

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2341 Strojírenství
Studijní zaměření: Servis a diagnostika silničních vozidel

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Diagnostické metody určení závad u klimatizační jednotky

Autor: **Lukáš VÉDL**
Vedoucí práce: **Doc. Ing. Josef Formánek, Ph.D.**

Akademický rok 2014/2015

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lukáš VÉDL**
Osobní číslo: **S14B0077P**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **Diagnostika a servis silničních vozidel**
Název tématu: **Diagnostické metody určení závad u klimatizační jednotky**
Zadávající katedra: **Katedra konstruování strojů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Základní požadavky:

Cílem je provést popis funkce klimatizační jednotky jako celku, využívaných pro osobní vozidla, včetně popisu důležitých provozních parametrů. Dále provést základní specifikaci požadavků s ohledem na funkčnost a diagnostikovatelnost technických parametrů jednotlivých systémů. Výsledné řešení je ve zhodnocení a správném určení parametrů pro bezporuchový provoz klimatizační jednotky ve vozidle.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

1. Vypracování rešerše včetně systematického popisu funkce.
2. Vypracování rozboru technických a diagnostických parametrů.
3. Vypracování možných variant pro diagnostikování závad.
4. Zhodnocení navržených diagnostických parametrů a postupů.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **30-40 stran A4**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

MOTEJL, V., HOREJŠ, K. *Učebnice pro řidiče a opraváře automobilu.* Brno: Littera, 2004

VLK, F. *Zkoušení a diagnostika motorových vozidel.* Brno: Vlk, 2005

KRIEDL, M., ŠMÍD, R. *Technická diagnostika - senzory, metody, analýza signálu.* Praha: Ben, 2006

Podkladový materiál, výkresy, prospekty, katalogy apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Josef Formánek, Ph.D.**

Katedra konstruování strojů

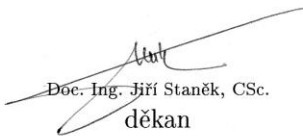
Konzultant bakalářské práce:

Ing. Jakub Kroll


Katedra konstruování strojů

Datum zadání bakalářské práce: **22. září 2014**

Termín odevzdání bakalářské práce: **26. června 2015**


Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.
děkan




Doc. Ing. Václava Lašová, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 22. září 2014

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Tímto bych velmi rád poděkoval panu Doc. Ing. Josefu Formánkovi, Ph.D. za odborné vedení a podporu při vypracování bakalářské práce.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Védl	Jméno Lukáš	
STUDIJNÍ OBOR	B2341 – Diagnostika a servis vozidel		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Formánek, Ph.D.	Jméno Josef	
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KKS		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Diagnostické metody určení závad u klimatizační jednotky		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KKS	ROK ODEVZD.	2015
----------------	---------	----------------	-----	------------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	48	TEXTOVÁ ČÁST	40	GRAFICKÁ ČÁST	8
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Bakalářská práce obsahuje popis klimatizačního okruhu u osobních automobilů. Rozbor jednotlivých komponentů klimatizace včetně parametrů pro bezporuchový provoz. Zahrnuje diagnostické metody určování závad, popis mechanických závad, zařízení používaná pro detekci netěsností klimatizačního okruhu. Popis údržby systému.</p>
<p style="text-align: center;">KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p style="text-align: center;">ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p style="text-align: center;">komfortní systém, klimatizační jednotka, HVAC, R12, R134a, chladivo, detekce netěsností,</p>

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Védl	Name Lukáš	
FIELD OF STUDY	B2341 – Road Vehicles Diagnostics and Service		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Formánek, Ph.D.	Name Josef	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Diagnostic methods for identify defects in air conditioning units		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KKS	SUBMITTED IN	2015
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eg. A4)

TOTALLY	48	TEXT PART	40	GRAPHICAL PART	8
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	Bachelor thesis contains a description of the air conditioning circuit for passenger cars. Analysis of components including air conditioning parameters for trouble-free working. It includes diagnostic methods for identifying defects, description of mechanical defects, equipment used for detecting leaks in the air conditioning circuit. Description of system maintenance.
KEY WORDS	comfortable system, air conditioning, HVAC, R12, R134a, refrigerant, leakage

Obsah

1	Úvod	11
2	Klimatizace osobního vozidla.....	12
2.1	Co je to klimatizace	12
2.2	Popis funkce	12
2.3	Historie klimatizace	14
2.4	Rozdělení klimatizačních zařízení	15
2.4.1	Manuálně ovládaná klimatizace	15
2.4.2	Poloautomatická klimatizace.....	15
2.4.3	Plně automatická klimatizace.....	15
2.5	Okruhy klimatizačního systému	16
2.5.1	Okruh vzduchu	16
2.5.2	Okruh chladiva	18
3	Komponenty systému.....	19
3.1	Chladivo.....	19
3.1.1	Chladiva nové generace.....	20
3.2	Kompresor	20
3.2.1	Pístové kompresory	21
3.2.2	Rotační kompresory	22
3.3	Elektromagnetická spojka kompresoru	23
3.4	Kondenzátor.....	23
3.5	Expanzní ventil	25
3.6	Škrťící tryska.....	26
3.7	Zásobník se sušící vložkou (filtr/vysoušeč).....	26
3.8	Akumulátor	27
3.9	Výparník	28
3.10	Sekundární komponenty klimatizace.....	29
3.10.1	Tlakový spínač klimatizace	29
3.10.2	Přetlakový ventil	29
3.10.3	Propojovací a spojovací prvky	30
4	Diagnostika závad	31
4.1	Údržba a odstraňování závad.....	31
4.2	Příjem vozidla technikovi	31
4.3	Diagnostická měření	32

4.3.1	Měření teploty	32
4.3.2	Měření tlaku	33
4.4	Závady klimatizace	36
4.4.1	Porucha kompresoru	36
4.4.2	Vadné ložisko řemenice	38
4.4.3	Porucha elektromagnetické spojky	38
4.4.4	Netěsnost v systému	39
5	Hledání netěsností v klimatizačním okruhu	41
5.1	Lecksuchspray	41
5.2	UV indikace	41
5.3	Elektronické detektory	42
5.4	Detekce pomocí bezkyslíkového dusíku	43
5.5	Detekce pomocí vodíku	44
6	Závěr	45
7	Použitá literatura	46

Přehled použitých zkratk a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
AC	Air Conditioning (chladicí systém)
HVAC	Heating, Ventilating and Air Conditioning (systém topení, ventilace a klimatizace)
R12	označení chladiva – dichlodifluormethan (CFC)
R134a	označení chladiva – tetrafluorethan (CF ₃ -CH ₂ F)
R744	označení chladiva – oxid uhličitý (CO ₂)
R1234yf	označení chladiva - tetrafluoropropen
HNBR	materiál těsnění - hydrogenated nitrile butadiene rubber
GWP	potenciál globálního oteplení- global warming potentials
OFN	zkouška těsnosti - oxygen free nitrogen
UV	ultrafialové záření
PAG	syntetický olej – Poly-Alkyn-Glykol
AQS	snímač kvality vzduchu – air quality sensor
bar	jednotka tlaku 1bar=10 000 Pa
°C	jednotka teploty

1 Úvod

V dnešní době se stává klimatizace běžnou součástí výbavy vozidla. Už dávno neplatí, že je pouze komfortním doplňkem luxusních automobilů významných značek.

Psychická a fyzická pohoda je základní podmínkou dobrého pracovního výkonu, soustředěnosti a pohodlí. Každá pracovní činnost vzhledem k fyzickému a psychickému zatížení klade nároky i na pracovní prostředí. Pracoviště řidiče, kokpit vozidla, barevnost a rozložení přístrojů i nezanedbatelný vliv alergie na různé látky vyžaduje úpravu tohoto prostředí. Většině lidí vyhovuje teplota přibližně 22-27 °C. Záleží také na vlhkosti vzduchu, která je optimální v rozmezí 35-60 %.

Extrémní podmínky, prašnost, hluk a další negativní vlivy jsou faktory vedoucí ke zrychlení srdečního tepu, zvýšení tělesné teploty, pocení apod. Jako důsledek potom následuje únava, nesoustředěnost, ospalost. Tyto faktory vedou ke snížení schopnosti soustředění na výkon a zvýšené nebezpečí dopravní nehody. Klimatizační systém má za úkol tyto faktory eliminovat a dopřát tak posádce komfortní jízdu. Cena za poskytnutý komfort se zapnutou klimatizací je částečné zvýšení spotřeby paliva, jež závisí na druhu klimatizačního systému.

Cílem práce je podat celkový náhled na klimatizační systém, zahrnout možné varianty provedení, zmapovat používané diagnostické metody a řešení možných závad. [5]

2 Klimatizace osobního vozidla

2.1 Co je to klimatizace

Základní funkcí klimatizace je udržení požadované teploty uvnitř vozu. Všeobecně se používá označení **HVAC** systém. Označení popisuje celkovou funkci zařízení (**H**eating - topení, **V**entilating – ventilace, **A**ir-**C**onditioning – klimatizace). Systém umožňuje výměnu vzduchu v kabině vozu, ohřev nebo ochlazení vzduchu proudícího do prostoru pro cestující. Zároveň dokonale filtruje vzduch od prachu, pylů a nečistot. Na ovladači je typické označení A/C. [7]

Klimatizační systém má tyto základní části:

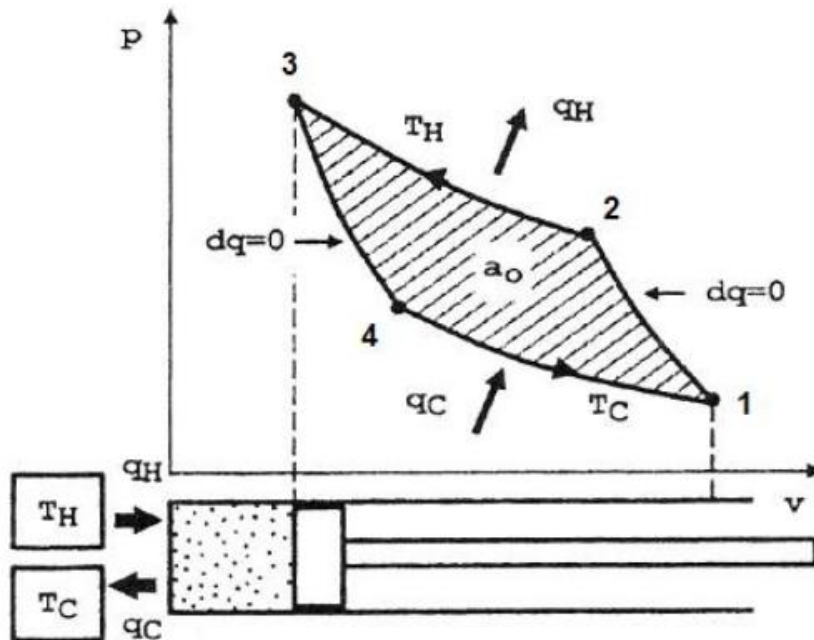
- chladivo
- kompresor
- kondenzátor
- výparník
- expanzní ventil / rozprašovací trysku
- filtr
- elektronický ovládací systém

2.2 Popis funkce

Klimatizace sama o sobě chlad nevyrábí. Ochlazení se provádí přenosem tepla z ochlazované látky na chladicí látku, která v závislosti na tlaku a teplotě přechází mezi kapalnou a plynnou fází. Přejchod mezi fázemi je doprovázen velkým množstvím tepla. Chladicí médium je za normálního tlaku v plynném stavu.

