



**Република Македонија  
Министерство за животна средина и просторно  
планирање  
Канцеларија за заштита на озонската обвивка**

**ЕЛИМИНАЦИЈА НА HCFC ЛАДИЛНИ  
СРЕДСТВА**

**ПРИРАЧНИК**

**Скопје 2011**

Овој Прирачник е наменет за обука на сервисери по ладилна техника, крајни корисници како и наставници од средни технички училишта.

Тој е изработен во рамките на проектот за елиминација на HCFC ладилните средства, кои ја осиромашуваат озонската обвивка. Прирачникот е концептиран како надградба на постоечките тренинг материјали изгответи во рамките на претходно спроведените проекти, во областа на ладилната техника (RMP, TPMP).

Проектот е финансиски поддржан од страна на Мултилатералниот фонд на Монреалскиот протокол и имплементиран преку UNIDO од Виена.

При изработката на овој Прирачник користени се следните документи:

1. Training Manual for Refrigeration Service Technicians - Rolf Huehren, UNIDO 2008;
2. Manual for Refrigeration Sevicing Technicians - UNEP 2010;
3. Alternatives to HCFCs in Refrigeration and Air Conditioning Sector, UNEP, 2010;
4. Good Practices in Refrigeration, gtz/Proklima, 2010;
5. Preparing for HCFC phase-out, UNIDO, 2009;
6. Разни публикации и каталоги од ладилната техника

## **СОДРЖИНА**

- 1. Озонска обвивка и нејзиното разградување - реакција на HCFCs во атмосферата**
- 2. Влијание на ладилните средства врз глобалното затоплување**
- 2. Суштаниции контролирани со Монреалскиот протокол - Анекс С група I**
- 4. Основни елементи на ладилната техника - употреба на HCFC ладилни средства**
- 5. Добра сервисна практика**
- 6. Извлекување и рециклирање - HCFCs и HFC ладилни средства**
- 7. Алтернативни ладилни средства и технологии**
- 8. Легислатива**
- 9. Анекси - Својства на ладилните средства.**

## **РЕЗИМЕ**

Овој Прирачник е наменет за спроведување на проектот "Тренинг програма" во рамките на Планот за елиминација на HCFC средствата во Република Македонија.

Прирачникот ги содржи следните поглавија:

- 1. Озонска обвивка и нејзиното разградување - реакција на HCFCs во атмосферата**
- 2. Влијание на ладилните средства врз глобалното затоплување**
- 3. Супстанции контролирани со Монтреалскиот протокол - Анекс С група I**
- 4. Основни елементи на ладилната техника - употреба на HCFC ладилни средства**
- 5. Добра сервисна практика**
- 6. Извлекување и рециклирање - HCFCs и HFC ладилни средства**
- 7. Алтернативни ладилни средства и технологии**
- 8. Легислатива**
- 9. Анекси - Својства на ладилните средства**

Преглед на поважните содржини дадени во Прирачникот:

**Поглавие 1. Озон, Реакција во страпосфераја, Озонска обвивка,**  
*Страпосферскиот озон е различен од приземниот (трапосферскиот) озон.*

**1.1 Улога на озонската обвивка:**

*Филтер траптив UV-B радијацијата, Изложеност на UV-B зрачење, Видови на UV-зрачење.*

**1.2 Ефекти од осиромашувањето на озонската обвивка врз здравјето на луѓето и животната средина: Хумана поизулација, Расипенија, Водни организми, Материјали. Приземен смог, Концентрација на озонски молекули, Добсонова единица.**

**1.3 Озонска дупка: Озонска дупка над Антарктикот, Озонска дупка над Арктикот, Динамичка рамнотежа, Механизам на уништување, Атмосферски живоитен век на суштини кои ја осиромашуваат озонската обвивка.**

**1.4 Супстанции кои ја осиромашуваат озонската обвивка (ODSs): Потенцијал на осиромашување на озонската обвивка(ODP).**

**1.5 Примена на супстанциите кои ја осиромашуваат озонската обвивка:**

*Ладилни средства, Средства за ександирање на пена, Растиорувачи за чистеење на електронска опрема, Растирскувачи (трапеланти), Стериланти Средства за гасење на пожари, Фумиганти, Суровини, Ослободување на суштини кои ја осиромашуваат озонската обвивка во страпосфераја, Обновување на озонската обвивка.*

## **SUMMARY**

This Manual is designed for implementation of the Project "Training Programme" in the frame of HCFC Phase-out Management Plan (HPMP) in the Republic of Macedonia.

This Handbook is divided into several sections as follows:

- 1. The Ozone layer and its depletion - reaction of HCFCs in the atmosphere**
- 2. Impact of refrigerants in global warming**
- 3. Controlled substances under the Montreal Protocol - Annex C group I**
- 4. Basic elements of the refrigeration technique - Using of the HCFCs refrigerants**
- 5. Good service practices**
- 6. Recovery, recycling and reclaim - HCFCs and HFC refrigerants**
- 7. Alternative refrigerants and technologies**
- 8. Legislation**
- 9. Annexes - Properties of refrigerants**

Overview of the important contents presented in the Manual:

**Chapter 1. Ozone, Reaction in the stratosphere, The ozone layer, Stratospheric ozone is different from ground level (tropospheric) ozone.**

**1.1 Importance of the ozone layer: Filter for UV-B radiation, UV-B exposure, Types of UV radiation.**

**1.2 Effects of ozone layer depletion on human health and the environment: Human health, Plants, Aquatic organisms, Materials, Ground level smog, Concentration of ozone molecules Dobson Unit.**

**1.3 Ozone hole: Antarctic ozone hole, Arctic ozone hole, Dynamic equilibrium, Destruction mechanism, Atmospheric life time of ODS.**

**1.4 Ozone depleting substances (ODS): Ozone depleting potential.**

**1.5 Common uses of ODS: Refrigerants, Use as blowing agent, Use as cleaning solvent, Propellants, Sterilants, Fire extinguishers, Fumigants, Feedstock, Releasing of ODSs into the stratosphere, Recovery of ozone layer.**

<p><b>Поглавие 2:</b> Влијание на ладилните средства врз глобалното затоплување</p> <p><b>Поглавие 3:</b> Супстанции контролирани со Монреалскиот протокол - Анекс С група I</p> <p><b>Поглавие 4:</b> Историја на ладилната шехника</p> <p><b>4.1</b> Вовед во ладилната техника: <i>Парно компресионо механичко ладење, Абсорбициони ладилни системи.</i></p> <p><b>4.2</b> Ладилни средства: <i>Преносливи и јдовратни конијери за ладилни средстива, Етикетирање на цилиндриште за ладилни средстива, ASHRAE броеви, Трговски називи, ARI обележување со бои.</i></p> <p><b>4.3</b> Ладилен циклус: <i>Испарување, Компресија, Кондензација, Експанзија.</i></p> <p><b>4.3.1</b> Вообичаена изведба на парен компресионен механички ладилен систем: <i>Високо притисна страна, Ниско притисна страна.</i></p> <p><b>4.4</b> Примена на HCFCs ладилни средства: <i>Сектор - климатизација, Секторот комерцијално ладење, Чилери(ладилници за течност), Ладење во трансийториј.</i></p> <p><b>Поглавие 5.</b> Добра сервисна практика.</p> <p><b>5.1</b> Вакумирање и полнење на системот: <i>Вакумирање, Полнење, Замена на масло.</i></p> <p><b>Поглавие 6.</b> Извлекување и рециклирање - HCFCs и HFC ладилни средства.</p> <p><b>6.1</b> Безбедно ракување со ладилните средства: <i>Сервисни цилинди.</i></p> <p><b>6.2</b> Уреди за извлекување и рециклирање.</p> <p><b>6.3</b> Методи за извлекување на ладилно средство: <i>Извлекување на парно и/или течно ладилно средство, Опис на методот на извлекување на парно и/или течно ладилно средство, Опис за извлекување на течно ладилно средство со "Push-pull" постапка.</i></p> <p><b>6.4</b> Рециклирање на ладилните средства: <i>Рециклирање во еден премин, Повеќекратно рециклирање.</i></p> <p><b>Поглавие 7.</b> Алтернативни ладилни средства и технологии</p> <p><b>7.1</b> Масла за подмачкување: <i>Замена на масло при "Retrofit" постапка, "Flushing" метод.</i></p> <p><b>7.2</b> "Retrofit" постапка - замена на HCFC-22 со HFC-407C: <i>"Retrofit" процедура.</i></p> <p><b>Поглавие 8.</b> Легислатива: <i>Регулација објавена во Службен весник на Република Македонија, Регулација во фаза на поддршка, Задолжителна Сервисна книшка за корисници на оцртена јолнешта со 3 или јовеке килограми ладилно средство, Забрана на увоз на конијери ладилни средстива за еднократна употреба.</i></p> <p><b>Поглавие 9.</b> Анекси - Својства на ладилните средства.</p>
---

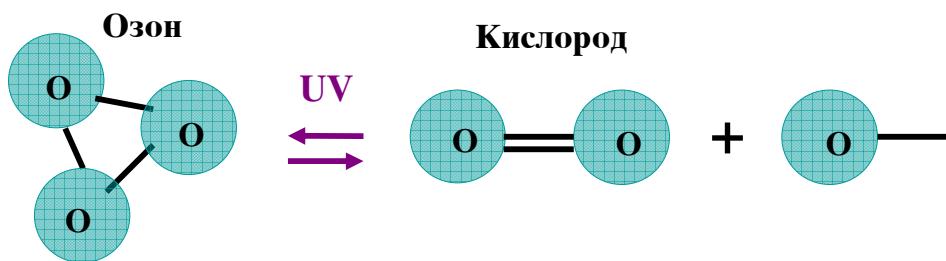
<p><b>Chapter 2:</b> Impact of refrigerants in global warming</p> <p><b>Chapter 3:</b> Controlled substances under the Montreal Protocol - Annex C group I</p> <p><b>Chapter 4: History of refrigeration</b></p> <p><b>4.1</b> Introduction in refrigeration: <i>Vapor compression mechanical refrigeration, Absorption refrigeration system.</i></p> <p><b>4.2</b> Overview of refrigerants: <i>Disposable and returnable refrigerant containers, Labeling of refrigerant cylinders, ASHRAE numbers, Trade names, ARI color codes.</i></p> <p><b>4.3</b> Refrigeration cycle: <i>Vaporisation, Compression, Condensation, Expansion.</i></p> <p><b>4.3.1</b> Typical design of vapor compression mechanical refrigeration system: <i>High-pressure side, Low pressure side.</i></p> <p><b>4.4</b> Application of HCFCs refrigerants: <i>Air-conditioning, Commercial Refrigeration, Chillers, Transport Refrigeration.</i></p> <p><b>Chapter 5.</b> Good service practice.</p> <p><b>5.1</b> Evacuation and charging of the system: <i>Evacuation, Charging, Oil changing.</i></p> <p><b>Chapter 6.</b> Recovery, recycling and reclaim - HCFCs and HFC refrigerants.</p> <p><b>6.1</b> Safety handling of refrigerants: <i>Service cylinders.</i></p> <p><b>6.2</b> Recovery and recycling units.</p> <p><b>6.3</b> Methods of refrigerant recovery.</p> <p><b>6.4</b> Recycling of refrigerants: <i>Single pass, Multiple pass.</i></p> <p><b>Chapter 7.</b> Alternative refrigerants and technologies.</p> <p><b>7.1</b> Lubricants: <i>Oil changing in retrofit procedure, Flushing method.</i></p> <p><b>7.2</b> Retrofit of HCFC-22 with HFC-407C: <i>Retrofit procedure.</i></p> <p><b>Chapter 8.</b> Legislation: <i>Legislation published in Official Gazette of Republic of Macedonia, Legislation in preparation, Mandatory logbooks for users of equipment containing 3 kg and more of refrigerant, Ban of import of non-refillable refrigerant containers.</i></p>
--

**Chapter 9.** Annexes - Properties of refrigerants.

## 1. Озонска обвивка и нејзиното разградување - реакција на HCFCs во атмосферата

### *Озон*

Озонот е гас составен од три атоми на кислород ( $O_3$ ). Нормалните кислородни молекули ( $O_2$ ) кои се наоѓаат во воздухот кој го дишаме содржат два атома на кислород. Молекулите на озонот се формираат со photoхемиска реакција.



**Слика 1.** Photoхемиски реакции под дејство на UV зрачењето

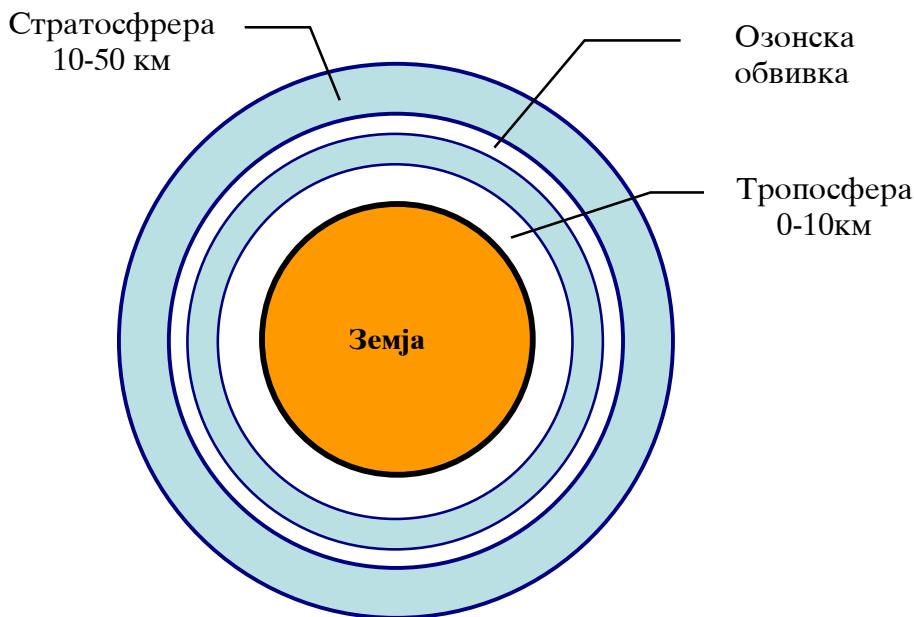
### *Реакција во сиракосфераја*

Кислородните молекули под дејство на ултра-виолетовото зрачење од Сонцето, реагираат формирајќи молекули на озон, но во исто време молекулите на озон се разградуваат формирајќи кислородни молекули. Ако бројот на формирани молекули на озонот е приближно еднаков со бројот на уништените озонски молекули, можеме да кажеме дека реакцијата е во динамичка рамнотежа.

### *Озонска обвивка*

Озонска обвивка е термин кој се користи за дефинирање на присуството на озонски молекули во стратосферата. Озонската обвивка се протега преку целата земјина топка и има улога на филтер од опасното ултра-виолетово зрачење (UV-B). UV-B-зрачење е светлина со висока енергија која доаѓа од Сонцето и има негативно влијание врз здравјето на луѓето и животната средина.

Стратосферата е дел од атмосферата кој се наоѓа над тропосферата. Овој слој започнува на 10-20 км над површината на земјата и продолжува до висина од 40-50 км. Сликата 2 ги покажува различните слоеви на атмосферата.



**Слика 2.** Озонска обвивка

*Сиријосферскиот озон е различен од приземниот (шаровидосферскиот) озон. Приземниот озон може да се најде во емисиите од индустријата и сообраќајот. Неговата емисија е поврзана со специјални временски услови. Тој е дел од фотохемискиот смог, делува иритирачки и може да предизвика проблеми со респираторните органи кој постарите луѓе и малите деца. Може да биде причина за оштетувања кај растенијата.*

## 1.1 Улога на озонската обвивка

### *Филтер што ја пречи на UV-B радијацијата*

Озонската обвивка е исклучително важна за животот на површината на планетата земја. Таа има улога на филтер кој ги спречува опасните ултравиолетови зраци (UV-B) да стигнат до земјата.

### *Изложеност на UV-B зрачење*

Ако бројот на уништените озонски молекули е поголем од бројот на новосоздадените молекули, може да кажеме дека станува збор за дефицит на озон. Осиромашувањето на озонската обвивка предизвикува намалување на нејзиниот заштитен капацитет, проследен со зголемена експозиција на UV-B-зрачењето врз земјината површина.

### **Видови на UV-зрачење**

Научниците го класифираат UV-зрачењето во три вида или опсега: UV-A (бранова должина од  $315\text{-}400 \times 10^{-9}$  м), UV-B ( $280\text{-}315 \times 10^{-9}$  м) и UV-C ( $<280 \times 10^{-9}$  м). UV-C-зраците не стигнуваат до површината на Земјата. UV-B-зраците делумно се филтрираат од озонската обвивка. UV-A слободно проаѓаат низ озонската обвивка. UV-B-зрачењето е главно одговорно за пореметувањата на здравјето на луѓето и негативните ефекти врз животната средина.

## **1.2 Ефекти од осиромашувањето на озонската обвивка врз здравјето на луѓето и животната средина**

### **Хумана йотулација**

UV-B-зрачењето е познат причинител на два вида рак на кожата: нон-меланома (помалку опасен по здравјето на човекот) и малигна меланома.

Зголеменото UV-B-зрачење предизвикува и оштетувања на очите како што е катаракта, која во многу случаи е причина за појава на слепило.

Супресијата на имуниот систем, предизвикана од оштетувања на DNA (дезоксирибонуклеинска киселина) резултира со зголемен број на инфективни заболувања.

### **Растенија**

Осиромашувањето на озонската обвивка предизвикува сериозни негативни ефекти на земјоделските приноси и шумите. Ултравиолетовото зрачење предизвикува промени во анатомската структура на неколку видови на растенија. Експериментите покажале дека најчувствителни на UV-B-зрачењето се дињите и зелката. Зголеменото UV-B-зрачење го намалува квалитетот и на одредени видови домати, компири, шекерна репка и соја. Тестирањата покажале дека семето на иголисните растенија може да биде оштетено од овие зраци.

### **Водни организми**

Ултра-виолетовото зрачење ги оштетува водните организми, посебно малите организми како што е планктонот, водните растенија, ларвите на рибите и ракчињата. Сите споменати се важен дел од синџирот на исхрана во слатките и морските води.

### **Материјали**

Материјалите кои се користат во градежништвото, боите, гумите, дрвото и пластиките може да бидат деградирани од UV-B-зрачењето. Изразено е влијанието врз пластиките и гумите кои се на отворено. Оштетувањата се уште поголеми во тропските предели поради високите температури и нивоа на зрачење. Овие штети може да се проценат на милиони долари годишно.

### ***Приземен смог***

UV-B-зрачењето предизвикува покачување на концентрациите на приземен смог. Ова е исклучително забележително во градовите каде емисиите од автомобилите и индустријата предизвикуваат фото-хемиски реакции. Од своја страна приземниот смог е причинител на пореметувања на здравјето на луѓето и животната средина.

### ***Концентрација на озонски молекули***

Концентрацијата на зонските молекули во стратосферата е толку ниска што ако сите озонски молекули се извлечат од стратосферата и се распространат во приземните слоеви на атмосферата, ќе формираат слој од озонски гас со дебелина од два до три милиметри.

Притисокот и концентрацијата на молекулите на озон во стратосферата е многу ниска во споредба со нивната концентрација во тропосферата.

### ***Добсонова единица***

Оваа теоретска дебелина на озонската обвивка во приземните слоеви е искористена како мерка на количината на молекули на озон во стратосферата и се нарекува Добсонова единица (DU-Dobson Unit). Една Добсонова единица кореспондира со 0,01 mm. Така, 300 DU одговараат со пресметана дебелина на озонската обвивка од 3 mm.

## **1.3 Озонска дупка**

### ***Озонска дупка над Антарктикош***

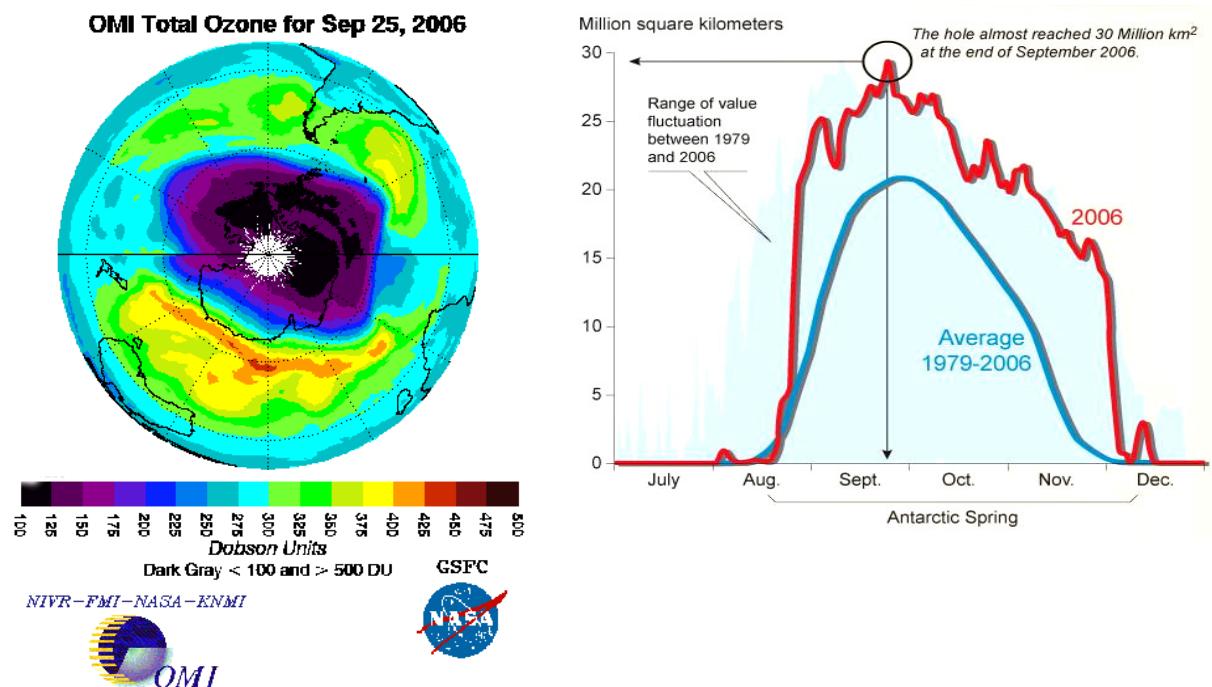
Во седумдесетите години од минатиот век научниците откриле дека одредени халогени органски соединенија ја осиромашуваат озонската обвивка. Забележително опаѓање на концентрацијата на озонските молекули до 70% над Антарктикот е евидентирано во периодот од седумдесеттите до деведесеттите години. Овој феномен популарно се нарекува озонска дупка. Научниците забележале намалување на концентрациите на озонските молекули над целата планета.

