



Република Србија  
МИНИСТАРСТВО  
ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

# **ПРИРУЧНИК ЗА СЕРВИСЕРЕ РАСХЛАДНИХ И КЛИМА-УРЕЂАЈА**



**Multilateral Fund**  
for the Implementation of the Montreal Protocol



ОЗОНСКА  
КАНЦЕЛАРИЈА

# **РАДНА ВЕРЗИЈА**

## Предговор

У новије време човечанство се суочава са све већим бројем глобалних изазова. Наставља се искоришћавање и исцрпљивање природних ресурса планете и нарушавање природне равнотеже, последице су неизвесне. Једна од њих је оштећење озонског омотача, природног слоја Земљине атмосфере, који чува целокупан живот на земљи од ултравиолетног зрачења, а у новије време изазива и климатске промене.

Свесне штетних последица смањења количине озона у стратосфери, односно нарушавања његове природне равнотеже, земље потписнице су усвајањем Бечке конвенције о заштити озонског омотача поставиле темеље за будућу међународну сарадњу и доношење конкретних договора. На основу тога су Монреалским протоколом о супстанцама које оштећују озонски омотач дефинисани мере које треба предузети, динамика и начин њихове реализације и утврђење обавезе земаља потписница тог протокола. До данас је 197 држава света, међу којима и Република Србија, ратификовало Монреалски протокол, преузеле обавезу да постепено укину производњу и потрошњу супстанци које оштећују озонски омотач.

Елиминацијом CFC супстанце које оштећују озонски омотач, створени су услови да се даље наставе активности усмерене ка елиминацији HCFC супстанци. У складу са тим, Озонска канцеларија у оквиру министарства надлежног за послове заштите животне средине и UNIDO као имплементациона агенција, припремили су План елиминације HCFC супстанци (*HPMP phase out management plan*), који је усвојила Влада Републике Србије, а након тога и Мултилатерални фонд, који је обезбедио финансијска средства за његову имплементацију.

Планом је, осим елиминације HCFC супстанци као примарног циља, предвиђен и наставак активности подизања свести о значају озонског омотача, подизања нивоа обучености сервисера расхладне и климатизационе (RAC) опреме, подизањем нивоа опремљености сервисних радионица, надоградње образовних програма у средњим стручним школама и јачања институција, како би се интегрисало и организационо уобличио деловање свих чинилаца у области RAC технике / RAC сектора.

Овај приручник је резултат сарадње Озонске канцеларије Републике Србије и UNIDO-вог експерта Васиља Ефимова. По садржају и начину излагања прилагођен је и намењен за обуку сервисера расхладних и клима-уређаја, а може се очекивати да ће бити користан и ученицима средњих стручних школа и свима који су заинтересовани за ову област. Садржи основне информације о елементима и начину функционисања разних RAC система, при чему су посебно истакнуте правилне процедуре сервисирања расхладних и клима-уређаја, које подразумевају прикупљање и рециклирање расхладних флуида. Пажња је посвећена и савременим средствима за подмазивање. Осим техничких информација приручник садржи и основне податке о озонском омотачу, Монреалском протоколу, а додато је и поглавље о националном законодавству како би се сервисерима и сервисним радионицама олакшало да свој рад ускладе са важећим прописима који регулишу ову област.

Заштита озонског омотача је глобални проблем који тражи глобално решење које се може постићи координираним активностима свих релевантних фактора. При томе увек треба имати на уму да у борби за очување озонског омотача нема малих акција. Сваки појединац, чак и ако не учествује у организованим активностима и није непосредно



ангажован у производњи, сервисирању и промету расхладне и климатизационе опреме, може одговорним понашањем да допринесе очувању озонског омотача, како би живот на земљи у будућности био заштићен од погубног ултравиолетног зрачења. Садржај приручника је усклађен са националном Уредбом о сертификацији лица која обављају одређене делатности у вези са супстанцама које оштећују озонски омотач и одређеним флуорираним гасовима са ефектом стаклене баште („Службени гласник РС”, број 24/2016).

Садржај плана и програма обуке за сервисне техничаре			Категорија				Планира- но време за тему
Обука: Т – теорија, П – практична – показна		Страна у Приручни- ку	A I	A II	AI II	AI V	
1. Основе термодинамике							
T1.01	Познавање основних СИ јединица (Међународни систем јединица) за температуру, притисак, масу, густину и енергију	15	T	T		T	
T1.02	Разумевање основа теорије расхладних система: основе термодинамике (главни појмови), параметри и процеси као што су прегревање, део расхладне инсталације под ниским притиском, ефекат расхлађивања, загревање од компресије, енталпија, део расхладне инсталације под високим притиском, потхлађивање течне фазе, карактеристике и термодинамичке трансформације расхладних средстава, укључујући и идентификацију зеотропских смеша и стања флуида	17	T	T			
T1.03	Коришћење одговарајућих табела и дијаграма и њихово тумачење у смислу индиректне провере цурења (укључујући проверу исправности рада система); коришћење log p-h дијаграма, табеле засићења расхладног средства; приказ дијаграма једноступене компресије расхладног циклуса	21	T	T			
T1.04	Опис рада главних делова инсталације (компресора, испаривача, кондензатора, термостатичких експанзионих вентила) и термодинамичке трансформације расхладног средства	26		T			
T1.05	Познавање функције следећих делова који се користе у расхладним	27					



Садржај плана и програма обуке за сервисне техничаре		Категорија				Планира- но време за тему
Обука: Т – теорија, П – практична – показна	Страна у Приручни- ку	A I	A II	AI II	AI V	
инсталацијама и њихова улога и значај у спречавању и откривању цурења расхладног средства: (а) вентили (лоптасти, мембрански, неповратни, сигурносни), (б) тер- мостати и пресостати, (в) видна стакла и индикатори влажности, (г) контролори за отапање, (д) зашти- та од замрзавања, (ђ) опрема за мерење температура и притисака, (е) опрема за контролу нивоа уља, (ж) сакупљачи течности – рисиве- ри, (з) одвајачи течности и уља		T				

**2. Утицај расхладних средстава на животну средину и одговарајући прописи у области заштите животне средине**

T2.01	Основно знање о Монреалском протоколу, климатским променама и Кјото протоколу и познавање националних прописа који се баве супстанцама које оштећују озонски омотач и флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште	29	T	T	T	T	
T2.02	Основно знање о потенцијалу оштећења озонског омотача ( <i>Ozone depletion potential ODP</i> ), потенцијалу глобалног загревања ( <i>Global warming potential – GWP</i> ), употреби супстанци које оштећују озонски омотач, флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште и другим супстанцама као расхладним средствима, утицај емисија контролисаних супстанци на оштећење озонског омотача (редослед величина њихових ODP вредности) и утицај емисија супстанци које оштећују озонски омотач и флуорованих гасова са ефектом стаклене баште на климатске промене (редослед величина њихових GWP вредности)	42	T	T	T	T	

**3. Провера пре пуштања у рад, након дужег периода некоришћења, након одржа-**

Садржај плана и програма обуке за сервисне техничаре			Категорија				Планира- но време за тему
Обука: Т – теорија, П – практична – показна		Страна у Приручни- ку	A I	A II	AI II	AI V	
вања или поправке, или током рада							
П3.01	Извршити пробу на притисак одређених делова инсталације (страна ниског притиска, страна високог притиска)	47	П	П			
П3.02	Извршити пробу на притисак инсталације да би се проверила непропусност	48	П	П			
П3.03	Коришћење вакуум пумпе	49	П	П			
П3.04	Вакуумирање инсталације да би се елиминисао ваздух и влага из ње у складу са принципом добре праксе	49	П	П			
Т3.05	Уношење података у евиденциону књигу опреме и попуњавање извештаја о једном или више тестова и проверама извршеним током испитивања	51	Т	Т			

<b>4. Цурења</b>							
Т4.01	Познавање потенцијалних тачака цурења у расхладној и климатизационој опреми и топлотним пумпама	53	Т	Т		Т	
Т4.02	Провера евиденције опреме пре провере цурења и идентификација одговарајућих информација о сваком проблему или области проблема који се понављају и на које треба обратити посебну пажњу	59	Т	Т		Т	
П4.03	Визуелни и ручни преглед целокупног система у складу са Уредбом о поступању са супстанцама које оштећују озонски омотач, као и о условима за издавање дозвола за увоз и извоз тих супстанци („Службени гласник РС”, број 114/13) и са Уредбом о поступању са флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште, као и о условима за издавање дозвола за увоз и извоз тих гасова („Службени гласник РС”, број 120/13)	59	П	П		П	
П4.04	Провера заптивености инсталације – цурења коришћењем индирек-	60					



Садржај плана и програма обуке за сервисне техничаре		Категорија				Планира- но време за тему	
Обука: Т – теорија, П – практична – показна		Страна у Приручни- ку	А I	А II	АI II		АI V
	тних метода у складу са Уредбом о поступању са супстанцама које оштећују озонски омотач, као и о условима за издавање дозвола за увоз и извоз тих супстанци и са Уредбом о поступању са флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште, као и о условима за издавање дозвола за увоз и извоз тих супстанци и упутством за употребу система		П	П		П	
П4.05	Коришћење преносних мерних уређаја као што су комплет манометара, термометри и мултиметри за мерење волт(В)/ампер(А)/ом(Ω) у склопу индиректних метода за проверу цурења и тумачења измерених параметара	60	П	П		П	
П4.06	Провера заптивености инсталације – коришћењем једне од директних метода наведених у Уредби о поступању са супстанцама које оштећују озонски омотач, као и о условима за издавање дозвола за увоз и извоз тих супстанци и са Уредби о поступању са флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште, као и о условима за издавање дозвола за увоз и извоз тих гасова	61	П				
П4.07	Провера заптивености инсталације – цурења коришћењем једне од директних метода под условом да провера не доводи до прекида расхладног круга у складу са принципом добре праксе	61		П		П	
П4.08	Коришћење електронских уређаја за детекцију цурења	61	П	П		П	П4.08
П4.09	Уношење података у евиденциону књигу опреме	62	Т	Т		Т	П4.09



Садржај плана и програма обуке за сервисне техничаре		Категорија				Планира- но време за тему
Обука: Т – теорија, П – практична – показна	Страна у Приручни- ку	A I	A II	AI II	AI V	