Klimatizační systém můžeme rozdělit na nízkotlakou a vysokotlakou větev. V nízkotlaké se tlak pohybuje mezi 1-3 bary ve vysokotlaké mezi 15-20 bary v závislosti na použitém chladivu. V nízkotlaké větvi není přípustný tlak nižší než atmosférický, neboť v případě netěsnosti by mohlo dojít k nasátí vlhkosti.

Systém pracuje na principu obráceného Carnotova cyklu. Je tedy nutné do oběhu dodávat práci.



Obr. 2-1 Obrácený Carnotův cyklus [1]

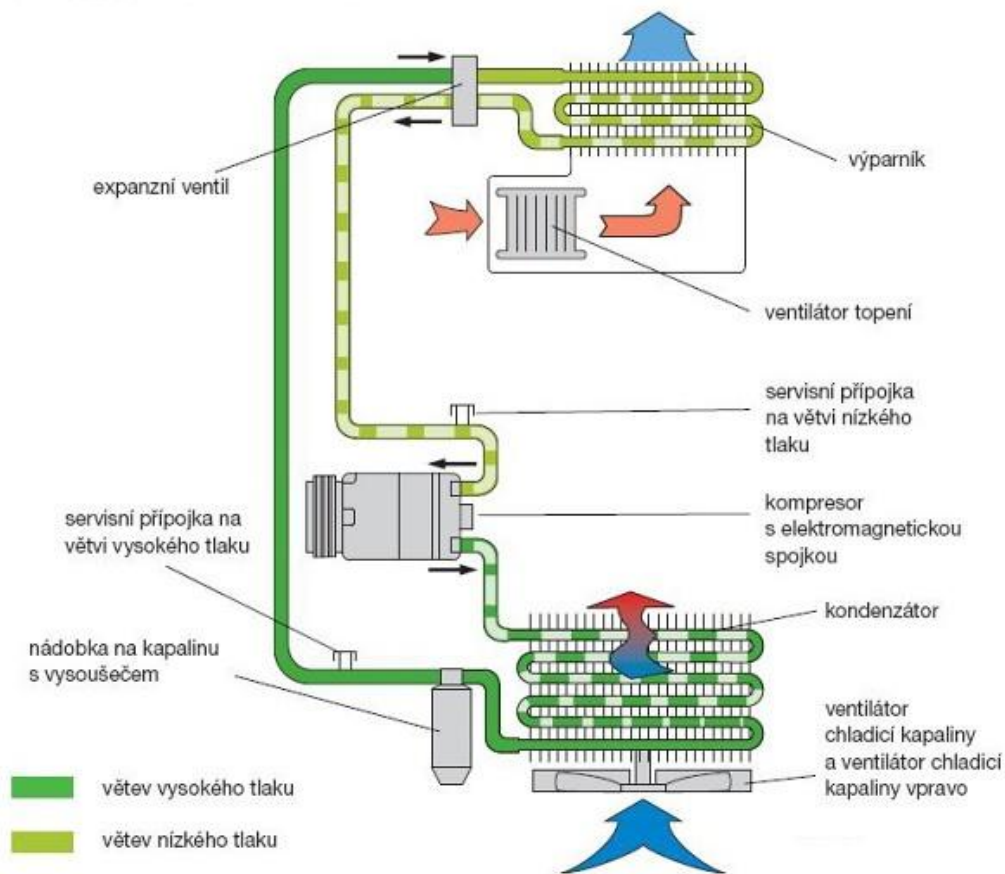
Hnací silou v celém systému je kompresor, který nutí chladivo proudit v okruhu. V průběhu adiabatické komprese nasává a stlačuje médium ve stavu přehřáté páry. Zmenšuje se objem, zvyšuje tlak a dochází k značnému zahřátí média přibližně na teplotu $65\text{ }^\circ\text{C}$.

Při izotermické kompresi se tepelná energie média odevzdává vzduchu proudícímu přes kondenzátor a chladící médium přechází do stavu kapalného - kondenzuje. Teplota se sníží zhruba na $55\text{ }^\circ\text{C}$.

V okruhu je zařazen expanzní orgán (expanzní ventil či škrťací tryska), která představuje nejužší místo okruhu klimatizace. Za tryskou dochází k expanzi vlivem rozdílných tlaků před a za expanzním orgánem (škrcení nebo-li Joule-Thomsonův jev). Snižuje se objem a dochází k rapidnímu snížení teploty na přibližně $-7\text{ }^\circ\text{C}$. Chladící prostředek je ve stavu nasycené páry. [1]

Při izotermické expanzi se snižuje tlak a zvyšuje objem.

Z expanzního ventilu proudí chladivo do výparníku. Ve výparníku chladivo absorbuje teplo od proudícího vzduchu a přechází do stavu přehřáté páry, má tlak přibližně $1,2\text{ bar}$ a teplotu $-1\text{ }^\circ\text{C}$. Chladivo je z výparníku nasáváno zpět kompresorem. Okruh se tak uzavírá. Tato část se nazývá nízkotlaká. [10]



Obr.2-2 Chladicí okruh [21]

2.3 Historie klimatizace

Historie klimatizace sahá k roku 1939, kdy byl poprvé vyroben prototyp vozu s klimatizací. Klimatizační jednotka byla namontována v kufru vozidla. Výparník obřích rozměrů zabíral téměř celý úložný prostor. Jako chladicí prostředek se používal dichlordifluormetan - R12. V roce 1940 zahájila firma Cadillac sériovou výrobu Packardu s klimatizací.

Popularita v USA byla vysoká a další výrobci se rychle přidávali. V roce 1960 bylo 20% amerických vozidel vybaveno klimatizací, o 10 let později téměř polovina.

Prvním Československým vozidlem vybaveným klimatizací byla Tatra VOS. Následovala speciálně upravená Tatra 603 z roku 1962, která byla věnována ČSSR Fidelu Castrovi. V 80tých letech se montovaly klimatizace ve větší míře do Tater 613. K rozšíření došlo v roce 1994 u modelu Škoda Felicia. Od té doby došlo k mnoha konstrukčním a technologickým pokrokům. [2]

2.4 Rozdělení klimatizačních zařízení

Základní rozdělení podle konstrukce:

- manuálně ovládaná
- poloautomatická - teplotně regulovatelná
- plně automatická

2.4.1 Manuálně ovládaná klimatizace

Teplota vzduchu [1], rozdělení vzduchu a množství vzduchu se nastavuje jednotlivými ovladači zvlášť. Dle potřeby volíme teplejší nebo chladnější vzduch z klimatizační jednotky, který proudí do kabiny pro cestující. Množství dopravovaného vzduchu volíme otáčkami ventilátoru. Některá vozidla mohou mít ovládání klimatizace pro chladný vzduch stisknutím tlačítka s emblémem vločky. Potom se teplota reguluje pouze nastavením otáček ventilátoru. Nevýhoda manuální klimatizace spočívá v tom, že kompresor běží stále na plný výkon.

2.4.2 Poloautomatická klimatizace

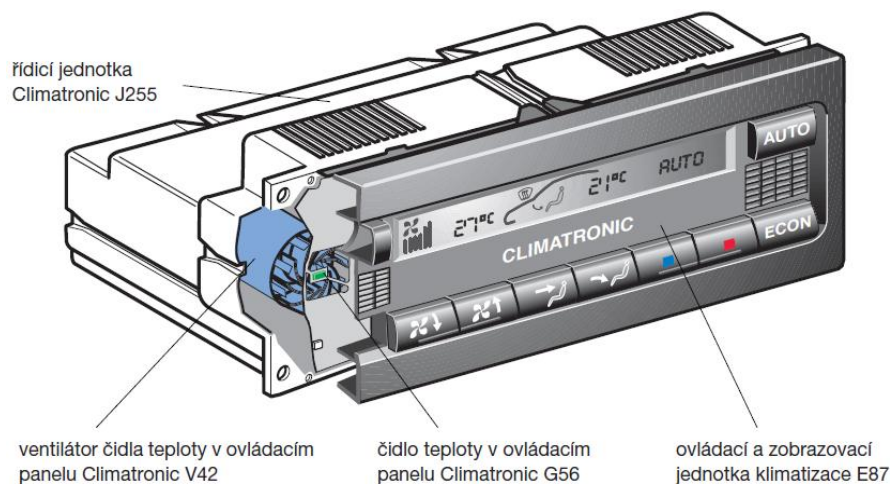
Zvolená teplota na ovladači je udržována konstantní. Ta je snímána pomocí teplotních čidel ve vozidle a samotný elektronický systém potom reguluje teplotu vzduchu. Rozdělení vzduchu a otáčky ventilátoru se nastavují manuálně. Známý je tento systém jako Climatic.

2.4.3 Plně automatická klimatizace

Zvolená teplota je udržována konstantně. Vnitřní teplota je neustále kontrolována několika teplotními čidly. Rozdělení a množství vzduchu (otáčky ventilátoru) je regulováno samočinně - automaticky, tak aby docházelo k optimálnímu rozložení teploty.

Součástí systému je vlastní řídicí jednotka, která na základě snímaných teplot reguluje teplotu proudícího vzduchu do kabiny smíšením chladného a teplého vzduchu. Systém vyhodnocuje také intenzitu dopadajících slunečních paprsků na fotosenzor a upravuje tak teplotu zvýšením chlazení.

