

KLIMATYZACJA SAMOCHODOWA NA DWUTLENEK WĘGLA

Płyny niskowrzące, które były i są wykorzystywane przez producentów samochodów, to jeszcze do niedawna czynnik R 12, a od lat 90-tych XX wieku bezchłorowa substancja oznaczona jako R 134a. Pierwszym czynnikiem chłodniczym stosowanym w układach klimatyzacyjnych pojazdów był właśnie czynnik R 12, który został wycofany z użycia w nowych instalacjach od 1993 roku, lecz nie od razu zaprzestano produkcji samochodów na ten płyn roboczy i przejściowo na rynku motoryzacyjnym w tym okresie można było jeszcze kupić samochód z instalacją na oba wymienione wyżej czynniki. Na mocy Protokołu Montrealskiego (1987), z końcem roku 1995 została wstrzymana produkcja czynnika R 12 ze względu na jego destrukcyjne działanie na warstwę ozonową (ODP=0,82). Na jego miejsce na początku lat 90-tych jako zamiennik wprowadzono czynnik jednorodny R 134a, którego wskaźnik ODP=0.

Wraz z postępem techniki oraz szeroko pojętej ekologii, producenci samochodów szukają nowych rozwiązań dla układów klimatyzacyjnych, a z tym wiąże się zamiana starego czynnika na nowy, lepszy, tańszy oraz bardziej ekologiczny od jego poprzednika. Takim czynnikiem może się okazać **dwutlenek węgla** (R744). Należy on do grupy naturalnych czynników chłodniczych, do których zalicza się takie czynniki, jak: amoniak, węglowodory, woda. Dwutlenek węgla jest nietoksyczny, niepalny, bezbarwny, obojętny, bezwonny, neutralny w smaku. Jego wskaźnik ozonowy ODP=0.

R 744 podobnie jak czynnik R 134a dobrze współpracuje z olejami syntetycznymi. Istotną różnicą obu tych czynników są wartości ciśnień po stronie tłocznej i ssawnej sprężarki. Dla czynnika R 134a są to wartości na poziomie 2 bar dla strony niskiego ciśnienia i około 14 bar na stronie wysokiego ciśnienia przy temperaturze na wylocie ze sprężarki rzędu 60°C. Dużo wyższe ciśnienia robocze osiągane są dla czynnika R 744, które po stronie niskiego ciśnienia wynoszą około 35 bar, a po stronie wysokiego ciśnienia dochodzą one nawet do 130 bar. Ponadto na wyjściu ze sprężarki czynnik ten osiąga temperaturę około 160°C (niski punkt potrójny wymaga zastosowania dochładzacza).

Projekt klimatyzacji samochodowej na dwutlenek węgla na przykładzie samochodu VW Touran 1,9 TDI (77 kW) miał na celu pokazanie wyższości tego czynnika nad czynnikiem syntetycznym R 134a, oraz porównanie obydwu czynników pod względem stosowalności w instalacjach klimatyzacyjnych. Zleceniodawcami tego projektu były: Niemieckie Federalne Ministerstwo



Rys. 1 Widok samochodu VW Touran [1]



Rys. 2 Widok pierwszego obiektu testowego [1]



Rys. 3 Widok drugiego obiektu testowego [1]

Ochrony Środowiska, Ministerstwo Ochrony Przyrody oraz Ministerstwo Bezpieczeństwa Jądowego. Wykonaniem instalacji, montażem oraz testami zajęła się Austriacka firma Obrist Engineering GmbH, która współpracowała z dostawcami części, takimi jak: Behr (Stuttgart), BHTC (Lippstadt), Egelhof (Stuttgart) oraz Ixetic (Bad Hamburg).

Dla zapewnienia jak najbardziej wiarygodnych wyników testu, badania przeprowadzono na dwóch różnych stacjach diagnostycznych wyposażonych w specjalistyczny sprzęt zapewniający odpowiednie warunki prowadzenia pomiarów. W pierwszym obiekcie,

w którym przeprowadzono testy (rys.2) wykorzystano: komorę aerodynamiczną stosowaną dla pociągów, autobusów oraz samochodów, wyposażoną w sekwencję symulowania zmiennego nasłonecznienia, dynamometr, zmianę temperatury otoczenia, wilgotności oraz siły wiatru. Drugim obiektem (rys.3) była stacja diagnostyczna, w której dodatkowo zastosowano przyrządy do pomiaru zużycia paliwa.

