

Spis treści

Wstęp	9
1. Warunki klimatyczne wnętrza pojazdu	11
2. Przemiany powietrza wilgotnego. Przygotowanie procesu	15
2.1. Powietrze wilgotne	15
2.2. Przemiany powietrza wilgotnego	16
3. Zasady działania układu klimatyzacji	21
3.1. Obieg chłodniczy	21
3.2. Obieg powietrza w kabinie pasażerskiej	23
4. Problemy stosowania urządzeń na czynnik CO ₂	27
4.1. Podstawowe zalety stosowania CO ₂	27
4.2. Historia CO ₂ w technice chłodniczej	30
4.3. Charakterystyka obiegów roboczych	32
4.4. Uwagi końcowe	37
5. Główne elementy składowe układów klimatyzacji	41
5.1. Sprężarka	41
5.2. Skraplacz	44
5.3. Parownik	45
5.4. Zawór rozprężny	46
5.5. Dysza dławiąca	47
5.6. Elementy sterowania układu	48
5.6.1. Sterowanie pracą sprężarki	48
5.6.2. Sterowanie pracą wentylatora skraplacza	52
5.6.3. Sterowanie właściwościami jezdnyimi pojazdu	53
5.7. Elementy dodatkowe	54
5.7.1. Sprzęgło sprężarki	54
5.7.2. Zasobnik czynnika chłodniczego	55
5.7.3. Filtr odwadniacz	55
5.7.4. Wentylator skraplacza	56
5.7.5. Wentylator parownika	56
5.7.6. Przewody i złącza	56
5.7.7. Tłumik	57
5.7.8. Filtry	57
6. Regulacja wydajności sprężarek stosowanych w układach klimatyzacji samochodowej	59
6.1. Skokowa regulacja wydajności	59

6.2.	Ciągła regulacja wydajności	61
6.3.	Upustowa regulacja wydajności	72
6.4.	Wyłączanie części cylindrów	73
7.	Klimatyzacja w kabinach samochodów ciężarowych i kabinach maszyn roboczych	75
7.1.	Klimatyzatory kabinowe	75
7.2.	Klimatyzatory postojowe	80
8.	Specyfika klimatyzacji autobusów	89
8.1.	Standardy europejskie spełniane przez zestawy klimatyzacyjne	89
8.2.	Przystosowanie zestawów klimatyzacji do współpracy z sieciami typu „CAN”	91
8.3.	Modułowość	92
8.4.	Przegląd zestawów klimatyzacyjnych	94
8.4.1.	Autobusy	94
8.4.2.	Minibusy	97
8.4.3.	Autobusy mniejsze	101
8.4.4.	Autobusy większe i trolejbusy	101
8.5.	Zestawy klimatyzacyjne minibusów i autobusów – konserwacja	103
8.6.	Zestawy klimatyzacyjne minibusów i autobusów – diagnostyka i naprawa	106
9.	Czynniki robocze, ich właściwości i zastosowanie	113
9.1.	Czynniki chłodnicze	113
9.2.	Czynniki chłodnicze R12 i R22	113
9.3.	Czynnik R407c	114
9.4.	Zastosowanie i własności fizyczne czynnika R134a	114
9.4.1.	Rozpuszczalność z wodą	115
9.4.2.	Mieszalność z olejami	115
9.4.3.	Własności chemiczne	116
9.4.4.	Własności termodynamiczne	117
9.4.5.	Bezpieczeństwo użytkowania, oddziaływanie na organizm ludzki	119
9.5.	Porównanie wydajności czynnika R134a i R407c	124
9.6.	Dwutlenek węgla – R744	125
9.7.	Porównanie czynnika roboczego R744 i R134a	126
9.8.	Optymalna ilość czynnika chłodniczego w obiegu klimatyzacji samochodowej	129
10.	Uszkodzenia sprężarek klimatyzacji samochodowej	137
10.1.	Uszkodzenia spotykane we wszystkich typach sprężarek klimatyzacji samochodowej	137
10.1.1.	Uszkodzenia sprzęgieł elektromagnetycznych	137
10.1.1.1.	Uszkodzenia mechaniczne sprzęgieł	138
10.1.1.2.	Uszkodzenia elektryczne sprzęgieł	141
10.1.2.	Uszkodzenia sprzęgieł zrywalnych	142
10.1.3.	Utrata szczelności sprężarek	143
10.1.3.1.	Uszkodzenia uszczelniaczy wałów	143
10.1.3.2.	Rozszczelnienia korpusów	144
10.1.4.	Uszkodzenia układów zaworowych	145

