



**МЛАДЕЖКИ ФОРУМ
„НАУКА, ТЕХНОЛОГИИ,
ИНОВАЦИИ, БИЗНЕС“
*2024 есен***

***YOUTH FORUMS
"SCIENCE, TECHNOLOGY,
INNOVATION, BUSINESS" 2024***

**21-22 ноември 2024 година
Дом на науката и техниката – Пловдив**

СБОРНИК ДОКЛАДИ

ПЛОВДИВ

ISSN 2367-8569

Публикувано на:

<http://hst.bg/bulgarian/conference.htm>

ПРОЦЕДУРИ ПО ОБСЛУЖВАНЕ НА АВТОМОБИЛНИ КЛИМАТИЧНИ СИСТЕМИ

ЙОРДАН СТОЯНОВ

*Технически университет – София, Филиал - Пловдив
Катедра “Транспортна и авиационна техника и технологии”
4000 гр. Пловдив, ул. “Цанко Дюстабанов”, № 25
E-mail: yordan.stoyanov@tu-plovdiv.bg*

Резюме. Целта на статията е да покаже етапите на диагностициране и обслужване на автомобилни климатични системи (климатроници), работещи с хладилен агент R134a. Диагностицирането е извършено на автомобил Opel Vectra C 2008 година. Автомобилната климатична система (климатроника) е с редуцирвентил и филтър/дехидратор с възможност на задаване на желаната температура от пасажерите. При измерена температура на околната среда (около 39°C) и влажност на въздуха около 45% и зададено максимално охлаждане на климатроника в купето на автомобила (около 16 °C), стойностите на ниското и съответно високото налягане в системата, измерени от манометричния блок са 3 bar и 17 bar. Системата работи в изправност със зададеното количество хладилен агент и масло от производителя.

Ключови думи: диагностициране, обслужване, автомобилна климатична система, хладилен агент.

PROCEDURES FOR SERVICING AUTOMOTIVE AIR CONDITIONING SYSTEMS

YORDAN STOYANOV

*Technical University of Sofia, Plovdiv Branch
Department of Transport and Aircraft Equipment and Technologies
25, Tsanko Dyustabanov Str., Plovdiv 4000, Bulgaria
E-mail: yordan.stoyanov@tu-plovdiv.bg*

Abstract. The Objective of the article is to show the stages of diagnosis and service of automotive air conditioning systems (climate control) operating with refrigerant R134a. The diagnosis was made on a 2008 Opel Vectra C car. The car air conditioning system (climate control) has a reducing valve and a filter/dehydrator with the possibility of setting the desired temperature by the passengers. With a measured ambient temperature (about 39°C) and air humidity of about 45% and set maximum cooling of the climate control in the car compartment (about 16 °C), the values of the low and correspondingly high pressure in the system measured by the manometric unit are 3 bar and 17 bar. The system is working properly with the specified amount of refrigerant and oil from the manufacturer.

Keywords: diagnosis, service, automotive air conditioning system, refrigerant.

1. Въведение

В много от случаите, правилното диагностициране на климатичната система трябва да се извърши при правилните условия предписани от производителя, за да се даде

възможност за откриване на неизправностите. Необходимо е за тестването на климатична система температурата на околната среда да е по висока от тази, на която е предназначена да работи климатичната система. Специалистите,

работещи с климатичната инсталация често проверяват и възстановяват необходимото количество хладилен агент за правилна работа на системата [1, 5, 6].

Тестове с вакуум манометри позволяват измерване на стойностите на налягането в страната под ниско налягане и страната под високо налягане на системата, което е жизнено важно. По този начин се проверява дали системата работи правилно и се извършва проверка за откриване на неизправности, най – често изтичане на хладилен агент [2, 4].

Автомобилните климатични системи работят само в една посока като охлажда постъпващия в купето въздух, т.е. затопляне на въздуха не се извършва. За да работи правилно климатичната система, температурата в купето трябва да е по висока от температурата в околната среда, т.е. да е налична температурна разлика [2].

При наличие на влага в системата (лоша херметизация) се създават участъци от лед. Тези участъци от лед създават възпрепятстване на свободната циркулация на хладилен агент и до понижаване на налягането. Обичайните проблемни зони за образуване на участъци лед са изходящата тръба на кондензатора, филтър/дехидратор и изпарител [2].