**5. Правилно поступање са системом и расхладним средствима током инсталације, одржавања, сервисирања или сакупљања**

П5.01	Прикључивање и раздвајање ма- нометарске групе и прикључних црева уз минимално цурење рас- хладног средства	65	П	П		
П5.02	Празњење и пуњење вертикалних цилиндричних посуда под прити- ском са расхладним средством у течном стању и у стању паре	68	П	П	П	
П5.03	Коришћење комплета опреме за сакупљање расхладног средства уз минимално цурење	69	П	П	П	
П5.04	Издавање загађеног уља из инста- лације са супстанцама које оштећу- ју озонски омотач или флуорова- ним гасовима са ефектом стаклене баште	72	П	П	П	
П5.05	Утврђивање агрегатног стања рас- хладног средства (течност, пара) и стања (потхлађен, засићен или прегрејан) пре пуњења, како би се обезбедила исправна метода и количина пуњења. Пуњење систе- ма расхладним средством (и у теч- ној фази и у фази паре) без губитка расхладног средства	73	П	П		
П5.06	Коришћење вага за мерење масе расхладног средства	73	П	П	П	
Т5.07	Попуњавање евиденционе књиге опреме свим одговарајућим информацијама о сакупљеном или додатом расхладном средству	74	Т	Т		
Т5.08	Познавање захтева и процедура за поступање, складиштење и тран- спорт загађених расхладних сред- става и уља	74	Т	Т	Т	

Садржај плана и програма обуке за сервисне техничаре			Категорија				Планира- но време за тему
Обука: Т – теорија, П – практична – показна	Страна у Приручни- ку	A I	A II	AI II	AI V		
6. Делови: инсталација, пуштање у рад и одржавање клипног, вијачног и ротационог компресора, једноступеног и двоступеног							
T6.01	Објашњење основне функције компресора (укључујући контролу капацитета и систем подмазивања) и ризика од цурења или ослобађања расхладног средства које је повезано са радом компресора	75	Т	Т			
P6.02	Правилно постављање компресора, укључујући опрему за контролу и заштиту, како не би дошло до цурења или великог ослобађања расхладног средства приликом пуштања система у рад	81	П				
P6.03	Подешавање заштитних и контролних прекидача	81	П				
P6.04	Подешавање усисних и потисних зауставних вентила	81	П				
P6.05	Провера система за враћање уља	82	П				
P6.06	Пуштање у рад и заустављање компресора и провера радних параметара, укључујући и мерење током рада компресора	82	П				
T6.07	Писање извештаја о стању компресора у којем се наводе проблеми у раду компресора који би могли да оштете систем и изазову цурење или ослобађање расхладног средства ако се ништа не предузме	82	Т				

<b>7. Делови: инсталација, пуштање у рад и одржавање кондензатора са ваздушним и воденим хлађењем</b>							
T 7.01	Објашњење основне функције кондензатора и ризика цурења који су повезани са радом кондензатора	85	Т	Т			
P7.02	Подешавање регулатора притиска кондензације који је повезан са радом кондензатора	88	П				
P7.03	Правилно постављање кондензатора, укључујући опрему за контролу и заштиту, како се не би догодило цурење или велико ослобађање расхладног средства приликом пуштања	88	П				



Садржај плана и програма обуке за сервисне техничаре			Категорија				Планира- но време за тему
Обука: Т – теорија, П – практична – показна		Страна у Приручни- ку	A I	A II	AI II	AI V	
	система у рад						
П7.04	Подешавање заштитних и контрол- них прекидача	89	П				
П7.05	Провера потисног цевног развода и течног вода	89	П				
П7.06	Испуштање некондензујућих гасова из кондензатора уз коришћење уре- ђаја за испуштање расхладног сред- ства	89	П				
П7.07	Пуштање у рад и заустављање кон- дензатора и провера радних параме- тара, укључујући и мерења током рада	90	П				
П7.08	Провера површине кондензатора	90	П				
Т7.09	Писање извештаја о стању конденса- тора у којем се наводе проблеми у раду кондензатора који би могли да оштете систем и изазову цурење или ослобађање расхладног средства ако се ништа не предузме	90	Т				

#### 8. Делови: инсталација, пуштање у рад и одржавање испаривача са ваздушним и воденим хлађењем

Т8.01	Објашњење основне функције испаривача (укључујући и систем за отопљање) и ризика од цурења који су повезани са радом испари- вача	91	Т	Т			
П8.02	Подешавање регулатора притиска испаривача у испаривачу	93	П				
П8.03	Правилно постављање испаривача, укључујући опрему за контролу и заштиту, како се не би догодило цурење или велико ослобађање расхладног средства приликом пуштања система у рад	93	П				
П8.04	Подешавање заштитних и кон- тролних прекидача	93	П				
П8.05	Провера да ли су течни вод и уси- сни цевовод правилно постављени	93	П				
П8.06	Провера цевовода топлог гаса за отопљање испаривача	93	П				
П8.07	Подешавање вентила за регулацију притиска испаривача	94	П				



Садржај плана и програма обуке за сервисне техничаре			Категорија				Планира- но време за тему
Обука: Т – теорија, П – практична – показна		Страна у Приручни- ку	A I	A II	AI II	AI V	
П8.08	Пуштање у рад и заустављање испаривача и провера радних параметара, укључујући и мерења током рада испаривача	94	П				
П8.09	Провера површине испаривача	95	П				
Т8.10	Писање извештаја о стању испаривача у којем се наводе проблеми у раду који би могли да оштете систем и изазову цурење или ослобађање расхладног средства ако се ништа не предузме	95	Т				

#### 9. Делови: инсталација, пуштање у рад и сервисирање термоекспанзионог вентила (ТЕВ) и других делова

Т9.01	Објашњење основног рада различитих врста експанзионих регулатора (термоекспанзионих вентила, капиларних цеви) и ризика од цурења који су повезани са њиховим радом	97	Т	Т			
П9.02	Постављање вентила у исправан положај	99	П				
П9.03	Подешавање механичких и електронских ТЕВ	100	П				
П9.04	Подешавање механичких и електронских термостата	102	П				
П9.05	Подешавање вентила за регулацију притиска	102	П				
П9.06	Подешавање механичких и електронских граничника притиска	103	П				
П9.07	Провера рада сепаратора уља	103	П				
П9.08	Провера стања филтер-сушача	103	П				
Т9.09	Писање извештаја о стању тих делова у којем се наводе проблеми у раду ових делова који би могли да оштете систем и изазову цурење или ослобађање расхладног средства ако се ништа не предузме	104	Т				

#### 10. Цевовод: постављање непропусног цевног развода у расхладним инсталацијама

П10.01	Заваривање, тврдо и (или) меко лемљење металних спојева и цевовода који су непропусни, користе се у расхладним и климатизацио-	110	П	П			
--------	--	-----	---	---	--	--	--

Садржај плана и програма обуке за сервисне техничаре			Категорија				Планира- но време за тему
Обука: Т – теорија, П – практична – показна		Страна у Приручни- ку	A I	A II	AI II	AI V	
	ним инсталацијама и инсталација- ма топлотних пумпи						
П10.02	Прављење – провера цевовода и цевних ослонаца	114	П	П			

Б сертификат				
Обука: Т – теорија, П – практична – показна		Страна у Приручни- ку	МОДУЛ	Планирано време за тему
Б1. Рад на климатизационим системима који садрже супстанце које оштећују озонски омотач или флуороване гасове са ефектом стаклене баште у моторним возилима, њи- хов утицај на животну средину као расхладних средстава и одговарајући прописи из области заштите животне средине				
T1.01	Основно знање о раду климатиза- ционих система у моторним вози- лима	121	Т	
T1.02	Основно знање о употреби и осо- бинама супстанци које оштећују озонски омотач и флуорованих гасова са ефектом стаклене баште који се користе као расхладна средства у климатизационим системима моторних возила, ути- цај емисија тих гасова на животну средину (редослед величина њи- хових GWP вредности)	124	Т	
T1.03	Основно знање о одговарајућим одредбама националних прописа којима се регулишу супстанцама које оштећују озонски омотач и флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште	124	Т	
Б2. Правилно сакупљање супстанци које оштећују озонски омотач и флуорованих гасо- ва са ефектом стаклене баште				
T2.01	Познавање заједничких процедура извлачења и сакупљања супстанци које оштећују озонски омотач и флуорованих гасова са ефектом стаклене баште;	125	Т	



Садржај плана и програма обуке за сервисне техничаре		Категорија				Планира- но време за тему
Обука: Т – теорија, П – практична – показна		А I	А II	АI II	АI V	
Обука: Т – теорија, П – практична – показна		Страна у Приручни- ку:		ТИП МОДУЛА		Планирано време за тему
P2.02	Прикључивање вертикалне цилиндричне посуде под притиском за расхладно средство; пуњење и извлачење	126		П		
P2.03	Успостављање и прекидање везе апарата (комплета, сета) за сакупљање до и од сервисних прикључака климатизационих система моторних возила који садрже супстанце које оштећују озонски омотач или флуороване гасове са ефектом стаклене баште	127		П		
P2.04	Примена уређаја за сакупљање расхладног средства	104		П		

ДОПУНА ВАН УРЕДБЕ			
<b>Расхладна средства</b> (органска и неорганска расхладна средства, утицај расхладног средства на околину, ефекат стаклене баште – природно глобално загревање, потенцијал глобалног загревања, утицај расхладних средстава на околину, класификација расхладних средстава у сигурносне групе, директни и индиректни системи, избор расхладног средства и уља за компресоре)	129		
<b>Безбедносне мере у раду са расхладним средствима</b> (лична сигурност, сигурност алата и опреме, сигурност током употребе електричних алата, сигурност електричних инсталација, сигурност од пожара, сигурност током рада на расхладним и клима-уређајима, руковање и складиштење судова – боца са расхладним средствима, прва помоћ у случају повреде сервисера)	138		
<b>Најчешће коришћени алати у сервисирању расхладне и климатизационе опреме</b>	142		





## 1. ОСНОВЕ ТЕРМОДИНАМИКЕ

### T-1.01 Познавање основних СИ јединица (Међународни систем јединица) за температуру, притисак, масу, густину и енергију

Међународни систем мерних јединица састављен је од седам основних јединица, које су приказане у табели.