### ***Озонска дупка над Арктикош***

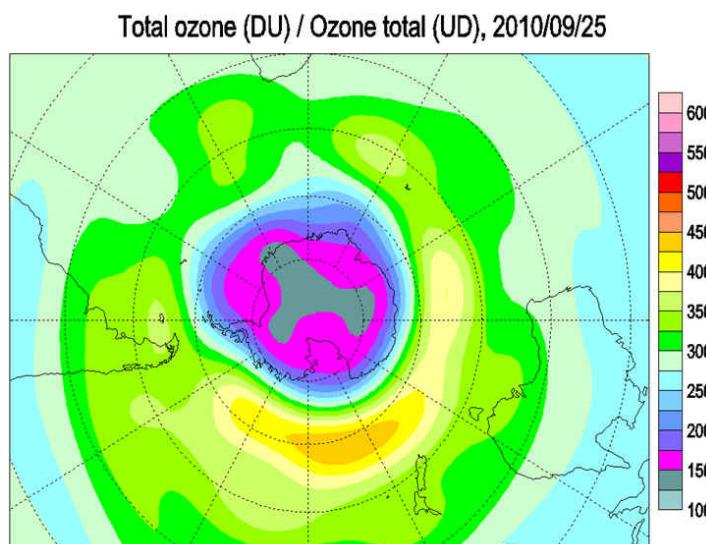
Современите опсервации покажаа дека условите во повисоките слоеви на атмосферата во северната хемисфера се повеќе наликуваат на оние на Антарктикот. Губитоците на озонски молекули и присуството на стакленички гасови се причина погорните слоеви на атмосферата да станат поладни, што всушност ја олеснува деструкцијата на озонската обвивка. Ова може да резултира со формирање на "арктичка озонска дупка" или "намалена концентрација на озонски молекули" во следните 20 години.

Аларманто е тоа што милиони луѓе живеат во областите кои ќе бидат изложени на зголемени порции на UV-B-радијација. Арктичката "намалена концентрација на озонски молекули" може лесно да се придвижи на југ со ветрови кои се движат со голема брзина, и да се појави над населени места во

САД, Канада, Европа и Азија. На слика 3 се дадени области на кои може да влијае формирањето на арктичката озонска дупка.



**Слика 3.** Озонска дупка во 2006



**Слика 4.** Озонска дупка во 2010

**Табела 1.** Просечни вредности за озонската дупка 2000 - 2010

Година	Површина на озонска дупка		Минимална количина на озон	
	(милиони км <sup>2</sup> )		DU	
	Дневен максимум	Дневен минимум	Дата	Вредност
2000	9 Септември	29,9	29 Септември	89
2001	17 Септември	26,5	22 Септември	91
2002	19 Септември	21,9	20 Септември	131
2003	24 Септември	28,4	26 Септември	91
2004	21 Септември	22,7	30 Септември	116
2005	11 Септември	26,9	19 Септември	102
2006	24 Септември	29,3	8 Октомври	82
2007	13 Септември	24,8	24 Септември	104
2008	12 Септември	26,5	4 Октомври	100
2009	17 Септември	24	26 Септември	94
2010	25 Септември	22,2	1 Октомври	118
<b>Просек</b>		<b>25,7</b>		<b>101</b>

Озонската дупка во 2010 беше втората најмала во последната декада. Таа зафати површина од 22,2 милиони квадратни километри на 25 септември 2010 и е под просекот на големината од последните 10 години, кој изнесува 25,7 милиони км<sup>2</sup>.

### **Динамичка рамнотежа**

Динамичката рамнотежа помеѓу формирањето и уништувањето на озонските молекули зависи од температурата, притисокот, енергетските услови и концентрацијата на молекули. Ако реагираат со молекулите на озонот молекули, слични со молекулите на CFCs и HCFCs може да се поремети рамнотежата. Ако процесот на деструкција е брз, а формирањето на молекули на озон е многу бавно и не се овозможува замена на уништените молекули на озон, рамнотежата ќе се поремети и концентрацијата на молекули на озон ќе опадне.

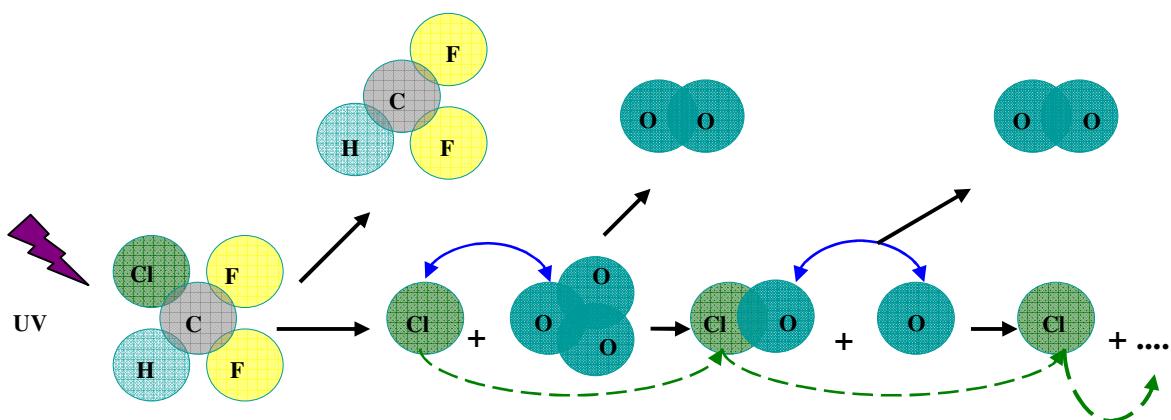
### **Механизам на уништување**

Во рамките на Монтреалскиот протокол идентификувани се голем број на супстанции кои ја осиромашуваат озонската обвивка (ODSs-Ozone Depleting Substances) чие производство и употреба се контролирани. Поради нивната особина да реагираат во фото-хемиска верижна реакција со молекулите на озонот, заклучено е дека поседуваат висок потенцијал на уништување.

Откако ќе уништат една озонска молекула, овие супстанции се во состојба да продолжат да уништуваат уште други молекули на озон.

### *Атмосферски живојен век на супстанциите кои ја осиромашуваат озонската обвивка*

Во зависност од особините на супстанцијата што ја осиромашува озонската обвивка, нејзиниот животен век може да трае од 100-400 години. Така, една молекула на супстанција што ја осиромашува озонската обвивка може да уништи стотици илјади молекули на озон. На Слика 5 е прикажан процесот со кој HCFC-22 ја осиромашува озонската обвивка.



**Слика 5.** Разградување на озонот со HCFC-22

## 1. 4 Супстанции кои ја осиромашуваат озонската обвивка (ODSs)

Супстанции кои ја осиромашуваат озонската обвивка се хемикалии кои имаат потенцијал да реагираат со молекулите на озонот во стратосферата. Во основа тоа се хлорирани или бромирани јаглеводороди. Во оваа група спаѓаат:

- хлорофлуоројаглероди (CFCs)
- хлорофлуоројаглеводороди (HCFCs)
- халони
- бромофлуоројаглеводороди (HBFCs)
- бромохлорометан
- метилхлороформ
- јаглеродтетрахлорид
- метилбромид.

### *Поштенијал на осиромашување на озонската обвивка (ODP)*

Способноста на овие супстанции да ја осиромашуваат озонската обвивка се нарекува потенцијал на осиромашување на озонската обвивка (ODP-Ozone

Depleting Potential). Потенцијалот на осиромашување на озонската обвивка се одредува во однос на потенцијалот на CFC-11, кој е дефиниран како 1.

## **1.5 Примена на супстанциите кои ја осиромашуваат озонската обвивка**

### ***Ладилни средсїва***

Супстанциите кои ја осиромашуваат озонската обвивка се користат како ладилни флуиди кај уредите за ладење и климатизацијата и топлинските пумпи. CFC-средствата за ладење постепено беа заменувани со супстанции кои помалку ја осиромашуваат озонската обвивка, HCFC, чиј потенцијал на осиромашување на озонската обвивка и глобално затоплување е помал од оној на CFC-флуидите, HFC- средства за ладење ( $ODP=0$ , но  $GWP>0$ ) и средства на база на чисти јаглеводороди ( $ODP$  и  $GWP=0$ ).

Многу ладилници, фрижидери во домаќинствата, содржат CFC-12. Комерцијалните системи за ладење кои се користат за изложување и складирање на свежа и замрзнатата храна може да користат CFC-12, R-502 (мешавина од CFC-115 и HCFC-22) или HCFC-22 како средство за ладење. Ладилниците и климатизерите во средствата за копнениот, железничкиот и водениот транспорт може да содржат CFC-11, CFC-12, CFC-114, HCFC-22 или смеси кои содржат CFCs: R-500 (мешавина од CFC-12 и HFC-152a) и R-502 (мешавина од CFC-115 и HCFC-22).

Системите за климатизација и топлинските пумпи кои се инсталирани во згради и други објекти може да содржат големи количини на средства за ладење од типот HCFC-22, CFC-11, CFC-12 или CFC-114. Најголем дел од старите автомобили користат CFC-ладилни медиуми во системите за климатизирање. Многу "drop-in" замени за CFC-12 кај ладилните средства се базираат на смеси кои содржат HCFC.

### ***Средсїва за експандирање на ѕена***

Порано CFC-11 беше вообичаено средство за експандирање на пена во производството на полиуретански, полистиренски и полиолефински пени. Пените се користени кај голем број на производи и за изолација. CFC-11 постепено се заменети со HCFC-141b или алтернативи кои не содржат супстанции кои ја осиромашуваат озонската обвивка.

### ***Растворувачи за чистење на електронска опрема***

CFC-113 беше широко употребуван како растворувач за чистење во производството на електронска опрема и за одмастување при производство. Се користи и во хемиското чистење и отстранувањето на дамки во текстилната индустрија. Други растворувачи кои спаѓаат во групата на супстанции кои ја осиромашуваат озонската обвивка се метилхлороформ и јаглеродтетрахлорид.

### ***Распружувачи (пролелани)***

CFC-11 и CFC-12 наоѓале широка примена како распружувачи на аеросоли поради тоа што се незапаливи, неексплозивни и нетоксични. CFC-114 се користел како пропелант во производите кои содржат алкохол. CFC-113 се користел во аеросолите кои служат за чистење. Овие супстанции може да се произведат како исклучително чисти и се познати како добри растворувачи. CFC-11 и CFC-12 може да се сретнат како компоненти на лакови, дезодоранси, пени за бричење, парфеми, инсектициди, средства за чистење на прозори, рерни, фармацевтски и ветеринарни производи, бои, лепаци, масла за подмачкување.

При крајот на седумдесеттите години од минатиот век земјите започнаа со забрана и рестрикција на употребата на CFCs во продуктите кои користат аеросоли.

### ***Стерилан***

Мешавините од CFC-12 и етиленоксид се користат за стерилизација во медицински цели. CFC-соединенијата го намалуваат ризикот од пожар и експлозии предизвикани од присуството на етиленоксид. Смешата која најчесто се користи содржи 88% CFC-12 тежински и може да се сретне како 12/88. Етиленоксидот е посебно корисен за стерилизација на предмети кои се чувствителни на топлина и влага како катетери и медицинска опрема која користи оптички влакна.

### ***Средства за гасење на пожари***

Халоните и HBFC беа широко употребувани како средства за гасење на пожари, а денес се заменети со пени и CO<sub>2</sub>.

### ***Фумиган***

Метилбромидот беше широко употребуван како пестицид за дезинфекција на почвата заради заштита на растенијата и спречување на појавата на штетници. Се користи и за апликации при карантин и пред испорака.

### ***Сировини***

HCFC и јаглеродтетрахлоридот често се употребувале како сировини во хемиски синтези. Јаглеродтетрахлоридот се користел како процесен агенс. Супстанциите кои ја осиромашуваат озонската обвивка што се користат како сировини најчесто не се ослободуваат во атмосферата и не допринесуваат на осиромашувањето на озонската обвивка.

### ***Ослободување на супстанции кои ја осиромашуваат озонската обвивка во атмосфера***

Супстанциите кои ја осиромашуваат озонската обвивка се ослободуваат во атмосферата на повеќе начини:

- Традиционална употреба на растворувачите за чистење, боите, опремата за гасење на пожари и спрејовите;

- Вентилирање и чистење во текот на сервисирањето на системите за ладење и климатизација;
- Употреба на метилбромид за дезинфекција на почвата и при карантин и пред утовар;
- Одлагање на производите и опрема (пр. пени и фрижидери) кои содржат супстанции кои ја осиромашуваат озонската обвивка, и
- Опрема за ладење која истекува.

Откако супстанциите кои ја осиромашуваат озонската обвивка ќе се ослободат во атмосферата, тие се шират во амбиенталниот воздух и може да стигнат до стратосферата преку воздушните струи, термодинамичките ефекти и дифузија. Поради долгот животен век, најголем дел од супстанциите што ја осиромашуваат озонската обвивка ќе стигнат до стратосферата.

### ***Обновување на озонската обвивка***

Не постојат точни предвидувања кога озонската обвивка ќе се обнови. Научниците претпоставуваат дека концентрацијата на озонските молекули во стратосферата ќе ги достигне "нормалните" нивоа кон средината на овој век, но само во случај земјите-членки на Монреалскиот протокол да се усогласат со својата шема за елиминација на супстанциите што ја осиромашуваат озонската обвивка. Ова е делумно последица на долгот животен век на супстанциите што ја осиромашуваат озонската обвивка и верижната реакција која допринесува во уништувањето на озонските молекули.

Појавата на рак на кожа и катаракта на очите се очекува да опадне до "нормалните" нивоа со закаснување од 20-50 години кон крајот на овој век.

Постојат претпоставки дека ефектите на глобалното затоплување може да го забават процесот на обновување на озонската обвивка. Затоа, потребно е да се посвети внимание на емисијата на стакленички гасови.

Последните истражувања покажуваат дека со мразот кој се топи на Антартикот ќе се ослободат големи количини на супстанции што ја осиромашуваат озонската обвивка и стакленички гасови.

## **2. Влијание на ладилните средства врз глобалното затоплување**

Општата дефиниција за глобалното затоплување е дека тоа е појава на зголемување на средната годишна температура на површината на Земјата и атмосферата, забележана од средината на минатиот век. Кога се зборува за глобално затоплување, тогаш се подразбира промена на климата на земјата. Според теоретските и пресметани модели, врз основа на геолошката активност на Земјата, растојанието од Сонцето, наклонетоста на оската на ротација на Земјата и Сончевата активност, просечната температура на планетата денес треба да биде  $5^{\circ}\text{C}$ . Сепак оваа температура е  $15^{\circ}\text{C}$ , што ја прави нашата планета погодна за живот. Оваа релативно висока просечна температура се должи на присуството на атмосферата и ефектот на стаклена градина, произведен од стакленичките гасови во нејзиниот состав какви што се: водената пареа, јаглеродниот диоксид, метанот, итн., како и постоењето на морињата и океаните кои акумулираат големи количества топлина, а морските струи глобално ја дистрибуираат околу целата планета. Затоа може да се каже дека ефектот на стаклена градина е многу корисен феномен. Ако нема ефект на стаклена градина, животот на Земјата не би бил можен.

Проблемот наречен глобално затоплување настанува поради тоа што учеството на стакленичките гасови во составот на атмосферата се зголемува, а со тоа се зголемува нивниот ефект на стаклената градина. Мерењата недвосмислено покажуваат дека во последните шеесетина години, средната годишна температура на секои десет години забележува пораст од  $0.74 \pm 0.18^{\circ}\text{C}$ . Направените проекции од страна на Меѓувладиниот панел за климатски промени (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), говорат дека ваквиот тренд ќе продолжи во 21 век.

Иако навидум беззначајни, овие промени веќе предизвикуваат последици врз климата на нашата планета. Зголемувањето на средната годишна температура во иднина, сигурно би предизвикало подрастични промени во временските услови, што во крајна линија би можело да го загрози постоењето на нашата цивилизација, но и постоењето на животот на Земјата воопшто.

На прв поглед, поврзаноста на глобалното затоплување и осиромашувањето на озонската обвивка, се два независни процеси. Глобалното затоплување е процес речиси во целост застапен во тропосферата и се должи на апсорпција на топлотното (инфрацрвено) зрачење од страна на стакленичките гасови.

Можат да се наведат неколку факти за поврзаноста на двата процеса:

1. Двата процеса се резултат на активностите на човекот и на неконтролираните емисии на штетни гасови кои го предизвикуваат ефектот на глобалното затоплување и на осиромашување на озонската обвивка.
2. Некои од гасовите кои придонесуваат за осиромашување на озонската обвивка како на пример CFC, HCFC, HFC, халони, имаат карактеристики на стакленички гасови и во мала мера (13%) придонесуваат во процесот на глобалното затоплување.
3. Озонот сам по себе е стакленички гас. Тоа значи дека со осиромашувањето на озонската обвивка во принцип се придонесува кон ладење на планетата, но овој придонес на озонот во глобалното затоплување има минорно значење.

4. Во следните 100 години се очекуваат последици од глобалното затоплување. Една од значајните последици би била промената во циркулациите во атмосферата и заладување на стратосферата. Тоа секако ќе придонесе до зголемување на појавата на поларните стратосферски облаци кои на веќе описанот начин ќе придонесат во значителното осиромашување на озонската обвивка и до појава на нови озонски дупки (на пример над Арктикот) и до зголемување на површината на постојната озонска дупка над Антарктикот.

5. Процесите на глобалното затоплување и осиромашувањето на озонската обвивка, на крајот, заеднички го загрозуваат опстојувањето не само на човекот туку и на целиот жив свет на планетата Земја.

Во групата на стакленички гасови покрај познатите CO<sub>2</sub>, метан и други, влегуваат и хлорираните, бромирани и флуорирани Јаглеводороди. Потенцијалот на глобално затоплување (GWP-Global Warming Potential) е дефиниран како контрибуција на секој стакленички гас кон глобалното затоплување во однос на јаглерод диоксидот CO<sub>2</sub>, чиј GWP е еднаков на 1. Ова обично се однесува на временски интервал од 100 години (GWP 100).

Во долната Табела 2, се дадени податоци за најмногу употребуваните средства во Република Македонија.

**Табела 2.** Употребувани средства во Република Македонија

Супстанција	ALT (год)	ODP (МП)	GWP (SROC)	ODPton год	GWPton год	Период на елиминација
CFC-11	45	1	4680	434	2 061 500	1998
CFC-12	100	1	10720	52,7	573 903	2006
CFC-113	85	0,8	6030	0,016	122	2001
CFC-115	1700	0,6		2,532	31 101	2005
Halon 1211	16	3	1860	3,87	2 438	2002
Halon 1301	65	10	7030	30,8	21 991	2002
CCl <sub>4</sub>	26	1,1	1380	0,66	828	2006
HCFC-22	12	0,055	1780	3,19	104 980	
HCFC-141b	9,3	0,11	713	1,562	10 295	
MeBr	0,7	0,6	5	16,08	134	2001
HFC-134a	14	0	1430		63 635	
R-404A (HFC)		0	3922		216 494	
R-407C (HFC)		0	1774		13 837	
R-410A (HFC)		0	2088		18 792	
R-507 (HFC)		0	3985		47 023	
FM-200 (HFC)		0	3800		7 600	
CO <sub>2</sub>	>50	0	1		400*	
Амонијак NH <sub>3</sub>	0,01	0	0			

ALT - Атмосферски животен век

SROC - Специјален извештај на меѓувладиниот панел за климатски промени (2005)

\*) Потрошувачката на CO<sub>2</sub> во производството на полиуретански изолациони пени е земена условно заради компарација со претходната потрошувачка на CFC-11 (продукцијата на овие производи во овој период е значително намалена).

Со споредување на податоците од горната Табела 2, може да се констатира дека Република Македонија, спроведувајќи го Монреалскиот протокол (МП) од 1998 година до денес, има елиминирано супстанции кои ја осиромашуваат озонската обвивка со вкупен потенцијал од над 540 ODP-тони на годишно ниво (преостануваат уште HCFC супстанциите со 4,752 ODP-тони годишно).

Истовремено, со користење на алтернативите на ODS-супстанциите е намален вкупниот потенцијал на глобално загревање од 2807292 на 367781 GWP-тони годишно (разлика: 2807292 - 367781 = 2439511 GWP-тони годишно).

Резултатите се забележителни на двете полиња; заштита на озонската обвивка и намалување на емисијата на гасови со висок потенцијал на глобално загревање.

