THE IMPACT OF APPLICATION OF NEW AIR CONDITIONING SYSTEMS ON TEMPERATURE DISTRIBUTION IN THE URBAN BUS

Abstract

The article discusses the results of the study, whose purpose was to verify how the application of various types of air-conditioning system in an urban bus affects the temperature distribution inside the vehicle. Verification testing buses were equipped with two different air-conditioning systems of the passenger compartment. A system with a mechanical compressor, driven by the motor bus and a system B which is a compact device with an intelligent air conditioning system of distribution/ air distribution inside the vehicle. Both solutions are high quality comprehensive solutions in the transport of refrigerated cargoes that require low temperature and air passenger transport, which makes them not only the leading products in the European market but also globally. Temperature measurement was performed using six thermocouples, using a signal converter IOTECH PERSONAL DAQ 3000.

1. WSTĘP

Ciągłe doskonalenie przez producentów konstrukcji tego rodzaju komponentów autobusu wpisuje się w ogólny w motoryzacji trend minimalizowania zużycia energii (zmniejszania energochłonności) przez pojazd oraz zwiększania jego efektywności energetycznej. Badaniom weryfikacyjnym poddano autobusy miejskie wyposażone w dwa odmienne układy klimatyzacyjne przestrzeni pasażerskiej. Układami te, to wysokiej jakości kompleksowe rozwiązania chłodnicze w transporcie ładunków wymagających niskiej temperatury i klimatyzacyjnych w transporcie osób, co czyni ich wiodącymi producentami nie tylko na rynku europejskim, ale także światowym[1].

W badaniach wykorzystywano konwencjonalny układ klimatyzacyjny oznaczony, jako A ze sprężarką mechaniczną napędzaną od silnika autobusu niemieckiej. Układ A charakteryzuje się znacznie zredukowaną masą w stosunku do układów starszego typu. Dzięki zastosowaniu nowoczesnej technologii produkcji udało się uzyskać oszczędności w masie urządzenia klimatyzacyjnego na poziomie 30%.



Rys.1. Sprężarka układu A.

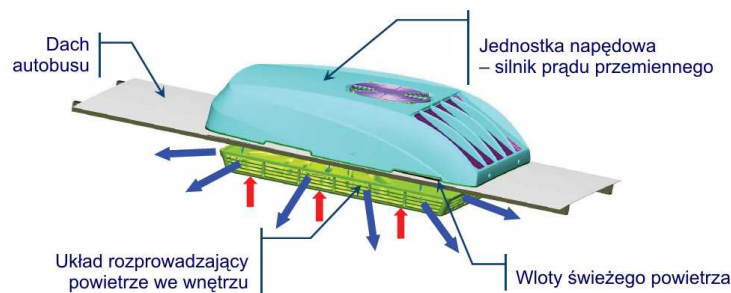
¹Politechnika Poznańska, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu, Instytut Silników Spalinowych i Transportu, ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań.
Tel: + 48 61 665-22-07, Fax: + 48 61 665-22-04, E-mail: jerzy.merkisz@put.poznan.pl

²Politechnika Poznańska, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu, Instytut Silników Spalinowych i Transportu, ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań.
Tel: + 48 61 665-22-07, Fax: + 48 61 665-22-04, E-mail: maciej.bajerlein@put.poznan.pl

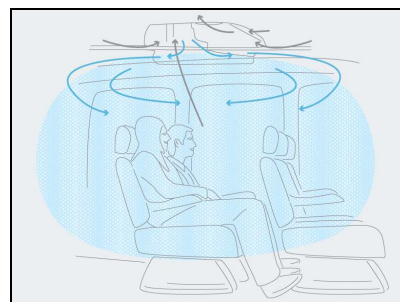
Tab. 1. Parametry techniczne sprężarki układu A