Je schopný vlastní diagnostiky, díky čemuž je umožněno zjistit výpadek některého členu z okruhu nebo přerušení vedení. Tento klimatizační systém je známý jako Climatronic.
[7]



Obr.2-3 Panel klimatizace systému Climatronic [22]



Obr.2-4 Moderní panel dvouzónové klimatizace [23]

2.5 Okruhy klimatizačního systému

- okruh vzduchu, přívod a rozvod vzduchu s ohřevem a ventilátorem
- okruh chladiva s kompresorem, kondenzátorem, výparníkem,
- systém regulace teploty [8]

2.5.1 Okruh vzduchu

2.5.1.1 režim čerstvého vzduchu

Vzduch je nasáván ventilátorem přes regulační klapku čerstvého vzduchu. Odtud proudí přes prachový filtr, ve kterém se zachytí nečistoty, prach, pyl apod. Vzduch prostupuje výparníkem, voda v něm obsažená kondenzuje a odtéká do zachycovací misky.

Suchý, studený vzduch se přehřívá ve výměníku tepla na zvolenou teplotu. Odtud je vyveden rozváděcími klapkami na požadovaná místa ve vozidle. [8]

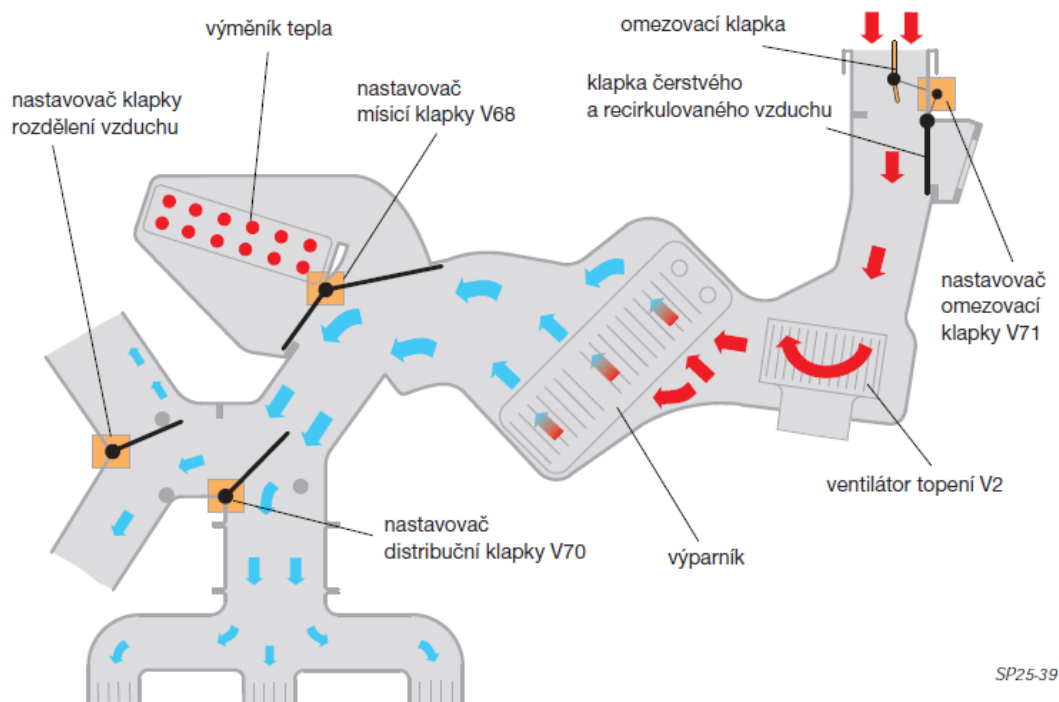
Na obrázku Obr.2-5 je zobrazen systém rozvodu vzduchu jednotky Climatronic. Rozdělování vzduchu je podobné i u manuální klimatizace kde není omezovací klapka a nastavovače - servomotory klapek

2.5.1.2 režim recirkulovaného vzduchu

V tomto režimu regulační klapka uzavře přívod vzduchu z okolí a vzduch je nasáván výhradně z vnitřního prostoru vozu.

Opět je vzduch čištěn a upravován na požadovanou teplotu. Vnitřní recirkulace vzduchu může být použita např. v dopravní zácpě nebo při jízdě za vozidlem, které produkuje nadměrné množství výfukových splodin.

Systém může přejít do recirkulovaného režimu samočinně, jestliže vyhodnotí špatnou kvalitu nasávaného vzduchu. Pro vyhodnocení používá snímač kvality vzduchu. [1]



Obr.2-5 Rozdělení vzduchu systém Climatronic [22]

2.5.2 Okruh chladiva

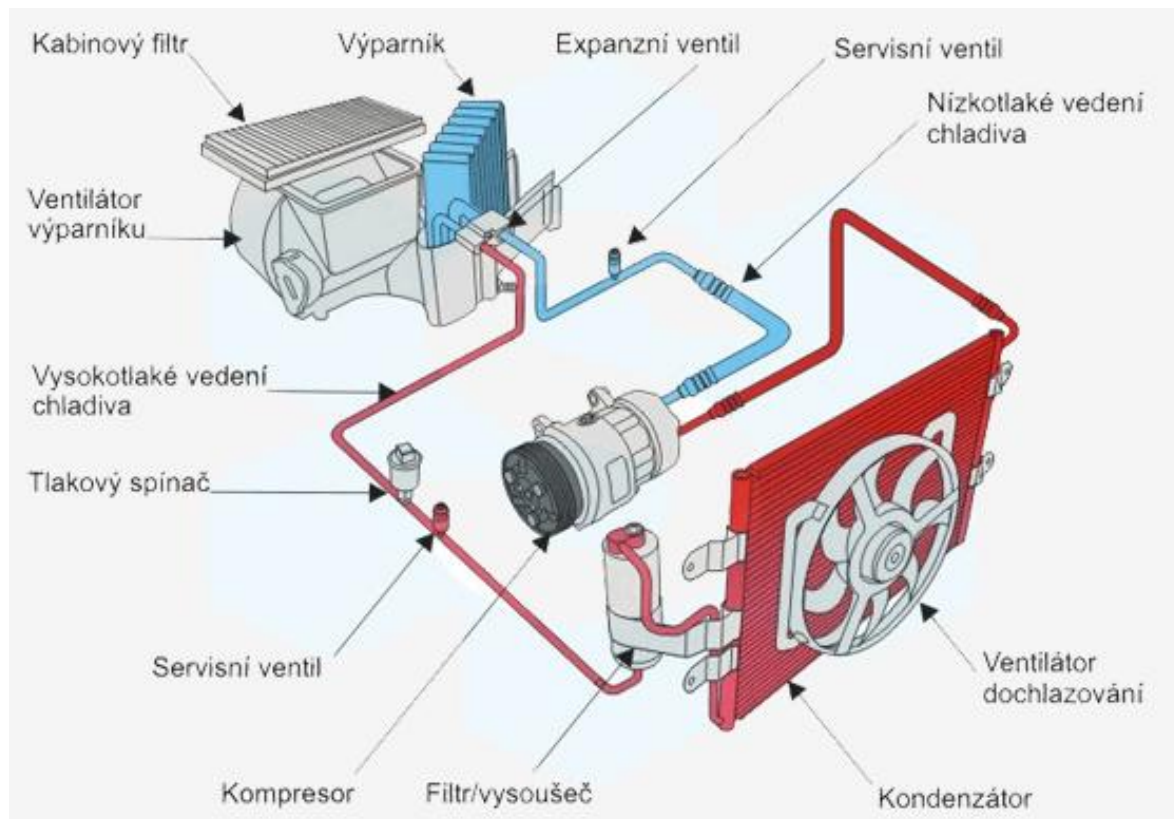
Chladicí oběh jsme si již dříve rozdělili na nízkotlakou a vysokotlakou část. Do vysokotlaké patří kompresor, kondenzátor, filtr. Do nízkotlaké řadíme výparník, regulační a ovládací zařízení, zařízení ke snížení tlaku chladiva v oběhu.

Na Obr.2-6 je zobrazen chladicí okruh.

Používají se 2 základní druhy konstrukce:

- s termostatickým expanzním ventilem a vysoušečem
- systémy se škrticí tryskou a záchytnou nádobou (akumulátorem)

Všechny tyto komponenty jsou spolu propojeny hadicovým a trubkovým vedením.



Obr.2-6 Schéma okruhu chladiva [24]

3 Komponenty systému

3.1 Chladivo

Chladivo cirkuluje v uzavřeném oběhu klimatizace. Mění své skupenství neustále z plynného na kapalné a naopak. U starších klimatizačních jednotek se používal jako chladicí prostředek dichlordifluormetan – R12. Od roku 1995 se používá výhradně bezfreonový prostředek R134a. Jedná se o sloučeninu tetrafluoretanu. Plnění klimatizačního systému chladivem R12 je legislativně zakázáno, ač se jedná o látku bez zápachu, nehořlavou, plynnou. Obsažený chlor způsobuje narušování ozonové vrstvy.

Prostředek R 134a je v plynném stavu neviditelný a v kapalném je jako voda. Odpařuje se při 30°C. Nepůsobí korozivně na ostatní součásti, nenapadá hliník ani ostatní kovy. Při znečištění chlorem může reagovat s některými kovy a plasty. Usazeniny z těchto látek poté mohou zapříčinit ucpávání systému rozvodu klimatizace, trysek, úsady na pístech kompresoru apod. Do teploty 110°C není jedovatý. Negativní je obsah vody v chladivu. Silně ovlivňuje funkci celého systému, především trysek a expanzního ventilu. Zde je nutné, aby byla kapalina pouze v plynném stavu. Hodnota GWP je 1430. [5]

Chladivo	R-134a	R-12
Chemický vzorec	CH₂FCF₃	CCL₂F₂
Molekulární hmotnost	102,03	120,91
Bod varu (1atm, °C)	-26,3	-28,9
Bod mrznutí (°C)	-108,0	-155,0
Kritická teplota (°C)	101,29	111,8
Tlak nasycené páry	2,98 kg/cm² (0 °C)	3,15 kg/cm² (0 °C)
	17,11 kg/cm² (0 °C)	15,51 kg/cm² (0 °C)
Skupenské teplo vypařování	47,04 kcal/ (0 °C)	36,43 kcal/ (0 °C)
	33,18 kcal/ (60 °C)	27,33 kcal/ (60 °C)
Velikost molekuly	4,2	4,4
Jedovatost	Možná (popálení)	Ne
Doba setrvání v atmosféře	8-11 let	95-150 let
Rozpustnost v minerálním oleji	Špatná	Dobrá

Tab.3-1 Vlastnosti chladiv [11]

3.1.1 Chladiva nové generace

Chladivo R1234yf

V současné době se nová auta ve výrobních závodech plní chladivem R1234yf - tetrafluoropropen. R1234yf je velmi podobné svými vlastnosti chladivu R134a. Není toxické. S hodnotou GWP 4 je velmi ekologické. Jediná nevýhoda je mírná hořlavost. Vyžaduje proto jisté požadavky při zacházení a skladování chladiva. Chladivo lze použít pouze v systémech, které byly pro použití navrženy. Další nevýhodou je cena za plnění chladivem, která je až dvojnásobně vyšší.