Име	Симбол	Величина
Метар	m	Дужина
Секунда	s	Време
Килограм	kg	Маса
Ампер	A	Струја
Келвин	K	Термодинамичка температура
Кандела	cd	Јачина светлости
Мол	mol	Количина супстанце

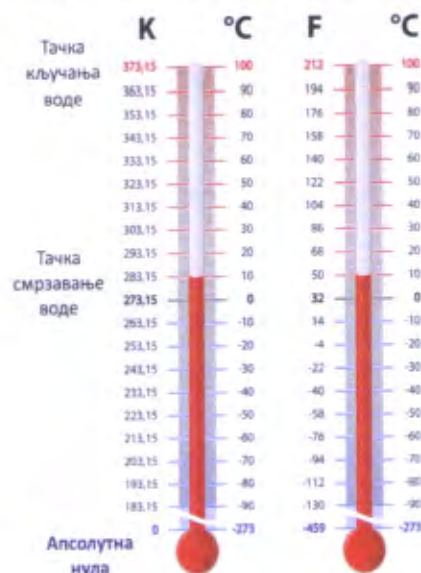
Основне јединице могу да се комбинују како би се извеле јединице за мерење осталих величина. Преглед најчешће коришћених јединица у расхлади и климатизација дат је у следећој табели:

Име	Симбол	Величина	Еквивалентна јединица СИ
Температура	°C	Температура	T у K – 273,5
Џул	J	Рад, енергија, количина топлоте	kg m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> , или N m
Паскал	Pa	Притисак	kg m/s <sup>2</sup> , или N/m <sup>2</sup>
Ват	W	Снага	kg m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> , или J/s
Њутн	N	Сила	

Осим ових јединица, користе се и такозване сложене јединице које су настале комбинацијом основних јединица у СИ систему. У табели која следи дате су јединице мере које се најчешће користе у области расхладне технике и климатизације.

Име	Симбол	Величина
Кубни метар	m <sup>3</sup>	Запремина
Килограм у кубном метру	kg/m <sup>3</sup>	Густина
Џул по килограм Келвину	J/kgK	Специфични топлотни капацитет

Конверзија температуре из једне у другу мерну јединицу и најчешће коришћене јединице приказане су на следећој слици.



Табела конверзије најчешће применених јединица

1 Bar	= 14.7 psig
1 Btu	= 252 Gram-calories
1 Btu/Hr	= 0.252 K cal/Hr
1 Btu/Hr-°F	= 0.453 K cal/Hr-°C
1 Btu/Hr-Ft <sup>2</sup> -°F	= 4.88 K cal/Hr-M <sup>2</sup> -°C
1 Cfm	= 28.32 Liters/Minute
1 Cfm	= 1.7 Cubic Meters/Hr
5/9 (°F-32)	= °C
1 Foot	= 0.3048 Meter
1 Square Foot	= 0.0929 Square Meter
1 Cubic Foot	= 0.0283 Cubic Meter
1 US Gallon	= 3.785 Liter
1 Inch	= 2.54 Centimeters
1 Square Inch	= 6.452 Square Centimeters
1 Cubic Inch	= 16.39 Cubic Centimeters
1 Inch H <sub>2</sub> O	= 2.54 Grams/CM <sup>2</sup>
1 Pound	= 453.6 Grams
1 PSI	= 0.07031 Kg/CM <sup>2</sup>
1 Watt	= 3.413 Btu/Hr
Micron	= 0.000 001 Meters

	°C	°F	°K	°R
°C	°C	$\frac{TF-32}{1.8}$	°K-273	$\frac{TR-492}{1.8}$
°F	$1.8^{\circ}\text{C} + 32$	°F	$1.8^{\circ}\text{K}-460$	°R-460
°K	°C+273	$\frac{TF-32}{1.8} + 273$	°K	°R/1.8
°R	$1.8^{\circ}\text{C}+492$	°F+460	$1.8^{\circ}\text{K}$	°R

Конверзија температуре из једне температурне скале, као што су Келвинови, Целзијусови, Ранкинови и Фаренхајтови степени, и другу, приказана је у табели са леве стране.

Примери који нас уводе у термотехничке прорачуне:

$$1. 1000 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 1000 \times \frac{4186 \text{ J}}{3600 \text{ s}} = 1163 \text{ W}$$

2. Ако сте купили клима-уређај такозвану дванаестицу то значи:  $12.000 \frac{\text{Btu}}{\text{h}} = 12.000 \times 1 \text{ W} / 3.413 = 3.516 \text{ W}$ .

3. Када расхладни уређај расхладне снаге од 3,5 KW на -20 °C ради 5 сати непрекидно хладећи робу, то значи да је одвео 17,5 KWh топлоте из простора који се хлади.  $3,5 \times 5 = 17,5 \text{ KWh}$ .

4. Прерачун температура:  $0 \text{ K} = -273 \text{ °C}$ ;  $273 \text{ K} = 0 \text{ °C} = 32 \text{ °F}$ ;  $100 \text{ °C} = 373 \text{ K} = 212 \text{ °F}$ .

У термотехници је битан стандард SRPS ISO 80000-5 : 2014 који даје називе, ознаке и дефиниције величина и јединица у области термодинамике. Када је то *погодно*, дати су и конверзионни фактори.

**Појмови које треба да знате при раду са расхладним средствима**

$P_{\text{aps}} = P_{\text{amb}} + P_{\text{gauge}}$  ( $P_{\text{aps}}$  = апсолутни притисак =  $P_{\text{амбијентално}} + P_{\text{манометарски}}$ )

На површини Земље притисак је 0, мерен на бурдоновом манометру (*gauge*).

**Сервисни манометри (*gauge*)** показују разлику између стварног притиска, који је у опружно савијеној цеви и атмосферског притиска, који је око бурдонове цеви.



## 1. Основе термодинамике

**Атмосферски притисак** (на висини мора),  $1 \text{ atm} = 1,01325 \text{ bar} = 760 \text{ mmHg} = 760.000$  микрона

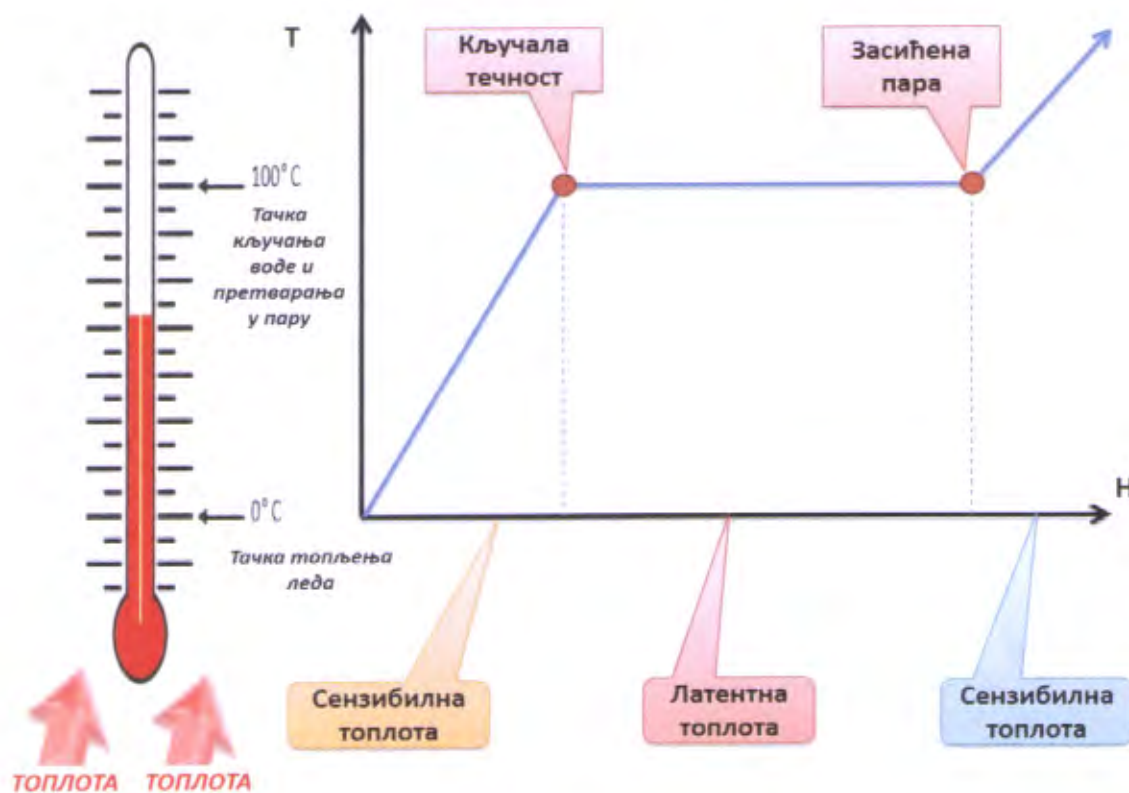
Дакле  $1 \text{ Torr} = 1 \text{ mmHg} = 1000$  микрона (мисли се Hg).

**Масени проток**  $\dot{m} [\text{Kg/s}] = \rho A v [\text{Kg/m}^3 \times \text{m}^2 \times \text{m/sec}]$  пада са падом притиска и одвођењем топлоте, тј. хлађењем гаса расхладног средства.

**T – 1.02 Разумевање основа теорије расхладних система: основе термодинамике (главни појмови), параметри и процеси као што је прегревање, део расхладне инсталације под ниским притиском, ефекат расхлађивања, загревање од компресије, енталпија, део расхладне инсталације под високим притиском, потхлађивање течне фазе, карактеристике и термодинамичке трансформације расхладних средстава, укључујући и идентификацију зеотропских смеша и стања флуида;**

Топлота, или топлотна енергија  $Q$ , јесте способност радне материје да врши размену енергије са околином. Мерна СИ јединица за топлоту је џул  $[J]$ . Топлота се у природи увек креће са топлијег тела више температуре на хладније тело ниже температуре.

Постоје три врсте преноса топлоте: **конвекција** са једног тела у додиру са другим, **кондукција** у оквиру истог тела са топлијег на хладнији крај и **зрачењем** кроз простор са топлијег на хладније тело (и то са четвртим степеном апсолутне температуре тела – пример: зими ми у хладној соби, и зрачењем преносимо топлоту на хладне зидове па имамо осећај непријатности док се зидови не загреју).



**Сензибилна топлота** је када њеним додавањем расте и температура тела примаоца топлоте, и обрнуто, ако се хлади, тј. одузима му се топлота, пада температура тела које одаје топлоту.

**Латентна топлота** је када се њеним додавањем не мења температура примаоца топлоте већ му се грејањем мења агрегатно стање – из чврстог у течност, из течност у гасовито и обратно хлађењем. На слици испод приказана је промена стања доведеном топлотом. (Пример промене агрегатног стања воде у тачкама).

Врсте топлоте:

1. У чврстом агрегатном стању воде у појавном облику леда 1. при грејању на температури од  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , додајући му сензибилну топлоту (специфична топлота леда је  $2,108\text{ kJ/kgK}$ ) лед грејемо до  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
2. И поред додате топлоте температура остаје на  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , латентна топлота топљења леда
3. Када нема више леда, вода се додавањем сензибилне топлоте греје од  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  (специфична топлота воде  $4,186\text{ kJ/kgK}$ ).
4. Вода остаје на  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , док се сва вода не претвори у водену пару (латентна топлота промене фазе од воде у пари износи  $2257\text{ kJ/kg}$ ).
5. Када сва вода испари и пређе у облик паре – водена пара се прегрева за  $T_{\text{паре}} > 100\text{ }^{\circ}\text{C}$  сензибилном додатом топлотом, специфична топлота ср водене паре је  $2,08\text{ kJ/kgK}$  за сваки степен раста температуре (све температуре у примеру овде дате за притисак на нивоу мора). (Ради упрошћења приказа није разматрана сублимација – директна промена леда у пару).