W schemacie instalacji systemu klimatyzacji samochodowej zastosowano (w opcji dla czynnika R 134a brak tego elementu) regeneracyjny wymiennik ciepła zapewniający podgrzanie par opuszczających parownik i dochłodzenie par opuszczających skraplacz (rys.4). Sprężarki instalacji dla R 744 mają mniejszą pojemność skokową (np. 28 zamiast 160 cm³), zatem są lżejsze i nie posiadają sprężgła.

W systemie rozprowadzenia powietrza nowością jest wprowadzenie dwóch kłap sterujących przepływem gorącego powietrza (rys.5). Ich działanie polega na zamykaniu się podczas zbyt małego przepływu powietrza i otwieraniu podczas zwiększonego jego przepływu. W systemach chłodzenia z czynnikami R 134a brak takiego rozwiązania, ponieważ są one mniej wrażliwe na wsteczny przepływ powietrza.

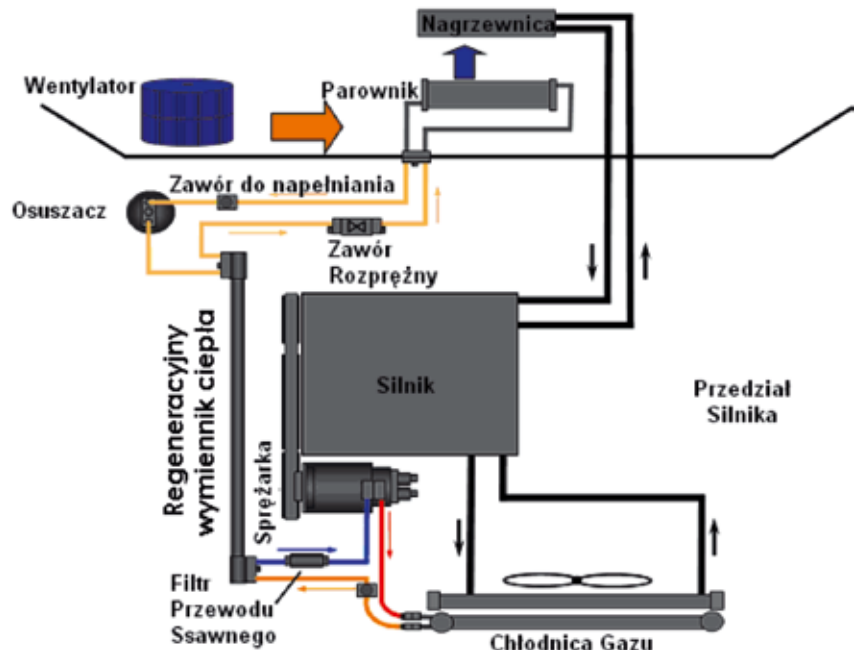
Na rysunku 6 pokazano przewody elastyczne wysokiego ciśnienia dla czynnika R 134a i dwutlenku węgla.

Dla porównania obydwu instalacji klimatyzacyjnych zastosowano dokładnie takie same procedury jak w przypadku czynnika R 134a, czyli:

- tak samo rozmieszczone czujniki temperatury w samochodzie,
- pomiary mocy sprężarki chłodniczej,
- pomiary przy zróżnicowanym poruszaniu się samochodu na drodze (przyspieszanie, hamowanie),
- pomiary zużycia paliwa.

Na rysunkach 7 do 9 przedstawiono wyniki porównania warunków pracy sprężarki chłodniczej, zużycia paliwa oraz emisji CO₂ dla obydwu ocenianych instalacji.

Na podstawie wykonanych pomiarów stwierdzono mniejszą moc sprężarki w przypadku czynnika R 744 w pierwszej fazie (od 0 do 30 minut), oraz na biegu jałowym (wyłączenie