Parametr	Wielkość
Liczba cylindrów [-]/średnica [mm]/suw [mm]	4/60/49
Objętość skokowa [cm ³]	554
Wydajność objętościowa (1450/3000 1/min) [m ³ /h]	48,30/99,90
Moment bezwładności [kg·m ²]	0,0043
Masa [kg]	33
Dopuszczalny zakres prędkości obrotowej dla R134a ¹⁾ [1/min]	500÷3000
Maks. dopuszczalne nadciśnienie (LP/HP) ²⁾ [bar]	19/28
Przyłącze ssawne SV [mm]/["]	35/1 3/8
Przyłącze tłoczne DV [mm]/["]	28/1 1/8
Smarowanie	pompa oleju
Typ oleju dla R134a, R404A, R407C, R507	FUCHS Reniso Triton SE 55
Typ oleju dla R22	FUCHS Reniso SP 46
Napełnienie olejem [dm ³]	2,0
Wymiary dł./szer./wys. [mm]	385/320/370

Drugim z badanych układów jest układ B, będący kompaktowym urządzeniem klimatyzacyjnym z inteligentnym systemem rozprowadzania/dystrybucji powietrza we wnętrzu pojazdu (rys.2,3.). Jest to nowatorski układ klimatyzacyjny – montowany w szyberdachach – o napędzie elektrycznym, przeznaczony wyłącznie do autobusów miejskich. Jednym z elementów składających się na cały układ jest system pozwalający na sterowanie jego pracą (rys.4.).



Rys.2. Sposób montażu i działania układu B



Rys.3. Sposób rozprowadzania powietrza we wnętrzu pojazdu

Porównywane urządzenia klimatyzacyjne A i B znacząco różnią się konstrukcyjnie. Dotyczy to zwłaszcza rodzaju napędu, wydajności chłodniczej i grzewczej oraz wymiarów zewnętrznych – stąd między innymi mniejsza masa układu B (około 50 kg wobec 109 kg dla A) [3]. Na uwagę zasługuje też różnica w poborze prądu przez urządzenia – 72 A dla A wobec 60 A dla B. Należy jednak przy tym zaznaczyć, iż układ B jest na ogół montowany w autobusie w liczbie dwóch sztuk.



Rys.4. Moduł sterujący układem B

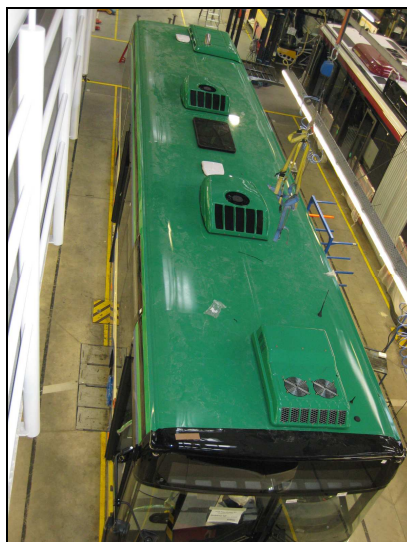
2. OBIEKTY BADAWCZE I APARATURA POMIAROWA

2.1 Autobusy miejskie

W celu przeprowadzenia badań wykorzystano dwa autobusy miejskie. Były to popularnie występujące we flotach firm z sektora komunikacji miejskiej dwunastometrowe autobusy (rys. 4.-5.). Do napędu obu autobusów producent zastosował konwencjonalny układ napędowy, którego podstawowym elementem jest silnik spalinowy o zapłonie samoczynnym. W jednym z badanych autobusów zaimplementowano układ klimatyzacji przestrzeni pasażerskiej A, natomiast drugi wyposażono w nowocześniejszy układ klimatyzacji B [7].



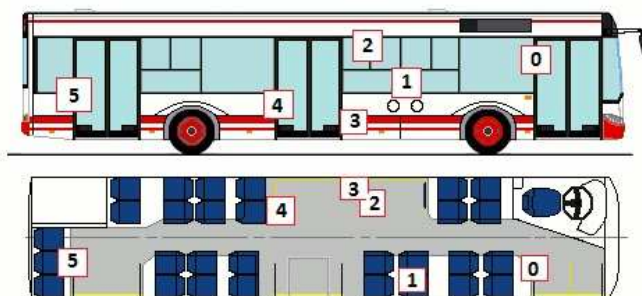
Rys.4. Obiekt badań – autobus miejski wyposażony w układ klimatyzacji A



Rys.5. Obiekt badań – autobus miejski wyposażony w układ klimatyzacji B

2.2 Pomiar temperatury

WPomiaru temperatury dokonywano przy użyciu sześciu termopar, wykorzystując przetwornik sygnału IOTECH PERSONAL DAQ 3000 (rys.6. i 7.).