Дијаграм температура – енталпија воде

Управо овај ефекат промене агрегатног стања расхладне течности у испаривачу (која истовремено одузима топлоту роби у комори – *absorb heat = gain heat p.c.*) у гасовито агрегатно стање расхладног средства користе расхладни уређаји (клима-уређаји, топлотне пумпе,...) и кондензацијом у кондензатору од гасовитог ка течностној фази рас-



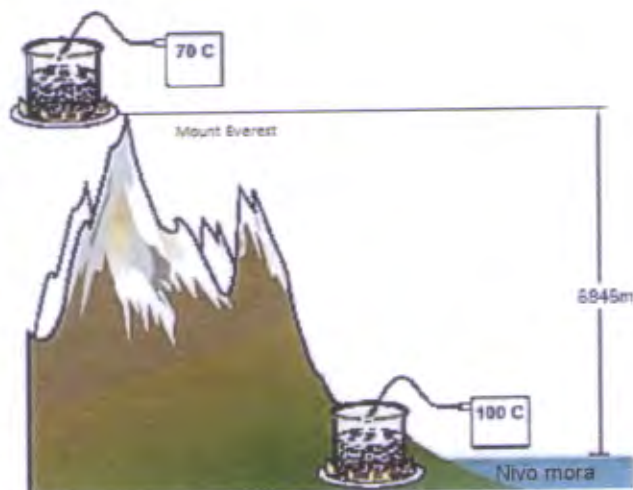
## 1. Основе термодинамике

хладног средства у систему. Из претходног примера видимо да је у том делу дијаграма најефикасније искоришћење одведене и доведене топлоте.

Напоменимо овде ради илустрације да је за расхладно средство R134a, на температури од  $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$ , специфична латентна топлота испаравања / кондензације  $220,2\text{ kJ/kg}$ , а специфична топлота на  $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$  је  $1,05\text{ kJ/kgK}$ .

Рад у хлађењу посматрамо као механички рад уложен у расхладни процес ради сабијања расхладног средства, у гасовитом стању.

**Енталпија** – ( $h$ ) јесте топлотни потенцијал расхладног средства дефинисан са ( $T, p$ ) у некој тачки  $p$ - $h$  Мулијеровог дијаграма. Са  $p$ - $h$  дијаграма можемо лако да израчунамо топлоту као разлику енталпија крајњих тачака ( $T, p$ ) или уложени рад компресора у циклусима левокружног расхладног циклуса. Јединица мере на  $p$ - $h$  дијаграмима дефинисана је за свако расхладно средство посебно по  $1\text{ kg}$  расхладног флуида, зато је у дијаграму  $h$  дат као  $[\text{J/kg}]$ .



TEMP	Green R22	Light Blue R134A	Yellow Brown R401B (MP 66)	Light Brown R402A (HP 80)	Gray R403B (69L)	Orange R404A (HPS2) (FX 70)	White R452A
$^{\circ}\text{C}$	Bar	Bar	Bar	Bar	Bar	Bar	Bar
-45.6	-0.21	-0.63	-0.98	0.1	0.0	0.0	0.1
-44.4	-0.16	-0.59	-0.93	0.1	0.1	0.1	0.2
-43.3	-0.12	-0.57	-0.90	0.2	0.1	0.1	0.2
-42.2	-0.09	-0.55	-0.86	0.3	0.2	0.2	0.3
-41.1	-0.07	-0.52	-0.82	0.3	0.3	0.2	0.3
-40.0	0.0	-0.50	-0.79	0.4	0.3	0.3	0.4
-38.9	0.1	-0.46	-0.74	0.5	0.4	0.4	0.5
-37.8	0.1	-0.43	-0.70	0.5	0.5	0.4	0.5
-36.7	0.2	-0.40	-0.66	0.6	0.5	0.5	0.6
-35.6	0.3	-0.36	-0.61	0.7	0.6	0.6	0.7
-34.4	0.3	-0.33	-0.57	0.8	0.7	0.7	0.8
-33.3	0.4	-0.29	-0.51	0.9	0.8	0.8	0.9
-32.2	0.5	-0.25	-0.46	0.9	0.9	0.8	1.0
-31.1	0.5	-0.21	-0.41	1.0	0.9	0.9	1.1
-30.0	0.6	-0.17	-0.36	1.1	1.0	1.0	1.2
-28.9	0.7	-0.13	-0.31	1.2	1.1	1.1	1.3
-27.8	0.8	-0.09	-0.26	1.3	1.2	1.2	1.4
-26.7	0.9	-0.05	-0.21	1.4	1.3	1.3	1.5
-25.6	0.9	0.0	-0.1	1.5	1.4	1.4	1.6
-24.4	1.0	0.1	0.2	1.7	1.6	1.5	1.7
-23.3	1.1	0.1	0.3	1.8	1.6	1.6	1.8

### Веза температуре и притиска

Промене стања, из парног у течно и обрнуто, зависе од притиска. Порастом притиска повећава се и температура кондензације односно испаравања, снижавањем притиска она се снижава.

Пример може да буде вода. При атмосферском притиску кључање воде почиње на температури од  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  на нивоу мора. На врховима планинских ланаца, где је притисак нижи од атмосферског, воде кључа на нижој температурије.

Овај ефекат се користи у расхладним системима – у испаривачу, да на ниском притиску постигнемо ниску температуру испаравања расхладног флуида, која је нижа од потребне – жељене и постигнуте температуре у расхладној комори.

У кондензатору тај ефекат користимо да на високим притиском постигнутом компресијом компресора достигнемо температуру кондензације расхладног флуида изнад – околног ваздуха који хлади споља. Прелазом топлоте са тела више температуре, рас-

хладни флуид у кондензатору, предаје топлоту на спољни – амбијентални ваздух, тело ниже температуре, мења се агрегатно стање расхладног флуида. (за ваздушно хлађени кондензатор).

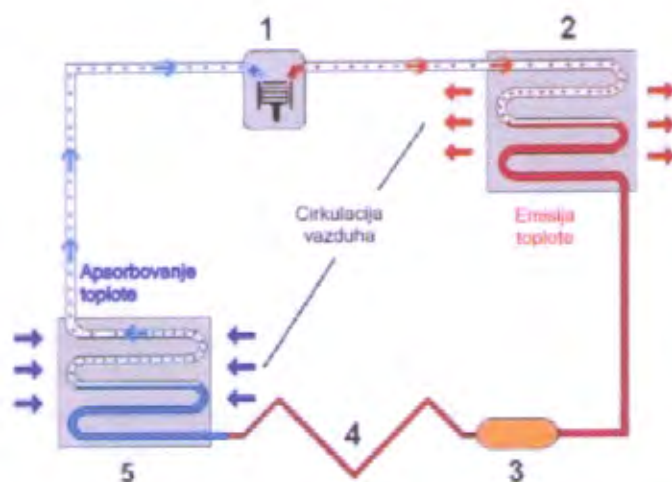
Истовремено, у цеви кондензатора, кондензује се расхладно средство у инсталацији на температури кондензације и притиску кондензације расхладног гаса.

Код **азеотропских смеша и једнокомпонентних расхладних средстава** (пр. R134a овде) често користимо таблице за конкретно расхладно средство, које нам дају основну везу између температуре расхладног средства и манометарским (*gauge*) притиском испаравања кључале течности (*bubble point*).

Тест: Како можемо да проверимо и да ли је одређени расхладни флуид у цилиндру за сакупљање? Ако је цилиндар попримио температуру око њега, на пр., преко ноћи био без употребе, па су цилиндар и садржај расхладног средства на истој температуре. За чисто расхладно средство притисак у боци треба да кореспондира са табличном температуром расхладног средства у боци.

Пример сервисног коришћења таблице је :

1. У расхладној комори је температура је устаљена на  $-15^{\circ}\text{C}$ .
2. Претпостављена температура расхладног средства у испаривачу нижа је за  $-10^{\circ}\text{C}$ . Дакле, температура расхладног средства је  $-25^{\circ}\text{C}$ .
3. Користимо таблице тако да из исечка таблице читамо да R134a за  $-25^{\circ}\text{C}$  даје на сервисним манометрима (тј. *gauge*) притисак од око 0 бара, опсег нетачности се узима  $\pm 0,21 \text{ bar}$ .

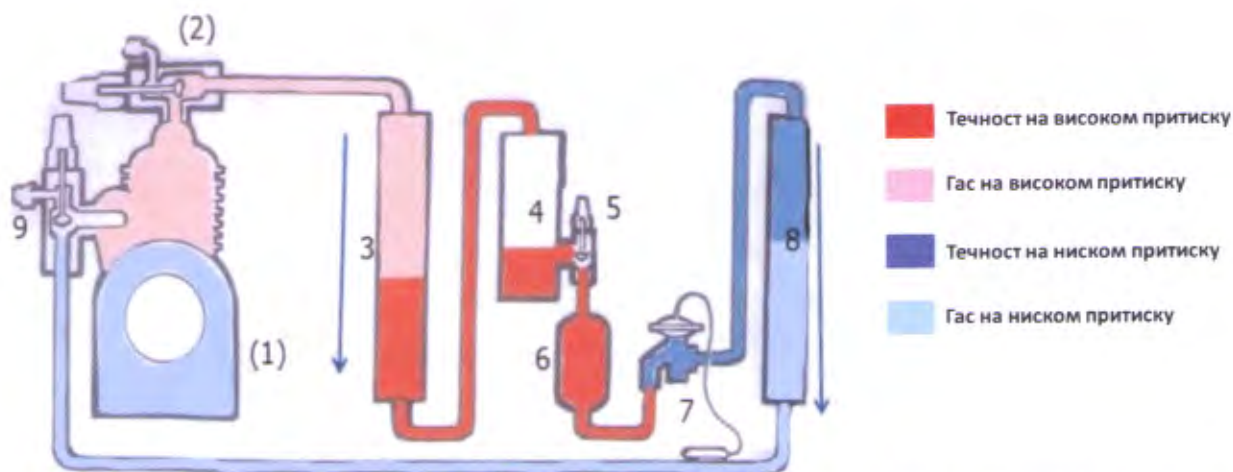


На слици је дат шематски цртеж рада кућног фрижидера са капиларом, где је 5. испаривач у комори фрижидера. Остале компоненте су са спољне стране – фрижидера и то су:

1. компресор,
2. кондензатор,
3. сушач и
4. капилара за пригушење притиска.