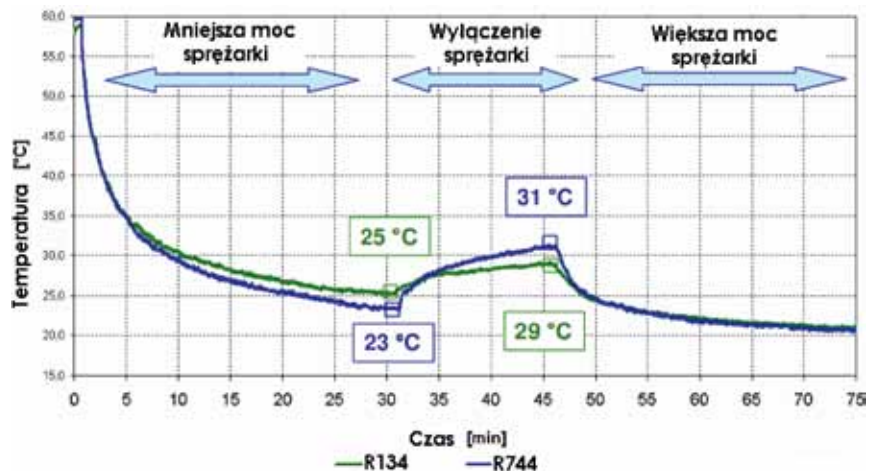
Rys. 4 Schemat instalacji systemu klimatyzacji samochodowej dla CO₂ [1]



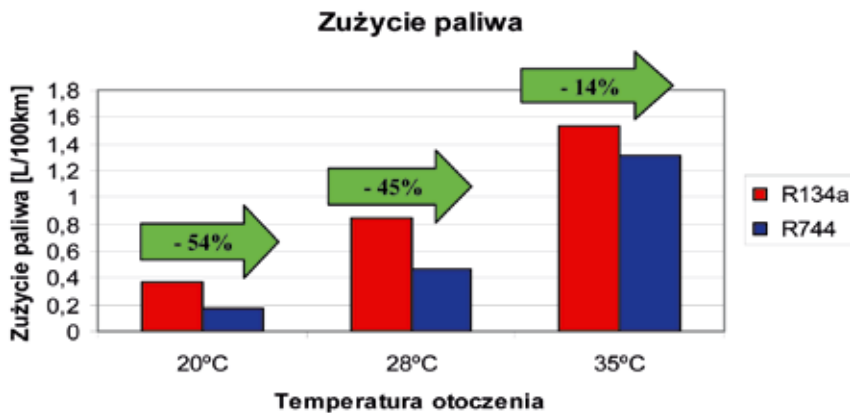
Rys. 5 Kłapy sterujące przepływem powietrza [1]



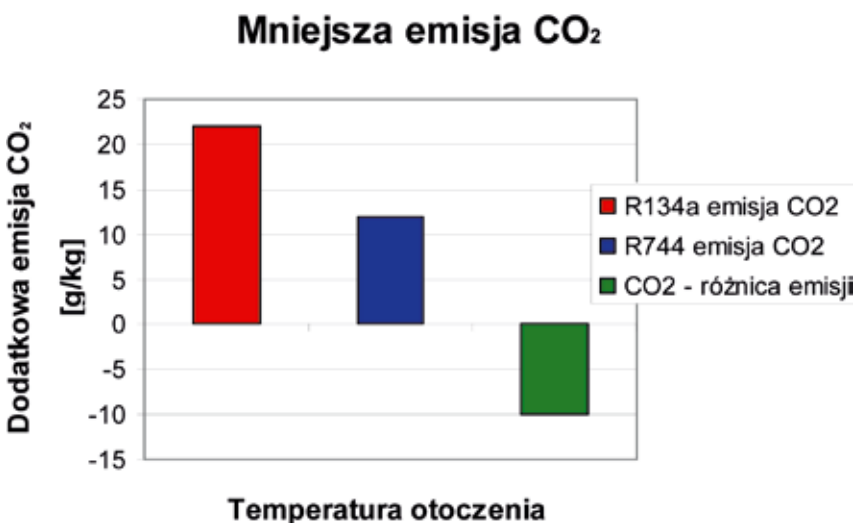
Rys. 6 Przewody wysokiego ciśnienia dla R 134a (gumowy) i dwutlenku węgla (odporny na wysokie ciśnienie), [3]



Rys. 7 Warunki pracy sprężarki dla instalacji z R 134a i R744 [1]



Rys. 8 Zużycie paliwa dla systemów z R 134a i R 744 [1]



Rys. 9 Emisja CO₂ dla instalacji z R 134a i R 744 [1]

spężarki – od 30 do 45 minut) w drugiej fazie natomiast większą moc spężarki (od 45 minut) w fazie trzeciej. Z rysunku 7 widać, że rozkład temperatury w funkcji czasu dla obu czynników jest bardzo zbliżony.