Продължителната експлоатация на климатичната система може да доведе и до наличие на миризми в купето, което се обуславя от влагата около дренажната тръбичка може и предизвиква натрупване на плесен и бактерии [2].

Поддържането на автомобилните климатични системи налага проверки на бобината на съединителя на компресора. При отказ или дефектирала бобина на съединителя на компресора, автомобилната климатична система ще даде отказ от работа. Причините може да са липсата на захранване, лошо заземяване, неправилно съпротивление, неправилна хлабина и други [2].

При работа на системите с хладилен агент R134a уплътненията и маркучите са специално разработени да задържат изключително малките молекули на фреона, Т.е. ако в система използваща хладилен агент R12 се замени с R134a, фреонът ще изтече от системата. Теплофизичните свойства на

хладилният агент (фреон) R134a са показани на фиг. 1.

2. Изложение

За провеждане на обслужването и изследването на работата на автомобилна климатична система е избрано превозно средство OPEL VECTRA с данни показани в табл. 1. Данните за работата на климатичната система на избраното превозно средство са показани в табл. 2 [7]. Принципът на работа на климатичната система е показан на фиг. 2.

Преди извършване на замерването с вакуум манометричния блок е направено обслужване на климатичната система, състоящо се в изсмукване на хладилния агент, последвано от вакуум от вакуум помпа и проверка за пропуски по трасето, т.е. нарушаване на създадения вакуум. Добавя се необходимото количество масло и се запълва системата с необходимото количество хладилен агент според предписанията на производителя, фиг. 3 в). След извършване на обслужването, системата се пуска в ход и се проверява с пенлив разтвор за пропуски. Климатроника на превозното средство се настройва на най – ниските стойности на температура в купето. Установените стойности след замерване от манометричния блок, показани на индикаторите и са близки до тези, посочени в табл. 2 при влажност на въздуха около 45%. Температурата на въздуха в околната среда е отчетена (около 39 °C), а зададена температура от климатроника в купето на автомобила е (около 16 °C), което позволява на автомобилната климатична система да изпълнява функциите си. Т.е. постига се разлика в измерените температури, което е наложително за работа в климатичните системи.

Работата на климатичната система показва температурите на тръбопроводите трябва да са както следва:

- тръбата между изпарителя и компресора трябва да студена;
- тръбата между компресора и кондензатора трябва да се гореща;
- тръбата между кондензатора и редуцирвентила или капилярната тръбичка трябва да е топла;

- тръбата между редуцирвентила или капилярната тръбичка и изпарителя трябва да е студена.

Индикаторът на високото налягане показва стойности около 17 bar, а на ниското налягане стойности около 3 bar. Температурите на хладилният агент от

измерените стойности е около 61 °C от страната на високото налягане и около 1 °C от страната на ниското налягане и съответстват приблизително на данните показани на фиг. 1 [3].

Таблица 1. Данни на превозно средство OPEL VECTRA

Марка	Модел	Двигател	Година на производство
Opel	Vectra C	1796 cm ³ / 103 kW	2008

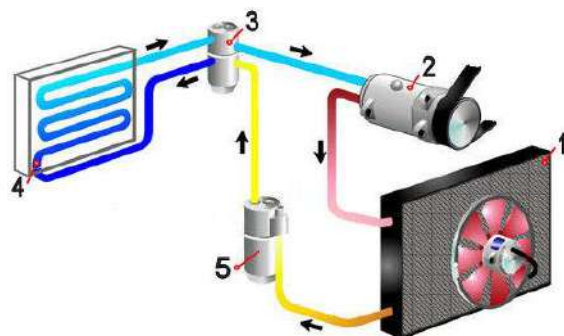
Таблица 2. Данни за работата на климатичната система на превозното средство