Chladivo R744

Použití chladiva R744 – CO₂ je hlavním cílem německé automobilky Wolkswagen. Chladivo není možné použít do stávajících systémů. Vyžaduje poměrně vyšší tlaky a odlišnou konstrukci systému. Předností je nehořlavost, hodnota GWP 1 a pořizovací cena. [20]

3.2 Kompresor

Je základní částí [3] klimatizačního okruhu. Nasává plynný chladicí prostředek, který má nízký tlak a stlačuje ho. Tím se zvyšuje jeho teplota a uvádí se do pohybu. Zvýšení tlaku je potřebné pro expanzi prostřednictvím expanzního nebo škrtkového ventilu, aby došlo k ochlazení prostředku. Může být nasáváno pouze chladivo v plynném stavu. V opačném případě by mohlo dojít k poškození kompresoru, protože kapaliny jsou nestlačitelné. Kompresor je tak jistým rozhraním mezi nízkotlakou a vysokotlakou větví v klimatizačním systému.

Kompresory můžeme rozdělit na objemové, kdy ke stažení dochází změnou objemu nasátého množství prostředku a odstředivé, kdy komprese je dosaženo vlivem odstředivé síly. Pohon je zajištěn od klikové hřídele drážkovaným řemenem.

Mazání kompresoru zajišťuje speciální olej, který se přidává do chladiva. Jedná se o syntetický olej s označením PAG (Poly-Alkyn-Glykol). Má vynikající mazací schopnosti. Jeho nevýhodou je, že je silně hydrofobní.

Pro pohon kompresoru je realizován přes řemenici drážkovým či klínovým řemenem. Pístové kompresory se používají s pevným nebo variabilním zdvihovým objemem.

Variabilní objem snižuje do značné míry konvenční zapínání a vypínání elektromagnetické spojky, jež způsobuje spínací rázy.

Provedení kompresorů lze rozdělit na :

- kompresory bez regulace (pevný objem)
- kompresory s regulací (variabilní objem)

3.2.1 Pístové kompresory

Kompresor s kývavým kotoučem

Tento typ kompresoru s pevným objemem je u automobilových klimatizací nejrozšířenější. Výkon kompresoru je závislý na otáčkách motoru. Kotouč je pevně spojen s kompresorovou hřídelí. Po obvodu kotouče jsou rovnoměrně od sebe horizontálně uložené písty. Běžně jich je 5-7. Počet válců a jejich uspořádání závisí na zdvihovém objemu kompresoru. Kývavý kotouč převádí kývavý pohyb na vratný posuvný pohyb pístů. [3]



Obr.3-1 Pístový kompresor klimatizace s kývavým kotoučem [9]

Kompresor s houpavou deskou

Používá se u komfortnějších systémů se škrtícím ventilem. Tlakové poměry uvnitř kompresoru určuje elektromagnetický regulační ventil, který je řízen řídicí jednotkou klimatizace. Proměnné nastavení kývavého kotouče mění zvih pístů. Při min. zdvihu pístů je min. průtočné množství chladicí látky (méně než 3%). Čím je toto množství menší, tím je menší chladí efekt. Tyto kompresory se řadí mezi kompresory s vnitřní regulací. Systém nemá elektromagnetickou spojku a běží i při vypnuté funkci chlazení. [8,9]

3.2.2 Rotační kompresory

Lamelový kompresor

Lamely jsou volně uloženy v rotoru a vlivem odstředivé síly jsou tlačeny na vnitřní stranu bloku. Pohyb je dán elipsovitým vnitřním tvarem. Rotor je spojen přes hnací hřídel elektromagnetickou spojkou. [9]



Obr.3-2 Lamelový kompresor [9]

Spirálový kompresor

Kompresní prostor tvoří 2 spirály, z nichž jedna je pevně spojena s tělesem kompresoru a druhá je excentricky uložená na hřídeli kompresoru. Při otáčení kompresoru se k sobě jednotlivé plochy spirál přibližují a oddalují. Chladivo se pohybuje směrem do středu spirály, odkud odchází výtlačným ventilem. Kompresory se vyrábí bez regulace i s regulací, která je realizována obtokem horkých par zpět do sání kompresoru. [9]



Obr.3-3 Spirálový „Scroll“ kompresor Sanden [9]

3.3 *Elektromagnetická spojka kompresoru*

Její funkcí je po zapnutí klimatizace spojit hřídel kompresoru s řemenicí. Proud je přiveden do cívky, ta vytvoří magnetické pole, které přitáhne unášecí kotouč k řemenici. Tak je dosaženo spojení řemenice – kompresor. Při přerušení přívodu proudu do cívky dojde k odpojení kompresoru. Vzduchová mezera se často u některých typů kompresoru vymezuje distančními kroužky. Cívka je zajištěna pojistným kroužkem. [3]



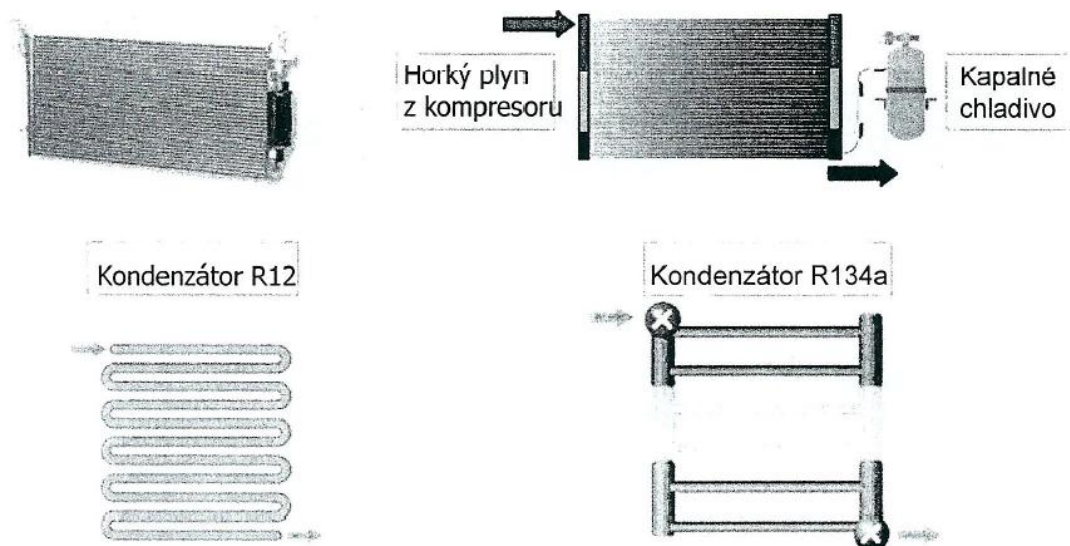
Obr.3-4 Elektromagnetická spojka kompresoru [26]

3.4 *Kondenzátor*

Jedná se náporový chladič, který je umístěn před konvenčním chladičem vozidla. V okruhu plní funkci sdílení tepla mezi chladičem a okolním prostředím. Představuje naohýbanou trubku, která je obklopena hustou sítí lamel - žebrováním. Jedná se náporový chladič, který je umístěn před konvenčním chladičem vozidla.

Do kondenzátoru proudí plynné horké chladivo o teplotě 60 až 100°C. Při prostupu kondenzátorem se natolik ochladí vzduchem, že na výstupu je kapalné – kondenzuje. Plocha kondenzátoru zajišťuje dobrý odvod tepla náporově proudícímu vzduchu či vzduchu hnanému ventilátorem. [3]

U klimatizací s chladivem R12 je použit ohýbaný-serpentinový chladič. V systému s chladivem R134a je použit kondenzátor s paralelním prouděním disponující vyšším chladícím účinkem přibližně o 15 až 20%. [11]



Obr.3-5 Serpentinový chladič a chladič s paralelním prouděním [11]

Výkon kondenzátoru závisí především na:

- na konstrukci kondenzátoru
(tvar, rozměry, průměr základní trubky, hustotě žebrování, materiálu apod.)
- teplotě okolí
- čistotě kondenzátoru

Při větším znečištění kondenzátoru se omezují jeho účinnost a sekundárně i činnost chladiče motoru. Kondenzátor tvoří blok s jedním či dvěma ventilátory, které podporují intenzivní proudění vzduchu. Spouští se s určitou rychlostí a dle potřeby může být připojen i druhý ventilátor.



Obr.3-6 Umístění kondenzátoru ve voze Land Rover [1]

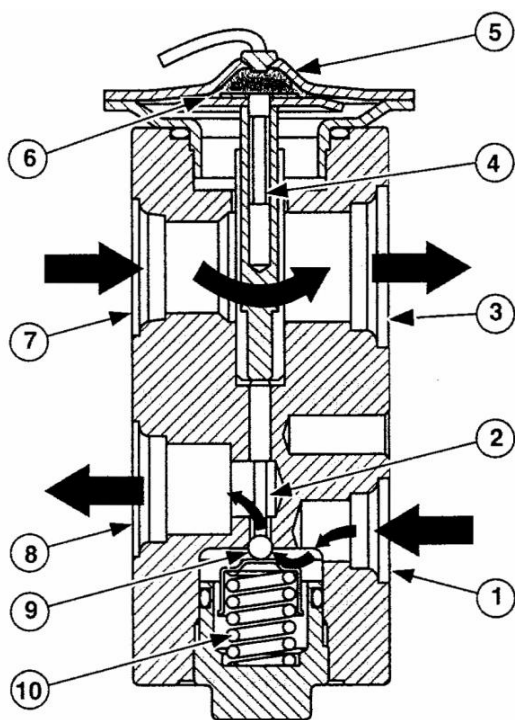
3.5 Expanzní ventil

Používá se u systémů, které pracují s nízkými tlaky, kde je použit neregulovatelný kompresor. Nachází se mezi vysoušečem a výparníkem. Tvoří jisté rozhraní nízkotlaké a vysokotlaké části. Reguluje množství chladiva vstříkovaného do výparníku tak, aby bylo médium ve stavu páry na výstupu z výparníku.

Lze je rozdělit na ventily s oddělovacím ventilem s vnitřní nebo vnější regulací a na ventily s termostatickým ventilem.