**Расподела у расхладној инсталацији на високи и низак притисак и течну и гасну фазу расхладног средства**

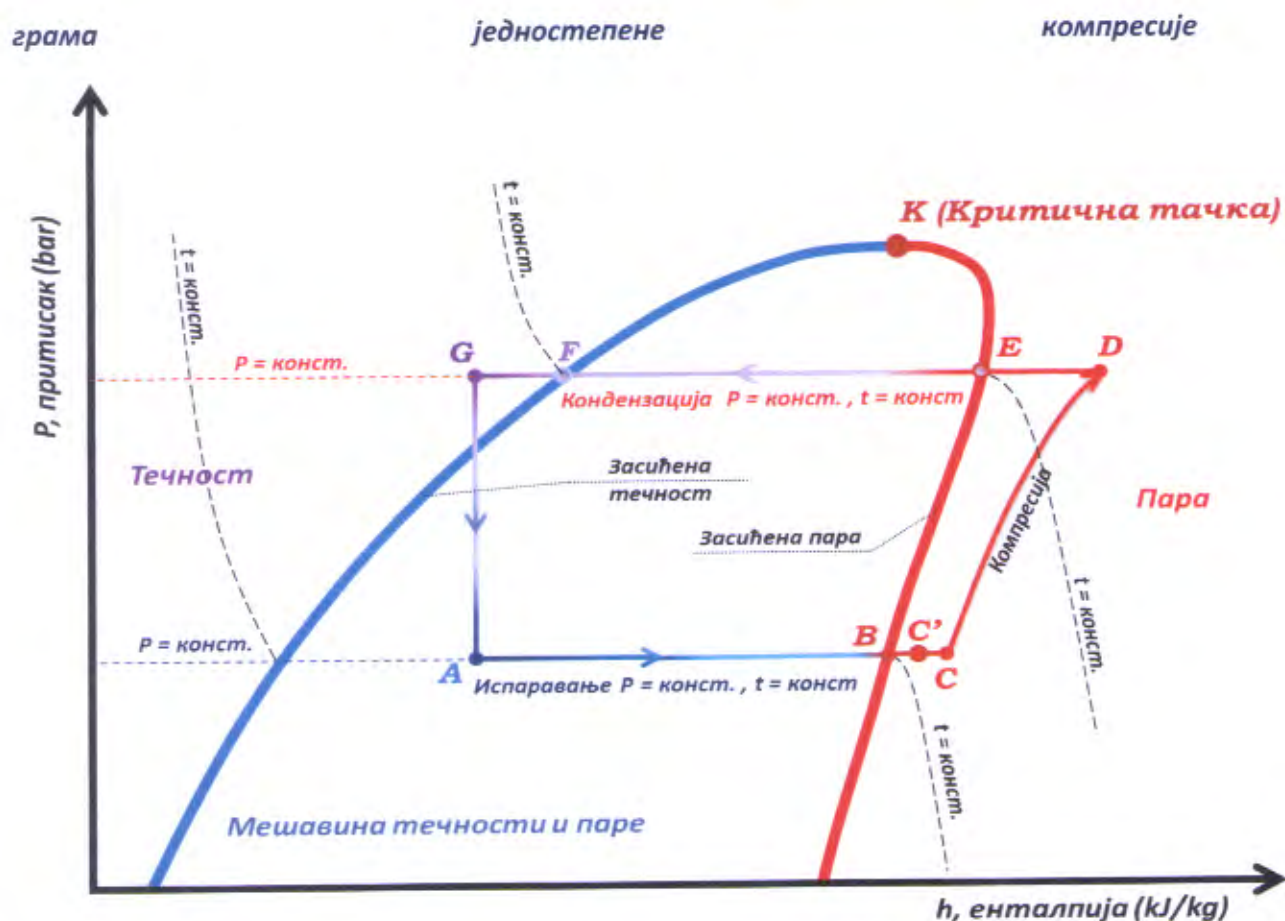


Бојама на слици означена је подела расхладне инсталације на део са течном и гасном фазом и део под високим и под ниским притиском. За сервисну делатност су битни сервисни вентили на инсталацији, и то усисни сервисни вентил на компресору 9 – под ниским притиском, сервисни вентил потиса из компресора 2 – под високим притиском. Трећи сервисни вентил на ресиверу 5 – под високим притиском је битан за извлачење течне фазе или пуњења инсталације течном фазом расхладног средства. Пример разлика од претходног случаја је експанзиони вентил 7 – уместо капиларе и ресивер-сакупљач 4 – течне фазе расхладног средства после кондензатора. Компресор (1), кондензатор (3) и испаривач (8) јесу стандардне компоненте које се појављују на обе слике.

**T1.03 Коришћење одговарајућих табела и дијаграма и њихово тумачење у смислу индиректне провере цурења (укључујући проверу исправности рада система); коришћење од  $p-h$  дијаграма, табеле засићења расхладног средства; приказ дија-**

**Искуствена правила** у даљем разматрању пројектовања – дизајнирања и провере расхладних система су:

- температура кондензације расхладног средства, ваздухом принудно хлађеног, у цевима кондензатора:  $T_{\text{конд.}}$  је 12 К до 18 К изнад улазне температуре околног ваздуха. Усвајамо:  $T_{\text{конд.}} = [15\text{ }^{\circ}\text{C} + T_{\text{амб.}}]$  за разматрање;
- температура кондензације ( $T_{\text{конд.}}$ ) воденог кондензатора: температура улазне воде + 10 К;
- температура кондензације ( $T_{\text{конд.}}$ ) евапоративног кондензатора: (+15  $^{\circ}\text{C}$  амбијенталног ваздуха по влажном термометру);
- температура испаравања расхладног средства у испаривачу: температура у хлађеној комори умањена за 7 К до 10 К при 80% релативне влажности.



Доња гранична крива је температура/притисак кључале течности расхладног средства, лево од критичне тачке p-h дијаграма.

Горња гранична крива је температура/притисак сувозасићене паре расхладног средства или тачке росе и налази се десно од критичне тачке у p-h дијаграму.

У опису процеса механичког компресорског хлађења, расхладна супстанца у испаривачу је у течној фази на ниском притиску и температури  $T_{исп.}$  испод температуре (мање око  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) у расхладној комори коју хладимо, па се ваздух коморе хлади, а расхладна супстанца у испаривачу примајући латентну топлоту и на истом притиску испаравања и истој температури течне фазе расхладног средства. Долази до промене течне фазе расхладног средства у гасовито стање ниског притиска. То је на горњем дијаграму процес испаравања од тачке А до тачке Б.

Гас ниског притиска на изласку из испаривача, под утицајем топлоте ваздуха из расхладне коморе, догрева сензибилном топлотом предатом расхладном средству у гасу и долази до прегревања (*super heat*) од тачке В до тачке С на претходном дијаграму. Тако прегрејану пару (*superheated vapour*) усавава компресор трошећи електричну енергију погонског мотора на извршени механички рад компресије расхладног средства и теоријски изентропски сабија ( $s = \text{const.}$ , без размене топлоте са зидом цилиндра компресора) расхладно средство на високи притисак кондензације и пратећу високу температуру – процес на дијаграму је између тачака С и D. Ако смо у поткритичној области (притисак/температура испод критичне тачке за то расхладно средство), у кондензатору се сада прво хлади врели гас околним ваздухом, од D до E, у даљем процесу кондензације расхладно средство од E до F, на константном притиску кондензације добијамо из гасовитог течне стање високог притиска. Кондензатор сем кондензације



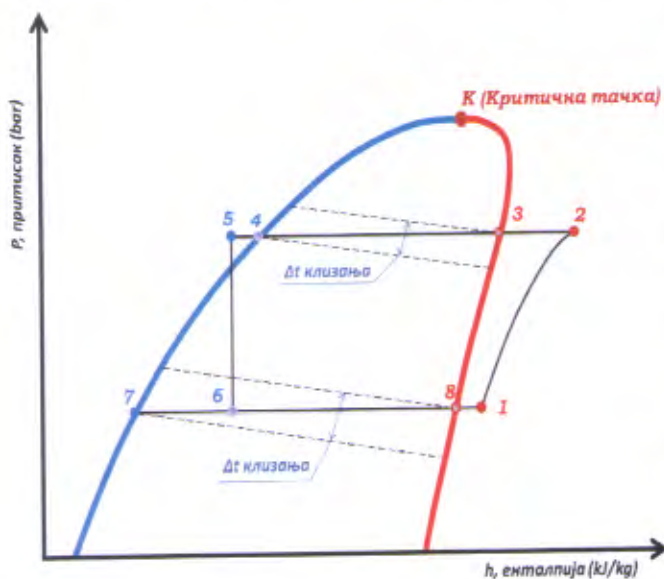
расхладног средства, упрошћено посматрано на просечној средњој температуре кондензације – обично за ваздушне кондензаторе узимамо  $T_{\text{конд}} = T_{\text{амб}} + 15 \text{ K}$  у течној фази после и додатно се потхлађује течност р.с. високог притиска (subcooled liquid) од тачке F до G. Затим расхладно средство као течност високог притиска проласком кроз експанзиони вентил неповратно пада притисак и температура расхладног средства у област влажне паре (мешавини течности и гаса) по изенталпи ( $h = \text{const}$ ) до температуре испаравања тог расхладног средства, и коресподентног притиска  $p_0$  од тачке G до A.

Област дијаграма потхлађене течности (subcooled liquid) налази се лево од доње граничне криве засићене – кључале течности (saturated liquid) = линија кључале течности на разним температурама при степену сувоће  $x = 0$ , састављена је од тачака кључале течности (bubble point). Тачка спајања доње и горње критичне криве је критична тачка – КП (CP – critical point) изнад које је процес транскритичан (наткритичан) и нема кондензације већ само хлађења гаса, а испод тога подкритичан са кондензацијом у опсегу влажне паре – two phase mixture (пр.  $x = 0,4$  значи мешавине од 40% течности и 60% гаса). Десна гранична крива = сувозасићена пара (saturated vapour) јесте и линија температуре тачке росе (dew point) и  $x = 1$ . Десно од те криве је област прегрејане паре (superheated vapour). Одатле же-

лимо да почне компресија компресора без течности, односно само гас како компресор не би доживео хидраулични удар.

Код зеотропских смеша долази до клизања температуре на притиску испаравања и кондензације.