### **3. Супстанции контролирани со Монреалскиот протокол - Анекс С група I**

Во 1987 година владите на земјите - членки го усвоија Монреалскиот протокол и ги насочија своите активности кон редукција и евентуална елиминација на емисиите на произведените од човекот озонски осиромашувачи. Протоколот содржи листа на контролирани супстанции кои ја осиромашуваат озонската обвивка и ги дефинира контролните мерки за редукција на производството и потрошувачката на овие ODSs.

Двете основни обврски кои произлегуваат од Монреалскиот протокол гласат: усогласување со распоредот за замрзнување и елиминација на потрошувачката на супстанции што ја осиромашуваат озонската обвивка и забрана на прометот со земји кои не се членки на Протоколот.

Кога станува збор за обврските на земјите класифицирани во Член 5 од Протоколот (вклучувајќи ја Република Македонија), мора да се има во предвид фактот, дека земјите во развој и со економија во транзиција обично немаат пристап до алтернативните технологии и капитални инвестиции. Затоа, овие земји добиваат грејс-период за пресретнување на обврските од Протоколот. Со ова се здобиваат со доволно време да спроведат транзиција кон технологии кои не користат супстанции што ја осиромашуваат озонската обвивка. Земјите во развој, сеуште користат супстанции кои ја осиромашуваат озонската обвивка.

**Табела 3. Контролни мерки за елиминација на HCFCs за развиените и земјите во развој**

Монреалски протокол	Контролирани супстанци (ODSs)	Обврски на земјите класифицирани во Член 5 од Монреалскиот Протокол (земји во развој)*	Обврски на земјите класифицирани во Член 2 од Монреалскиот Протокол (развиени земји)
Анекс/Група			
C I	HCFCs	База: Потрошувачка во 2009-2010  Замрзнување : 1 Јануари 2013 10% редукција : 1 Јануари 2015 35% редукција : 1 Јануари 2020 67,5% редукција : 1 Јануари 2025 97,5% редукција : 1 Јануари 2030 100% редукција : 1 Јануари 2040	База: Потрошувачка на HCFC во 1989 + 2.8 % од потрошувачката на CFC во 1989  Замрзнување : 1996 35% редукција : 1 Јануари 2004 75% редукција : 1 Јануари 2010 90% редукција : 1 Јануари 2015 99.5% редукција : 1 Јануари 2020 100% редукција : 1 Јануари 2030

\* Во Член 5, став 1, од Монреалскиот протокол Република Македонија е класифицирана како земја во развој

Во 2010 година Република Македонија изготви план за елиминација на HCFCs супстанциите прилагоден на роковите прикажани во горната Табела. Планот превидува исполнување на обврските преку:

**Инситрументи на топлишката** (Систем на Увозни Квоти, Задолжително известување од увозниците и извозниците, Еколошки такси за увоз на ODS средства и опрема која содржи ODS, Забрани за увоз).

**Проекти** (Обука на учесниците во имплементацијата, Унапредување на шемата за извлекување и рециклирање на ладилни средства, Спроведување на конверзија на технологијата во преработувачката индустрија).

**Инспиративна поддршка** (Подготовка и имплементација на легислативата, изготвување на предлог проекти, имплементација на одобрениот проекти, ширење на информации итн.).

## **4. Основни елементи на ладилната техника - употреба на HCFC ладилни средства**

### **Историја на ладилната техника**

Се до почетокот на 20-тиот век, мразот беше основен материјал за ладење и се уште се користи во некои земји. Луѓето кои немаат извор на природен мраз, храната која ја конзервираат ја солат и сушат.

Американскиот лекар во 1884 год. John Corrie со цел да ги олади болничките соби во болницата во Флорида го изумил првиот практичен ладилен систем.

Овој систем користел метод со циклуси на ладење на воздухот. Американецот Alexander C Twinning во 1856 е првиот кој го вовел ладењето во комерцијалните ладилници. Кратко потоа, Австралијанецот James Harrison, вовел парно-компресионо ладење во индустријата за производство на пиво и пакување на месо.

Ferdinand Carre од Франција во 1859-тата развиил термички погонуван амонијачен абсорбционен ладилен систем. Овие ладилници беа користени во индустријата.

Поради нивната цена, големина и сложеноста на овој систем во тоа време, беше ограничена можноста за употреба во домаќинствата. Повеќето домаќинства во тоа време користеле блокови мраз произведени од локалните фабрики.

### **4.1 Вовед во ладилната техника**

Функцијата на ладилните уреди е да ги оладат производите или материјалите на пониска температура од амбиентната. Ладењето може да се дефинира како процес на извлекување на топлина.

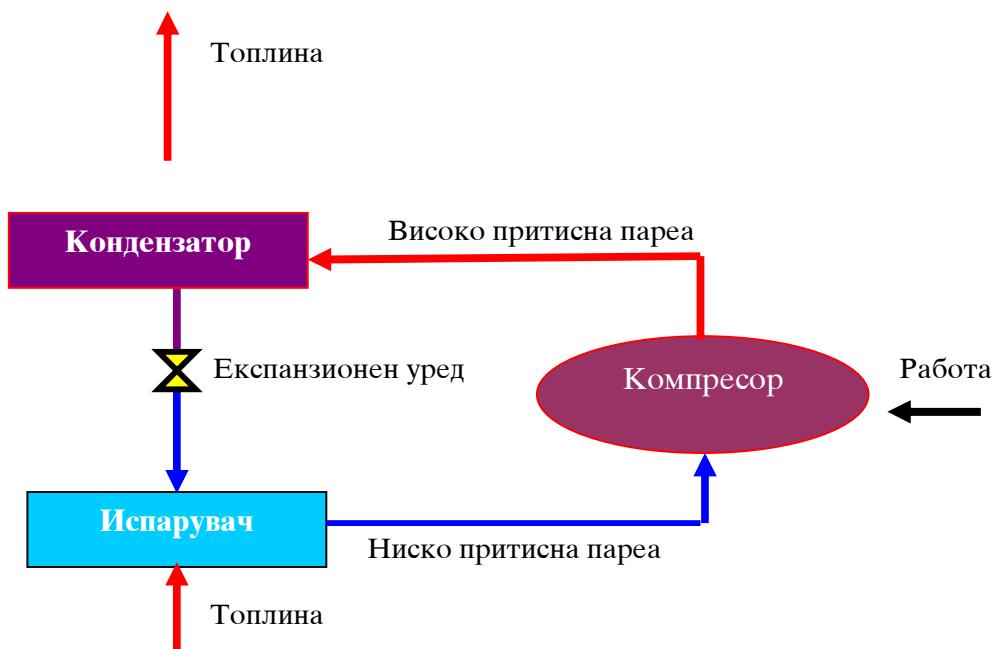
#### **Парно компресионо механичко ладење**

Принципот на работа на парно компресионото ладење, може упростено да се подели во четири операции: испарување; компресија; кондензација и експанзија.

Во тек на испарувањето, топлината потребна за испарување на ладилното средство се абсорбира од околниот воздух или од медиумот кој треба да се олади. Испареното ладилно сердство потоа се всисува во компресор кој е погонуван од електричен мотор или друга погонска машина. Компресорот го

зголемува притисокот на гасот и врши компримирање. Гасот-ладилното средство со висок притисок потоа влегува во кондензатор каде може повторно да се врати во течна состојба, но со висока температура, користејќи го околниот воздух, вода или водено ладена кула за сопствено ладење.

Течноста со висок притисок (ладилното средство) потоа се враќа во испарувачот, преку експанзионен уред. Експанзионоит уред го намалува притисокот на ладилното средство при што дел од течноста испарува така што ладилното средство влегува во испарувачот со ниска температура. Од оваа точка имаме течно ладилно средство, спремно за повторување на циклусот.



**Слика 6.** Парен компресионен ладилен циклус

### Абсорбиони ладилни системи

Абсорбионите циклуси се користат од средината на 1800 –тите.

Абсорбионите системи, биле успешно применети кај фрижидерите, резиденцијални климатизери и големи ладилници за вода. Кај абсорбионите системи компресорот е заменет со абсорбер и тој се состои од абсорбионна комора со абсорбент и мала пумпа. Парите на ладилното средство го напуштаат испарувачот, ја менуваат својата состојба, кога се абсорбираны од абсорбентот, кој се пумпа во генераторот. Во генераторот се одвојуваат парите на ладилното средство од течниот абсорбент со додавање на топлина. Ладилното средство оди во кондензатор каде се втечнува и се враќа во испарувачот за циклусот да започне одново.

Течниот абсорбент оди од генераторот назад во абсорберот. Движечката сила е топлината која се додава на генераторот, која може да се добие со директно согорување на природен гас, пареа, топла вода или отпадна

топлина. Комбинациите на ладилно средство/абсорбент, денес се амонијак/вода или вода/литиум бромид.

## 4.2 Ладилни средства

Ладилните средства се течности или гасови кои ја пренесуваат топлината од една точка кон друга. Во еден парен компресионен систем ладилниот медиум ја менува својата агрегатна состојба (фазна промена). Тој се менува од течна кон парна состојба кога абсорбира топлина и повторно преминува во течност кога се оладува (оддава топлина). Повеќе хемикалии имаат способност за фазна промена од течна во гасна состојба, но само неколку хемикалии се погодни како ладилни средства.

Први хемикалии користени како ладилно средство се етилот кај клипните компресори (1856) и метил етерот (1864). Тие се многу погодни, но негативна страна на овие флуиди е фактот дека се отровни и запаливи.

Со развојот на техниката, се користат нови ладилни флуиди како:

Амонијакот ( $\text{NH}_3$ ) - од 1874, сулфур диоксид ( $\text{SO}_2$ ) - од 1874, метил хлоридот ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ ) - од 1878, јаглероден диоксид ( $\text{CO}_2$ ) - од 1881, кои со право се нарекуваат **класични ладилни средства**. Амонијакот и јаглероден диоксид и денес се во употреба.

За пониски температури ( $-110^{\circ}\text{C}$ ) се откриени нови ладилни средства: метан ( $\text{CH}_4$ ), етилен ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ), етан ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), пропан ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ), бутан ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ) и пропилен ( $\text{C}_3\text{H}_6$ ). Овие материјали имаат одредени недостатоци: тие горат во контакт со воздухот и создаваат експлозивни смеси. Поради малата молекуларна маса, системот за ладење е со поголеми димензии.

Во доцните 1930 години, преку халогенирање на втечнети јаглеводороди со хлор и флуор, се добиени деривати, наречени фреони или CFC и HCFC-соединенија, кои ги задоволуваат техничките барања за ладилни средства. Сите втечнети јаглеводороди  $\text{C}_m\text{H}_n$  можат да формираат хлорофлуоројаглероди ( $\text{C}_m\text{H}_x\text{F}_y\text{Cl}_z$ ,  $2m+2=n+x+y+z$ ).

Критериуми за селекција на соединенијата погодни како ладилни средства, се: поголем број на атоми на флуор (овие соединенија се помалку отровни и имаат пониска хемиска активност кон металите), помал број на водородни атоми (ако бројот на водородни атоми е помал, запаливоста е помала).

Не сите халогени јаглероди (без водород) горат во допир со воздухот, но тие се разградливи и се појавуваат траги од отровниот гас фозген. Се препорачува да не се пуши во простории каде се испуштаат овие гасови.

Спovedувајќи ги обврските од Монреалскиот протокол и неговите Амандмани, од 2009 година Република Македонија го забрани увозот на CFC ладилни средства кои се калсифицирани во Анекс А/група I, (супстанции со висок ODP).

HCFCs ладилните средства содржат водород, хлор, флуор и јаглерод. Најмногу употребувани ладилни средства од оваа група се: R-22, R-123 и R-124 (и нивни мешавини). Како што е споменато погоре, тие беа широко применувани од 1930-тите во скоро сите апликации, вклучувајќи комерцијално ладење, ладилни комори, ладење во транспортот, стационарни

климатизери и чилери. Поради содржината на водород HCFCs се теоретски помалку хемиски стабилни од CFCs, но и покрај ова тие се компатибилни со многу материјали и вообичаени подмачкувачи како што се минералните масла. Тие опфаќаат широк ранг на различни притосок-температурни карактеристики. Нивните термодинамички и циркулациони особини се многу добри, така што нудат можност за висока енергетска ефикасност. Исто така некои HCFCs имаат A1 сигурносна група поради нивната помалку стабилна природа. Како и CFCs, поради содржината на хлор тие ја оштетуваат озонската обивка иако имаат релативно низок ODP, а истовремено се изразито стакленички гасови со висок GWP. HCFCs се доста ефтини и достапни на пазарот, но се очекува зголемување на цените со воведување на нивната забрзана елиминација.

### ***Преносливи и ѝовраќни контејнери за ладилни средства***

Ладилните средства се пакувани во преносливи и повратни транспортни контејнери, вообичаено наречени “цилиндри”. Преносливите цилиндри се произведуваат со капацитет од 0,5 до 25 кг. Тие се садови под притисок, и во многу земји тие подлежат на законската регулатива.

Некои ладилни средства се во гасна состојба на собна температура, се транспортираат и чуваат како втечнети компримирали гасови во садови под притисок. Други ладилни средства се во течна состојба на собна температура и се полнети во буриња или други стандардни контејнери, кои се наменети за сите типови на течни хемикалии.

### ***Етикетирање на цилиндриште за ладилни средства***

Контејнерите за ладилни средства како и буриња, резервоари, лименки и цилиндри се обележани со специфични фабрички етикети (или според меѓународни стандарди) на надворешната страна на контејнерот, со неопходните податоци за крајниот корисник. Тие можат да содржат хемиски назив, трговски назив, тежина на контејнерот (тара) и производот.

Во САД и многу други држави, се користат US стандардите за означување на ладилните средства и контејнерите (ARI ознаки со бои за контејнери за ладилни средства. ASHRAE (American Society of Heating Refrigerating and Air-conditioning Engineers) исто така пропишува систем на класификација на ладилните средства во различни сигурносни групи, според нивната запаливост и токсичност.

Хемиските називи ја покажуваат структурата на молекулата на супстанцата и типот, бројот и позицијата на содржаните атоми. Често, по практично е да се користат кратки формули, кои и понатаму ќе ја покажуваат структурата на молекулата или формули кои само го покажуваат типот и бројот на содржаните атоми.

Во овие кратки формули “C” е ознака за јаглеродните и хлорните атоми, “F” за атомите на флуор, “Br” за атоми на бром и “H” за водородни атоми. Бројчаните индекси до буквите го означуваат бројот на атомите содржан во молекулата.

### **ASHRAE броеви**

Класификацијата на ладилните средства е базирана на ASHRAE 34 стандардот кој овозможува да се именуваат сите ладилни средства на јасен и интернационално препознатлив начин, со нивна класификација спрема хемискиот состав. Во основа секое ладилно средство има сопствена ознака која се состои од буквата "R" (refrigerant) и комбинација на броеви. На пр. R22, R134a, R600a. Ладилните средства - мешавини се означуваат со R4xx за зеотропни и R5xx за азеотропни.

### **Трговски називи**

Трговски називи, се имињата со кои компаниите ги нарекуваат нивните производи, на пример Freon, Forane, Generon, Algofrene. ASHRAE бројот на одредена хемикалија често се забележува во трговскиот назив како Freon 12 или Freon 22, тоа значи дека тие се CFC-12 или HCFC-22.

### **ARI обележување со бои**

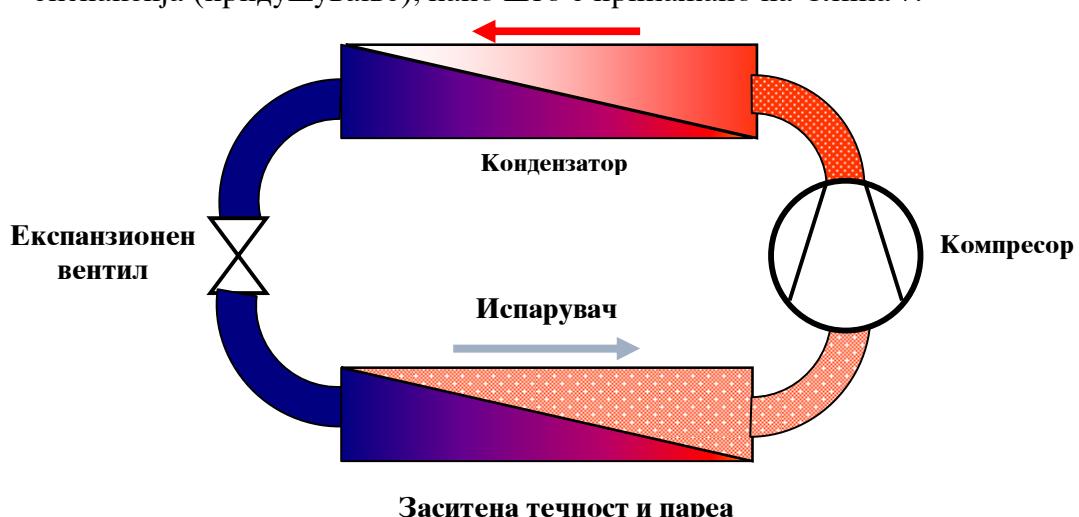
Обележувањето со боја на контејнерите за ладилни средства, помага за нивно брзо разликување. ARI ознаките со боја на контејнерите за ладилни средства се описаны со повеќе детали во ARI Водич N.

Контејнерите користени за складирање на извлечени ладилни средства не се во делокругот на ARI Водич N. Бојата за сите контејери за извлечено ладилно средство е сива, со жолта лента на вратот на цилиндерот или капачка, како што е специфицирано во ARI Водич K.

Обележувањето со бои, употребено за означување на контејнерите за ладилни средства варира од земја до земја. Обележувањето со бои често пати варира и во иста земја.

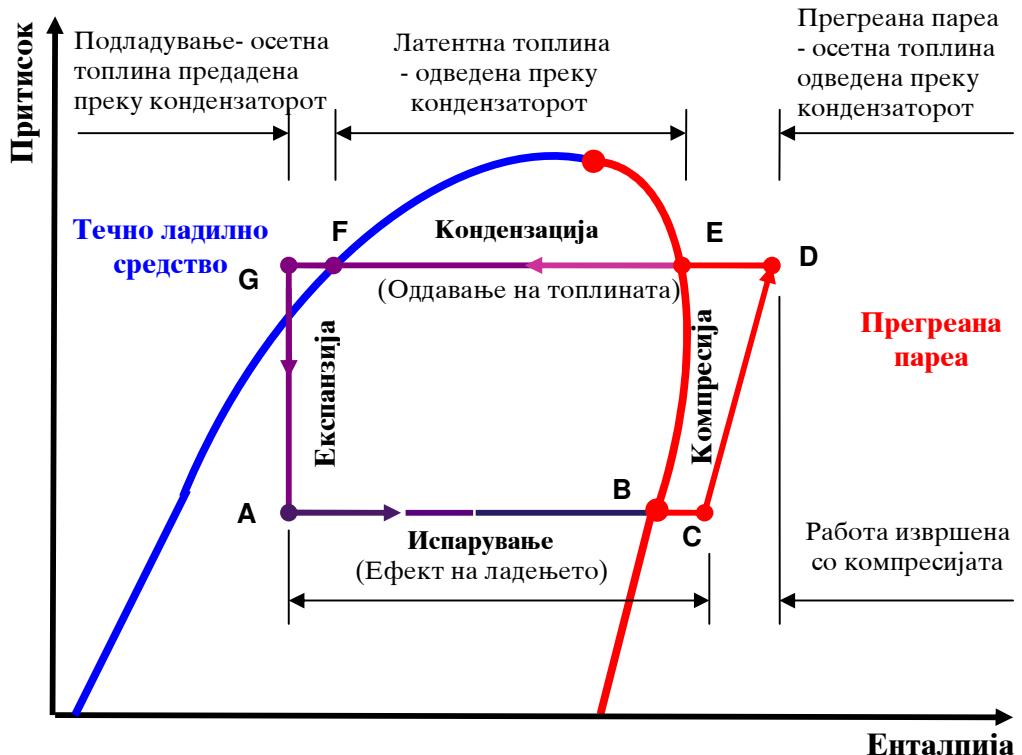
## **4.3 Ладилен циклус**

Еден едноставен, парен компресионен ладилен циклус се состои од четири главни процеси: испарување, компресија, кондензација (втечнување) и експанзија (придушување), како што е прикажано на Слика 7.



**Слика 7.** Шема на ладилен систем

Параметрите на ладилниот медиум во било која термодинамичка состојба можат да се претстават како точка во “Притисок-енталпија дијаграм” (Молиеров дијаграм).



**Слика 8.** Ладилен циклус во Молиеров дијаграм

### Испарување

Кога ладилниот медиум испарува на понизок константен притисок, тој поминува хоризонтално од точка А до В (Слика 8). Оваа линија го означува испарувањето на ладилниот медиум од течност во пареа во испарувачот. Растројанието од В до С го претставува процесот на загревање на оваа пареа на крајот од испарувачот и всисната линија (прегревање). Падот на притисокот помеѓу В и С се занемарува.

### Компресија

Точката С е состојба на пареата на влез во компресорот. При компримирањето од С до D, притисокот нагло се зголемува и при тоа може да се забележи дека извесна количина на топлина kJ (килоџули) е додадена на пареата. При компримирањето таа се прегрева и точката D ја претставува состојбата на пареата која го напушта потисниот вентил на компресорот.

### **Кондензија**

Растојанието помеѓу D и E го претставува процесот на ладење на прегреаната пареа до точка на која почнува да кондензира. Во Е пареата не е прегреана и е 100% заситена. Линијата од E до F го претставува процесот на кондензија на ладилниот медиум во кондензаторот од пареа во течност. Точката F ја претставува состојбата на течноста на притисок кој се остварува во кондензаторот. Од F до G течноста се подладува, до нејзиното доаѓање пред експанзиониот уред.