Popis funkce expanzního ventilu s oddělovacím ventilem:

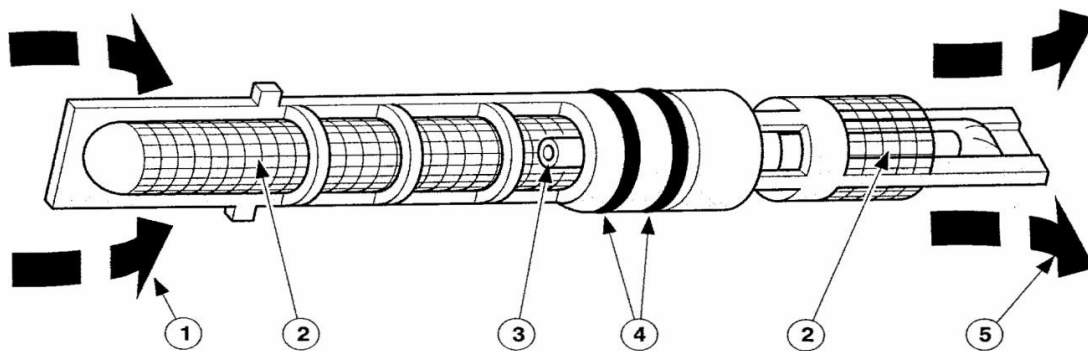
Od vysoušeče proudí chladivo v kapalném stavu skrz přípojku (1). Množství reguluje teplotní čidlo (4) a hlava s membránou. Senzor snímá teplotu média na výstupu z výparníku. Jestliže teplota na výstupu stoupá, stoupá i teplota v membránové hlavě přes teplotní čidlo. Chladivo ve hlavě expanduje a přes membránu tlačí na posuvnou část ventilu (2). Tím se zvýší přítok média do výparníku. Výparník se tak zchladí a teplota na výstupu z výparníku se sníží. Ochladí se chladivo za membránou a ventil se uzavře. Přes přípojku (3) proudí chladivo ve stavu přehřáté páry do kompresoru. [3]



Obr.3-7 Expanzní ventil [25]

3.6 Škrtící tryska

Jsou použity u systémů s automatickou regulací. Mají stejný účel jako expanzní ventily. Množství média vstříkovaného do výparníků je dáno průřezem trysky. Ten se liší podle typu vozidla. Trysky mají barvy, které určují kalibraci otvoru. Při poškození kompresoru je možné, že částičky zablokují trysku. Pak je nutné trysku vyčistit nebo vyměnit. Jelikož není zajištěn výstup média ve stavu páry, za výparníkem se nachází akumulátor.



Obr.3-8 Škrtící tryska [25]

3.7 Zásobník se sušící vložkou (filtr/vysoušeč)

Vysoušeč se používá pouze u systémů s expanzním ventilem. Je instalován mezi kondenzátor a expanzní ventil.

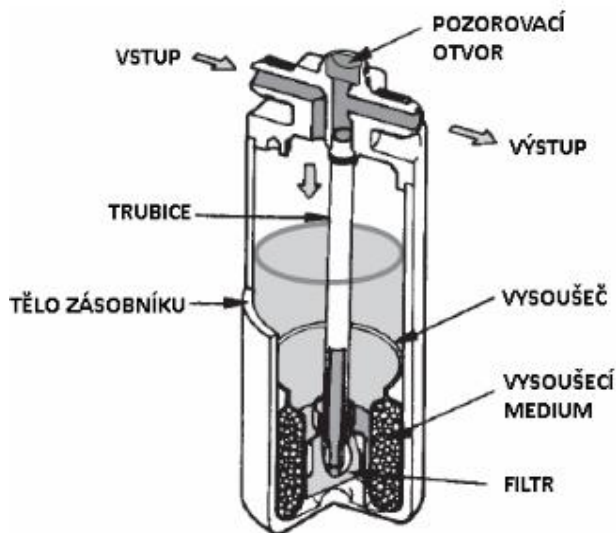
Úlohy vysoušeče:

- vysušuje zkondenzovaný olej, slouží jako zásobník
- zadržuje vlhkost
- filtrace pevných částic (montážní nečistoty, otěrové částice z kompresoru)

Hlavní funkcí vysoušeče je zadržení vlhkosti. Vzhledem k hydrokopickým vlastnostem prostředku a různými netěsnostmi v systému se může do okruhu dostat voda, která by mohla poškodit kompresor či expanzní ventil.

Sušící vložka je na bázi hlinité či křemičité substance, která představuje jakési molekulární sítko. Součástí je i konvenční sítko, které zachycuje mechanické nečistoty vzniklé především otěrem v kompresoru. Vložka je schopna podle provedení uložit 6 až 12 g vody. Některé vysoušeče mají ve vyústění skleněný průzor pro kontrolu oběhu chladiva. Montují se zpravidla ve svislé poloze a před výměnou by měl zůstat co nejdéle zavřený, aby

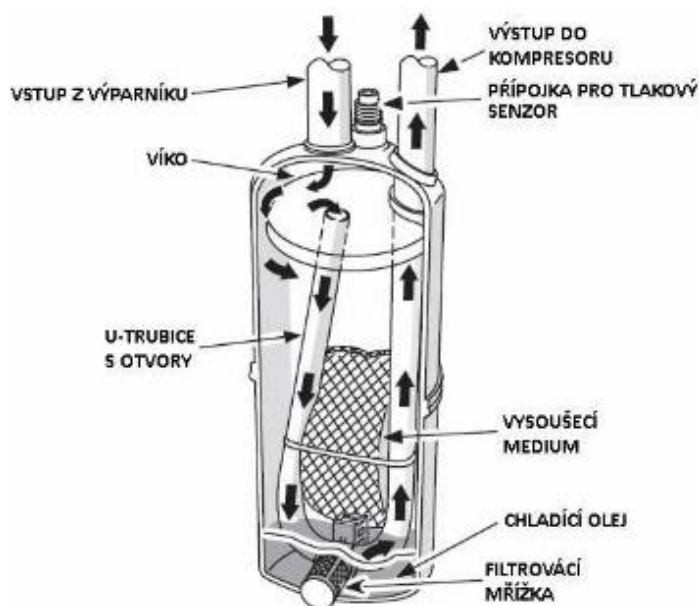
se do něj nedostala vlhkost. Při každém zásahu do klimatizačního okruhu je nutná jeho výměna. [18]



Obr.3-9 Řez zásobníkem [3]

3.8 Akumulátor

V systému se škrtkící tryskou je použit jako zásobník chladiva a zařízení pro odstranění vlhkosti z chladiva akumulátor. Konstrukce je odlišná. Nachází se v nízkotlaké části systému za výparníkem. Vlhkost se absorbuje do sušícího elementu na dně nádoby. Olej na dně akumulátoru je nasáván přes filtr umístěný na nejnižším bodě U-trubice, filtrován a mísen s chladivem v přibližném poměru 3% oleje, 97% chladiva. Zajišťuje, aby chladivo na vstupu do kompresoru bylo pouze v plynném stavu nikoliv kapalném. [1]



Obr.3-10 Řez akumulátorem [3]

3.9 Výparník

Chladivo odměřené expanzním ventilem či tryskou je vstřikováno do výparníku. Jedná se o soustavu trubek s lamelami, přes kterou je do prostoru vozidla vháněn vzduch. Ve výparníku se chladicí prostředek ve stavu tekutém i plynném mění v páru. Absorbuje teplo od proudícího vzduchu a tím jej ochlazuje. Vlivem kondenzace vzdušné vlhkosti se na vlnovcích výparníku zachycují prachové, pylové i jiné mechanické částice. Tím je zajištěna i dokonalá filtrace vzduchu pro cestující. Kondenzát je odváděn odvodňovacími drážkami, čímž se výparník od nečistot neustále čistí. [10]

Teplota výparníku je snímána teplotním čidlem. Při teplotě výparníku přibližně $\pm 1^{\circ}\text{C}$ rozepne řídicí jednotka elektromagnetickou spojku a odpojí kompresor, aby nedošlo k zamrznutí výparníku. Oběh prostředku a mazání by bylo minimální a mohlo by dojít k poškození kompresoru.

Plynné chladivo z výparníku je poté nasáváno kompresorem. V systému s expanzním ventilem je zařazen za kondenzátorem vysoušeč a v systému s tryskou akumulátor, jejichž úloha byla popsána. Konstrukčně je výparník tvořen zejména z měděných trubiček a hliníkových žeber/lamel. Nachází se v jednotce HVAC. Při jeho výměně je nutná demontáž palubní desky. Některé luxusní a prostornější vozy mohou mít 2 výparníky. Z nichž, je jeden pro přední a druhý pro zadní část vozu. [3]



Obr.3-11 Výparník klimatizace [22]

3.10 Sekundární komponenty klimatizace

3.10.1 Tlakový spínač klimatizace

Jedná se regulační prvek [5], který snímá tlaky v systému a na základě naměřených hodnot upravuje funkci systému. Umístěn bývá na nízkotlaké a vysokotlaké větvi nebo pouze na vysokotlaké.

- Při tlaku vyšším než 1,6 MPa sepne a prostřednictvím řídicí jednotky ventilátoru přepne a na vyšší stupeň. Je tak dosaženo optimálnějšího výkonu kondenzátoru
- V případě, že ani běh ventilátoru nepomůže snížení tlaku chladicího prostředku a tlak stoupne nad předepsanou mez, spínač rozepne a řídicí jednotka odpojí elektromagnetickou spojku. Kompresor je připojen po vyrovnání tlaku na optimální hodnotu.
- Regulace probíhá stejně i při výrazně nižším tlaku (0,2 MPa) např. při úniku chladiva.

Spínač se nachází jak u manuální tak automatické klimatizace.

Druhy tlakových spínačů: [3]

1-bodový tlakový spínač

Snímá pouze vysoký tlak (max. 3,5 bar)

2-bodový tlakový spínač

Hlídá tlak a nedostatek chladiva (min. 2 bar)

3-bodový tlakový spínač

Snímá vysoký tlak, nedostatek chladiva, zapíná ventilátor

3.10.2 Přetlakový ventil

Chrání systém proti výraznému zvýšení tlaku. Rozmezí tlaku se liší podle typu klimatizace. U vozů Škoda otevírá při tlaku $4\pm 0,4$ MPa a zavírá při tlaku 3,2 MPa. Ventil je umístěn přímo na kompresoru nebo u vysoušeče.