Rys.6. Rozmieszczenie punktów pomiarowych w autobusie



Rys.7. Widok wnętrza autobusu wraz z zamontowanym modulem zbiorczym pomiaru temperatury



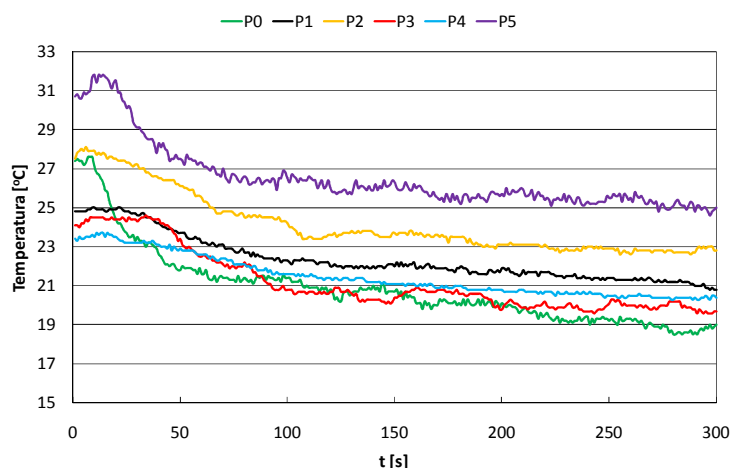
Rys.8. Termopary służące do określania wartości temperatury panującej we wnętrzu badanych autobusów

3. WYNIKI BADAŃ

3.1 Układ A

3.1.1 Pomiar na postoju

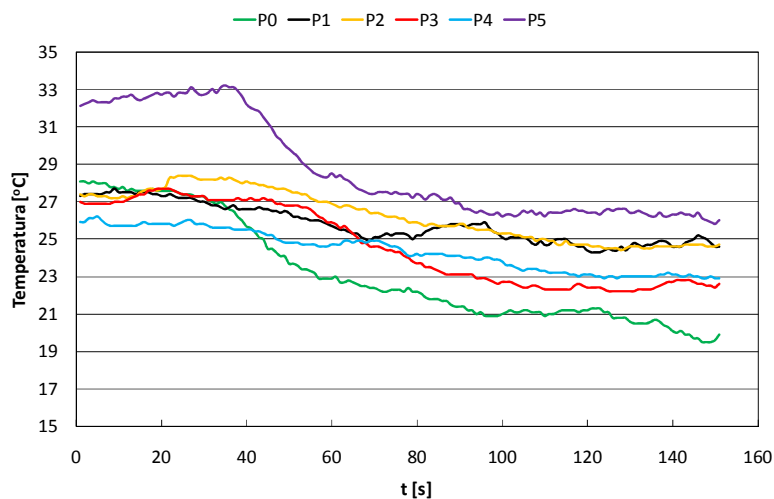
Dzięki wynikom przeprowadzonych pomiarów dla układu klimatyzacyjnego A sporządzono wykresy przedstawiające zależność pomiędzy zarejestrowaną temperaturą we wnętrzu autobusu a czasem pomiaru (rys.9.). Jak można zaobserwować zmierzona w każdym z punktów pomiarowych (P0÷P5) temperatura w trakcie pracy tego układu charakteryzuje się różnymi wartościami. Wynika to ze zróżnicowanej lokalizacji termopar – punktów pomiarowych we wnętrzu badanego pojazdu oraz umiejscowienia niektórych z nich w bliskim sąsiedztwie pracujących spalinowych agregatów prądotwórczych, służących do zasilania aparatury badawczej. Ponadto zarejestrowana w czasie badań temperatura charakteryzuje się dużymi wartościami. Wynika to z tego, iż pomiar temperatury panującej we wnętrzu autobusu odbywał się po wcześniejszych badaniach, w których analizowano wpływ działania układu ogrzewania pojazdu na zużycie paliwa i emisję substancji szkodliwych w spalinach (stąd wysoka temperatura początkowa). Jak widać maksymalną wartość spadku temperatury w wyniku działania układu A zarejestrowano dla punktu P0 i wynosi ona 8,4 °C.