### **Експанзија**

Линијата од G до A претставува придушување на течноста од притисок на кондензија на притисок на испарување, бидејќи поминува преку експанзиониот уред. Циклусот сега е спремен да се повтори.

#### **4.3.1 Вообичаена изведба на парен компресионен механички ладилен систем**

Во принцип ладилните системи се состојат од високо притисна и ниско притисна страна.

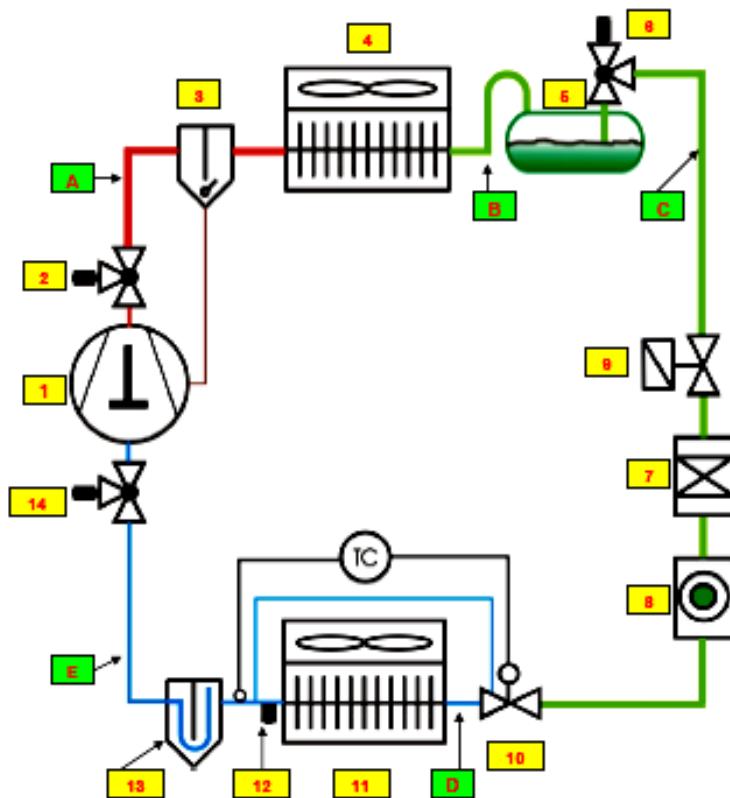
##### **Високо притисна страна**

- Компресор (херметички, полуherметички и др), често со одвојувач на масло;
- Кондензатор (воздушно, водено ладен или евапоративен);
- Ресивер за течност - кога се користи експанзионен вентил или автоматски експанзионен вентил;
- Високо притисен сигурносен пресостат (контрола на моторот);
- Течна линија - со сушач, показно стакло и вентили. Сегашните изведби се разликуваат во користењето на вентилите за затварање, поради барањето некои секции да се затворат во случај на откажување на системот.

Контролата на испарувањето на ладилниот медиум се наоѓа во точката помеѓу високо и ниско притисната страна. Се користат автоматски експанзиони вентили или капиларни цевки.

##### **Ниско притисна страна**

- Испарувач;
- Ниско притисен термостат или контролер на температурата на моторот;
- Всисна линија - најчесто со филтер сушач и одвојувач на течност. Доколку системот од цевки е краток, се препорачува да се инсталира всисен акумулатор.



<b>1</b>	Ладилен компресор	<b>8</b>	Показно стакло со индикатор за влага
<b>2</b>	Сервисен вентил	<b>9</b>	Соленоиден вентил
<b>3</b>	Одвојувач на масло	<b>10</b>	Термостатски експанзионен вентил
<b>4</b>	Кондензатор	<b>11</b>	Испарувач
<b>5</b>	Ресивер	<b>12</b>	Сервисен приклучок
<b>6</b>	Сервисен вентил	<b>13</b>	Акумулатор на течност
<b>7</b>	Филтер сушач	<b>14</b>	Сервисен вентил

<b>A</b>	Потисна цевка	<b>D</b>	Инјекциона цевка
<b>B</b>	Излезна цевка од кондезаторот	<b>E</b>	Всисна линија
<b>C</b>	Течна линија		

**Слика 9.** Упростена шема на ладилен систем

#### 4.4 Примена на HCFCs ладилни средства

HCFCs ладилните средства се широко применувани од 1930-тите во скоро сите апликации, вклучувајќи комерцијално ладење, ладилни комори, ладење во транспортот, стационарни климатизери и чилери.

### **Сектор - климатизација**

Доминантна употреба на HCFC ладини средства во Република Македонија е во секторот – сервисирање на клима и ладилни уреди и инсталации.

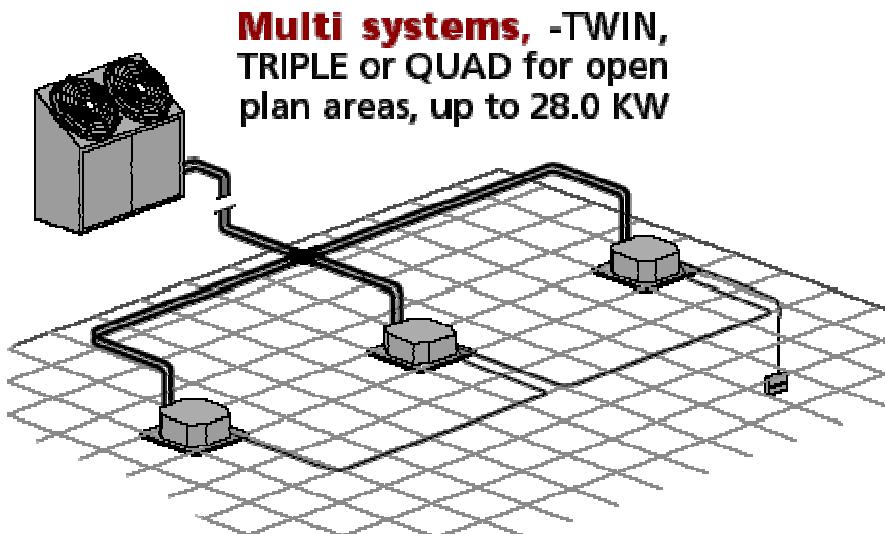
Најмногу инсталирани количини на ладилно средство се во климатизацијата – сплит/блок системи во: домовите; деловни простории; јавни згради и трговски дуќани. Спрема статистичките информации, приближно 80% од опремата е полнета со HCFC-22.

Врз основа на направениот увид инсталираната количина на HCFC-22 во сплит и моноблок клима единици, во Република Македонија е приближно 355,42 МТ со годишно истекување од 35,54 МТ. Тоа е приближно 60% од вкупната потрошувачка на HCFC-22 во земјата.

Бројот на увезени единици растеше во текот на последните години. Економскиот раст и топлите лета допринесуваа за зголемување на бројот на системите за климатизација. Дел од зголемениот број во последните години е со non-ODS ладилни средства, поради тоа што овие доаѓаат преку Европа, каде постои забрана на инсталации со HCFC. Увозот на сплит и блок климатизациони системи е од Европа и Источните Азијски земји.

Увозот на HCFC опремата од 2008 година е под режим на дозволи, издадени од Министерството за Животна Средина и Просторно Планирање.

Со очекуван животен век од 8-10 години, единиците инсталирани сега и во следните неколку години би можеле значајно да придонесат за потрошувачката на HCFC средства, после обврската за замрзнување на потрошувачката во 2013.



**Слика 10.** Мулти сплит систем

**Секторот комерцијално ладење** е вториот по големина сектор и користи 38% од потрошувачката на HCFC-22. Инсталираната количина на ладилно средство изнесува 148,63 МТ, со годишно истекување од 22,3 МТ.

Војдево, во овој сектор се употребуваат помали ладилни комори и поголеми ладилни витрини во продавници и ресторани. Откако елиминацијата на CFC-12 стана известна, HCFC-22 беше употребуван во комерцијалниот сектор, особено во ладилни комори и поголеми ладилни витрини со сопствен испарувач и

кондензатор. Во минатото значајни количини на употребувана опрема беа увезувани од Европските земји. Новите ладилни витрини, во последните години се воглавно со non-ODS.

**Сектор индустриско ладње** – прехранбената индустрија и поголемите ладилници користат помали количини на HCFC-22.

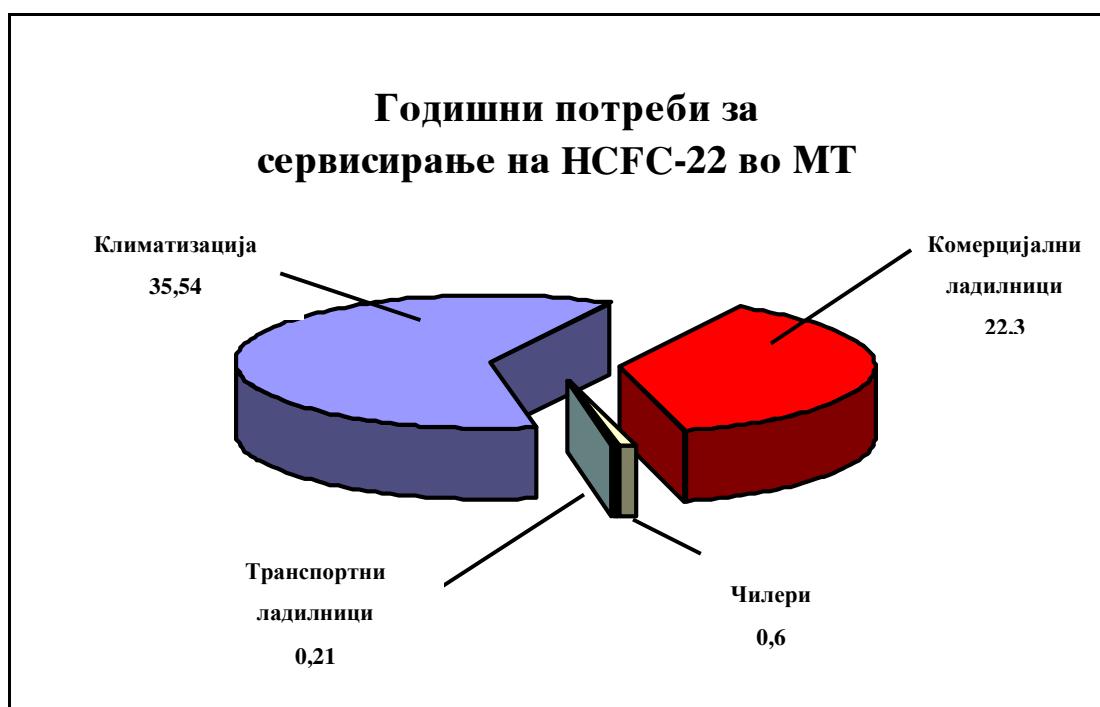
#### **Чилери (ладилници на течност)**

Согледување на состојбата со чилери со ладилен капацитет поголем од 100 kW во Република Македонија беше спроведено во текот на 2004/2005 година. Оваа опрема се применува во системи за централна климатизација и ладење во технолошки процеси во индустријата. Вкупната инсталирана количина на HCFC-22 во овој сектор е проценета на 2,4 МТ. Со претпоставено истекување од 25%, годишните потреби за сервисирање се 0,6 МТ.

Најмногу од старите чилери, се уште присутни во Република Македонија, треба да бидат заменети со нова опрема. Главни причини се: Нивната старост (20 до 30 години); Високи трошоци за експлоатација и одржување; Штетно влијание на околината.

#### **Ладење во транспортоштот**

Инсталираните количини на HCFC ладилни средства во овој сектор се 0,7 МТ. Овој вид на ладилно средство може да се најде единствено во стари возила за превоз на храна. Учество во годишните потреби за сервисирање е само 0,14%.



## **5. Добра сервисна практика**

Добрата сервисна практика треба да обезбеди заштита на околната од емисии на ODS супстации (CFCs, HCFCs) и non-ODS супстанции (HFCs), како и минимизирање на трошоците на одржување на ладилните системи.

Намалувањето на потрошувачката на ладилните средства може да биде постигнато со намалување на загубите на ладилно средство од постоечките системи. Главните загуби можат да се поделат на три категории:

- Ненамерни истекувања;
- Хавариски истекувања;
- Емисии при сервисирање (празнење, полнење или прочистување), поради лоши сервисни постапки.

Ладилните системи мора да се прегледуваат и одржуваат редовно. Заради минимизирање на емисиите, ладилното средство и маслото мора да се преточуваат со најмали можни загуби. Секое забележано истекување мора да се спречи веднаш. За елиминација на истекувањата, соодветиот дел од системот мора да се затвори, и содржината на ладилното средство да се префли некаде во системот или да се префли во сервисен контејнер за ладилно средство.

### **Добрата сервисна практика се постигнува преку:**

- Примена на заштитни и сигурносни мерки при сервисирањето;
- Да се применуваат препорачаните процедури и опрема за ракување со ладилните средства;
- Да се затвори системот и изврши поправка кога постои истекување;
- Да се користи опрема со затворен круг за трансфер на ладилното средство кога, се извлекува, полни или складира;
- Да се извлече течноста или пареата на ладилното средство од цревата за полнење;
- Да се направи тест на пропустливост на сите црева и опрема со која се ракува;
- При полнење на систем со азот, секогаш да се користи регулатор за притисок. Никогаш да не се полни системот со течен азот;
- Прекумерното прегревање кај високо притисните ладилни системи е еден индикатор за можно истекување;
- Инсталирање на сервисни вентили заради ограничување на загубите на ладилното средство во тек на сервисирањето и прочистувањето;
- Тестирање на пропуштањето да се врши со пропишани процедури;
- Да се користи индустриски прифатена опрема/алат за тестирање на пропуштањата;
- Да се потврди непропустливоста со користење на тест со вакумирање;
- После поголем сервис, системот да се вакумира и исуши до минимум 757 mm Hg, користејќи длабок вакуум или метод со трикратно вакумирање;
- Да се инсталира ефикасен систем за прочистување и изврши рециклирање на излезните пареи;

- Инсталирање надворешни филтри за масло;
- Да се користат само тестиирани цилинди за складирање на ладилно средство;
- Пред почетокот на извлекување на било кое ладилно средство неопходно е да се знае типот на ладилното средство. Да не се мешаат ладилните средства;
- За процесите на recycling/reclaim да се извлече целата количина на ладилно средство;
- За тестирање на пропуштањата да не се користат ладилни средства;
- За извлекување на течно/парно ладилно средство да се користи уред за извлекување (Recovery машина);
- Внимателно де се додава ладилно средство и да се спречи преполнување;
- Да се следат ненормалните вибрации;
- Да не се преполнуваат резервоарите за складирање на ладилно средство;

**Добрата сервисна практика не дозволува:**

- Да се користат ладилните средства како растворувачи за чистење;
- Да се отвори кругот со ладилно средство доколку не е неопходно потребно;
- Да се користи ладилно средство за детекција на истекувањата;
- Да се употребува опрема која истекува;
- Да се испуштаат “празните” резервоари, цилиндри;
- Да се испушта пареата на ладилните средства од системот после извлекување на течната фаза на ладилното средство;
- Да се испушта било кое ладилно средство;
- Да се контаминираат извлечените ладилни средства со други ладилни средства, растворувачи, масла или други материи;
- Да се пречекорат препорачаните притисоци од производителот, кога се прави тест на пропустливост;
- Да се полнат повторно боци за еднократна употреба;
- Да се заменат со алтернативни ладилни средства старите системи без одобрение од производителот на опремата.

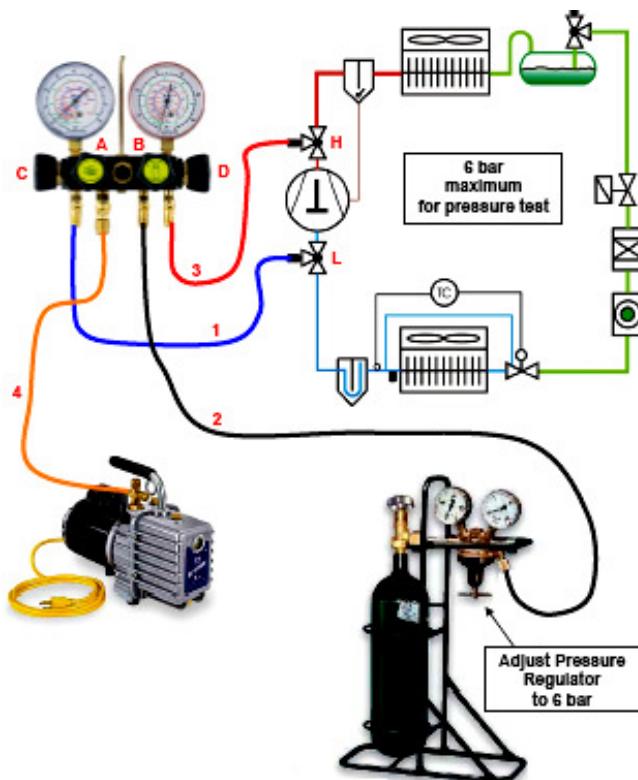
## 5.1 Вакумирање и полнење на системот

### **Вакумирање**

Ладилниот систем мора да содржи само ладилно средство во течна или парна состојба, вклучувајќи и суво масло. Сите други пареи, гасови или течности треба да се извлечат. Овие супстанции можат најдобро да се извлечат со приклучување на системот на вакуум пумпа која ќе работи извесно време, се додека не се постигне длабок вакуум. Понекогаш е неопходно да се загреат деловите од системот до  $49^{\circ}\text{C}$  додека трае високиот вакуум, со цел да се извлече несаканата влага, при тоа користејќи топол воздух, лампи за греенje или вода. **Никогаш не користи пламеник.**

Секогаш да се вакумира системот кога:

- Се заменува компресорот, кондензаторот, филтер-сушачот, испарувачот и др;
- Кога системот нема ладилно средство;
- Кога ладилното средство е контаминирано;
- Кога се менува маслото за подмачкување.



**Слика 11.** Шема на приклучување на сервисен колектор и помошна опрема

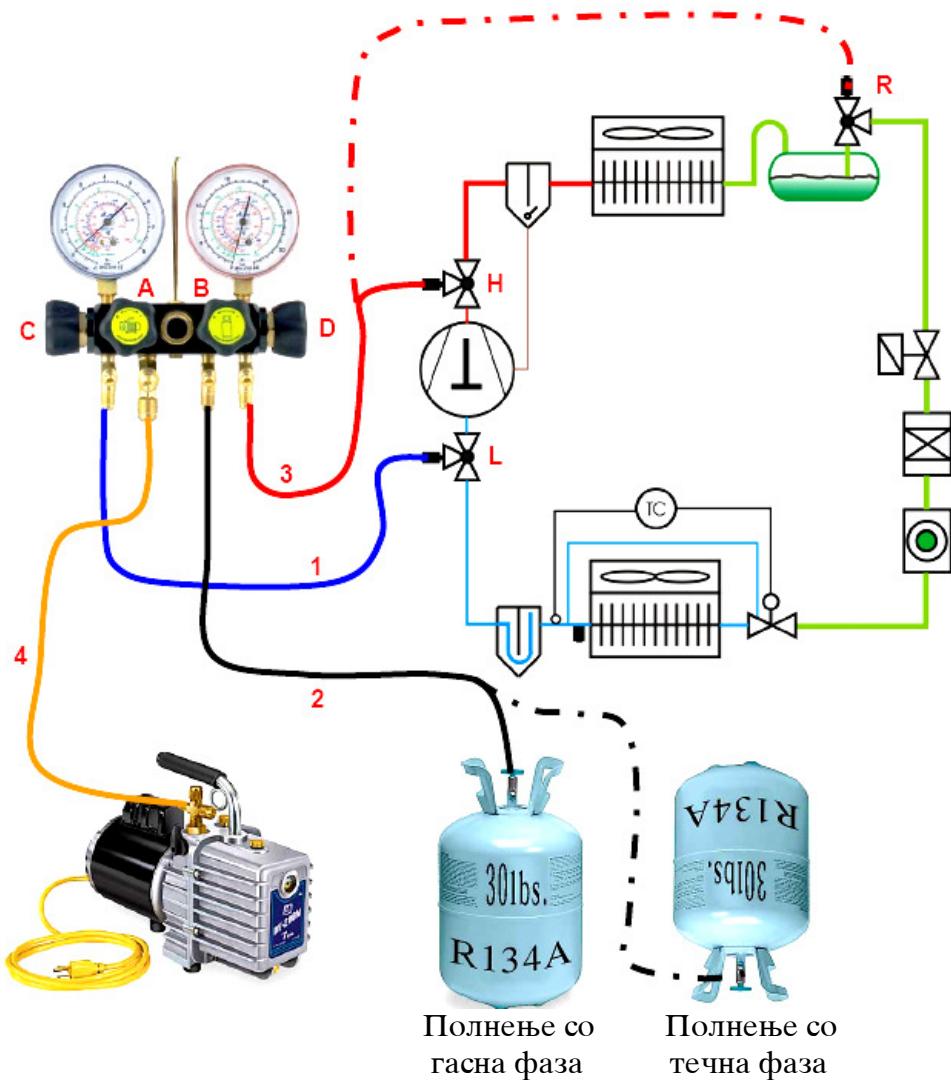
Пред да се изврши полнење на еден систем со ладилно средство, треба да се вакумира и дехидрира на следниот начин, според горната шема:

1. Да се наполни системот со азот ( $N_2$ ) до макс. 6 bar, заради проверка на евентуални истекувања. Промените се следат на манометар;
2. Ако системот не истекува азотот се испушта во атмосфера;
3. Се приклучува вакуум пумпата преку сервисниот колектор на всисната и потисната страна на компресорот. Се отвараат сите вентили на системот за да се овозможи извлекувањето на воздухот и влагата;
4. Кога ќе се постигне вакуум од 1 milibar (100 Pa abs) се исклучува пумпата, се остава неколку часа и се следи на манометарот дали притисокот се приближува кон атмосферскиот. Доколку тоа се случува постојат две причини: или системот не е заптивен или во системот се уште има влага;

Ако притисокот (вакуумот) останува константен извесен период, системот е коректно вакумиран и исушен, без пропуштања.