Опис слике зеотропске смеси лево: тачка 1 – почетак компресије компресора, 2 – завршетак компресије, 3 – почетак кондензације, 4 – Излаз из кондензације, 5 – потхлађивање, 6 – улазак у испаривач, 7 – на доњој граничној криви – температура кључања на притиску испаравања, 8 – излазак из испаривача, од 8 до 1 прегревање расхладног средства до уласка у компресор.



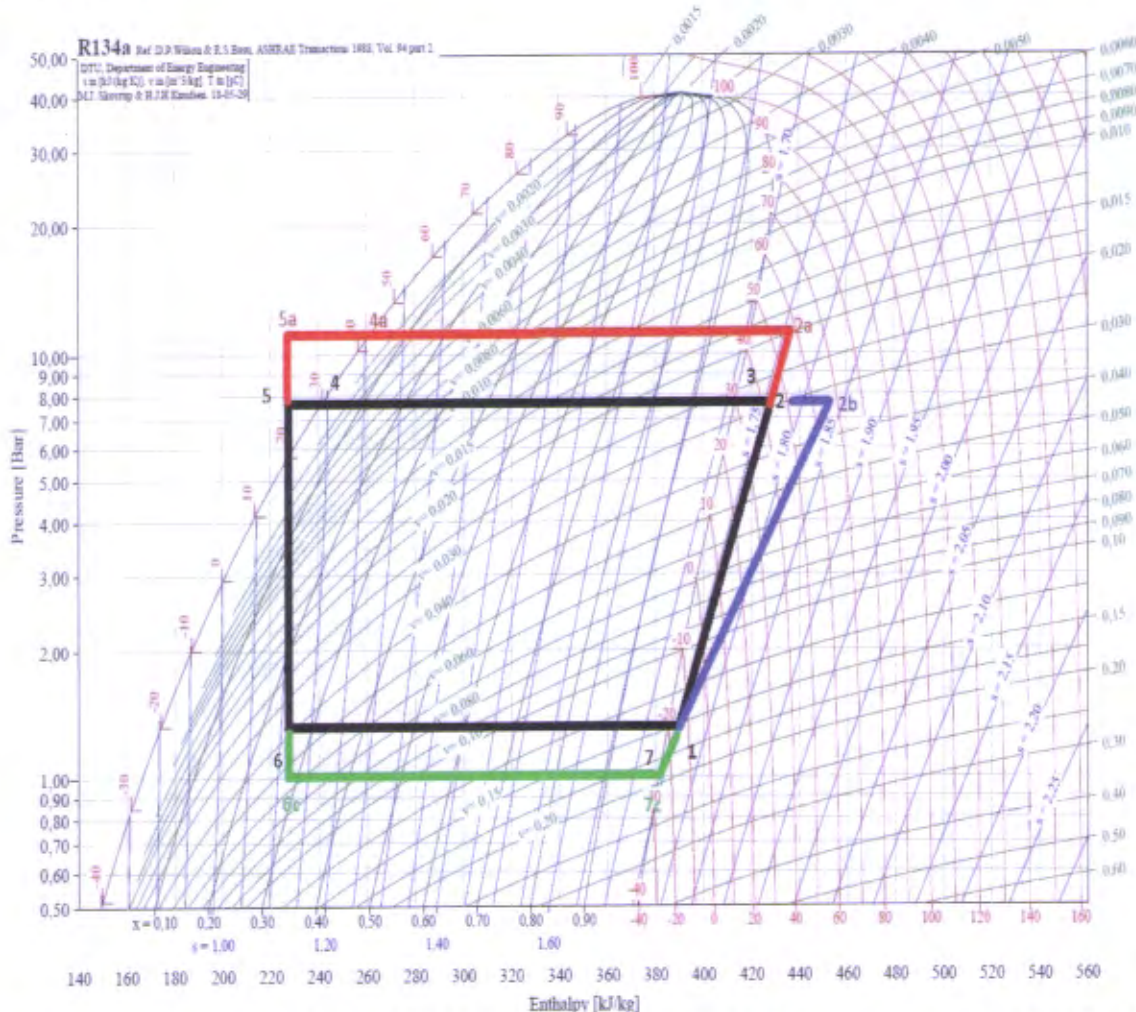
ривача, од 8 до 1 прегревање расхладног средства до уласка у компресор.

За пројектовање расхладних инсталација, које као расхладно средство имају зеотропске смеси, за притисак кондензације расхладног средства притисак који влада на уласку у кондензатор, а температуре кондензације расхладног средства као средња температура = аритметичка средина температуре на горњој граничној криви -dew point уласка у кондензатор и доњој граничној криви -bubble point изласка расхладног средства из кондензатора. Упрошћено: провера пројектоване температуре кондензације = средња температура [(улазна + излазна температура на кондензатору) / 2] на притиску кондензације.

У пројектовању се за притисак испаравања узима притисак на уласку у испаривач који је исти са притиском испаравања кључале течности на доњој граничној криви. Температура испаравања је средња температура улаза и излаза из испаривача на притиску испаравања.



Практично: проверити и подесити термоекспанзиони вентил на прегревање гаса на уласку у компресор ради његове сигурности, прегревање  $\Delta t$  [K] по табlici притисак/температура росе (описано касније код термоекспанзионих вентила). Ако видимо да се усисна цев у компресор леди при раду, треба затворити термо експанзиони вентил за пола круга.



На претходној слици, p-h Молијеровог дијаграма показаћемо неколико процеса хлађења, и шта је карактеристично за 1 kg расхладног средства R134a. (дијаграм је увек за 1 kg расхладног средства зато и пише / kg – тј. по килограму расхладног средства).

1. Циклус 1-2-3-4-5-6 је стандардни расхладни процес приказан на log p-h дијаграму за R134a расхладно средство са усвојеним 10 K потхлађивањем тачке 4-5 и прегревањем тачке 1-1', око усвојених 5 K, у комори за  $T_{\text{box}} = -10^{\circ}\text{C}$ , при чему је испаравање расхладног средства  $= -20^{\circ}\text{C}$ , температура околног ваздуха око ваздушног кондензатора  $T_{\text{amb}} = 15^{\circ}\text{C}$ , па је изабран  $T_{\text{конд}} = 30^{\circ}\text{C}$ .

На дијаграму је:

$h_1 - h_6 = q_0$  [kJ/kg] – топлоту хлађења добијамо са

$h_2 - h_1 = w$  [kJ/kg] – уложен рад у процес,

$h_5 - h_2 = q_{\text{конд}}$  [kJ/kg] – топлота кондензације или  $q_{\text{конд}} = q_0 + w$ .



## 1. Основе термодинамике

Ако смо израчунали потребан расхладни капацитет  $Q$  [KW] једног расхладног круга, тада је:

масени проток  $\dot{m} = Q / q_0$  [kg/s] – колико је потребно пуњење инсталације тог круга расхладним средством,

меоријска снага компресора се добија из  $W = \dot{m} w$  [KW],

одведена топлота кондензације  $Q_{\text{конд}} = \dot{m} q_{\text{конд}}$  [KW],

коэффициент хлађења  $COP_R = Q/W = q_0/w$  – добијена топлота хлађења у односу на уложени рад компресора, (*Coefficient Of Performance*),

коэффициент грејања, за ову машину када би радила као топлотна пумпа, би израчунали као  $COP_{\text{гр}} = Q_{\text{конд}} / W = q_{\text{конд}} / w$ , као предату топлоту грејања у односу на уложени рад компресора.

Такође, често је присутан показатељ и EER (*Energy efficient ratio*) свих потрошача: компресора, електро мотора вентилатор, пумпи, електричног грејача и сл.

$EER = Q / \sum W_i$  [KW/KW] – за хлађење или

$EER_H = Q_{\text{конд}} / \sum W_i$  – за грејање.

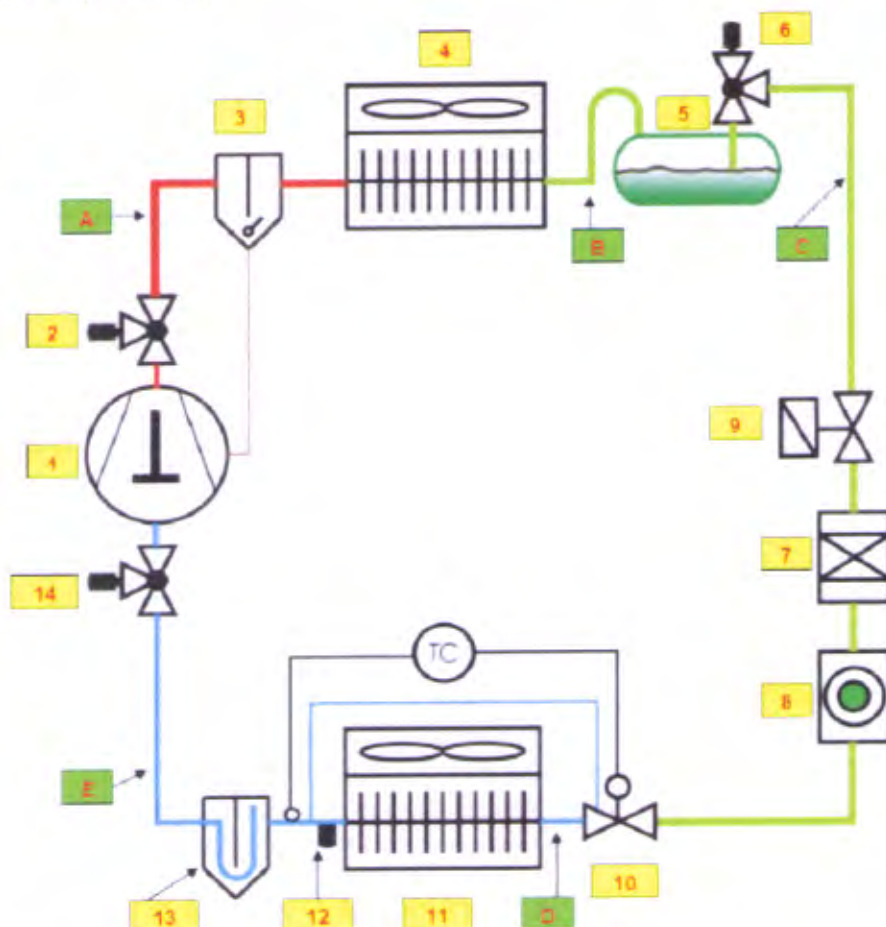
Показатељи типа SEER (*Seasonal Energy Efficient Ratio*) – сезонски показатељ енергетске ефикасности – рачунат за целу годину рада) и TEWI (*Total Equivalent Warming Impact*), који треба да обухвати и CO<sub>2</sub> за производњу утрошене електричне енергије, или LCSP (*Life cycle climate performance*), који обухвата и одлагање и коначно уништавање КГХ опреме, због своје сложености и мањка стандардизације све мање се користе и прелазе се на стандардизоване процедуре, као што је дато у ISO 16358-1: 2013.