Обороти на двигателя, min ⁻¹	Влажност на въздуха, %	Температура на въздуха на околната среда, °C	Температура на изходящия въздух, °C	Индикатор на ниско налягане, bar	Индикатор на високо налягане, bar
1500	20 - 25	21.1	6.1	0.76	12.20
		26.8	8.9	1.03	14.33
		32.2	12.8	1.38	15.71
		37.8	17.2	1.58	17.57
1500	30 - 35	21.1	7.2	0.83	12.47
		26.8	10.6	1.10	14.74
		32.2	15.0	1.52	16.12
		37.8	19.4	1.79	18.40
1500	40 - 45	21.1	8.3	0.90	12.75
		26.8	12.2	1.24	15.15
		32.2	16.6	1.65	16.74
		37.8	22.2	2.00	19.15
1500	50 - 55	21.1	9.4	0.96	13.02
		26.8	13.9	1.30	15.57
		32.2	18.9	1.79	17.29
		37.8	25.0	2.20	19.91
1500	60 - 65	21.1	10.6	1.03	13.30
		26.8	16.5	1.45	16.05
		32.2	21.0	1.93	17.85
		37.8	27.9	2.41	20.67
1500	70 - 75	21.1	12.5	1.10	13.64
		26.8	17.2	1.52	16.40
		32.2	22.9	2.07	18.40
		37.8	31.1	2.55	21.50
1500	80 - 85	21.1	12.8	1.24	13.92
		26.8	18.3	1.65	16.81
		32.2	25.0	2.20	19.08
		37.8	32.2	2.69	21.77
1500	90 - 95	21.1	14.4	1.30	14.19
		26.8	20.0	1.72	17.23
		32.2	27.3	2.34	19.57
		37.8	35.0	2.82	22.17

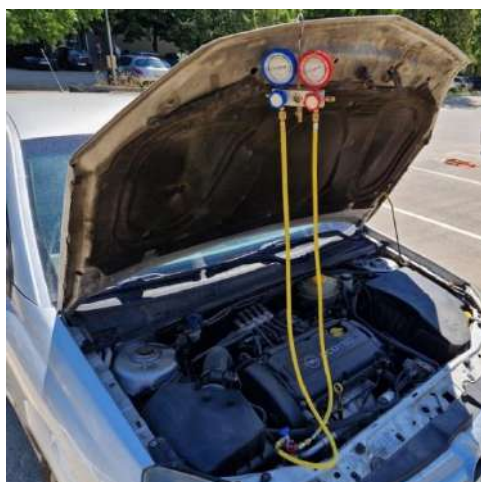
Thermophysical Properties of Refrigerants

Refrigerant 134a (1,1,1,2-Tetrafluoroethane) Properties of Saturated Liquid and Saturated Vapor