### **Полнење**

Откако е извршено вакуумирањето системот може да се полни со ладилно средство. Полнењето може да биде директно на високо притисната течна страна (исклучен компресор) или на ниско притисната всисна страна кога компресорот работи.



*За точна количина на ладилно средство при полнењето, барајќа треба да се постави на мерна вага*

**Слика 12.** Шема на полнење на ладилен систем

<b>Полнење со ладилно средство (течно или гасно) на претходно ваккуумиран систем</b>	
<b>ABCD</b>	Затворени
<b>1,2,4</b>	Поврзани според горната шема
<b>3</b>	Поврзани на H или R
<b>L, H или R</b>	Отворено: L за полнење со гасна фаза, R за полнење со течна
<b>B</b>	Отворено (отворен вентилот на боцата)
<b>D</b>	Отворено за полнење со течна фаза
<b>C</b>	Отворено за полнење со гасна фаза
	Да се вклучи компресорот
	Да се доврши полнењето
<b>B, C, D</b>	Затворено (вентилот на боцата затворен)
	Да се контролира притисокот во системот
<b>H, R</b>	Да се прекине сервисната врска со системот
<b>D, C</b>	Отворени
	Дозволи да се изедначи притисокот
<b>L</b>	Да се прекине сервисната врска со системот
<b>D, C</b>	Затворени

### **Замена на масло/што**

За повеќето херметички затворени компресори, замената на масло не е предвидена. Овој тип на компресори е наменет за фабричка монтажа во инсталации кои се проектирани, составувани и полнети со точно определена количина на масло во системот во тек на изработката. Во случај на истекување, доколку постои одредена количина на истечено масло, која не е прифатлива, тогаш таа количина масло се додава во компресорот. Понекогаш, кога количината на загуба на масло е голема, сервисерот треба да го извади компресорот, да го исцеди маслото и да додаде точно измерена количина пред повторната монтажа.

*Полухерметичкиите и компресорите од отворен тип вообичаено се опремени со нивоказни стакла на компресорското кукиште; нивото треба да се одржува нешто над средината од нивоказното стакло, во тек на работа на компресорите. Ненормалното ниско ниво на масло може да предизвика престанок на подмачкувањето; додека превисоко ниво на масло може да предизвика појава на тиња и веројатно оштетување на компресорските вентили или прекумерна циркулација на масло. Нивото на масло може да се менува во зависност од почетното полнење, од тоа дали во кукиштето на компресорот има течен ладилен медиум и нивото на маслото треба да се контролира со вклучен компресор, кога е во стабилен работен режим.*

Дел од ладилен медиум секогаш ќе биде абсорбиран од маслото. За да се спречи емисија на ладилниот медиум, постои алтернатива со инсталирање на греач на маслото или да се употреби уред за извлекување, пред да се отвори чепот за полнење на маслото. Тогаш ќе се постапи по следната процедура:

- Вклучување на греачот за масло;
- Извлекување на гасната фаза на ладилното средство (уред за извлекување);
- Дренирање на маслото во соодветен и баждарен сад, доколку е неопходно со помош на азот.

**Процедурите за вакумирање и полнење на ладилниот систем се неопходни при секое отварање на циркулациониот круг. Причини за отварање на системот може да бидат различити како на пример: монтажа и демонтажа, поправки поради истекувања, замена на одредени компоненти и ти.**

## **6. Извлекување и рециклирање - HCFCs и HFC ладилни средства**

При постапките "Извлекување" и "Рециклирање" вообичаени основни поими се:

*Извлечено ладилно средство:*

Ладилното средство кое е извлечено од еден ладилен систем со намена да се сочува или рециклира, или хемиски преработи до состојба на ново (репроцесира).

*Извлекување (Recovery):*

Извлекување на ладилното средство во било која состојба од ладилен систем и чување во надворешен контејнер, без негово неопходно тестирање или процесирање на било кој начин.

*Рециклирање (Recycling):*

Пречистување на веќе користено ладилно средство со одвојување на маслото, отстранување на некондензирачки гасови и преку филтер-сушач редуцирање на влагата, киселините и тврдите честички.

*Репроцесирање (Reclaim):*

Репроцесирање на користено ладилно средство до ниво на спецификацијата на ново средство, при што може да се вклучи и дестилација. Хемиска анализа е неопходна за утврдување дали производот одговара на спецификациите.

За идентификацијата на користено ладилно средство е неопходна хемиска анализа, која е специфицирана во националните или интернационални стандарди за спецификации на нови производи. Овој термин вообичаено упатува на користење на процеси или процедури кои се достапни само при репроцесирањето или при производството.

*Некондензирачки гасови:*

Гасови кои не преоѓаат во течна состојба на работната температура и притисок на ладилното средство. Некондензирачки гасови се: воздух, азот и растворувачи.

### **6.1 Безбедно ракување со ладилните средства**

При ракувањето со ладилните средства мора да се следат пропишаната сигурносна регулатива и препораки. За секое ладилно средство достапни се листи на податоци за општа сигурност и составот на супстанциите (може да се добијат од производителот) и генерални забелешки од асоцијација на хемиска индустрија.

За сигурно и правилно ракување со ладилните средства одредени барања мора да бидат применети:

1. Да се прочита Упатството на производителот и применат сите пропишани методи и прописи;
2. Течните ладилни средства можат да предизвикаат смрзнатини, да се спречи можноста за контакт преку користење на ракавици и кошули со долги ракави;
3. Ладилното средство кое се извлекува може да потекнува од систем кој има многу нечистотии. Киселините се производ на декомпозиција; можат да се продуцираат хлороводородна и флуороводородна киселина. Екстремна грижа треба да се води да при појавата на маслените капки од парите на ладилното средство, да не дојде до контакт со површината на кожата и облеката, кога се сревисира контаминирана опрема;
4. Да се носи заштитна облека, како очила и чевли, ракавици, капа или шлем, долги панталони и кошули со долги ракави;
5. Парите на ладилните средства се штетни доколку се вдишуваат. Да се избегне вдишувањето и секогаш да се предвиди некоја вентилација;
6. Доводот на струја да е исклучен од ладилниот уред кога се врши извлекување. Да се исклучи и блокира било кој довод на енергија со проверен уред за заклуччување;
7. Никогаш не треба да се преполнуваат цилиндите преку нивото за течност, базирано на нето тежина. Максималниот капацитет на било кој цилиндер е 80% од вкупната големина;
8. Кога се преместува цилиндерот, користи соодветен уред со тркала. Никогаш да не се тркала со вртење на легнат цилиндер;
9. Да се користат високо квалитетни црева. Да се обезбеди тие да се добро прицврстени;
10. Да се обележи цилиндерот или контејнерот според прописите;
11. Цревата и продолжните кабли се опасни ако се нагазат. Да се стават внимателно, таму каде ризикот е најмал.
12. Сите цилиндри треба да се атестирали, покриени со капа доколку е потребно и соодветно обележани.

### ***Сервисни цилинди***

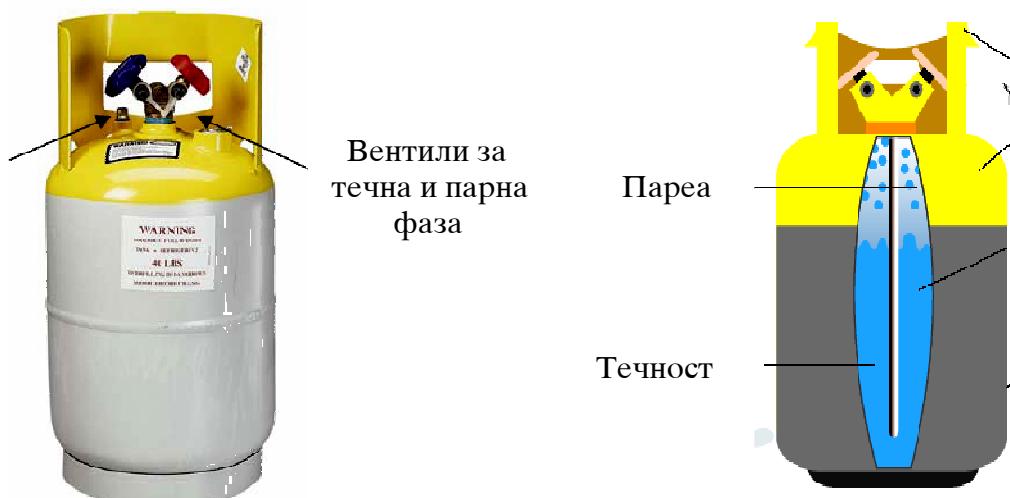
Сервисните цилиндри се изработени од челик и се со волумен од околу 5 до 110 литри (приближно 5 до 110 кг на CFC, HCFC или HFC ладило средство). Тие се опремени со посебни вентили за течна и гасна фаза како и сигурносно-испустен вентил. Вообичаено горниот дел од цилиндерот е обложен жолто а телото е со сива боја (види Слика 13).

Префрлувањето на ладилните средства во сервисни цилиндри е ризична практика. Треба секогаш да се води сметка за користење на методот, пропишан од производителот на ладилното средство.

Особено треба да се внимава на:

- Да не се преполнува цилиндерот:

- Да не се мешаат типовите на ладилните средства или да се стави еден тип во цилиндер обележан за друг;
- Да се користат исклучиво чисти цилиндри, не контаминирани со масло, киселини, влага;
- Да се прегледа секој цилиндер пред употреба и увери дека сите цилиндри се редовно испитани (реатестиирани) на притисок;
- Цилиндерот за извлекување има специфична ознака, во зависност од државата, со цел да не настане забуна со боцата во која се испорачува новото ладилно средство;
- Цилиндрите треба да имаат посебни вентили за течност и гас и да се опремени со сигурносно-испусен вентил;



**Слика 13.** Сервисен цилиндер

## 6.2 Уреди за извлекување и рециклирање

Најчесто уредите за извлекување се наменети за извлекување на гасна фаза од ладилниот систем. За таа цел тие се компонирани како компресорско - кондензаторска единица. Постојат изведби на уреди за извлекување наменети за работа со течно и парно ладилно средство и повеќето имаат вградени резервоари. Некои од нив имаат секција за прочистување, одвојување на масло и филтрирање и затоа овие уреди се нарекуваат уреди за извлекување и рециклирање (Recovery&Recycling). Повеќето машини денес користат безмаслени компресори, за разлика од херметичките компресори во минатото. Безмаслената компресорска технологија нуди повеќе погодности: зголемување на капацитетот, директно течно извлекување, елиминација на потребите од масло и работа со повеќе ладилни средства.

Уредите за извлекување на ладилни средства се поврзуваат со системот преку сервисни вентили, линиски славини или линиски убодни вентили. Треба да се внимава компресорот да не вшмука течно ладилно средство, туку само пареа, за да се спречи оштетување поради хидрауличен удар.

Треба да се има во предвид дека извлекувањето на парната фаза од ладилното средство опфаќа 75 до 80% од процесот на извлекување. Многу е важно, во процесот на извлекување да се користи машина со висок капацитет на извлекување на парна фаза. Извлекувањето на течната фаза опфаќа 20 - 25% од процесот. Ладилен систем со можност за извлекување на течност ќе го забрза процесот со прва фаза течно - извлекување на ладилно средство.

Достапни се три типови на уреди за извлекување. Тие можат да бидат: независни, зависни од системот и пасивни. Дефинирани се на следниот начин:

#### *Независни:*

Независните уреди за извлекување поседуваат сопствен компресор (или друг механизам за префрлање) за пумпање на ладилното средство надвор од системот. Не бараат помош од компонентите на системот од кој се извлекува.

#### *Зависни од системот:*

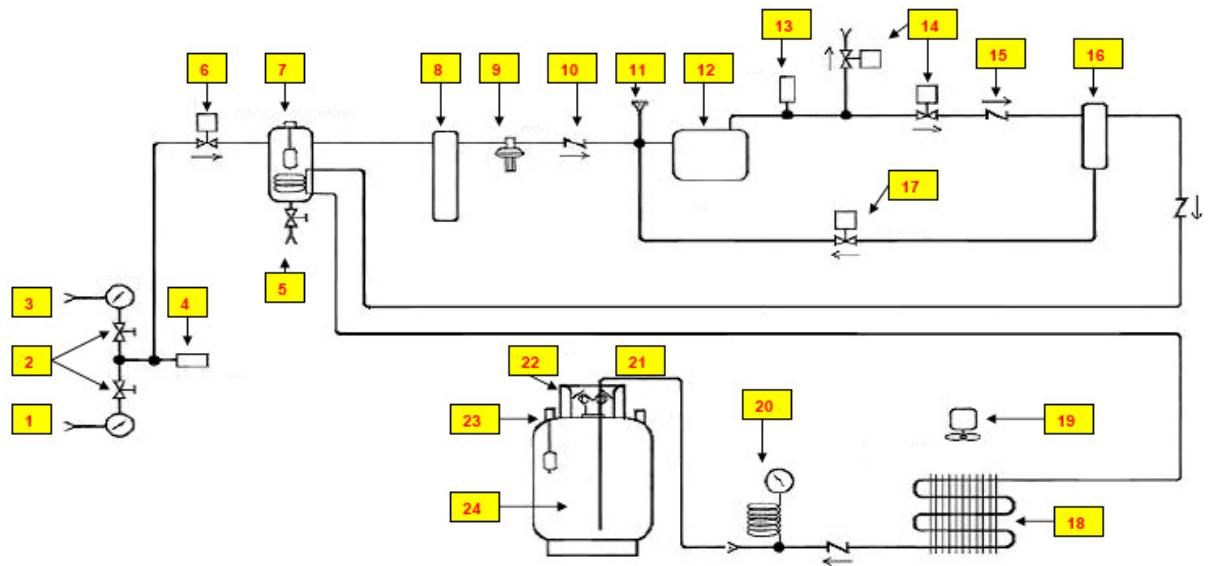
Опремата за извлекување која е зависна од системот, при извлекувањето зависи од поткрепата на компресорот од системот и/или од притисокот на употребеното ладилно средство. Само во оваа категорија се користи оладен резервоар за извлекување.

#### *Пасивни:*

Пасивното извлекување се врши преку вдлабнато сито на еден канистер со активен јаглен, кој се користи за чување на мали количини на ладилно средство близку или нешто над атмосферскиот притисок (0,1 bar).



Слика 14. Уреди за извлекување и рециклирање



1	Манометар за висок притисок	7	Всисен акумулатор	13	Пресостат за висок притисок	19	Вентилатор
2	Управувачки вентили	8	Филтер-сушач	14	Електромагнетен вентил	20	Манометар испуштање на некондезирачки гасови
3	Манометар за низок притисок	9	Експанзионен вентил	15	Контролен вентил	21	Вентил за течна фаза
4	Пресостат за низок притисок	10	Контролен вентил	16	Филтер-сушач со поврат на масло	22	Вентил за гасна фаза
5	Вентил за испуст на масло	11	Вентил за додавање на масло	17	Електромагнетен вентил за поврат на масло	23	Прекинувач на течно преполнување
6	Електромагнетен вентил -влез	12	Компресор	18	Кондензатор	24	Сервисен цилиндер

Слика 15. Шема на уред за извлекување и рециклирање

### 6.3 Методи за извлекување на ладилно средство

Методите за извлекување зависат од типот на ладилното средство кое се извлекува. Тие обично се делат на две генерални групи: високо притисен, каде што точката на вриење на ладилното средство е помеѓу  $-50^{\circ}\text{C}$  и  $10^{\circ}\text{C}$  на атмосферски притисок и на ниско притисен, каде точката на вриење е над  $10^{\circ}\text{C}$  на атмосферски притисок. Високо притисни ладилни средства вклучуваат CFC-12, HFC-134a и HCFC-22, додека ниско притисни се CFC-11, HCFC-113, HCFC-123 и тн.

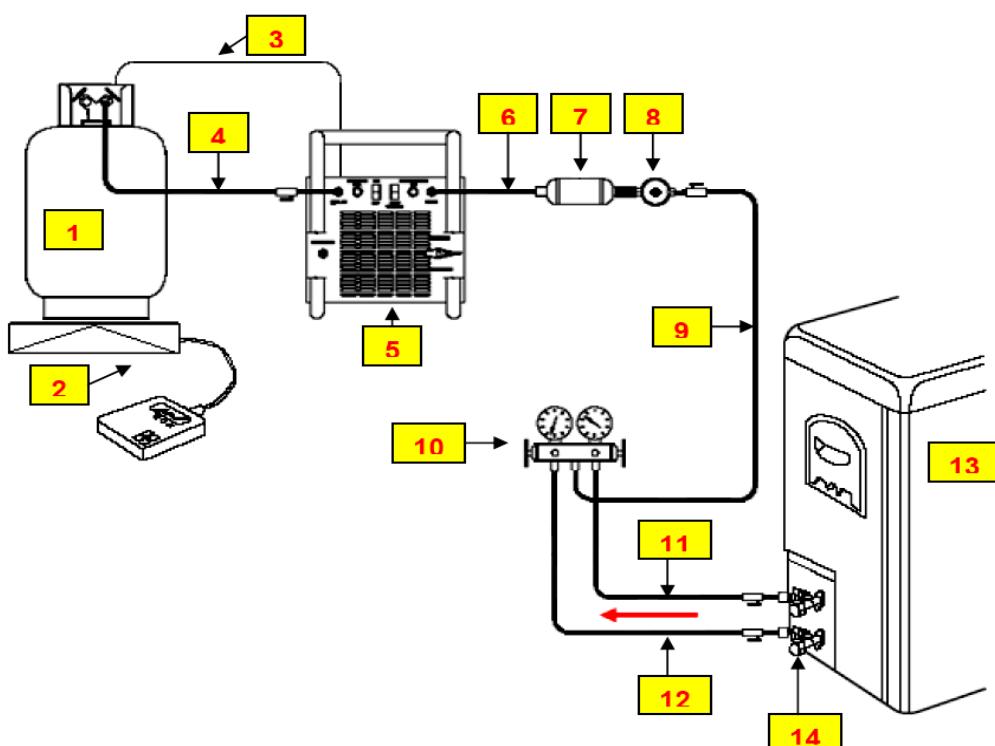
Во многу случаи извлеченото ладилно средство може да биде вратено во сервисираниот ладилен систем, ако ладилното средство не е контаминирано (на пр. компресорот не е прегорен).

Постојат три методи за извлекување на ладилното средство:

1. Извлекување на парно ладилно средство - најчесто применуван метод;
2. "Push-pull" метод, за системи полнети со повеќе од 4,5 кг;
3. Извлекување на течно ладилно средство.

#### **Извлекување на парно и/или течно ладилно средство**

На Слика 16 е прикажано приклучувањето на опремата за извлекување на ладилен систем. На овој начин можно е извлекување на парна и/или течна фаза на ладилно средство.



1	Сервисен цилиндер	8	Линиско контролно стакло
2	Електронска мерна вага	9	Спојно црево со топчест вентил/спој со сервисен колектор
3	Прекинувач на течно преполнување	10	Сервисен колектор
4	Спојно црево со топчест вентил/излез од уредот за извлекување до сервисниот цилиндер	11	Спојно црево со топчест вентил/од сервисен колектор до високо притисна страна на системот
5	Уред за извлекување	12	Спојно црево со топчест вентил/од сервисен колектор до ниско притисна страна на системот
6	Спојно црево од филтер-сушач до влез во уред за извлекување	13	Ладилен систем
7	Линиски филтер-сушач	14	Запорни сервисни вентили на системот

**Слика 16.** Приклучување на опрема за извлекување на ладилен систем

## ***Опис на методот на извлекување на парно и/или течно ладилно средство***

Потребно е да се извршат редоследно следните чекори:

1. Запорните сервисни вентили на системот се затворени.  
Да се приклучи сервисниот колектор како што е прикажано на горната Слика 16;
2. Да се постави сервисниот цилиндер на електронската вага, измери тежината на ладилното средство (доколку има) и приклучи на уредот за извлекување. Цилиндер кој прв пат е во употреба треба да се вакуумира. Да се ресетира мерната вага на "0";
3. Вентилите на сервисниот колектор и уредот за извлекување се затворат откако е извршено вакуумирање;
4. Да се отвори вентилот за течна фаза на сервисниот цилиндер;
5. Да се отвори вентилот на високо притисната страна (течна) и прати манометарот од сервисниот колектор.
6. Да се отворат влезниот и излезниот вентил на уредот за извлекување;
7. Да се стартува уредот за извлекување;
8. Да се прати протокот на ладилното средство преку линиско контролно стакло, манометрите на уредот за извлекување и сервисниот колектор;
9. Да се прати порастот на тежината во сервисниот цилиндер;
10. Откако ќе се извлече течната фаза полека отвори го вентилот за гасна фаза на сервисниот колектор. Двата вентили на колекторот потоа треба да се потполно отворени се додека не се постигне одреден вакуум во системот (во зависност од типот на ладилното средство);
11. Исклучи го уредот за извлекување;
12. Затвори го вентилот на сервисниот цилиндер;
13. Запиши ја количината на извлеченото ладилно средство на сервисниот цилиндер;
14. Затвори ги сите вентили и раздвој ги спојните црева.