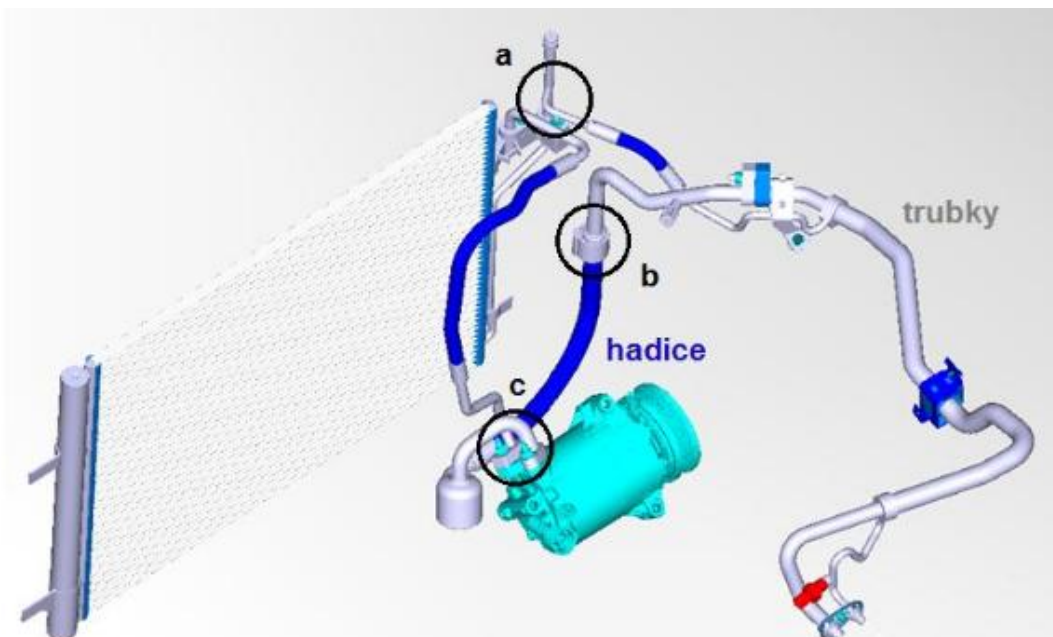
3.10.3 Propojovací a spojovací prvky

Patří sem všechny hadice a trubky. Jejich funkcí je transport chladicí kapaliny mezi jednotlivými komponenty klimatizace a plnit tyto základní požadavky pro bezproblémový chod.

- minimální tlakové ztráty
- žádné úniky chladiva
- u spojovacích částí je požadovaná jednoduchá výměna
- absorpce vibrací a protichůdných pohybů [1]

Spojovací prvky:

- trubka – trubka: T-spoj
- trubka – hadice: krimpky
- trubka – komponent: fitinky



Obr.3-12 Propojovací a spojovací prvky [1]

4 Diagnostika závad

4.1 Údržba a odstraňování závad

U automobilu vybaveného klimatizací [11] by měl pravidelný servis zahrnovat:

Vizuální kontrolu:

- 1) Kontrola řemenů pohonu
- 2) Kontrola znečištění na kondenzátu
- 3) Kontrola těsnosti systému (UV)
- 4) Kontrola množství chladiva (průzor)

Funkční kontrolu:

- 1) Kontrola hodnot tlaků na nízkotlaké a vysokotlaké větvi
- 2) Kontrola teploty u centrální výpusti vzduchu
- 3) Kontrola kontaktů spínače kompresoru
- 4) Kontrola ventilátoru kondenzátoru
- 5) Kontrola řízení a recirkulace vzduchu

Každých 24 měsíců: Výměna vysoušeče, akumulátoru

Doplnění správného množství chladiva

4.2 Příjem vozidla technikovi

Postup při servisní kontrole není přesně daný. Technik postupuje podle zjištěných informací od zákazníka. Shromáždí co nejvíce informací od zákazníka, zhodnotí, jestli je daná porucha v rámci normálního chování klimatizace (kapání kondenzátu pod autem) nebo ne, jestli může porucha nastat v době servisu (např. jestli se porucha projevuje po 2 dnech stání vozidla, nemůže nastat v den přivezení do servisu). K odhalení závady jsou také důležité zátěžné podmínky a teplota, při kterých porucha nastává. Technik musí mít přístup ke všem informacím o vozidle. Servisní knížku, schémata zapojení, technické a provozní údaje o vozidle, diagnostické procedury.[1]

4.3 Diagnostická měření

4.3.1 Měření teploty

Měření teploty na různých místech klimatizačního systému, vytvoření a porovnávání diagramů pomáhá získat cenné informace o výkonu klimatizace. Zjištění hodnot v jednotlivých místech umožňuje zjistit změny, které probíhají uvnitř systému. Tabulka uvádí teploty chladiva v jednotlivých komponentech klimatizace.

Popis	Teplota
Kompresor	až 80°C
Vysokotlaké připojení	až 80°C
Kondenzátor	až 70°C
Vysoušeč	až 60°C
Synchronní ventil	60°C snížena na -4°C
Výparník	vyšší než -4°C
Nízkotlaké připojení	vyšší než -4°C

Tab.4-1 Povrchová teplota komponentů [1]

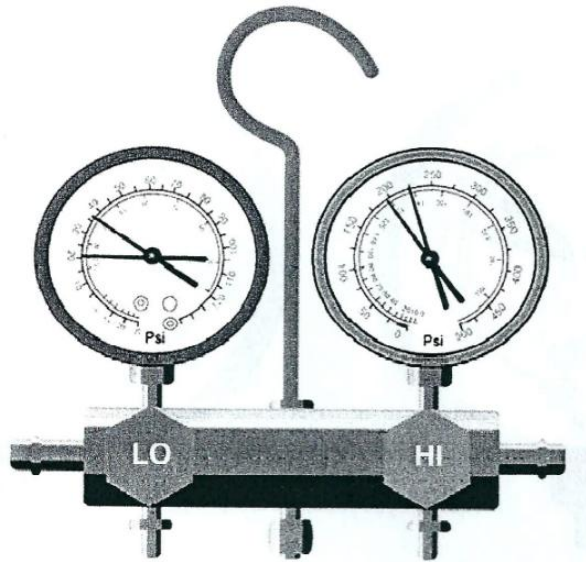
Měření teploty v určitých částech systému umožňuje kontrolovat správné mísení a rozvod vzduchu.

Důležitá teplotní srovnání:

1. Teplota okolí a kondenzátoru
2. Střední klimatizační teplota a teplota okolí (min. rozdíl 20°C)
3. Teploty v nízkotlaké a vysokotlaké větvi
4. Vstupní a výstupní teplota kondenzátoru (teplotní rozdíl 15-30°C). Velký rozdíl teplot signalizuje blokování chladiva obdobně jako u trysky. Malý rozdíl signalizuje nízkou efektivitu kondenzátoru.
5. Vstupní a výstupní teplota na výparníku (max. přípustný rozdíl 4°C). Zaznamenává se teplota před a za výparníkem a porovnává se s diagramem. Diagram zobrazuje potřebné množství chladiva v systému.

4.3.2 Měření tlaku

Tlak v systému je stejně důležitý jako teplota. Tlaky v systému kontrolujeme v obou jeho částech. K měření se používají manometry pro měření přetlaku. Konstrukce přístrojů je navržena tak, aby umožnila odečtení hodnot pro nízkotlakou a vysokotlakou větev současně viz. Obr.4-1



Obr.4-1 Měřicí přístroje [11]

Příklady nízkého tlaku zaznamenaných měřicími přístroji pro různé soustavy:

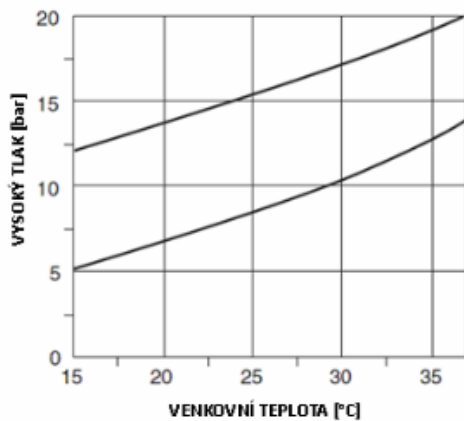
1. Tryska. Tlak je v rozmezí spodního a horního řídicího bodu, hodnoty tlaku 0,15-0,29 MPa jsou udržovány cyklickým spínačem.
2. Soustava s expanzním ventilem. Reguluje tlak v okruhu škrcením běžně na tlak 0,2 MPa. U okruhu s termostatickým ventilem může tlak klesnout až na 0,07 MPa.
3. EPR (Evaporator pressure regulátor). Výparný tlakový regulátor umožňuje systému pracovat s hodnotou tlaku 0,2 MPa.
4. Kompresory s variabilním oběhem udržují tlak v oběhu do 0,2 MPa. [1]

Vysokotlaká část pracuje s mnohem většími tlaky a představuje tak větší zatížení systému. Vyjadřuje množství tepla, které je potřeba odvést přes výparník do okolí. Při měření musíme tedy brát v úvahu teplotu okolí i vlhkost vzduchu.

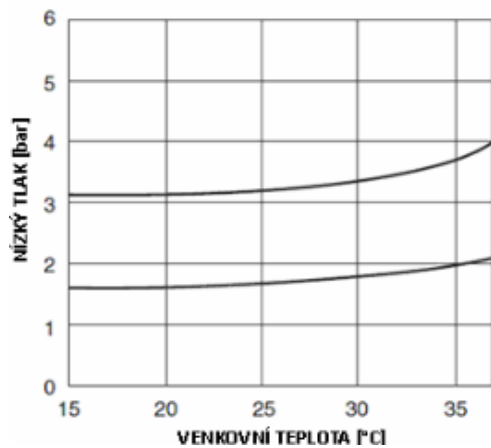
Pro přesné měření je nutno splnit tyto požadavky:

1. Uzavřít oba ruční ventily na měřicích přístrojích. Připojit přístroje do nízkotlaké a vysokotlaké části systému.
2. Nastartovat motor a otáčky udržovat na 1500 ot/min, při běžné teplotě motoru.
3. Zapnout klimatizaci, ventilátor a cirkulaci vzduchu na maximum.
4. Uzavřít všechna okna
5. Uzavřít výdechy kromě hlavních středových.