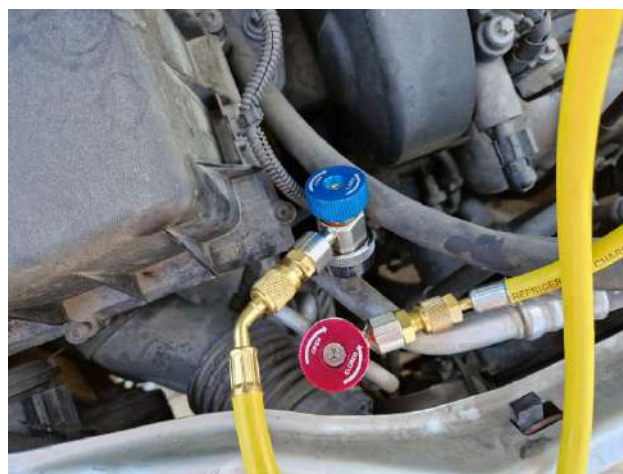
Temp.,* °C	Pres- sure, MPa	Density, kg/m ³ Liquid	Volume, m ³ /kg Vapor	Enthalpy, kJ/kg		Entropy, kJ/(kg·K)		Specific Heat c _p , kJ/(kg·K)		c _p /c _v	Velocity of Sound, m/s		Viscosity, μPa·s		Thermal Cond., mW/(m·K)		Surface Tension, mN/m	Temp.,* °C
				Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor		Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor		
-103.30 ^a	0.00019	1591.1	35.4960	71.46	334.94	0.4126	1.9639	1.184	0.585	1.164	1120	126.8	2175.0	6.46	145.2	3.08	28.07	-103.30
-100	0.00056	1582.4	25.1930	75.36	336.85	0.4354	1.9456	1.184	0.593	1.162	1103	127.9	1893.0	6.60	143.2	3.34	27.50	-100
-90	0.00152	1555.8	9.7698	87.23	342.76	0.5020	1.8972	1.189	0.617	1.156	1052	131.0	1339.0	7.03	137.3	4.15	25.79	-90
-80	0.00367	1529.0	4.2682	99.16	348.83	0.5654	1.8580	1.198	0.642	1.151	1002	134.0	1018.0	7.46	131.5	4.95	24.10	-80
-70	0.00798	1501.9	2.0590	111.20	355.02	0.6262	1.8264	1.210	0.667	1.148	952	136.8	809.2	7.89	126.0	5.75	22.44	-70
-60	0.01591	1474.3	1.0790	123.36	361.31	0.6846	1.8010	1.223	0.692	1.146	903	139.4	663.1	8.30	120.7	6.56	20.80	-60
-50	0.02945	1446.3	0.60620	135.67	367.65	0.7410	1.7806	1.238	0.720	1.146	855	141.7	555.1	8.72	115.6	7.36	19.18	-50
-40	0.05121	1417.7	0.36108	148.14	374.00	0.7956	1.7643	1.255	0.749	1.148	807	143.6	472.2	9.12	110.6	8.17	17.60	-40
-30	0.08438	1388.4	0.22594	160.79	380.32	0.8486	1.7515	1.273	0.781	1.152	760	145.2	406.4	9.52	105.8	8.99	16.04	-30
-28	0.09270	1382.4	0.20680	163.34	381.57	0.8591	1.7492	1.277	0.788	1.153	751	145.4	394.9	9.60	104.8	9.15	15.73	-28
-26.07 ^b	0.10133	1376.7	0.19018	165.81	382.78	0.8690	1.7472	1.281	0.794	1.154	742	145.7	384.2	9.68	103.9	9.31	15.44	-26.07
-26	0.10167	1376.5	0.18958	165.90	382.82	0.8694	1.7471	1.281	0.794	1.154	742	145.7	383.8	9.68	103.9	9.32	15.43	-26
-24	0.11130	1370.4	0.17407	168.47	384.07	0.8798	1.7451	1.285	0.801	1.155	732	145.9	373.1	9.77	102.9	9.48	15.12	-24
-22	0.12165	1364.4	0.16006	171.05	385.32	0.8900	1.7432	1.289	0.809	1.156	723	146.1	362.9	9.85	102.0	9.65	14.82	-22
-20	0.13273	1358.3	0.14739	173.64	386.55	0.9002	1.7413	1.293	0.816	1.158	714	146.3	353.0	9.92	101.1	9.82	14.51	-20
-18	0.14460	1352.1	0.13592	176.23	387.79	0.9104	1.7396	1.297	0.823	1.159	705	146.4	343.5	10.01	100.1	9.98	14.21	-18
-16	0.15728	1345.9	0.12551	178.83	389.02	0.9205	1.7379	1.302	0.831	1.161	695	146.6	334.3	10.09	99.2	10.15	13.91	-16
-14	0.17082	1339.7	0.11605	181.44	390.24	0.9306	1.7363	1.306	0.838	1.163	686	146.7	325.4	10.17	98.3	10.32	13.61	-14
-12	0.18524	1333.4	0.10744	184.07	391.46	0.9407	1.7348	1.311	0.846	1.165	677	146.8	316.9	10.25	97.4	10.49	13.32	-12
-10	0.20060	1327.1	0.09959	186.70	392.66	0.9506	1.7334	1.316	0.854	1.167	668	146.9	308.6	10.33	96.5	10.66	13.02	-10
-8	0.21693	1320.8	0.09242	189.34	393.87	0.9606	1.7320	1.320	0.863	1.169	658	146.9	300.6	10.41	95.6	10.83	12.72	-8
-6	0.23428	1314.3	0.08587	191.99	395.06	0.9705	1.7307	1.325	0.871	1.171	649	147.0	292.9	10.49	94.7	11.00	12.43	-6
-4	0.25268	1307.9	0.07987	194.65	396.25	0.9804	1.7294	1.330	0.880	1.174	640	147.0	285.4	10.57	93.8	11.17	12.14	-4
-2	0.27217	1301.4	0.07436	197.32	397.43	0.9902	1.7282	1.336	0.888	1.176	631	147.0	278.1	10.65	92.9	11.34	11.85	-2
0	0.29280	1294.8	0.06931	200.00	398.60	1.0000	1.7271	1.341	0.897	1.179	622	146.9	271.1	10.73	92.0	11.51	11.56	0
2	0.31462	1288.1	0.06466	202.69	399.77	1.0098	1.7260	1.347	0.906	1.182	612	146.9	264.3	10.81	91.1	11.69	11.27	2
4	0.33766	1281.4	0.06039	205.40	400.92	1.0195	1.7250	1.352	0.916	1.185	603	146.8	257.6	10.90	90.2	11.86	10.99	4
6	0.36198	1274.7	0.05644	208.11	402.06	1.0292	1.7240	1.358	0.925	1.189	594	146.7	251.2	10.98	89.4	12.04	10.70	6