Забелешки:

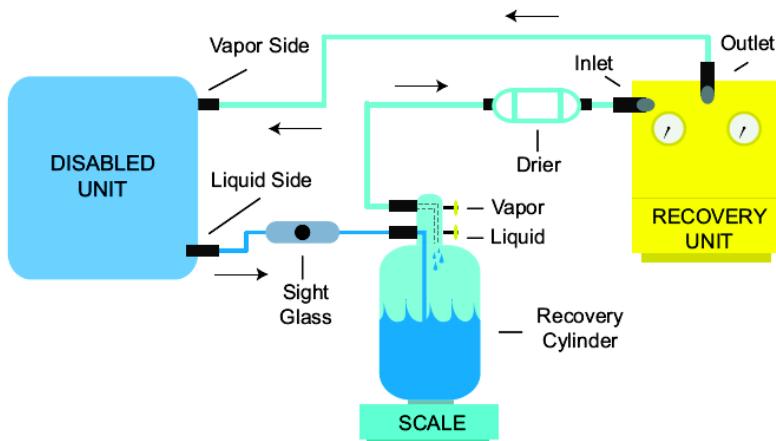
- Уредот за извлекување во оваа постапка е според шема на Слика 16;
- Се препорачува сервисниот колектор да има повеќе од три приклучни места за да се приклучи вакум пумпа, вакум метар и др);
- Доколку ладилниот систем поседува само еден запорен вентил тогаш сервисниот колектор се приклучува на истиот со една врска.  
(Консултирај го Упатството на производителот на уредот за извлекување доколку постојат отстапувања од горниот опис на постапката).

## ***Опис за извлекување на течно ладилно средство со "Push-pull" юсашайка***

Со оваа постапка може да се извлекува ладилното средство во течна или парна состојба. Оваа постапка не се препорачува доколку ладилниот систем ги има следните карактеристики:

1. Системот содржи помалку од 4,5 кг ладилно средство;
2. Доколку е системот топлотна пумпа или има вграден реверзилен вентил;

3. Доколку во системот може да се создаде компактна колона од течност;
  4. Доколку во системот е вграден акумулатор.
- За овие системи може да се применуваат постапките за извлекување или течна или парна фаза.

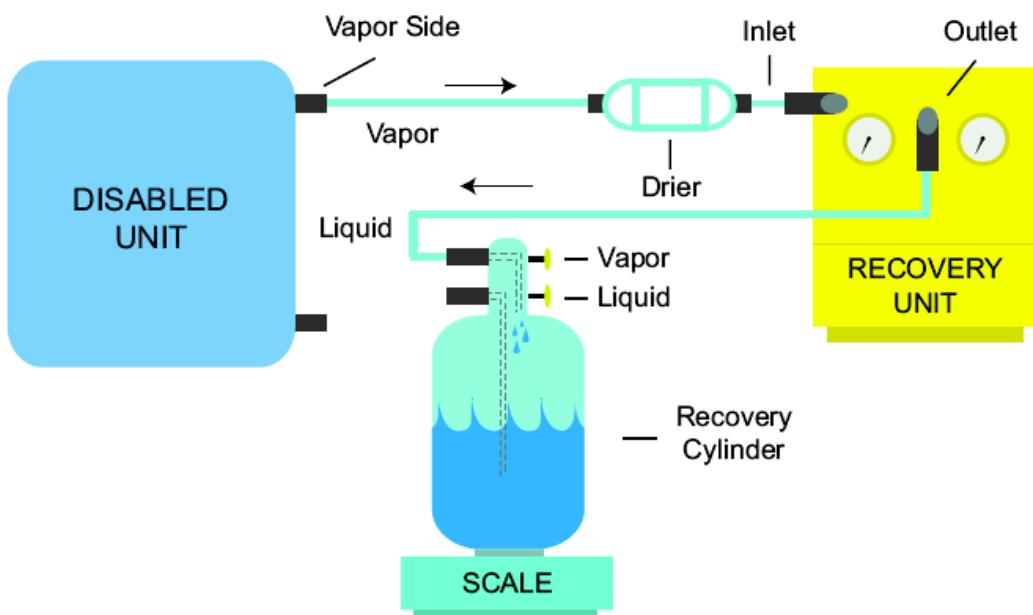


**Слика 17.** Приклучување на опрема за извлекување за "Push-pull" методот

- За "Push-pull" методот се вршат редоследно следните чекори:
1. Приклучи го уредот за извлекување, филтер-сушачот и сервисниот цилиндер со спојни црева на ладилниот систем, според горната Слика 17;
  2. Да се постави сервисниот цилиндер на електронската вага, измери тежината на ладилното средство (доколку има) и приклучи на уредот за извлекување. Цилиндер кој прв пат е во употреба треба да се вакуумира. Да се ресетира мерната вага на "0";
  3. Најнапред треба да се изврши вакуумирање на спојните црева и уредот за извлекување;
  4. Отвори ги вентилите на сервисниот цилиндер, уредот за извлекување и ладилниот систем;
  5. Вклучи го уредот за извлекување;
  6. Да се прати протокот на ладилното средство, преку линиско контролно стакло и манометрите на уредот за извлекување;
  7. Да се прати порастот на тежината во сервисниот цилиндер;
  8. Откако ќе се извлече течната фаза исклучи го уредот за извлекување;
  9. Затвори ги вентилите на сервисниот цилиндер;
  10. Запиши ја количината на извлеченото ладилно средство на сервисниот цилиндер;
  11. Затвори ги сите вентили и раздвој ги спојните црева;
  12. Остатокот на ладилно средство од ладилниот систем може понатаму да се извлече со метод на извлекување на парна фаза.

(Консултирај го Упатството на производителот на уредот за извлекување доколку постојат отстапувања од горниот опис на постапката).

При оваа постапка уредот за извлекување всисува парно ладилно средство од сервисниот цилиндер со што го намалува притисокот во истиот. Со ова се овозможува течното ладилно средство од ладилниот систем да истече во сервисниот цилиндер. Истовремено уредот за извлекување го зголемува притисокот на парната страна од ладилниот систем и на тој начин го потиснува ладилното средство кон сервисниот цилиндер. Откако ќе биде извлечено течното ладилно средство, се затвараат сите вентили и се пристапува кон извлекување на парната фаза. За оваа постапка потребно да се изврши преспојување на опремата како што е прикажано на Слика 18.



**Слика 18.** Извлекување на парна фаза

Напред описаните методи и опрема за извлекување на ладилно средство од ладилен систем се засноваат на манипулација со опремата (уред за извлекување, сервисен колектор, сервисен цилиндер, спојни црева, вентили и тн...). Современите машини за извлекување и рециклирање на ладилни средства се концептирани за автоматска работа. Со приклучување на машината на ладилниот систем процесите на вакуумирање, извлекување, полнење на системот со ладилно средство и масло за подмачкување се одвиват со задавање на соодветна команда.

## 6.4 Рециклирање на ладилните средства

Извлечениот ладилен медиум може повторно да се користи за истиот систем од кој е извлечен на лице место или процесиран за користење во друг систем, во зависност од неговата состојба, т.е. од нивото и типот на нечистотиите кои ги содржи.

Рециклирањето отсекогаш било дел од ладилната сервисна практика. Разни методи од рангот на пумпање на ладилното средство во ресиверот заради намалување на загуби, па дури до чистење на прегорено масло со филтер-сушачи. Затоа на пазарот постојат два типа на опрема. Првиот се однесува на системи со еден премин. Другиот е со повеќратно филтрирање.

### *Рециклирање во еден премин*

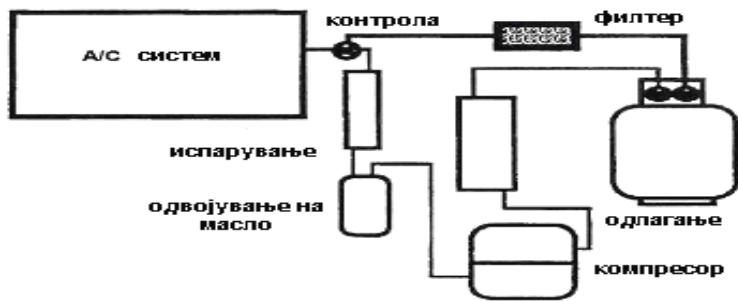
Машините за рециклирање во еден премин го процесираат ладилното средство преку филтер-сушачи и/или со дестилација. При процесот на рециклирање ладилното средство поминува само еднаш низ машината и потоа влегува во цилиндерот за складирање.



**Слика 19.** Рециклирање во еден премин

### *Повеќекратно рециклирање*

Машините за повеќекратно рециклирање го рециркулираат извлеченото ладилно средство повеќе пати преку филтер-сушачите. По извесен период или број на циклуси, ладилното средство се префрла во цилиндерот за складирање. Времето не е мерка за тоа колку ладилното средство е добро филтрирано, поради тоа што содржината на влага варира. Сликата 20 прикажува еден повеќекратен систем за рециклирање.



**Слика 20.** Повеќе-кратно рециклирање

## 7. Алтернативни ладилни средства и технологии

HCFCs се широко користени ладилни средства во ладилни и климатизациони системи и како експандирано средство за производство на меки и тврди пени.

Во ладилните и климатизациони системи доминантна е употребата на HCFC-22. Но постојат и други HCFCs ладилни средства применети во ладилни и климатизациони системи, посебно HCFC-123 во чилери, и HCFC-124 и HCFC-142b употребувани како замена за CFC-12.

**Табела 4.** Употреба на HCFCs по сектори

Супстанца	ODP	Сектор			
		Ладење и климатизација	Гасење на пожар	Пени	Растворувачи
HCFC-22	0,055	X		X	
HCFC-123	0,02	X	X		
HCFC-124	0,022	X			
HCFC-141b	0,11			X	X
HCFC-142b	0,065	X		X	
HCFC-225ca	0,025				X
HCFC-225cb	0,033				X

Во примена се алтернативи на HCFC-22 во ладилни и климатизациони системи.

HFCs, кои се синтетички ладилни средства, се најприменета група на алтернативи со слични карактеристики на HCFCs, но со ODP нула. Бидејќи HFCs имаат висок потенцијал на глобално загревање (GWP), од интерес е да се минимизира нивната употреба, а со тоа да се намали нивната емисија. Други алтернативи со низок или нула ODP се достапни, но сите се придржани со педизвици за нивна широка примена. Алтернативи со

приближно нула GWP се амонијак, јаглерод двооксид ( $\text{CO}_2$ ) и јаглеводороди (HC). Овие често се наречени "природни ладилни средства".

Само HC имаат слични карактеристики со HFC, што овозможува да се употребат без големи измени во технологијата. HC се запаливи и треба да се превземат сигурносни мерки при изработка, монтажа, демонтажа и сервисирање на опремата.

Елиминацијата на употребата на HCFCs ладилни средства, опфаќа нивна замена со алтернативи во постоечки ладилни системи и примена на алтернативните ладилни средства при изградба на нови системи. Замената на ладилно средство во постоечки ладилен систем може да се изврши со примена на два методи:

**"Drop-in"** – замена на постоечко ладилно средство во системот со ново, без дополнителни измени, освен мало сервисирање како што е замена на филтер-сушачот.

**"Retrofit"** – замена на постоечко ладилно средство во системот со ново, но само откако ќе бидат направени извесни промени, како што е замена со нов тип на масло за подмачкување или промена на брзината на компресорот и др.

**Табела 5** Ладилни средства и нивни замени

Апликација	Традиционални ладилни средства	Retrofit/Drop-in ладилни средства		Ладилни средства за нови системи
		Транзициони	Долгорочни	
Витрини	R22, R502	R408A, R411A, R411B, R412A, R415A, R418A	R290*, R417A, R419A, R422B, R422D, R424A, R431A, R438A	R290*, R404A, R407A/B/D/E, R421A, R421B, R427A, R433A/B/C, R507A, R744
Големи системи во супермаркети	R22, R502	R408A, R411A, R411B, R412A, R415A, R418A	R290*, R417A, R419A, R422B, R422D, R424A, R431A, R438A	R404A, R407A/B/D/E, R421A, R421B, R427A, R433A/B/C, R507A, R744, Индиректни системи (користат R290*, R1270*, R717*)
Ладилни комори	R502, R22, R717	R408A, R411A, R411B, R412A, R415A, R418A	R290*, R417A, R419A, R422B, R422D, R424A, R431A, R438A	R404A, R407A/B/D/E, R421A, R421B, R427A, R433A/B/C, R507A, R744, Индиректни системи (користат R290*, R1270*), R717*
Ладење во идустриски процеси	R22, R502, R717 R290/1270	R408A, R411A, R411B, R412A, R415A, R418A	R290*, R417A, R419A, R422B, R422D, R424A, R431A, R438A	R404A, R407A/B/D/E, R421A, R421B, R427A, R433A/B/C, R507A, R744, Индиректни системи (користат R290*, R1270*), R717*

Ладење во транспортот	R502, R22	R408A, R411A, R411B, R412A, R415A, R418A	R290*, R417A, R419A, R422B, R422D, R424A, R431A, R438A	R404A, R407A/B/D/E, R421A, R421B, R427A, R433A/B/C, R507A, R744, R290*, R1270*
Сплит, прозорски и каналски климатизери	R22	R408A, R411A, R411B, R412A, R415A, R418A	R290*, R417A, R419A, R422B, R422D, R424A, R431A, R438A	R407A/B/D/E, R421A, R427A, R433A/B/C, R290* R1270*, R410A
Топлински пумпи и чилери	R22	R408A, R411A, R411B, R412A, R415A, R418A	R290*, R417A, R419A, R422B, R422D, R424A, R431A, R438A	R407A/B/D/E, R421A, R427A, R433A/B/C, R744, R290* R1270*, R410A
	R123	не	не	R236ea, R236fa, R245fa

За секоја апликација постарат четири листи на ладилни средства:

- **Традиционални ладилни средства**, кои најчесто се користеле пред Монтералскиот Протокол;
- **"Retrofit/Drop-in" ладилни средства**, кои можеле да се користат во постоечки систем кој содржел традиционално ладилно средство и некои HC компоненти кои се растворливи со постоечките минерални масла;

Тие се поделени во две категории:

- **Транзициони**, ладилни средства кои содржат некои HCFCs а со тоа се употребите се контролирани со Монтералскиот Протокол, и се наменети за краткорочна употреба во системи кои содржеле CFCs;
- **Долгорочни**, ладилни средства кои не се ODS и нивната употреба не била ограничена;
- **Ладилни средства за нови системи**, кои не се ограничени со Монреалскиот Протокол и се очекува нивната употреба да е долгорочна.

#### Забелешки:

- Многу од мешавините во Табелата за **"Долгорочни"** и **"Ладилни средства за нови системи"** содржат HFCs и PFCs кои се вклучени во Кјото протоколот и се опфатени со легислатива во некои Европски земји;
- Запаливите ладилни средства се означени со (\*) мора да се ракуваат правилно, што значи дека системот е изработен и одржуваан според сигурносни мерки. Ако се употребени како "drop-in" ладилно средство, сервисерите мора да обезбедат извршување на конверзијата според сигурносните прописи;
- Некои од споменатите ладилни средства на пазарот немаат R-број, туку се појавуваат под трговски називи;
- Системите кои користат јаглерод двооксид треба да се изведат со посебно внимание на термодинамичките карактеристики на CO<sub>2</sub>.

## 7.1 Масла за подмачкување

Со мали отстапувања, ладилните и климатизациони системи содржат масло за подмачкување на компресорот. Мала количина на масло секогаш го напушта компресорот и е транспортирана низ системот (и покрај сепараторот за масло, мала количина сепак циркулира).

Во многу системи враќањето на маслото во компресорот бара тоа да биде растворливо со ладилното средство. Растворливоста исто така го намалува негативното влијание на маслото во изменувачите на топлина.

Маслата користени со CFCs и HCFCs не се растворливи со HFCs, што бара промена на маслото за да се постигнат истите карактеристики.

Минералните масла (МО), алкилбензен (АВ) и понекогаш Поли-алфа-олефини (РАО) масла користени со CFC или HCFC ладилни средства, се најчесто заменети со Полиестерски (РОЕ) масла кога се користат HFCs.

Исто така Полиалкилен гликол (PAg) масла и Поливинилетер (PvE) масла се користат за HFCs. PAg е масло кое се користи во клима системите на автомобилите.

Новите масла за HFCs се хигроскопни и бараат обука за правилно ракување, за да се избегнат дефекти во системите.

Масло кое не може да се испразни од поголемите контејнери со едно полнење на инсталација, не треба да се употребува иако е префрлено во сад под притисок, на пр. во сервисен цилиндер, каде е под притисок на азот.

**Табела 6.** Ладилни средства и масла за подмачкување

Ладилно средство	Масло за подмачкување				
	Минерално масло (МО)	Алкил бензен (АВ)	Полиол Естер (РОЕ)	Поли алфа олефин (РАО)	Поли алкил гликол (PAg)
CFC-11	да	не	■	■	не
CFC-12	да	да	■	■	не
R-502	да	да	■	■	не
HCFC-22	да	да	■	■	не
HCFC-123	да	да	■	■	не
HFC-134a	не	не	да	не	■
HFC-404A	не	не	да	не	■
HFC-407C	не	не	да	не	■
HFC-410A	не	не	да	не	■
HFC-507A	не	не	да	не	■
HC-600a	да	■	да	да	■
HC-290	да	■	да	да	■
R-717 (NH <sub>3</sub> )	да	■	не	да	■
R-744 (CO <sub>2</sub> )	■	■	да	да	да

■ - Ограничена примена

## **Замена на масло при "Retrofit" иосијајка**

Постепената елиминација на HCFCs ладилните средства неминовно води кон замена на истите со HFCs (Retrofit) кај постоечките системи. Употребата на HFC ладилните средства бара замена на маслото за подмачкување.

Постоечките HCFC ладилни системи користат минерални масла, кои не се компатибилни со новото HFC ладилно средство.

За "Retrofit" постапката со HFC ладилно средство, производителите на ладилни средства препорачуваат замена на 95-99% од старото масло со полиестерско. Само 1-5% од минералното масло може да остане после извршената замена.

Замената на маслото може да се изврши со еден од следните методи:

- A. Повторување на замена на маслото. Бројот на измени се одредува со зададениот максимален остаток на старо масло. Вообичаено бројот на измени се движи од три до осум, во зависност од изведбата на системот.
- B. Прочистување (Flushing) со старото ладилно средство користејќи соодветна опрема за оваа намена. Предноста на овој метод во однос на погоре описанот е што не се користи растворувач за чистење и отпадот останува во рециклираното HCFC ладилно средство. HCFC средството може понатаму да се употреби после негово прочистување.

Прочистување со растворувач бара користење на соодветна опрема и процедури. Растворувачите често содржат HFC (и/или HCFC) и бараат адекватно ракување после употребата.

Сервисот и/или сопственикот на опремата треба да ја потврдат компатибилноста на употребениот растворувач со сите компоненти на системот, ладилното средство и маслото.

### **"Flushing" метод**

Прочистување на системот со "Flushing" метод се состои во отстранување на што е можно повеќе старо масло од системот.

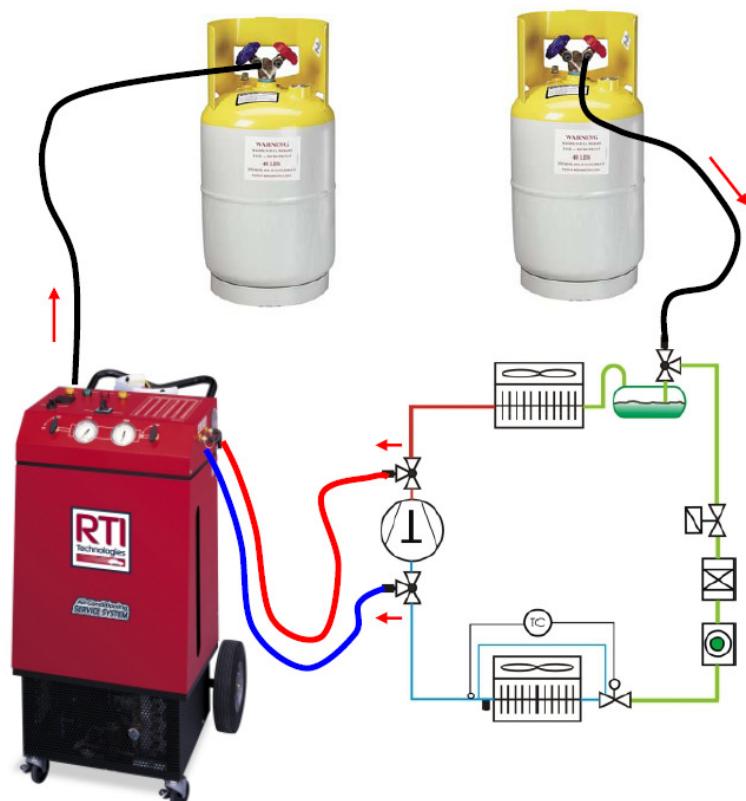
Постапката се одвива по следниот редослед:

- Се испушта старото масло од системот;
- Се полни системот со ново масло;
- Се пушта системот да работи извесно време;
- Се испушта маслото од системот;
- Се проверува процентуалната содржина на старо масло. Ако е над 5% постапката се повторува;
- Доколку е постигнато нивото од помалу од 5%, постапка е завршена.

Многу рециклирачки уреди можат да бидат модифицирани за да имаат дополнителна функција на прочистување со ладилно средство.

**Табела 7.** Број на измени при "Flushing" метод

Отстранети % на маслото	Баран број на измени/пречистувања за постигање на 1%	Тип на инсталација
50	7	Комерцијални ладилници со одвојувач на масло
60	5	Големи чилери и топлински пумпи
70	4	Мали чилери и кондензаторски единици
90	2	Големи системи со директна експанзија со одвојувач на масло
99	1	Компактни (сплит, чилери, блок системи)



**Слика 21.** Прочистување со уред за извлекување

## 7.2 “Ретрофит” постапка - замена на HCFC-22 со HFC-407C

Не постојат идеални ладилни средства, сите имаат предности и недостатоци. R-407C има нула ODP, но има недостаток затоа што има 1600 GWP. Тој е подобар од R-22 со 1700 GWP, но е далеку од амонјакот R-717 со нула GWP. Но амонијакот е опасна супстанца, која е запалива во воздух во волуменска концентрација помеѓу 15 и 28%, а практичната граница и е 0,00035кг/м<sup>3</sup>.