2. Анализирајмо сада круг тачке 1-2а-5а-6-1 који се добије код повишене температуре кондензације – типично за прљав кондензатор у пракси: не успева да охлади довољно расхладно средство да можемо добити довољно ниске температуре – не постиже  $t_0$  испаравања (није разматрано), већ троши и увећани рад компресора за разлику тачке 2а-2 у односу на стандардни рад – дакле лошија енергетска ефикасност (*energy efficiency*). Мањи је COP јер је делилац већи.

3. Ако анализирамо прљав испаривач 1-2-3-4-5-6<sub>c</sub>-7<sub>c</sub>, лед-изолатор на испаривачу, мањи проток ваздуха кроз њега или подешеност рада на нижу жељену температуру на термостату, смањује се корисни капацитет хлађења и повећа се утрошени рад – опет лошији COP – енергетска ефикасност је погоршана.

4. У стандардном циклусу приказаном на дијаграму нагласили смо да је разматрање било упрошћено изентропским сабијањем и да се расхладно средство при усисавању у цилиндри компресора није угрејало о зидове цилиндара – што је иначе редовна појава тачке 1-2<sub>b</sub>-2-4-5-6 која и подиже температуру на крају процеса компримовања користећи усвојени **коэффициент испоруке,  $\lambda = 0,75 = T_2 / T_{2b}$**  одакле произилази да је умето  $T_2 = 43$  °C, на истом притиску  $P_{\text{конд}}$ ,  $T_{2b} = 57$  °C, у пресечној тачки 2<sub>b</sub>, што повећава рад по 1 kg расхладног средства за 25 kJ/kg и тиме се **смањује COP**.

**T-1.04** Опис рада главних делова инсталације (компресора, испаривача, кондензатора, термостатичких експанзионих вентила) и термодинамичке трансформације расхладног средства;



1	Расхладни компресор	8	Контролно стакло са индикатором влаге
2	Зауставни вентил са сервисним прикључком	9	Електромагнетни вентил
3	Уљни сепаратор	10	Термостатски експанциони вентил
4	Кондензатор расхладног флуида	11	Испаривач расхладног флуида
5	Рисивер течности	12	Зауставни вентил са сервисним прикључком
6	Зауставни вентил са сервисним прикључком	13	Акумулатор течности
7	Филтер сушач	14	Зауставни вентил са сервисним прикључком

A	Потисна цев	D	Развод после руже
B	Излазна цев из кондензатора	E	Усисни вод (suction line)
C	Течни вод (liquid line)		

**Компресор** има функцију да усиса расхладни гас из испаривача, стварајући и ниски притисак испаравања, и да компримује тако усисану пару (теоријски  $s = \text{const.}$  изентропски процес) до високог притиска кондензације расхладног гаса.



**Кондензатор** је измењивач топлоте који од прегрејаног гаса на уласку у кондензатор кондензује расхладно средство у гасовитом стању у течну фазу расхладног средства, у теоријски посматраном изобарском процесу  $P_{\text{kond}} = \text{const}$ . При томе кондензатор одаје топлоту (*gain heat*) предајући је околној атмосфери на нижој температури, за ваздухом хлађени кондензатор.

**Пригушни експанзиони вентил** има функцију да са течног расхладног средства високог притиска кондензације, при проласку кроз њега, расхладно средство, како би се добила течна фаза расхладног средства ниског притиска испаравања. При нагом ширењу долази и до хлађења расхладног средства. Процес који у теорији овде посматрамо је  $h = \text{const}$  тј. изенталпски.

**Испаривач** је измењивач топлоте који апсорбује, тј. одузима топлоту (*absorb heat*) из коморе која се хлади, тиме што је температура испаравања расхладне течности мања од температуре робе у комори, у изобарском процесу испаравања  $P_{\text{isp}} = \text{const}$ .

**Т -1.05 Познавање функције следећих делова који се користе у расхладним инсталацијама и њихова улога и значај за спречавање и откривање цурења расхладног средства:** (а) вентили (лоптасти вентили, мембрански, неповратни – једносмерни вентили, сигурносни вентили), (б) термостати и пресостати, (в) видна стакла и индикатори влажности, (г) контролори за отапање, (д) заштита од замрзавања, (ђ) опрема за мерење температура и притисака, (е) опрема за контролу нивоа уља, (ж) ресивери – сакупљачи течности, (з) одвајачи – сепаратори течности и уља;

На основу познавања компоненти које су на високом притиску и расхладног средства у течној фази, због истицања потенцијално велике количине расхладног средства, критичне су компоненте после кондензатора: ресивери – сакупљачи течности, видна – нивоказна стакла, обично опремљени и индикатором влажности (жуто – влажно са асоцијацијом на лимун, зелено – сув), пресостати високог притиска, сушач у течном воду и лоптасти вентили око њега који омогућавају преспрајање протока док се мења сушач, сигурносни вентили за висок притисак у инсталацији, одвајачи-сепаратори течности и уља. Остале контролне, мерне и заштитне компоненте, које зависе од места на инсталацији, треба поставити на гасну фазу расхладног средства кад год је то могуће да би се смањио растур при прикључењу или замени у односу на течну фазу расхладног средства или су најмање опасне на истицање компоненте на страни ниског притиска расхладног средства гасне фазе.





## 2. УТИЦАЈ РАСХЛАДНИХ СРЕДСТАВА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ И ОДГОВАРАЈУЋИ ПРОПИСИ У ОБЛАСТИ ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

**Т-2.01 Основно знање о Монреалском протоколу, климатским променама и Кјото протоколу, и познавање националних прописа који се баве супстанцама које оштећују озонски омотач и флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште;**

### О озонском слоју

Озон је гас бледоплаве боја који се састоји од три атома кисеоника. Настаје у горњим слојевима атмосфера под снажним утицајем ултраљубичастог зрачења које долази од Сунца, а највећа концентрација је у горњим слојевима стратосфере на висини од 20 до 35 километара.

Озонски слој има суштински значај за одржавање живота на нашој планети. Овај танки штит апсорбује 93% до 99% штетног сунчевог зрачења високих фреквенција и тиме штити живи свет на Земљи.

### Монреалски протокол

Прва међународна иницијатива за заштиту озонског слоја била је Бечка конвенција о заштити озонског омотача која је усвојена 1985. године. Други важан документ који штити озонски омотач потписан је 1987. године и то је Монреалски протокол о супстанцама које угрожавају озонски омотач. Монреалски протокол је потписало 197 земаља и то је најуспешнији међународни споразум у области заштите животне средине. Монреалским протоколом је забрањена употреба бројних хемикалија које оштећују озонски омотач, што је значајно допринело побољшању стања озонског слоја. Одлуком Уједињених нација, 1994. године, са циљем промовисања значаја заштите озонског омотача, 16 септембар је проглашен је Међународним даном заштите озонског слоја, који се прославља сваке године широм светаа.

Република Србија, као потписница Монреалског протокола, такође има обавезу да смањи потрошњу супстанци које оштећују озонски омотач, и то према утврђеној динамици.

За HCFC супстанце (хлорофлуороугљоводонике), у које спада R-22, базни ниво (потрошња) одређен је као просечна потрошња HCFC супстанци у 2009. и 2010. години и износи 8,4 ODP (*ozone depleting potential*) тоне. У односу на базни ниво, смањење потрошње тих супстанци одвија се према следећем распореду.

✓ Годишња потрошња између 1. јануара 2013. и 31. децембра 2014. године не сме бити већа од 8,4 ODP тоне.

✓ Годишња потрошња између 1. јануара 2015. и 31. децембра 2019. године не сме бити већа од 90% базне потрошње, односно од 7,56 ODP тоне.

✓ Годишња потрошња између 1. јануара 2020. и 31. децембра 2024. године не сме бити већа од 65% базне потрошње, односно од 5,46 ODP тоне.



✓ Годишња потрошња између 1. јануара 2025. и 31. децембра 2029. године не сме бити већа од 32,5% базне потрошње, односно од 2,73 ODP тоне.

✓ Годишња потрошња између 1. јануара 2030. и 1 јануара 2040. године не сме бити већа од 2,5% базне потрошње, односно од 0,21 ODP тоне.

Ниво потрошње тих супстанци биће 0 након 1. јануара 2040. године.

### Кјото протокол и Париски споразум

Оквирна конвенција Уједињених нација (УН) о промени климе усвојена је на Конференцији УН о развоју и животној средини 1992. године у Рио де Жанеиру, са циљем успостављања међународне сарадње у области борбе против климатских промена. Конвенција данас броји 197 држава чланица. Основни циљ Конвенције је стабилизација атмосферских концентрација гасова са ефектом стаклене баште (*Greenhouse gases*) на нивоу који ће спречити опасне и незаустављиве негативне последице по климатски систем Земље.

Начин на који ће тај циљ бити постигнут у периоду 2008–2012. година био је утврђен Кјото протоколом (у даљем тексту: Протокол). Након истека Протокола, одређени број индустријски развијених земаља, добровољно је преузео обавезу смањења емисија GHG у периоду 2013–2020. година. Ове обавезе утврђене су у Доха амандману на Кјото протокол (у даљем тексту: Доха амандман). Према правилима УН, како би Доха амандман ступио на снагу, треба да га ратификују две трећине укупног броја држава чланица Конвенције. До сада су Доха амандман ратификовале 83 државе чланице Конвенције.

Обавезе за период после 2020. године утврђене су Споразумом из Париза (усвојеним на Конференцији одржаној 2015. године у Паризу). За разлику од Протокола и Доха амандмана, све државе чланице које ратификују Споразум имају обавезу да смање емисију GHG како су саме дредиле у NDCs (*Nationally determined contributions*). Закључно са 13. октобром 2017. године, 168 од укупно 197 држава чланица Конвенције ратификовало је Споразум. Основни циљ Споразума је ограничење раста глобалне средње температуре значајно испод 2 °C до краја века, са тенденцијом повећања амбиција у смањењу емисија GHG како би се раст глобалне средње температуре задржао испод 1,5 °C. Према одлукама Конвенције и Споразума, модалитети, процедуре и упутства неопходна за праћење испуњења циљева из Споразума, као и дугорочни циљеви, требало би да буду усвојени најкасније 2018 године. Заједнички циљ Споразума из Париза и Кигали амандмана јесте смањење глобалног загревања, при чему се Кигали амандман односи на смањење производње и потрошње HFC супстанци, а Споразум из Париза на смањење емисија гасова са ефектом стаклене баште.