Rys.9. Temperatura we wnętrzu autobusu w trakcie działania układu A – postój

3.1.2 Pomiar w trakcie jazdy

Dla wykonanych testów jezdnych (podobnie jak dla prób postojowych) również sporządzono wykresy przedstawiające zależność pomiędzy zarejestrowaną temperaturą w każdym z punktów pomiarowych a czasem pomiaru (rys.10.). Tutaj także można zaobserwować duże wartości (i różnice) zmierzonej we wnętrzu pojazdu temperatury w trakcie pracy układu A. Wynika to z takich samych przyczyn jak w trakcie badań postojowych. Maksymalną wartość spadku temperatury w wyniku działania układu A w testach jezdnych zarejestrowano dla punktu P0 i wynosi ona 8,2 °C.

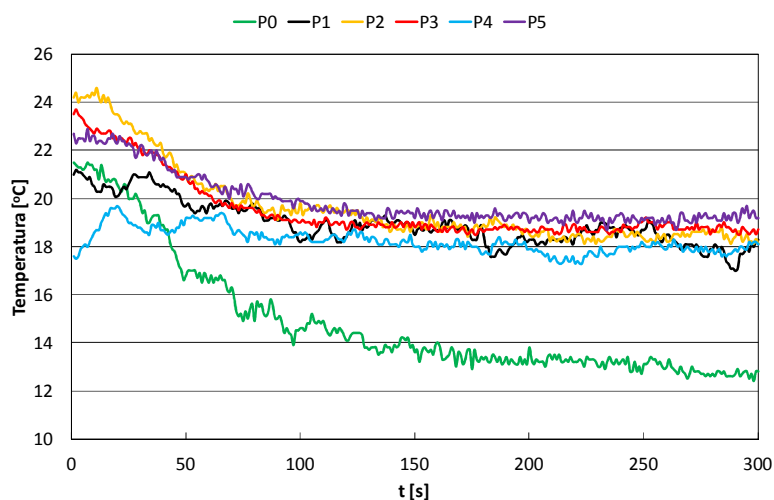


Rys.10. Temperatura we wnętrzu autobusu w trakcie działania układu A – test jezdny

3.2 Układ B

3.2.1 Pomiar na postoju

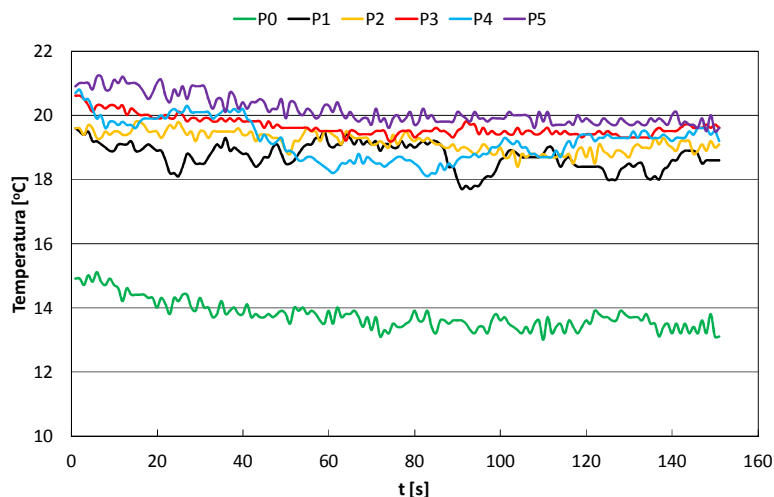
Podobnie jak dla układu klimatyzacyjnego A także i dla układu B sporządzono wykresy przedstawiające zależność pomiędzy zarejestrowaną temperaturą w każdym z punktów pomiarowych a czasem pomiaru (rys.11.). Jak można zaobserwować zmierzona we wnętrzu pojazdu temperatura w trakcie pracy tego układu charakteryzuje się różnymi wartościami. Wynika to (podobnie jak w przypadku układu A) ze zróżnicowanej lokalizacji termopar – punktów pomiarowych we wnętrzu badanego pojazdu oraz umiejscowienia niektórych z nich w bliskim sąsiedztwie pracujących spalinyowych agregatów prądotwórczych, służących do zasilania aparatury badawczej. Maksymalną wartość spadku temperatury w wyniku działania układu B zarejestrowano dla punktu P0 i wynosi ona 8,7 °C.