### Нема идеално ладилно средство

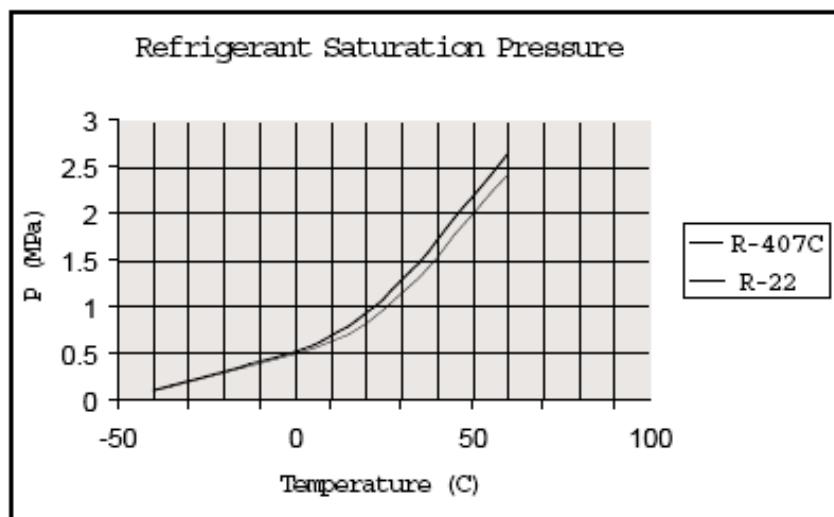
Структурата на R-407C е композиција (HFC смеша) од R-32, R-125 и R-134a со процентуално учество 23/25/52 и се нарекува "зеотропен флуид". Системите полнети со R-407C се со повисоки стандарди на изведба, отколку оние полнети со CFCs или HCFCs, а и понатаму се надградуваат.

Чистите R-32 и R-125 при атмосферски притисок, со точки на вриење од -52<sup>0</sup>C и -51<sup>0</sup>C се поиспарливи од R-134a, кој има точка на вриење -27<sup>0</sup>C. Според тоа, R-32 и R-125 имаат повисок притисок на испарување отколку R-134a и затоа од ладилните системи не смее да има истекувања. Поединечната загуба на една од компонентите, ќе создаде некоректна композиција на остатокот од смешата.

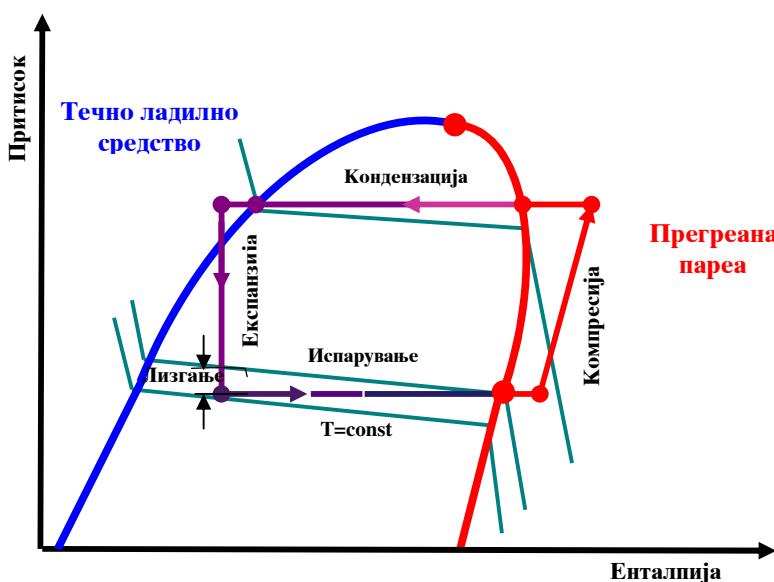
Големината на истекувањата се значајни, но е невозможно да се одреди количината на истекувањата. Малите промени во ладилното средство - квалитет/композиција, неможе за кратко време да се забележи како влијаат на перформансите на ладилниот систем. Ефектот на истекувањето е неповратен процес и затоа ќе дојде момент, кога од ладилниот систем ќе треба да се извлече ладилното средство и повторно наполни со ново.

Генерално се препорачува ретрофит на R-22 со R-407C, кој има слични притисоци и слични перформанси. За средно и ниско притисни ладилни системи, се препорачува замена со R-404A, откако ќе се осигураме дека компресорот има слични работни карактеристики. R-407C има "лизгање" (види Слика 23) од околу 5<sup>0</sup>C, и заради тоа треба да се земе во предвид следното:

- Регулаторите на притисок како и електро-магнетните вентили треба да се ресетираат. R-407C има повисок притисок отколку R-22, при нормални температури на кондензација. Сигурносните пресостати за висок и низок притисок може да бараат прилагодување за новите услови на работа;
- Кога се контролира и/или дотерува термо-експанзиониот вентил (ТЕВ), по ретрофитот со R-407C, да се користат таблиците за притисок/температура;
- Системи со R-407C може да имаат повисок пад на притисок од оние со R-22. Да се провери дали регулаторите на притисок и електро-магнетните вентили во системот работаат правилно.



Слика 22. Споредбени вредности на притисок/температура на заситување за R-22/R-407C



Слика 23. "Лизгање" на температури при испарување и кондензијација кај зеотропни ладилни средства

Капацитетот на постоечкиот R-22 термо-експанзионен вентил ќе биде приближно еднаков кога се користи R-407C. Кога се врши ретрофит со R-404A или други, се препорачува да се вгради нов термо-експанзионен вентил и да се провери прегревањето.

При конверзијата, филтер сушачите мора да се заменат до ниво на филтрација спред DIN8949 или да се постигне степен на сувост од макс. 50ppm.

Филтер сушачите се важни кога се користат HFCs бидејќи тие ја намалуваат влагата од ладилното средство. Стандардните процедури на вакуумирање нема да ја намалат влагата во ладилното средство на ниво помеѓу 50 и 120 ppm. Се препорачува замена на индикаторот за влага.

Полиестер маслата се многу хигроскопни. Многу брзо абсорбираат влага од воздухот. Тие исто така се по абразивни од минералните масла и можат во себе да повлечат додатни честички од системот и да го оштетат компресорот. Се препорачува да се вгради всисен филтер.

#### **"Retrofit" процедура**

Пред да се пристапи кон конверзијата, ладилниот систем треба внимателно да се провери на заптивност додека е сеуште полнет со постоечкото HCFC -22 ладилно средство.

Се препорачува да се проверат работните карактеристики на системот, посебно притисоците на всис и потис (односот на притисоците) и всисното прегревање на влез во компресор.

Да се вкучи во работа ладилниот систем најмалку половина саат под нормални услови, за да се обезбеди максимално прибирање на маслото во компресорот.

**За херметички компресори вклучувајќи ги и scroll**, да се извадат маслото и ладилното средство и измерат нивните количини.

**За полу-херметички компресори**, најдобро е само да се извади маслото од картерот на компресорот. За да се добие мерка за количината на маслото во ладилниот систем, количината на изведеното масло треба да одговара на фабричкото полнење на компресорот, кое може да се отчита на табличката на компресорот. Повторно да се вклучи во работа компресорот со HCFC ладилно средство и полиестерско масло, и потоа да се повторува процедурата се додека во ладилниот систем не се постигне остаток од 5% старо масло (Flushing).

Се препорачува да се направи тест на киселост на изведеното масло од компресорите.

Мора да се издренира маслото од ладилните системи кои имаат сепаратори на масло, маслени резервоари и всисни маслени акумулатори. Се препорачува да се продува со азот всисната и течната линија, како и испарувачот.

Да се наполни компресорот со полиестерско масло, соодветно на изведената количина. Да се вакуумира системот до 0,3 mbar/0,22 Torr или подолу.

Да се наполни системот со ново ладилно средство, кое треба да изнесува околу 80% од количината на ладилното средство кое е извлечено. Кога се полни со HFC ладилни средства, препорака е да се полни со течна фаза, но да се пази да не се оштети компресорот.

Да се пушти во работа компресорот и пратат перформансите на системот. Да се споредат условите на работа со оние забележани пред замената на маслото. Независно од користеното ладилно средство, вредностите на притисоците треба да се слични (притисок на потис/притисок на всис). Исто така да се провери дали има промена на бојата на индикаторот за влага.

Повторно провери дали количината на заостанато старо масло во системот е максимум 5%. Ако се покаже дека оваа вредност е поголема, треба да се извлече маслото и ладилното средство и повтори постапката "Flushing".

## **8. Легислатива**

Планот за елиминација на HCFC средствата е изработен за да и овозможи на Република Македонија, успешно спроведување на обврските кои произлегуваат од Монреалскиот протокол и неговите Амандмани.

Програмата за забрзана елиминација на HCFCs средствата обврзува на замрзнување на потрошувачката во 2013 година на ниво на просекот 2009/2010 и постепена редукција до 2030 и 2040. Основен услов за остварувањето на оваа цел е донесување на соодветни законски прописи.

Министерството за животна средина и просторно планирање/Канцеларија за заштита на озонската обвивка од 1997 година креира правна рамка, заради обезбедување на непречена имплементација на обврските кон Монреалскиот протокол за супстанциите што ја осиромашуваат озонската обвивка. Основа за донесување ан прописите од оваа област е Законот за животна средина (Службен Весник на РМ бр. 53/05, 81/05, 24/07, 159/08, 83/09, 48/10, 124/10).

Со планот за елиминација, донесен 2010 година, се предвидува изготвување на соодветна регулатива за негово успешно спроведување. Дел од регулативата е веќе донесен, а дел е во тек на изработка и процедура на усвојување. Регулативата опфаќа:

### ***Регулатива објавена во Службен весник на Република Македонија:***

Службен Весник на РМ бр. 92/10 од 09.07.2010

- Наредба за ограничување на увозот на HCFC супстанциите што ја осиромашуваат озонската обвивка од 5% на годишно ниво, отпочнувајќи од 01.01.2013 до 31.12.2020 година, при што вкупното намалување ќе изнесува 40% во однос на просечните количини на увоз за 2009/2010 година.
- Наредба за ограничување на увозот на 20.000 уреди за климатизација што содржат HCFC, за периодот од 01.01.2011 година до 31.12.2011 година.
- Наредба за забрана на увоз и извоз на производи што содржат HCFC, од 1 јануари 2012 година.
- Наредба за забрана на производство и промет на супстанциите што ја осиромашуваат озонската обвивка како и производство и промет на производи што содржат супстанции што ја осиромашуваат озонската обвивка

### ***Регулатива во фаза на подготовка:***

*Правилник за начинот на постапување со супстанциите што ја осиромашуваат озонската обвивка*

- При сервисирање или исклучување од употреба на производите кои содржат супстанции што ја осиромашуваат озонската обвивка треба, супстанциите што ја

осиромашуваат озонската обвивка да се соберат, заради обновување, рециклирање или отстранување.

- Правното лице што врши сервисирање на производите треба да има најмалку еден сервисер со уверение за завршена обука за собирање, обновување и рециклирање на супстанциите што ја осиромашуваат озонската обвивка.

- Правните лица кои вршат собирање, обновување и рециклирање на супстанциите што ја осиромашуваат озонската обвивка се должни да достават годишен извештај за количините на собраните, обновените и рециклираните количини на супстанции најкасно до крајот на јануари следната година до Министерството за животна средина и просторно планирање.

*Постапување со производите што содржат супстанции кои ја осиромашуваат озонската обвивка во количина поголема од 3 кг*

- Секое правно лице кое поседува производи кои содржат супстанции што ја осиромашуваат озонската обвивка во количина поголема од 3 кг треба да превземе превентивни мерки и да ги минимизира истекувањата на супстанциите што ја осиромашуваат озонската обвивка.

- Секое правно лице кое постапува со стационарна опрема или системи, вклучувајќи разладни уреди, климатизери или топлотни пумпи, или системи за заштита од пожари и нивните кола, кои содржат супстанции што ја осиромашуваат озонската обвивка во количина од 3 или повеќе кг треба да ги проверуваат истекувањата еднаш годишно.

- Секое правно лице кое постапува со стационарна опрема или системи, вклучувајќи разладни уреди, климатизери или топлотни пумпи, или системи за заштита од пожари и нивните кола, кои содржат супстанции што ја осиромашуваат озонската обвивка во количина од 30 или повеќе кг треба да ги проверува истекувањата секои шест месеци.

- Секое правно лице кое постапува со стационарна опрема или системи, вклучувајќи разладни уреди, климатизери или топлотни пумпи, или системи за заштита од пожари и нивните кола, кои содржат супстанции што ја осиромашуваат озонската обвивка во количина од 300 или повеќе кг треба да ги проверува истекувањата секои три месеци.

- Секое правно лице кое постапува со стационарна опрема или системи, вклучувајќи разладни уреди, климатизери или топлотни пумпи, или системи за заштита од пожари и нивните кола, кои содржат супстанции што ја осиромашуваат озонската обвивка во количина од 3 или повеќе кг треба да достави извештај до Министерството за животна средина и просторно планирање не подоцна од три месеци по стапувањето на сила на овој Правилник.

*Евиденција за производи што содржат супстанции што ја осиромашуваат озонската обвивка со повеќе од 3 кг на ладилно средство:*

Канцеларијата за заштита на озонската обвивка ќе воведе евиденција на опремата која е полнета со 3 или повеќе кг на ладилно средство.

Евиденцијата опфаќа:

1. Податоци за правното лице

Име на правното лице:

Адреса:

Лице за контакт:

Телефон/факс:

E-mail:

2. Податоци за производот (инсталираниот уред)

Намена (ладење, климатизација ...):

Ладилен капацитет (kW, kcal/h):

Инсталирана електрична моќност на компресорот (kW):

Тип на компресор (клипен, завоен, турбо):

Полнење со ладилно средство (кг):

Производител на опремата:

Година на производство:

- Од 01.01.2012 година секое правно лице кое поседува стационарна опрема или системи, вклучувајќи разладни уреди, климатизери или топлотни пумпи, или системи за заштита од пожари и нивните кола, кои содржат супстанции што ја осиромашуваат озонската обвивка во количина од 3 или повеќе кг, треба да поседува Сервисна книшка, со следната содржина:

***Задолжителна Сервисна книшка за корисници на опрема јолнета со 3 или повеќе килограми ладилно средство:***

Република Македонија

Министерство за животна средина и просторно планирање

Сервисна книшка бр: .....

Податоци за правното лице

Име на правното лице:

Адреса:

Лице за контакт:

Телефон/факс:

E-mail:

Податоци за одржување на инсталацијата:

Опис на извршениот преглед/сервисирање (пример: редовен преглед; сервисирање поради недостаток, со кус опис на недостатокот и сл.);

Дата:

Овластен сервисер:

Фирма/печат (име и презиме на сервисерот, полн назив на сервисот и печат):

Забелешка: (пополнува претставник на Државниот инспекторат за животна средина при контрола на Сервисната книшка).

***Забрана на увоз на контејнери за ладилни средства за еднократна употреба:*** Од 1 Јануари 2015 година ќе се забрани употребата на контејнери за ладилни средства за еднократна употреба.

## 9. Анекси

### Ладилни средства и класи на сигурност

Збелешка:

Табелите за ладилните средства се превземени од [www.arkema-inc.com](http://www.arkema-inc.com)

Црвено	ODS кои ќе се елиминираат
Зелено	Алтернативи со незначително влијание врз околната (можат да бидат запаливи или токсични)
Сино	Супстанции со нула ODP кои денес се чести алтернативи за употреба во ладењето и климатизацијата
Жолто	Таканаречени смеси за сервисирање, наменети за користење во постоечките ладилни системи, без или со замена на масло
Бело	non-ODS кои воглавно се користат како компоненти во смеси, а кои денес се со ограничен пристап на пазарот

Чисти супстанции и азеотропни смеси (смеси без температурно "лизгање")						
Број на ладилно средство	Група	Хемиски назив	Хемиска формула	ODP	GWP/100 год	Класа на сигурност
R-22	HCFC	хлородифлуорометан	CHClF <sub>2</sub>	0,055	1700	A1
R-124	HCFC	2-хлоро 1,1,1,2-тетрафлуороетан	CHClFCF <sub>3</sub>	0,022	620	A1
R-32	HFC	дихлородифлуорометан	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	0	550	A2
R-125	HFC	пентафлуороетан	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	0	3400	A1
R-134a	HFC	1,1,1,2-тетрафлуороетан	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	0	1300	A1
R-141b	HCFC	1,1-дихлоро-1-флуороетан	CH <sub>3</sub> CCl <sub>2</sub> F	0,11	700	A2
R-142b	HCFC	1-хлоро-1,1-дифлуороетан	CH <sub>3</sub> CClF <sub>2</sub>	0,065	2400	A2
R-143a	HCF	1,1,1-трифлуороетан	CH <sub>3</sub> CF <sub>3</sub>	0	4300	A2
R-152a	HFC	1,1-дифлуороетан	CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub>	0	120	A2
R-507A	HFC	R-125/R143a (50%/50%)		0	3850	A1/A2

Не-азеотропни смеши (смеши со температурно "лизгање")						
Број на ладилно средство	Група	Композиција	%	ODP	GWP/100 год*	Класа на сигурност
R-401A	HCFC/HFC/HC	R-22/152a/124	(53/13/34)	0,037	1130	A1
R-401B	HCFC/HFC/HC	R-22/152a/124	(61/11/28)	0,040	1220	A1
R-401C	HCFC/HFC	R-22/152a/124	(33/15/52)	0,030	830	A1
R-402A	HCFC/HFC/HC	R-125/290/22	(60/2/38)	0,021	2690	A1
R-402B	HCFC/HFC/HC	R-125/290/22	(38/2/60)	0,033	2310	A1
R-403A	HCFC/PFC/HC	R-290/22/218	(5/75/20)	0,041	2680	A1
R-403B	HCFC/PFC/HC	R-290/22/218	(5/56/39)	0,031	4310	A1
R-404A	HFC	R-125/143a/134a	(44/52/4)	0	3780	A1
R-406A	HCFC/HFC/HC	R-22/600a/142b	(55/4/41)	0,057	1760	A2
R-407A	HFC	R-32/125/134a	(20/40/40)	0	1990	A1
R-407B	HFC	R-32/125/134a	(10/70/20)	0	2700	A1
R-407C	HFC	R-32/125/134a	(23/55/22)	0	1650	A1
R-407D	HFC	R-32/125/134a	(15/15/70)	0	1420	A1
R-407E	HFC	R-32/125/134a	(25/15/60)	0	1360	A1
R-408A	HCFC/HFC	R-125/143a/22	(7/46/47)	0,026	3820	A1
R-409A	HCFC	R-22/124/142b	(60/25/15)	0,048	1540	A1
R-409B	HCFC	R-22/124/142b	(65/25/10)	0,048	1430	A1
R-410A	HFC	R-32/125	(50/50)	0	1980	A1
R-410B	HFC	R-32/125(45/55)	(1,5/87,5/11)	0	1835	A1
R-411A	HCFC/HFC/HC	R-1270/22/152a	(3/94/3)	0,078	1503	A2
R-411B	HCFC/HFC/HC	R-1270/22/152a		0,052	1602	A2
R-412A	HCFC/PFC	R-22/218/142b	(70/5/25)	0,055	2040	A2
R-413A	HFC/PFC/HC	R-218/134a/600a	(9/88/3)	0	1920	A2
R-414A	HCFC/HC	R-22/124/600a/142b	(51/28,5/4/16,5)	0,045	1200	A1
R-414B	HCFC/HC	R-22/124/600a/142b	(50/39/1,5/9,5)	0,042	1100	A1
R-415A	HCFC/HFC	R-22/152a	(82/18)	0,041	550	A2
R-416A	HCFC/HC	R-134a/124/600	(59/39,5/1,5)	0,008	950	A1
R-417A	HFC/HC	R-125/134a/600	(46,6/50/3,4)	0	2240	A1
R-418A	HCFC/HFC/HC	R-290/22/152a	(1,5/96/2,5)	0,048	1740	A2
R-422A	HFC/HC	R-134a/125/600a	(11,5/85,1/3,4)	0	3040	A1
R-422D	HFC/HC	R-125/134a/600a	(61,5/31,5/3,4)	0	2620	A1
R-424A	HFC/HC	R-124/134a/600a /600/601	(50,5/47/0,9 /1/0,6)	0	2440	A1
R-427A	HFC	R-32/125/143a/134a	(15/25/10/50)	0	2010	A1
R-428A	HFC/HC	R-125/143a/290/600a	(77,5/20/0,6/1,9)	0	3600	A1
R-434A	HFC/HC	R-125/143a/134a/600a	(63,2/18/16/2,8)	0	3238	
R-438A	HFC/HC	R-32/125/134a/n-butane/i-pentane	(8,5/45/44,2 /1,7/0,6)	0	2100	

\*) Податоците за GWP можат малку да се разликуваат, во зависност од изворот бидејќи пресметките се базираат на различни интеграции и периоди