PODSUMOWANIE:

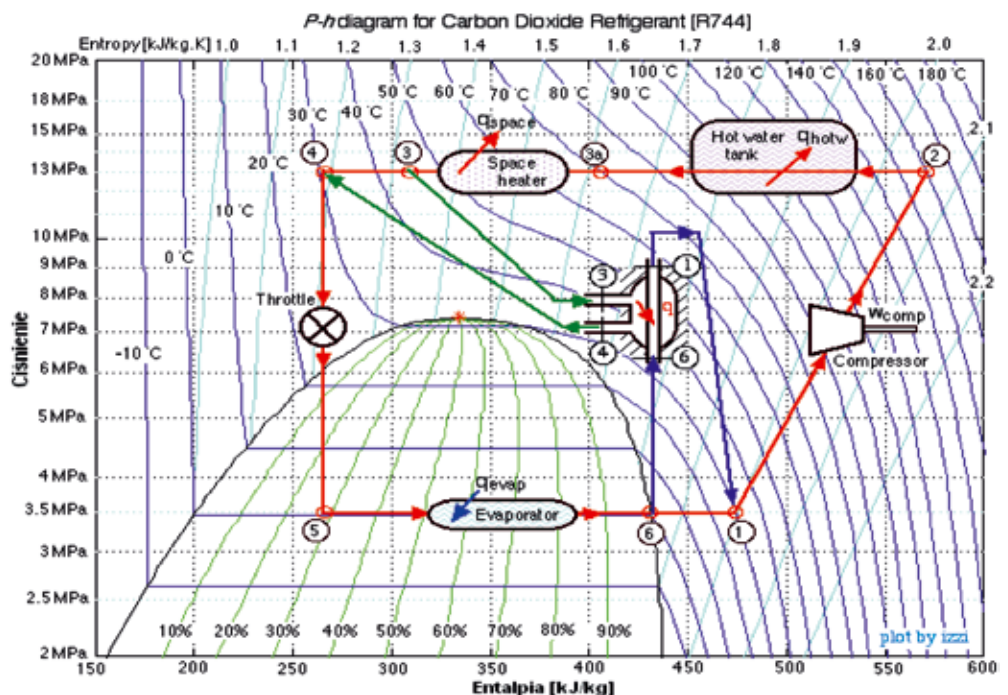
- wielkość instalacji na czynnik R 744 jest bardzo zbliżona do wielkości instalacji na czynnik R 134a;
- instalacja klimatyzacyjna oparta na R 744 zużywa mniej paliwa niż instalacja napełniona czynnikiem syntetycznym R 134a;
- w wypadku R 744 stwierdzono mniejszą emisję CO₂ do atmosfery, a zatem mniejszą szkodliwość użytko-

- wania urządzeń dla środowiska;
- w przypadku dwutlenku węgla w instalacji występują dużo wyższe ciśnienia;
- w razie wycieku ulotnienie się R 744 do atmosfery nie niesie dodatkowych skutków ubocznych, tak jak ma to miejsce w przypadku czynnika R 134a;
- nie jest konieczna utylizacja R 744 podczas recyklingu pojazdów;
- w sytuacji wypadku samochodowego (13 MPa i 160°C na wyjściu ze sprężarki), skutki mogą być tragiczne.

LITERATURA:

- [1] www.obrist.at
- [2] www.vda-wintermeeting.de „Obirst M Graz VDA Winter Meeting 2009”
- [3] www.compressortech.co.uk „http://www.compressortech.co.uk/downloads/R744_Witzenmann_report.pdf”
- [4] www.mocek.pl
- [5] www.intercars.com.pl „www.intercars.com.pl/pliki/PLK/wiadomosci26_dodatek.pdf”
- [6] „Technika chłodnicza i klimatyzacyjna”, nr 4/2007, s.146
- [7] www.ohio.edu/d/Cmechanical/thermo/Applyhapt.7_11/Chapter9.html

Opracował:
Krzysztof MOCEK



Rys. 10 Obieg nadkrytyczny R 744 na wykresie Moliera [7]: 1-2 sprężanie, 2-3 chłodzenie, 3-4 dochłodzenie czynnika w dochładzacz, 4-5 dławienie, 5-6 wrzenie.