Rys.11. Temperatura we wnętrzu autobusu w trakcie działania układu B – postój

3.2.2 Pomiar w trakcie jazdy

Dla wykonanych testów jezdnych (podobnie jak dla układu A) również sporządzono wykresy przedstawiające zależność pomiędzy zarejestrowaną temperaturą w każdym z punktów pomiarowych a czasem pomiaru (rys.12.). Tutaj także można zaobserwować duże różnice w wartościach zmierzonej we wnętrzu pojazdu temperatury w trakcie pracy układu B. Wynika to z takich samych przyczyn jak w trakcie badań postojowych układu A i B. Maksymalną wartość spadku temperatury w wyniku działania układu B w testach jezdnych zarejestrowano dla punktu P0 i wynosi ona 1,8 °C.



Rys.12. Temperatura we wnętrzu autobusu w trakcie działania układu B – test jezdny

4. WNIOSKI

Współcześnie w motoryzacji obserwowane są różnorodne dążenia producentów pojazdów do zmniejszenia negatywnego oddziaływania swoich produktów na środowisko naturalne. Jest to bardzo ważne zagadnienie, zwłaszcza w dobie dynamicznie wzrastającej liczby ludności świata oraz związanego z tym, zwiększania się zapotrzebowania transportowego. Dążenia do minimalizowania uciążliwości dla środowiska pojazdów silnikowych mogą przejawiać się m.in. w doskonaleniu ich pod kątem lepszego wykorzystania energii. Można to osiągnąć na przykład dzięki zmniejszaniu energochłonności poszczególnych układów funkcjonalnych wchodzących w skład pojazdu, umożliwiających jego prawidłową eksploatację.

Niniejsza analiza przeprowadzona w celu określenia energochłonności różnego rodzaju układów klimatyzacyjnych stosowanych w autobusach miejskich (A i B) wykazała korzystność stosowania, ze względu na ekonomię eksploatacji pojazdu, układów o napędzie elektrycznym (mniejsze straty energii). Wynika to nie tylko z rodzaju napędu urządzenia klimatyzacyjnego – mniejszy pobór prądu, ale ponadto z mniejszej masy własnej i mniejszych wymiarów zewnętrznych (bardziej aerodynamiczna budowa) układu B. Ważnymi do wspomnienia są też mniejsze straty energii potrzebnej na tłoczenie czynnika chłodniczego – krótszy odcinek w przypadku układu B oraz mniejsze opóźnienia w działaniu układu klimatyzacyjnego.

W świetle przedstawionych wyników badań można zaobserwować, iż układ B okazał się lepszym w aspekcie ekonomii eksploatacji, jednak trzeba zaznaczyć, iż nie jest on tak wydajnym układem jak układ A, z konwencjonalnym rodzajem napędu.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Jastrzębska G. *Odnawialne źródło energii i pojazdy proekologiczne*, Warszawa, 2007.
- [2] Kulgmann E. Radziemska E. *Alternatywne źródła energii. Energetyka fotowoltaiczna. Ekonomia i Środowisko 1999*.
- [3] Naik S.; Georgakis C.; Hofer T. *Heat Transfer and Film Cooling Tips and Endwalls*, ASME-AMER SOC MECHANICAL ENG, USA
- [4] Nowicki M. Kamiński S.: *Potencjał do zagospodarowania*, 2002.
- [5] Pluta W. *Solar electricity. An economic approach to solar energy*. Butterworths UNESCO, Paryż, 1978.
- [6] Tuan N. A.; Huang K. D. *Airflow circulation cell study of an air-conditioning energy-saving mechanism*, APPLIED THERMAL ENGINEERING, Inst Mech & Elect Engr, Taiwan
- [7] www.busportal.sk