Naměřené hodnoty pro nízkotlakou a vysokotlakou větev závisí na okolní teplotě. Viz. Tab.4-2 a Tab.4-3 pro chladivo R134a. Hodnoty by měly ležet v pásmu tolerance mezi křivkami. [1]



Tab.4-2 Toleranční pásmo vysokého tlaku v závislosti na okolní teplotě [1]



Tab.4-3 Toleranční pásmo nízkého tlaku v závislosti na okolní teplotě [1]

Diagnóza	Ukazatel nízkotlaké části	Ukazatel vysokotlaké části	Příznak	Možná příčina	Náprava
Normální stav	1,5-2,5 bar	8-22,5 bar			
Nedostatečné množství náplně chladiva	Nízký	Nízký	Nedostatečné chlazení	Nedostatečné množství/únik chladiva	Doplnit chladivo, provést test těsnosti systému, případná výměna jednotky nebo potrubí
Vlhkost v systému	Někdy normální někdy vakuum	Někdy normální, někdy nízký	Chlazení je někdy v pořádku, někdy nedostatečné (střídavě)	Vysoušeč je v nadměrně saturovaném stavu	Výměna vysoušeče, odsání vlhkosti ze systému (vakuace)
Oba tlaky vysoké, potrubní nízkotlaké strany je teplé až horké, tlak na vysokotlaké straně více než o 1 bar vyšší v porovnání se saturačním tlakem, odpovídajícímu výstupní teplotě kondenzátoru	Vysoký	Vysoký	Nedostatečné chlazení	Vzduch v systému	Vyprázdnění systému, kontrola těsnosti
Nízké tlaky, rozdíl mezi vstupní a výstupní teplotou vysoušeče větší než 5°C, trubka za vysoušečem může být zamrzlá	Nízký	Nízký	Nedostatečné chlazení	Zanesený vysoušeč	Výměna vysoušeče
Možná námraza na nízkotlakém potrubí, může být hlučný kompresor, mže se jednat o prasklý vnitřní ventil	Vysoký	Nízký	Nedostatečné chlazení	Závada kompresoru	Oprava/výměna kompresoru

Tab.4-4 Příklady diagnózy systému pomocí měření tlaků

4.4 Závady klimatizace

Jako časté závady na klimatizačním systému lze uvést:

- 1) Vadná spojka
- 2) Vadné ložisko řemenice
- 3) Netěsnost přírub
- 4) Vadný regulační ventil
- 5) Vadná cívka elektromagnetické spojky
- 6) Netěsnost tělesa kompresoru
- 7) Netěsnost spojů klimatizačního vedení

4.4.1 Porucha kompresoru

Nejčastěji dochází k přidření kompresoru vlivem nedostatečné náplně oleje. Množství je závislé na objemu chladiva a bývá doporučeno také výrobcem kompresoru. Běžně se pohybuje v rozmezí 3,3 až 8% množství náplně. K úniku chladiva dochází nejčastěji u příruby kompresoru viz Obr.4-2, nebo velmi často u těsnění příruby kompresoru, případně hřídele kompresoru, kde se únik zpravidla těžko zaznamená nebo u ostatních komponentů klimatizace.

Částičky z otěru v kompresoru se mohou dostat do expanzního ventilu nebo škrtkící trysky a způsobit tak sníženou průchodnost chladiva. Diagnostika v případě ucpaného ventilu či trysky spočívá v měření tlaku, kdy ve vysokotlaké větvi dochází při stoupajících otáčkách motoru k výraznému zvýšení tlaku. Na Obr.4-3 je zobrazen kompresor u něhož došlo k úplnému zničení kompresoru.

Při výměně kompresoru následuje vždy:

- proplach systému (odstranění nečistot, částice z kompresoru)
- výměna vysoušeče či akumulátoru
- vakuování systému, naplnění systému chladivem



Obr.4-2 Netěsnost příruby kompresoru [32]



Obr.4-3 Poškozený kompresor klimatizace z vozidla Škoda Octavia [27]

Pro ochranu ostatních poháněných částí je na kompresoru osazena bezpečnostní pojistka, která spojuje hřídel kompresoru s řemenicí. V případě poruchy, zadření kompresoru je pojistka přestřížena. Zamezí tak možnému spálení řemene.

Toto přerušení je nevratné a při výměně kompresoru je nutná výměna pojistky. [19]



Obr.4-4 Přestřižená bezpečnostní spojka kompresoru [27]

4.4.2 Vadné ložisko řemenice

Vadné ložisko lze diagnostikovat poslechem. Projevuje se hlučností, které si vždy, ale nelze všimnout za provozu. V případě zanedbání výměny ložiska může dojít k vyhřátí cívky kompresoru, spálení řemenice nebo přitlačného talířku.

V některém případě k vyhřátí kladek a spálení řemene. [19]

4.4.3 Porucha elektromagnetické spojky

Patří mezi časté závady. Na vině je nejčastěji přerušené vinutí případně spálení cívky spojky. Přezkoušení se provádí přivedením napětí na konektor cívky. Musí dojít k slyšitelnému cvaknutí.

Spojka je namáhána rovněž mechanicky. Dá se říci, že vydrží určitý počet sepnutí. Pro minimalizaci poškození je vhodné spínat klimatizaci při nízkých otáčkách motoru. Při jízdě na dálnici kdy motor točí např. 3500tis ot./min vyřadit rychlost, nechat spadnou otáčky motoru na volnoběh a zapnout klimatizaci.

K připojení kompresoru nemusí dojít také vlivem velké vzduchové mezery mezi hnaným kotoučem a řemenicí. U kompresorů, které nejsou trvale v činnosti se tato mezera musí pohybovat mezi 0,4 až 0,6 mm. Na Obr.4-4 je zobrazena spojka kompresoru, u níž došlo k prasknutí přitlačného talířku vlivem rázů při spínání spojky. [19]



Obr.4-5 Poškozený přítlačný talíř elektromagnetické spojky

4.4.4 Netěsnost v systému

K úniku chladicího média dochází nejčastěji ve spojích klimatizačního potrubí. Příčinou bývá degradace těsnících O-kroužků. Materiálem je nejčastěji HNBR. Při výměně se kroužky namažou speciálním olejem. V případě kdy je zkorodované či poškozené vedení nezbyvá než danou část potrubí vyměnit.



Obr.4-6 Netěsnost spoje [28]



Obr.4-7 Vedení s O-kroužky [29]

Velmi často dochází k úniku chladiva kondenzátorem, jež je namáhán jednak vibracemi, korozi, a je namáhán mechanicky.

Jelikož se nachází v přední části vozu, dojde lehkou k jeho porušení vlivem odlétajících kamínků od vozidel. Únik chladicího média může být nepatrný nebo naopak v případě Obr.4-8 velmi vysoký. Výměna kondenzátoru by vždy měla být spolu s dehydrátorem, aby v systému nezůstala nadměrná vlhkost, kterou by vysoušeč nebyl schopen uložit.



Obr.4-8 Zkorodovaný kondenzátor klimatizace [29]

5 Hledání netěsností v klimatizačním okruhu

Příčinou sníženého výkonu klimatizace bývají často netěsnosti v okruhu, kterými uniká chladivo. Vibrace, pórovitost hadic a všeobecná konstrukce systému činí vytvoření nepropustného systému téměř nemožným. **Roční ztrátu chladiva 20-100g lze považovat za normální**, výrobci klimatizačních zařízení ji často uvádějí. Využívá se hned několik způsobů zjišťování netěsností, které se používají za určitých podmínek. [11]

U klimatizačního zařízení s chladivem R12 se netěsnosti projeví jako olejové zbytky v místech netěsností. Na tyto skvrny se nachytají nečistoty z ovzduší a místo se jeví jako zamaštěné. Postupným usazováním nečistot se objeví velké ložisko mastné špíny. V systému s chladivem R134a se tyto místa hledají obtížně, neboť PAG olej není v místě úniku viditelný jako usazenina. [3]

5.1 Lecksuchspray

Slouží pro jednoduché a levné vyhledávání netěsností. Na únik media reaguje vystupujícími bublinami. Není však tak účinný jako ostatní metody. Citlivost pod 50g chladiva/rok.

Pokyny ke zkoušce:

1. Okruh musí být zcela naplněn
2. Domnělá místa netěsností nastříkat prostředkem
3. Kontrolujeme vytváření bublin
4. Jestliže nejde zjistit netěsnost, nastartovat motor a spustit klimatizaci pro natlakování okruhu. [3]

5.2 UV indikace

Jednou z efektivních zkoušek pro odhalení netěsností je zkouška fluorescenční. Fluorescenční barvivo je v chladivu již od výroby a trvale cirkuluje v oběhu. V případě potřeby lze barvivo doplnit při opravě klimatizačního zařízení nebo při plnění systému. Barvivo se sloučí s olejem. V místě netěsnosti dochází úniku chladicí kapaliny s olejem a barvivem.

Skvrna silně září pod UV lampou. Tato metoda je všeobecně uznávaná výrobci kompresorů a doporučovaná firmou Valeo. Citlivost metody je přibližně 50-300g chladiva/rok.

Pokyny ke zkoušce:

1. Podle pokynů výrobce zařízení přidat barvivo do okruhu.
2. Spustit motor a zapnout klimatizaci
3. Na místa u nichž se předpokládá únik chladiva svítit UV lampou. [3]



Obr.4-9 Pohled za denního světla a pod UV lampou [30]

5.3 Elektronické detektory

Zkouška se provádí, jestliže je v okruhu dostatek chladiva. Únik média se detekuje pomocí detektoru na bázi žhavené pentody nebo posouzení negativního elektrického náboje. Přítomnost plynu je oznámena změnou frekvence pípání detektoru a blikáním kontrolky. U některých detektorů s audio a video výstupem si můžeme nastavit jejich citlivost. [1]

Zkouška může být obtížně proveditelná v prostředí kde je průvan. Jestliže vzduch obsahuje plynné chladivo je zaznamenáno přístrojem, který indikuje přítomnost plynu i nadále, proto je třeba někdy odvětrat.

Informace ke zkoušce:

1. Systém musí být alespoň částečně naplněn chladivem (přibližně 225g)
2. Sondou přístroje pohybujeme podél místa předpokládané netěsnosti, začínáme na nejvyšším místě - chladivo je těžší než vzduch.
3. Jestliže se nedaří najít místo úniku chladiva při vypnuté klimatizaci, spustit motor a klimatizaci, aby se natlakoval systém. [3]



Obr.4-10 Elektronický detektor Protech 55100 [31]

5.4 Detekce pomocí bezkyslíkového dusíku

Oxygen free nitrogen (OFN)

Zkouška se provádí, jestliže je okruh prázdný. Nepoškozuje životní prostředí, je moderní, levná, jednoduše použitelná. Dusík má malou molekulární strukturu a tak umožňuje lehké prosakování netěsnostmi v systému. Systém se natlakuje až na 10-15 MPa. Komponenty klimatizace, kde se předpokládá možný únik chladiva se nastříkají pěnovým přípravkem.