8	0.38761	1267.9	0.05280	210.84	403.20	1.0388	1.7230	1.364	0.935	1.192	585	146.5	244.9	11.06	88.5	12.22	10.42	8
10	0.41461	1261.0	0.04944	213.58	404.32	1.0485	1.7221	1.370	0.945	1.196	576	146.4	238.8	11.15	87.6	12.40	10.14	10
12	0.44301	1254.0	0.04633	216.33	405.43	1.0581	1.7212	1.377	0.956	1.200	566	146.2	232.9	11.23	86.7	12.58	9.86	12
14	0.47288	1246.9	0.04345	219.09	406.53	1.0677	1.7204	1.383	0.967	1.204	557	146.0	227.1	11.32	85.9	12.77	9.58	14
16	0.50425	1239.8	0.04078	221.87	407.61	1.0772	1.7196	1.390	0.978	1.209	548	145.7	221.5	11.40	85.0	12.95	9.30	16
18	0.53718	1232.6	0.03830	224.66	408.69	1.0867	1.7188	1.397	0.989	1.214	539	145.5	216.0	11.49	84.1	13.14	9.03	18
20	0.57171	1225.3	0.03600	227.47	409.75	1.0962	1.7180	1.405	1.001	1.219	530	145.1	210.7	11.58	83.3	13.33	8.76	20
22	0.60789	1218.0	0.03385	230.29	410.79	1.1057	1.7173	1.413	1.013	1.224	520	144.8	205.5	11.67	82.4	13.53	8.48	22
24	0.64578	1210.5	0.03186	233.12	411.82	1.1152	1.7166	1.421	1.025	1.230	511	144.5	200.4	11.76	81.6	13.72	8.21	24
26	0.68543	1202.9	0.03000	235.97	412.84	1.1246	1.7159	1.429	1.038	1.236	502	144.1	195.4	11.85	80.7	13.92	7.95	26
28	0.72688	1195.2	0.02826	238.84	413.84	1.1341	1.7152	1.437	1.052	1.243	493	143.6	190.5	11.95	79.8	14.13	7.68	28
30	0.77020	1187.5	0.02664	241.72	414.82	1.1435	1.7145	1.446	1.065	1.249	483	143.2	185.8	12.04	79.0	14.33	7.42	30
32	0.81543	1179.6	0.02513	244.62	415.78	1.1529	1.7138	1.456	1.080	1.257	474	142.7	181.1	12.14	78.1	14.54	7.15	32
34	0.86263	1171.6	0.02371	247.54	416.72	1.1623	1.7131	1.466	1.095	1.265	465	142.1	176.6	12.24	77.3	14.76	6.89	34
36	0.91185	1163.4	0.02238	250.48	417.65	1.1717	1.7124	1.476	1.111	1.273	455	141.6	172.1	12.34	76.4	14.98	6.64	36
38	0.96315	1155.1	0.02113	253.43	418.55	1.1811	1.7118	1.487	1.127	1.282	446	141.0	167.7	12.44	75.6	15.21	6.38	38
40	1.0166	1146.7	0.01997	256.41	419.43	1.1905	1.7111	1.498	1.145	1.292	436	140.3	163.4	12.55	74.7	15.44	6.13	40
42	1.0722	1138.2	0.01887	259.41	420.28	1.1999	1.7103	1.510	1.163	1.303	427	139.7	159.2	12.65	73.9	15.68	5.88	42
44	1.1301	1129.5	0.01784	262.43	421.11	1.2092	1.7096	1.523	1.182	1.314	418	138.9	155.1	12.76	73.0	15.93	5.63	44
46	1.1903	1120.6	0.01687	265.47	421.92	1.2186	1.7089	1.537	1.202	1.326	408	138.2	151.0	12.88	72.1	16.18	5.38	46
48	1.2529	1111.5	0.01595	268.53	422.69	1.2280	1.7081	1.551	1.223	1.339	399	137.4	147.0	13.00	71.3	16.45	5.13	48
50	1.3179	1102.3	0.01509	271.62	423.44	1.2375	1.7072	1.566	1.246	1.354	389	136.6	143.1	13.12	70.4	16.72	4.89	50
52	1.3854	1092.9	0.01428	274.74	424.15	1.2469	1.7064	1.582	1.270	1.369	379	135.7	139.2	13.24	69.6	17.01	4.65	52
54	1.4555	1083.2	0.01351	277.89	424.83	1.2563	1.7055	1.600	1.296	1.386	370	134.7	135.4	13.37	68.7	17.31	4.41	54
56	1.5282	1073.4	0.01278	281.06	425.47	1.2658	1.7045	1.618	1.324	1.405	360	133.8	131.6	13.51	67.8	17.63	4.18	56
58	1.6036	1063.2	0.01209	284.27	426.07	1.2753	1.7035	1.638	1.354	1.425	350	132.7	127.9	13.65	67.0	17.96	3.95	58
60	1.6818	1052.9	0.01144	287.50	426.63	1.2848	1.7024	1.660	1.387	1.448	340	131.7	124.2	13.79	66.1	18.31	3.72	60
62	1.7628	1042.2	0.01083	290.78	427.14	1.2944	1.7013	1.684	1.422	1.473	331	130.5	120.6	13.95	65.2	18.68	3.49	62
64	1.8467	1031.2	0.01024	294.09	427.61	1.3040	1.7000	1.710	1.461	1.501	321	129.4	117.0	14.11	64.3	19.07	3.27	64
66	1.9337	1020.0	0.00969	297.44	428.02	1.3137	1.6987	1.738	1.504	1.532	311	128.1	113.5	14.28	63.4	19.50	3.05	66
68	2.0237	1008.3	0.00916	300.84	428.36	1.3234	1.6972	1.769	1.552	1.567	301	126.8	109.9	14.46	62.6	19.95	2.83	68
70	2.1168	996.2	0.00865	304.28	428.65	1.3332	1.6956	1.804	1.605	1.607	290	125.5	106.4	14.65	61.7	20.45	2.61	70
72	2.2132	983.8	0.00817	307.78	428.86	1.3430	1.6939	1.843	1.665	1.653	280	124.0	102.9	14.85	60.8	20.98	2.40	72
74	2.313																	