10.1.4.1.	Trwałe odkształcenia płytek zaworowych	145
10.1.4.2.	Wyłamania płytek zaworowych	145
10.1.4.3.	Korozyja układów zaworowych	146
10.1.4.4.	Podnoszenie płytek przez ciała obce	147
10.2.	Uszkodzenia sprężarek tłokowych	148
10.2.1.	Uszkodzenia układu cylinder – tłoki – wał	148
10.2.2.	Uszkodzenia łożyskowania wałów	150
10.2.3.	Uszkodzenia bieżni oraz półkul prowadzących tłoki	151
10.2.4.	Uszkodzenia zaworów regulacyjnych	152
10.3.	Uszkodzenia sprężarek łopatkowych	152
10.3.1.	Uszkodzenia łopatek oraz cylindrów	152
10.3.2.	Uszkodzenia pokryw cylindra	153
10.4.	Uszkodzenia sprężarek scroll	154
11.	Narzędzia i urządzenia serwisowe oraz wyposażenie warsztatu	157
11.1.	Wyposażenie obowiązkowe	158
11.1.1.	Urządzenia do odzysku czynników chłodniczych	158
11.1.2.	Zestawy do napełniania instalacji chłodniczych	160
11.1.3.	Zbiorniki ciśnieniowe dla czynników chłodniczych	162
11.1.4.	Zestawy węży przyłączeniowych z zaworami	163
11.1.5.	Przyrządy do pomiaru ciśnienia i temperatury	163
11.1.6.	Wagi	165
11.1.7.	Wykrywacze nieszczelności	166
11.1.8.	Przyrządy do pomiarów elektrycznych	171
11.1.9.	Przyrządy do lutowania twardego	173
11.1.10.	Narzędzia specjalistyczne i ogólne	176
11.1.11.	Przyrządy do pomiaru wilgotności, hałasu	176
11.1.12.	Pompy próżniowe	178
12.	Metody rozpoznawania i usuwania usterek w układach klimatyzacji samochodowej	181
12.1.	Ogólne zasady dotyczące diagnozowania niesprawności działania klimatyzacji	181
12.2.	Zbyt niskie ciśnienie czynnika chłodniczego	181
12.3.	Zbyt wysokie ciśnienie czynnika chłodniczego podczas pracy układu	185
12.4.	Brak zmiany ciśnienia po załączeniu układu	186
12.5.	Poślizg zabieraka sprzęgła	187
12.6.	Brak rozruchu sprężarki po włączeniu klimatyzacji	187
12.7.	Nieprzyjemny zapach wydostający się z kanałów nawiewnych	187
12.8.	Oblodzenie jednego z elementów układu klimatyzacji	188
12.9.	Powstawanie hałasów w komorze silnika	188
13.	Przepisy dotyczące eksploatacji urządzeń klimatyzacyjnych w pojeździe oraz BHP	189
13.1.	Wybrane postanowienia norm serii PN-EN 378 w zakresie bezpieczeństwa instalacji i urządzeń chłodniczych	189
13.2.	Dobór czynników chłodniczych wg PN-EN 378	197

13.3.	Zestawy klimatyzacyjne – BHP podczas czynności obsługowych i instalacji	198
13.4.	Zagrożenia dla zdrowia wynikające z zastosowania klimatyzacji samochodowej.	203
14.	Wpływ substancji zubożających warstwę ozonową oraz niektórych fluorowanych gazów cieplarnianych na środowisko naturalne	205
14.1.	Podział czynników chłodniczych	205
14.2.	Degradacja warstwy ozonowej	207
14.3.	Efekt cieplarniany	209
14.3.1.	Mechanizm powstawania efektu cieplarnianego	209
14.3.2.	Gazy „cieplarniane”	211
14.3.3.	Skutki globalnego ocieplenia	213
14.4.	Wskaźniki ekologiczne oceny czynników chłodniczych	214
14.5.	Możliwości zastosowań czynników chłodniczych z grupy HFC (f-gazy) do roku 2030 ..	216
14.5.1.	Ograniczenia i zakazy wprowadzania na rynek czynników chłodniczych z grupy HFC (f-gazy)	216
14.5.2.	Konsekwencje wprowadzonych ograniczeń i zakazów w zakresie zastosowań f-gazów	217
14.5.3.	Zagrożenia stężeniami palnymi czynników w powietrzu	218
15.	Regulacje prawne – substancje zubożające warstwę ozonową (SZWO) i niektóre fluorowane gazy cieplarniane	219
15.1.	Europejskie i polskie regulacje prawne (wg stanu na dzień 10.06.2016)	219
15.2.	Pojęcia podstawowe w Ustawie [P1] oraz rozporządzeniach dotyczących SZWO i f-gazów	222
15.3.	System certyfikacji	223
15.3.1.	Certyfikat dla personelu	223
15.3.2.	Certyfikat dla przedsiębiorców	228
15.3.3.	Jednostki szkoleniowe	232
15.3.4.	Jednostki oceniające	234
15.3.5.	Urząd Dozoru Technicznego jako jednostka certyfikująca	236
15.4.	Obowiązki operatorów	238
15.4.1.	Kontrola szczelności	238
15.4.2.	Etykietowanie	244
15.4.3.	Karta urządzenia i systemu ochrony przeciwpożarowej	247
15.4.4.	Centralny rejestr operatorów (CRO)	250
15.4.5.	Szkolenia w zakresie niektórych pojazdów silnikowych	253
15.4.6.	Sprawozdawczość	256
15.5.	Sankcje wobec operatorów i firm serwisowych wynikające z nieprzestrzegania prawa	258
15.6.	Kontrola szczelności wg Rozporządzenia UE 517/2014	260
	Literatura	263