Ke zkoušce je potřeba: tlaková lahev s dusíkem, regulační ventil, rozvodný ventil, manometr, propojovací hadice s rychlospojkou. Systém může být natlakován i na vyšší tlak než je provozní s ohledem na stáří vozu. [12]

Postup zkoušky:

1. Je-li klimatizace funkční, odsát chladivo
 2. Připojit tlakovou lahev s dusíkem na některou servisní přípojku
 3. Klimatizační okruh naplnit dusíkem pod tlakem 10-15 bar
 4. Domnělá místa netěsností nastříkat aktivní pěnou ve spreji, pozorovat tvorbu bublin
- Před opravou odpojit tlakovou lahev

5.5 Detekce pomocí vodíku

Jedná se o novou a velmi účinnou metodu zjišťování netěsností. Jedná se o směs 95% dusíku a 5% vodíku. Identifikace je buďto pomocí aktivní pěny ve spreji v případě větších netěsností. U malých netěsností se používá speciální detektor, který reaguje pouze na vodík a není náchylný na ostatní plyny jako v případě elektronických detektorů.

Metodou lze odhalit i malé molekulární netěsnosti, které by v případě barviva nemusely být zachytitelné. Výhodou je rychlé dohledání úniku a odpadá složité odstrojování okolo klimatizačního potrubí.

Detekce úniku je přímo nad místem problému. Jelikož je vodík lehký a stoupá vzhůru, v motorovém prostoru je detekce přímo nad místem úniku, v případě úniku z výměníku stačí přiložit detektor k výdechu vzduchu a pustit ventilátor. [12]

Indikace úniku je s odezvou 1 sec. pomocí 3 LED diod.

Zelená - žádný únik

Žlutá – více než 1,4 g/rok

Červená – více než 14g/rok [14]

Sada pro detekci na Obr.4-11 zahrnuje detektor úniku, vodíkový redukční ventil, baterie s manometrem, propojovací hadice, rychlospojky, 2L tlaková lahev, nabíječku



Obr.4-11 Sada pro detekci netěsností vodíkem od firmy Vulkan Lokring

6 Závěr

Práce se zaměřuje na popis a diagnostické metody zjišťování závad u klimatizační jednotky. V první části je zahrnut popis jednotlivých komponent i historie, kdy byl poprvé namontován systém klimatizace do osobního vozu.

Postupem času došlo ke zvýšení komfortu pro cestující zabudováním dvou a vícezónových klimatizací do vozidel. Zvýšení činnosti systému použitím kompresorů s regulací a tím menší zátěže motoru. Z hlediska ekologie došlo k nahrazení chladiva R12 chladivem R134a s podobnými parametry. Otázkou zůstává využití CO₂. Pravděpodobně je to otázka času, kdy dojde k celkové konstrukční změně jednotlivých komponent pro využití CO₂.

Další část práce zahrnuje příjem vozidla technikovi při opravě a vlastním měření. Jako charakteristiku chlazení lze uvést měření teplot a tlaků v systému, podle kterého lze jednoduše detekovat možnou závadu v klimatizačním okruhu. Výsledky naměřených hodnot jsou uvedeny v tabulce 4-4 spolu s možnou příčinou a řešením závady. Technik v případě měření postupuje podle servisních tabulek. Elektronickou poruchu některého ze snímačů klimatizace lze vyčíst z paměti závad na diagnostickém přístroji.

Jsou zmíněny závady, jako je nefunkčnost elektromagnetické spojky, vadný kompresor, netěsný kondenzátor, zkorodované spoje, saturovaný vysoušeč. Ve většině případů nastává výměna komponent s tím, že se vždy mění jako poslední v systému vysoušeč.

V poslední části jsou uvedeny zkoušky těsnosti systému. Ať už po nejjednodušší, byť účinnou zkoušku těsnosti pomocí fluorescenční kapaliny. Tak moderní zkouškou pomocí vodíku, kde možno detekovat i nepatrné úniky chladiva.

Vzhledem k průměrnému ročnímu úniku chladiva 20 – 100 g, který uvádí výrobci klimatizačních systémů lze pravidelnou servisní kontrolu jen doporučit. Lze tak předejít možným vzniklým závadám na systému.

7 Použitá literatura

- [1] BEZDĚK, L. *METODIKA ZKOUŠENÍ AUTOMOBILOVÝCH KLIMATIZACÍ* [online]. Brno, 2009 [cit. 2014-11-06]. Dostupné z: http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=15590. Střední škola automobilní.
- [2] 6 zajímavých faktů o klimatizacích v autech. [online]. [cit. 2014-11-06]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/klimatizace-69059>
- [3] ŠIMEK, M. a V. BUREŠ. *Klimatizace v automobilech* [online]. Holice [cit. 2014-10-06]. Dostupné z: <http://soc.nidm.cz/archiv/getWork/hash/40E12VB230989A>
- [4] Klimatizace A/C (AC AirCondition). *Klimatizace A/C (AC AirCondition)* [online]. [cit. 2014-10-06]. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/klimatizace-ac-ac-aircondition/>
- [5] *Učebnice pro řidiče a opraváře automobilů*. Vyd. 1. Brno: Littera, 1998, 504 s. ISBN 80-857-6300-1.
- [6] Klimatizace: Chládek stojí litry benzínu. *Klimatizace: Chládek stojí litry benzínu* [online]. 04.07.07 [cit. 2014-05-06]. Dostupné z: http://www.tipcar.cz/klimatizace_chladek_stoji_litry_benzinu-2709.html
- [7] ŘÍHA, J. Základní popis autoklimatizace. In: *Základní popis autoklimatizace* [online]. [cit. 2014-05-06]. Dostupné z: [files.klimaauto.webnode.cz/200000031-50be651b85/Základní popis autoklimatizace.doc](files.klimaauto.webnode.cz/200000031-50be651b85/Základní_popis_autoklimatizace.doc)
- [8] GSCHEIDLE, Rolf. *Příručka pro automechanika*. 3. přeprac. vyd. / Překlad Iva Michňová, Zdeněk Michňa, Jiří Handlíř. Praha: Europa - Sobotáles, 2007, 685 s. ISBN 978-80-86706-17-7.
- [9] SCHIESSL. *Autoklimatizace: Součásti klimatizačního okruhu* [online]. [cit. 2015-06-29]. Dostupné z: <http://www.schiessl.cz/stranka-soucasti-klimatizacniho-okruhu-119>
- [10] Jak funguje klimatizační systém auta. *Jak funguje klimatizační systém auta* [online]. 29.07.2008 [cit. 2014-11-26]. Dostupné z: <http://mtw.fordclubs.org/article.php?article=153&rubrik=1>
- [11] AUTOSALON SVITÁK HYUNDAI JINDŘ. HRADEC. *Automobilová klimatizace*.
- [12] S chladnou hlavou na klimatizace. *S chladnou hlavou na klimatizace* [online]. 04.05.2010 [cit. 2014-11-26]. Dostupné z: <http://www.autopress.cz/?page=190.s-chladnou-hlavou-na-klimatizace>
- [13] R744 - nový standard CO2 pro chlazení. In: *R744 - nový standard CO2 pro chlazení* [online]. 14.06.2011 [cit. 2014-11-26]. Dostupné z: <http://www.tegaplyn.cz/aktualni-informace/r744---novy-standart-co2-pro-chlazení.html>

- [14] LOKRING: Hledání úniku chladiva metodou vodíku. *LOKRING: Hledání úniku chladiva metodou vodíku* [online]. [cit. 2014-11-26]. Dostupné z: http://www.ledocom.cz/download/letacek_detektory_uniku.pdf
- [15] DALY, Steven. *Automotive Air-conditioning and Climate Control Systems*. 1st edition. Oxford : BUTTERWORTH HEINEMANN, 2006. 432s. ISBN 978-0-7506-6955-9.
- [16] Nové plnivo do klimatizací: ekologické, nebo nebezpečné?. *Nové plnivo do klimatizací: ekologické, nebo nebezpečné?* [online]. 20.05.2013 [cit. 2014-05-06]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/nove-plnivo-klimatizaci-ekologicke-nebezpecne-74568>
- [17] VLK, František. *Elektronické systémy motorových vozidel*. 1. vyd. Brno: František Vlk, 2002, s. 450-454. ISBN 80-238-7282-6.
- [18] *Servis klimatizací* [online]. [cit. 2014-05-29]. Dostupné z: http://www.vmconsulting.cz/obrazy/klimatizace/klima_povidani_III.pdf
- [19] *Autoklimatizace.cz: opravy kompresoru* [online]. [cit. 2015-06-24]. Dostupné z: <http://www.autoklimatizace.cz/opravy-kompresoru>
- [20] *Linde-gas: chladivo R1234yf* [online]. [cit. 2015-06-24]. Dostupné z: http://www.linde-gas.cz/internet.lg.lg.cze/cs/images/AS_02_2014_chladivo79_116843.pdf
- [21] *Autolexicon.net: klimatizace* [online]. [cit. 2015-06-26]. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/klimatizace-ac-ac-aircondition/>
- [22] *Klimaauto.webnode: klimatizace* [online]. [cit. 2015-06-26]. Dostupné z: <http://klimaauto.webnode.cz/autoklimatizace/>
- [23] *Touran.volkswagen.com: touran* [online]. [cit. 2015-06-26]. Dostupné z: <http://touran.volkswagen.com/cz/cs/home.html>
- [24] *Elveamotors.cz: klimatizace* [online]. [cit. 2015-06-26]. Dostupné z: <http://www.elveamotors.cz/klimatizace/>
- [25] *Klimatizace* [online]. [cit. 2015-06-29]. Dostupné z: <http://mtw.fordclubs.org/>
- [26] *Media1mi.cz: spojka kompresoru* [online]. [cit. 2015-06-26]. Dostupné z: <https://media1mi.cz>
- [27] *Skodahome: kompresor* [online]. [cit. 2015-06-29]. Dostupné z: <http://forum.skodahome.cz>
- [28] *Mazdaclub: spoj* [online]. [cit. 2015-06-29]. Dostupné z: <http://www.mazdaclub.cz>
- [29] *Automobily: navody-klimatizace* [online]. [cit. 2015-06-29]. Dostupné z: <https://sites.google.com/site/cernytomas/automobily/navody>
- [30] *Zkoušky těsnosti systému: UV zkouška* [online]. [cit. 2015-06-29]. Dostupné z: <http://www.vasesluzby.cz/revize-uniku-brno/zkousky-tesnosti-systemu/>

[31] *Comfortgurus: Protech55100* [online]. [cit. 2015-06-29]. Dostupné z:
<http://www.comfortgurus.com/en/>

[32] *Kompresor: netěsnost* [online]. [cit. 2015-06-29]. Dostupné z: <https://encrypted-tbn3.gstatic.com>

[33] *Ledocom: detektory úniku* [online]. [cit. 2015-06-29]. Dostupné z:
http://www.ledocom.cz/download/letacek_detektory_uniku.pdf