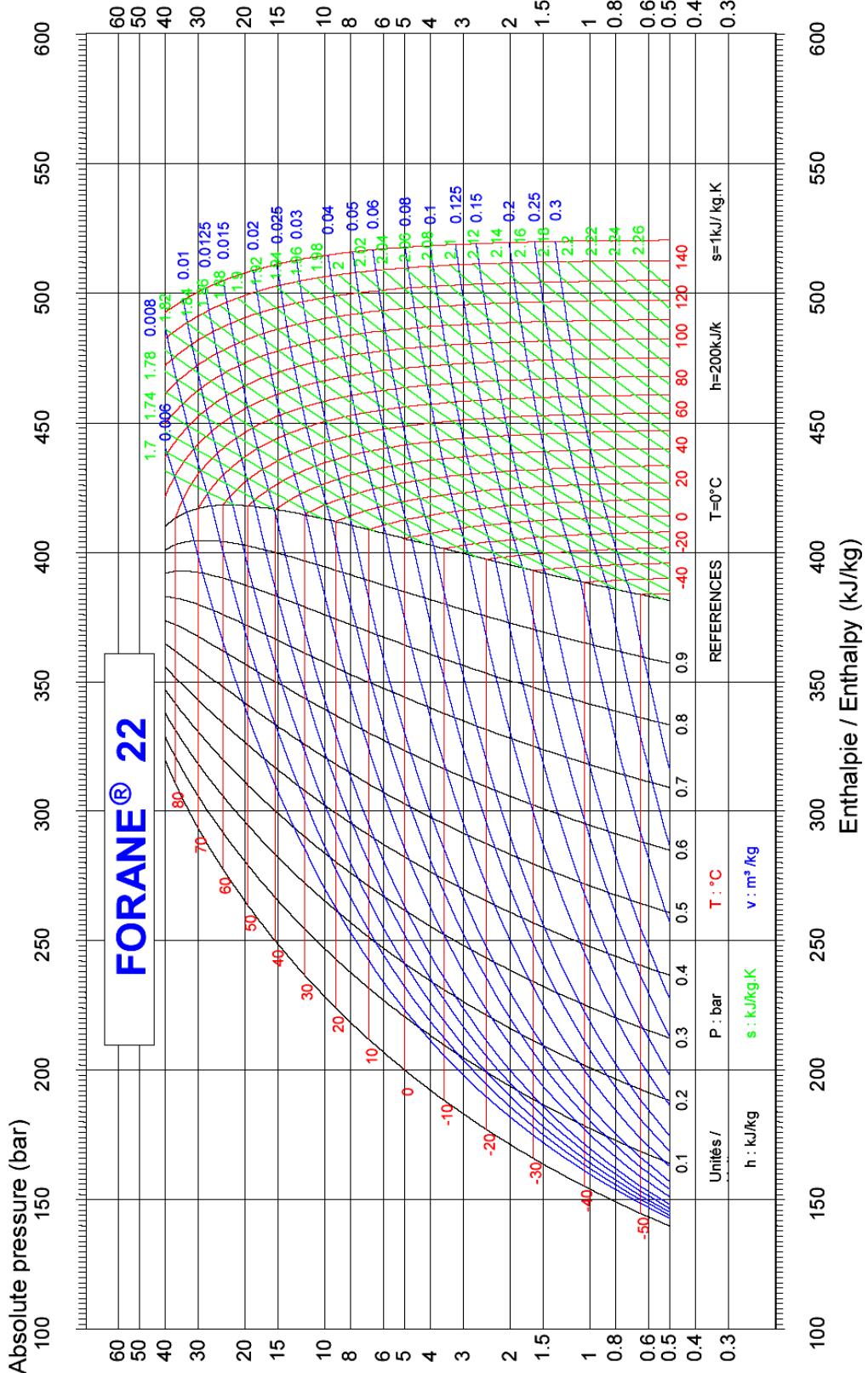
Природни ладилни средства - со мал GWP						
Број на ладилно средство	Група	Хемиски назив	Хемиска формула	ODP	GWP/100 год	Класа на сигурност
<b>Серија на етан</b>						
R-170	HC	етан	CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	0	3	A3
<b>Серија пропани</b>						
R-290	HC	пропан	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	0	3	A3
<b>Не кондензирачко органско соединение во пропан серијата</b>						
R-1270	HC	пропан (пропилен)	CH <sub>3</sub> CH=CH <sub>2</sub>	0	0	A3
<b>Серија бутани</b>						
R-600	HC	н-бутан	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	0	3	A3
R-600a	HC	изобутан	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	0	3	A3
<b>Неоргански соединенија</b>						
R-717		амонијак	NH <sub>3</sub>	0	0	B2
R-723		амонијак/диметил етер*	NH <sub>3</sub> /DME	0	8	
R-744		јаглерод двооксид	CO <sub>2</sub>	0	1	A1

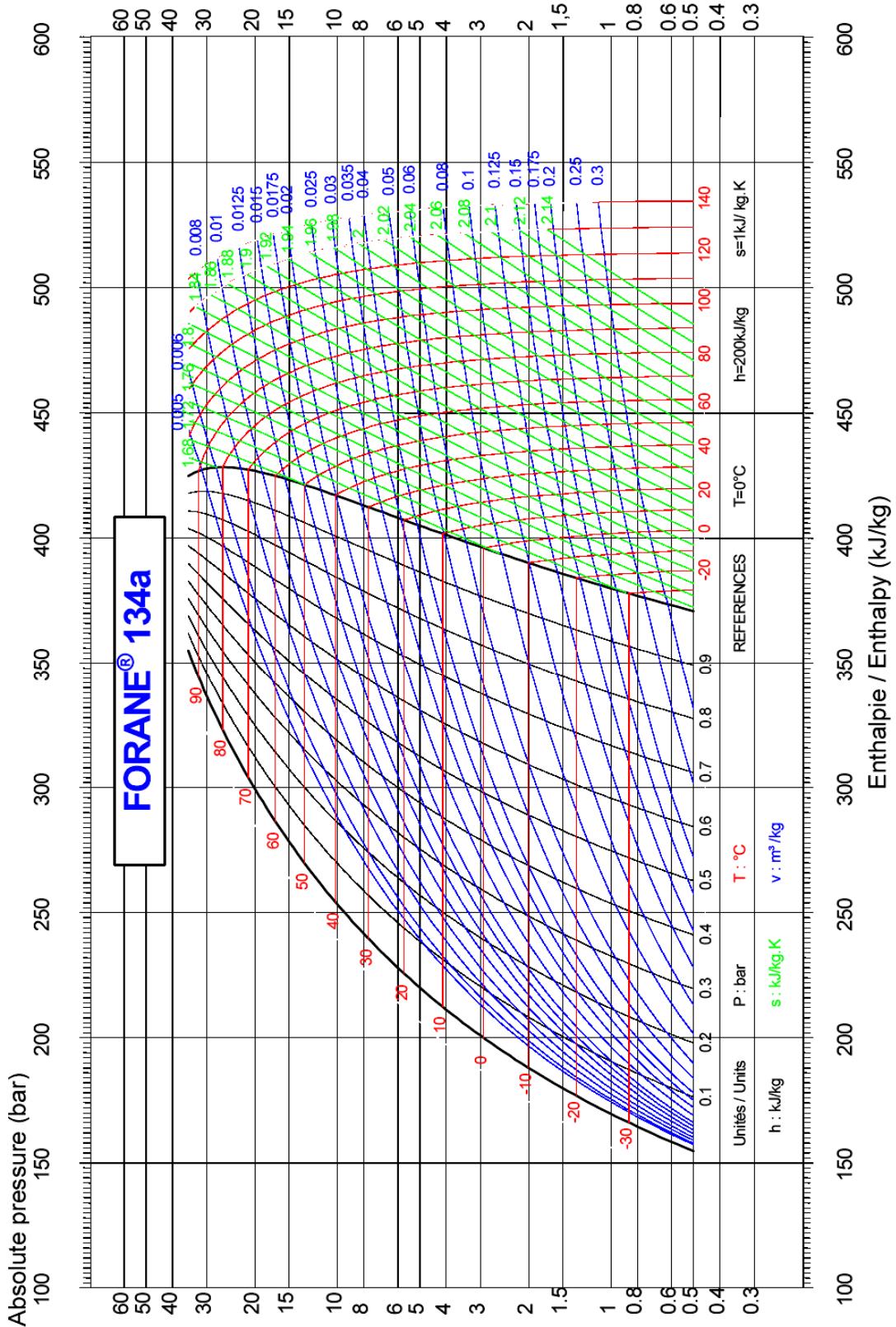
\*) мешавина на неорганско и органско соединение

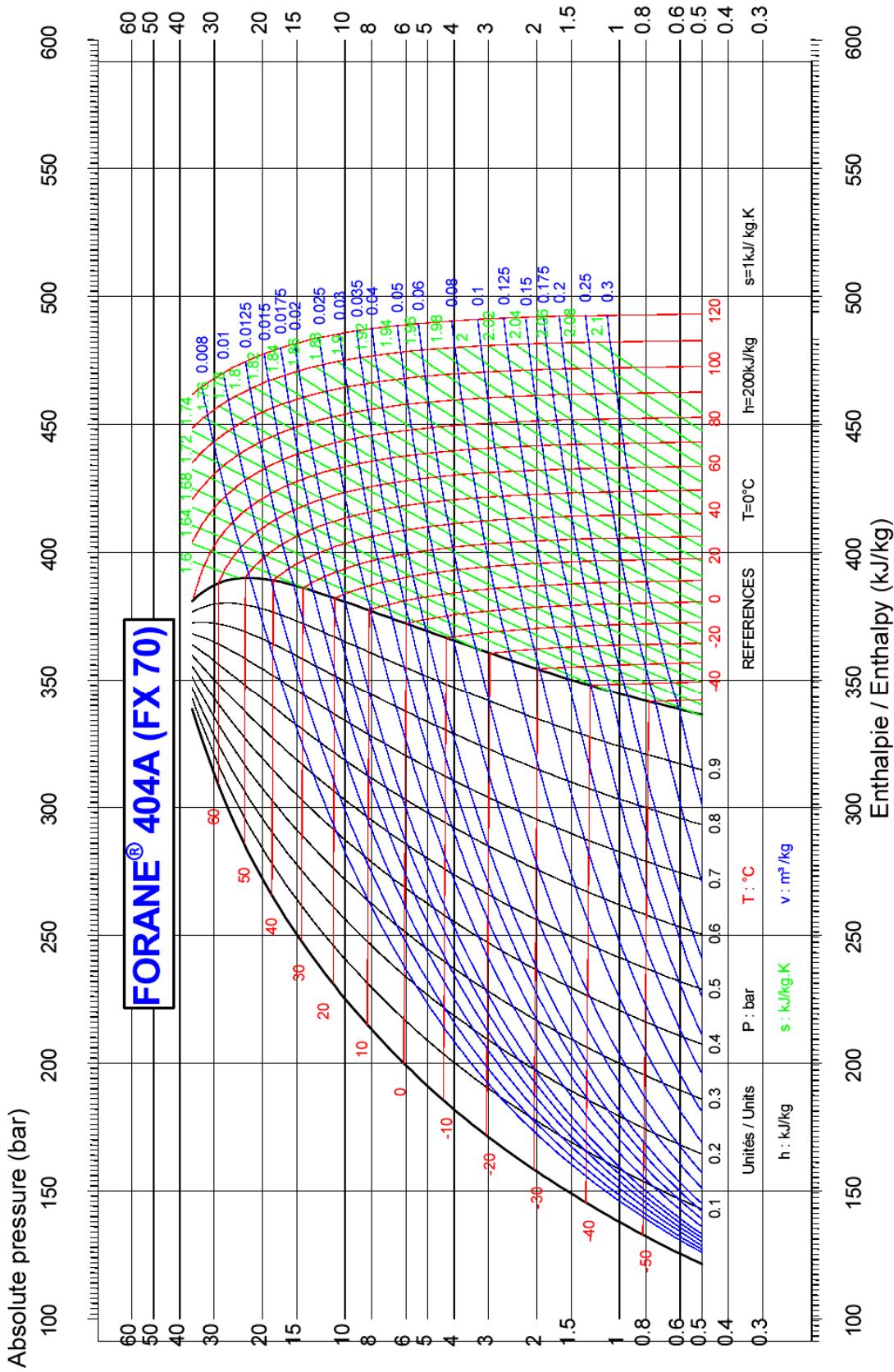
#### Класификација на ладилните средства по сигурносни групи

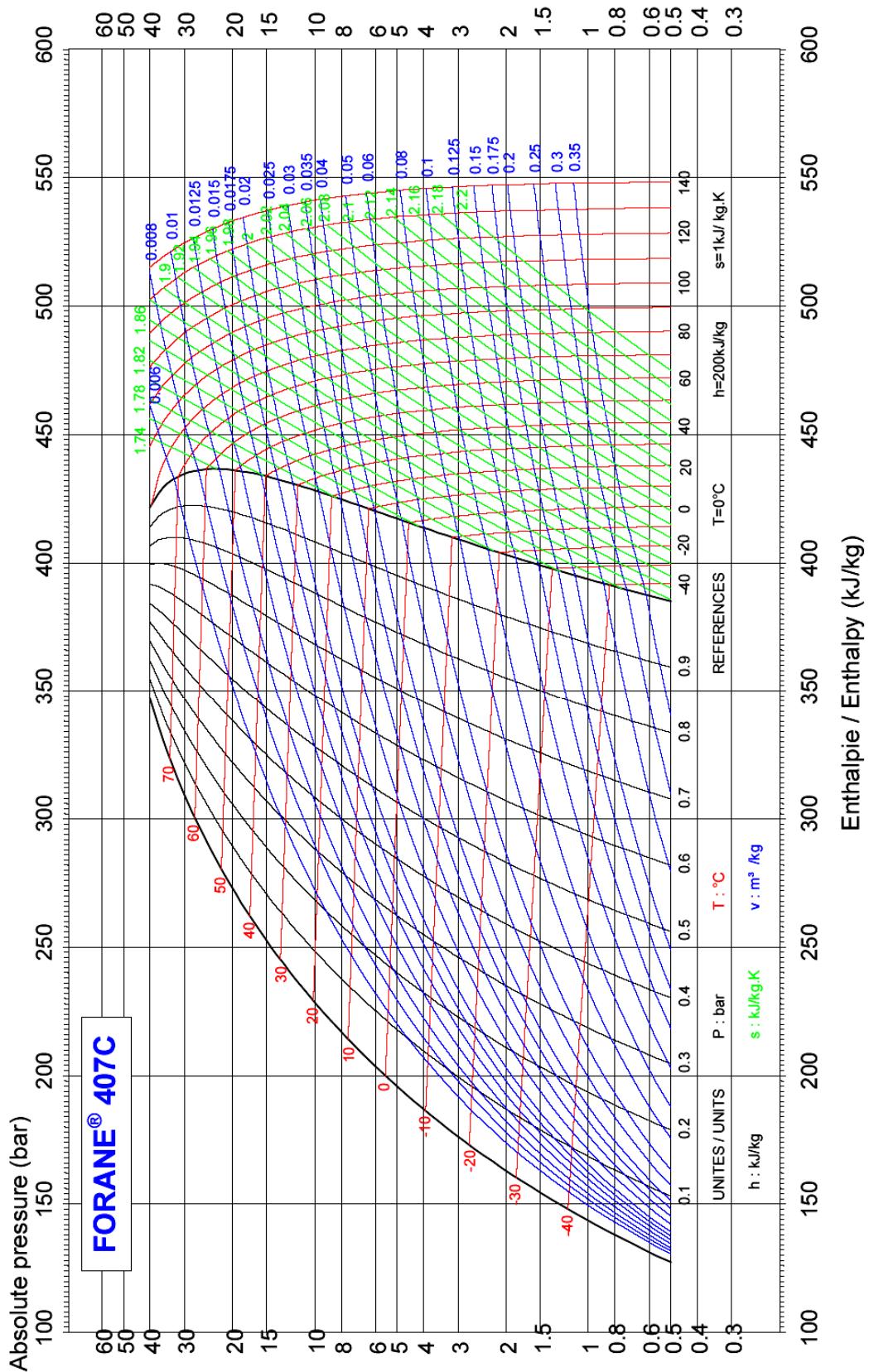
Класификација		Токсичност		
		Клас А		Клас В
		Пониска хронична токсичност	Повисока хронична токсичност	
Запаливост	Клас 1	незапаллив	A1	B1
	Клас 2	пониска запалливост	A2	B2
	Клас 3	повисока запалливост	A3	B3

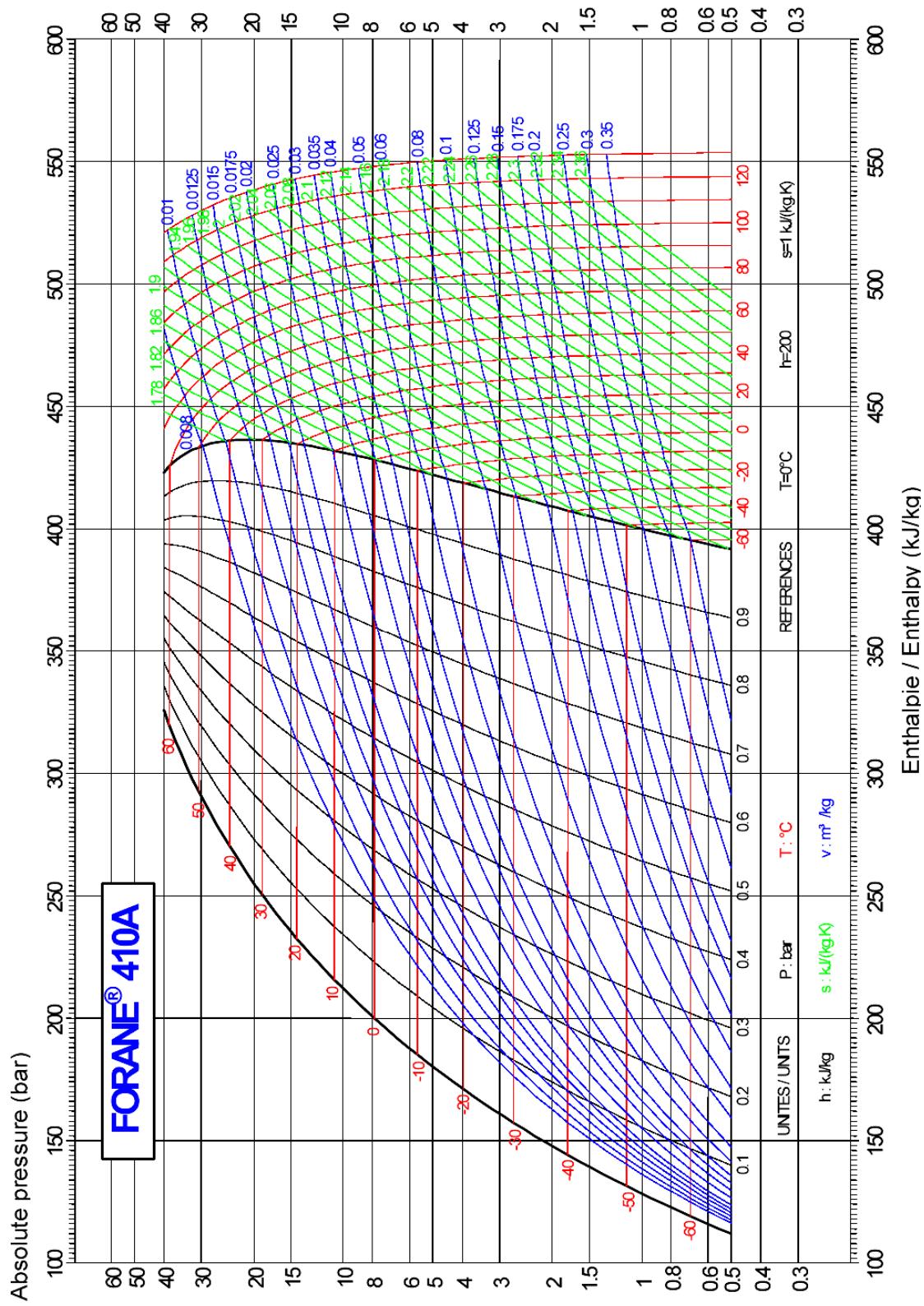
- Класа А ладилни средства кај кои не е забележана токсичност под 400 ppm;
- Класа В ладилни средства кај кои е забележана токсичност под 400 ppm;
- Класа 1 ладилни средства кај кои не е забележан пламен при тестирање во воздух на 60°C и нормален атмосферски притисок;
- Класа 2 ладилни средства кај кои е забележан пламен при тестирање во воздух на 60°C и нормален атмосферски притисок, но имаат повисока граница на запаливост од 3,5% волуменски и имаат топлина на согорување помалку од 19.000 kJ/kg;
- Класа 3 ладилни средства кај кои е забележан пламен при тестирање во воздух на 60°C и нормален атмосферски притисок, но имаат пониска граница на запаливост од 3,5% волуменски и имаат топлина на согорување еднаква или повисока од 19.000 kJ/kg;











**Прирачникот е изработен со финансиска помош од Мултилатералниот фонд на Монреалскиот протокол, преку UNIDO Виена како агенција за имплементација.**

**Во изработка на Прирачникот учествуваа:**

**М-р дипл. мет. инж. Marin Kocov, раководител на Канцеларијата за заштита на озонската обвивка при Министерството за животна средина и просторно планирање;**

**М-р дипл. маш. инж. Nikola Stojanovski, национален експерт за заштита на озонската обвивка;**

**Дипл. маш. инж. Josif Blagoevski, национален експерт за заштита на озонската обвивка**

**Скопје, 2011**

**Изработено во 500 примероци**

**Република Македонија**  
**Министерство за животна средина и просторно**  
**планирање**  
**Канцеларија за заштита на озонската обвивка**



**Бул. Гоце Делчев бб**  
**1000 Скопје- Република Македонија**  
**тел/факс: ++ 389 2 3119-622**  
**E-mail: ozonunit@unet.com.mk**  
**www.ozoneunit.gov.mk**