Фиг. 2. Автомобилна климатична система с редуцир вентил и филтър / дехидратор:
 1 – кондензатор; 2 – компресор; 3 – редуцир вентил; 4 – изпарител; 5 – филтър / дехидратор.



а)



б)



в)



г)

Фиг. 3. Измерване на ниското и високото налягане на климатичната система от вакуум манометричен блок:

а) свързване; б) кранове към съответно високото и ниското налягане; в) табелка с предписания на производителя; г) индикаторни показатели.

3. Заключение

Извършено е обслужване на климатичната система на превозно средство OPEL VECTRA C, състоящо се във вакуумиране и проверка на херметичност, пълнене с масло и хладилен агент по зададени от производителя предписания, проверка с пенлив разтвор и установяване на добро състояние на автомобилната климатична система. При зададени параметри на работа, състоящи се в работа на минимална температура на охлаждане на въздушния поток в купето и висока температура на въздуха на околната среда, както и измерена средна влажност на въздуха на околната среда, показателите на високото и ниското налягане на вакуум манометричния блок са в границите на предписанията на производителя. Автомобилната климатична система работи нормално след обслужване при зададените параметри на работа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Daly S. Automotive air-conditioning and climate control systems. ISBN-13: 978-0-7506-6955-9, ISBN-10: 0-7506-6955-1. 2006.
2. Haynes S. M. Heating and air conditioning systems manual. ISBN 156392381, 2000.
3. REFRIGERATION. 2018 ASHRAE HANDBOOK. ASHRAE, 1791 Tullie Circle, N.E., Atlanta, GA 30329, ISBN 978-1-939200-98-3, ISSN 1930-7217. www.ashrae.org.
4. Rendle S. Automotive air conditioning systems techbook. Haynes publishing, 1999.
5. Wagner J., VanGelder K. Automotive heating, ventilation, and air conditioning. 978-1-284-11924-4. 2019.
6. Zhang Q. et. Al. Automotive air conditioning. ISBN 978-3-319-33589-6. 2016.
7. <https://www.haynespro.com/>