### Кигали амандман

На 28 састанку држава потписница Монреалског протокола о супстанцама које оштећују озонски омотач, одржаног у Руанди, 15. октобра 2016. Године, усвојен је амандман. Како се Монреалски протокол показао као веома ефикасан документ за заштиту животне средине, одлучено је да се потрошња HFC-а контролише на исти начин као и потрошња супстанци које оштећују озонски омотач (HCFC). Тај амандман уводи HFC супстанце у Монреалски протокол и води смањењу потрошње и производње тих суп-



станци. HFC су флуоровани гасови са ефектом стаклене баште и користе се као алтернатива супстанцама које оштећују озонски омотач. За ту групу супстанци је карактеристично то што не оштећују озонски омотач, већ имају висок GWP (*global warming potential*) и тако утичу на климатске промене. Због велике употребе HFC супстанци и све већег глобалног загревања одлучено је да се предузму мере са циљем смањења потрошње, производње и употребе ове групе супстанци.

До сад је Кигали амандман ратификовало више од 20 земаља потписница Монреалског протокола чиме је испуњен услов да ступи на снагу 1. јануара 2019. године. Тим амандманом је дефинисано да је основ утврђивање базне потрошње и даље кораке да би се постигло смењивање потрошње HFC супстанци за земље из члана 5 Монреалског протокола и остале земље, односно земље у развоју и развијене земаље. Земље из члана 5 Монреалског протокола су земље у развоју и ту спада Република Србија. Република Србија се налази у групи 1, за коју се утврђује базни ниво и замрзавање потрошње HFC супстанци 2024. године, уз постепено смањивање увоза HFC према следећем распореду:

- за 10% у односу на базни ниво 2029. Године,
- за 30% у односу на базни ниво 2035. Године,
- за 50% у односу на базни ниво 2040. Године,
- за 80% у односима на базним нивоима 2045. године.

Базни ниво (потрошња) рачуна се као просечна потрошња HFC супстанци у 2020, 2021 и 2022 години увећана за 65% базне потрошње HCFC супстанци.

#### Србија – хронологија:

1990 – Закон о ратификацији Бечке конвенције о заштити озонског омотача, са прилозима I и II („Службени лист СФРЈ – Међународни уговори”, бр. 1/90)

1990 – Закон о ратификацији Монреалског протокола о супстанцама које оштећују озонски омотач („Службени лист СФРЈ-Међународни уговори”, бр. 16/90 и “Службени лист СЦГ – Међународни уговори”, бр. 24/2004 – државни закон),

2001 – СЦГ је пријемом у УН наследила правни субјективитет и изјаве у вези са међународним уговорима СФРЈ,

2004 – Закон о ратификацији амандмана (Лондон – 1990, Копенхаген – 1992, Монреал – 1997, и Пекинг – 1999) на Монреалски протокол о супстанцама које оштећују озонски омотач („Службени лист СЦГ – Међународни уговори”, бр. 24/2004”)

2006, по распаду СЦГ, Србија је наследила субјективитет СЦГ па и чланство у међународним уговорима на снази, сходно чл. 60 Повеље Државне заједнице СЦГ,

2009 – Закон о заштити ваздуха („Службени гласник РС”, бр. 36/2009),

2013 – усвојена је Уредба о поступању са супстанцама које оштећују озонски омотач и забрани увоза опреме и расхладних средстава CFC и ограничењу дозвола за увоз HCFC опреме и расхладних средстава („Сл. Гласник РС 114/2013) и Уредба о поступању са флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште,... („Сл. гласник РС 120/2013) са дозволама праћењем увоза HFC опреме, супстанци и смеша,

25. јун 2015 – Париски споразум: Србија је добровољно прихватила ограничење гасова са ефектом стаклене баште од 18% до 2020 у односу на ниво из 1990,

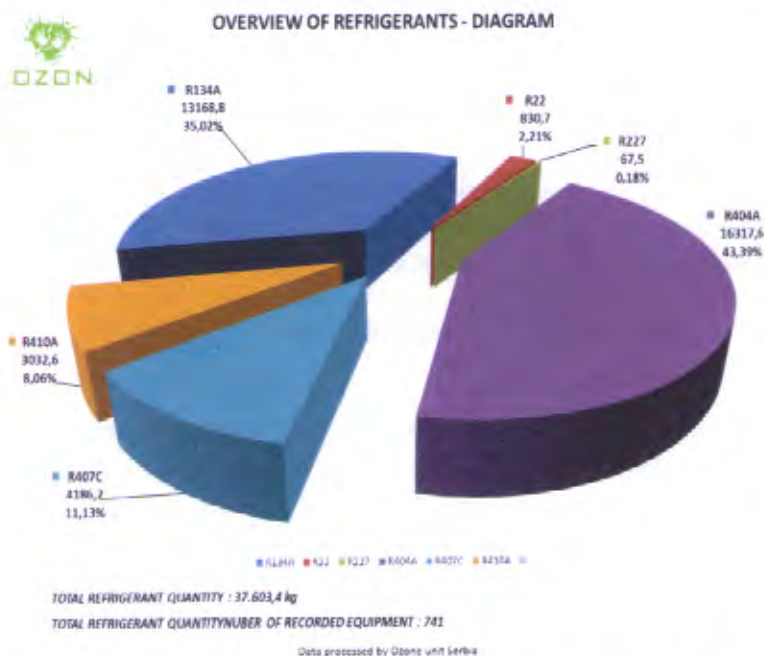
2016 – усвојена је Уредба о сертификацији лица која обављају одређене делатности („Сл. Гласник РС 24/2016),

2018 – забрана увоза у Р. Србију опреме која садржи или се ослања на HCFC супстанце („Сл. Гласник РС 23/2018),

Током 2016 године рађено је истраживање (Survey on ODS alternatives) о количину HFC супстанце које се налази у уређајима широм земље како би се добило што је више могуће података о утицају Кигали амандмана и обавезе које ће се преузети ратификацијом овог амандмана.

Према Уредби о поступању са флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште, као и о условима за издавање дозвола за увоз и извоз тих гасова („Службени гласник“, бр. 120/13) оператер опреме има законску обавезу да у годишњем извештају пријави податке о опреми, да обезбеди сакупљање раскладног средства из опреме и да провере цурења обавља квалификовано лице, односно сертификован сервисер.

У складу са тим, Министарство животне средине, током истраживања која су рађена у 2016. години, успело је да обезбеди софтвер за вођење регистра опреме, што значи да ће се у наредном периоду развити и електронски регистар опреме и оператера опреме, сертификованих сервисера и сервисних радионица.



На горњој слици приказан је један од извештаја који се могу обезбедити из софтвера. Током истраживања 2016. године прикупљени су подаци о 741 уређају инсталираних 2014-5-6 и пуњеном са HCFC и HFC у Србији.

Уредба о поступању са флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште, као и о условима за издавање дозвола за увоз и извоз тих гасова („Службени гласник“, бр. 120/13)



**Оператер – корисник опреме** (члан 3, став 25). Дефинисано је да оператер опреме или система је правно лице или предузетник који обезбеђује техничко функционисање опреме или система. Ако није могуће идентификовати оператера опреме (или система), за обавезе оператера дефинисане овом Уредбом одговоран је власник опреме (или система).

Образац 10. Министарству до краја фебруара текуће године за претходну годину:  
За оператере стационарне расхладне и климатизационе опреме, топлотних пумпи или система за заштиту од пожара који садрже 3 kg или више флуорованих гасова са ефектом стаклене баште по једном расхладном кругу – „Службени гласник”, бр. 120/13

РЕПУБЛИКА СРБИЈА								
HFC- "Log Book" – Образац бр. 10, Фгас Уредбе 120/13 или								
CFC, HCFC – „Log Book” – Образац бр 14, ОДС Уредбе 114/13								
ОБРАЗАЦ ЗА ВОЂЕЊЕ ЕВИДЕНЦИЈЕ ОПЕРАТЕРА ПРЕМА ОБАВЕЗАМА ИЗ ЧЛАНА 17. УРЕДБЕ Ф гас или члан 33. ОДС уредбе								
Назив и адреса оператера:								
Име, телефон и е-маил адреса контакт особе код оператера:								
Расхладна и климатизациона опрема, топлотне пумпе или системи за заштиту од пожара:								
- Назив, модел:								
- Датум инсталације или испоруке:								
- Назив флуорованог гаса или смеше садржане у опреми или систему:								
- Количина гаса или смеше садржане у опреми или систему (према значењу израза из члана 3. ове уредбе):								
Датум	Врста обављене делатности	Разлог за обављање делатности	Количина сакупљене супстанце или смеше	Количина додате супстанце или смеше kg	Назив и адреса сервиса који је обавио делатност	Име, број телефона и е-маил адреса сервисног техничара који је обавио делатност	Потпис сервисног техничара који је обавио делатност	Коментар сервисног техничара који је обавио делатност

Напомена (1): Све количине унети у kg са тачношћу од једне децимале.

Напомена (2): Под „Врста обављене делатности” изабрати једну или више од наведених ставки:

- инсталација
- одржавање или сервисирање
- редовна провера испуштања
- хитно санирање уоченог истицања у року од 14 дана (Уредба о Ф- гасу, прилог 5, тачка 5 и члан 17. став 4) и поновне контроле на квалитет санираног у року од 30 дана извршене поправке (члан 17, став 5)
- одлагање трајно опреме



Напомена (3): Под „Разлог за обављање делатности“, изабрати од наведеног:

- инсталација нове опреме или система
- прва провера након испоруке нове опреме или система
- рутинска провера
- хитне поправке

Напомена (4): Коментари сервисних техничара могу укључивати сваку сугестију за оператера у погледу одржавања опреме или система или за обављање предстојећих делатности.

Напомена (5): Колона „Назив и адреса сервиса који је обавио делатност“ не попуњава се ако делатност обавља овлашћено лице које поседује одговарајући сертификат а за- послено је код оператера.

### Име и потпис одговорног лица код оператера

Код сервисера, увозника расхладних средстава или самог власника опреме, налази- ћемо при инспекцијском надзору расхладна средства у цилиндрима за једнократну употребу – што је диозвољено ако су произведени/увезени до дана приступања Р. Србије у ЕУ, а од дана приступања ЕУ дозвољено је да се смеју даље увозити само ци-

линдри за вишеструко коришћење. Текст на цилиндру мора да садржи информације у складу са чланом 5, став 5 Уредбе.

Правна лица и предузетници која увозе или извозе флуороване гасове, ако таквих има на територији инспекцијског надзора, добијају дозволу од Министарства (надлежног за заштиту животне средине) у року од 30 дана од подношења комплетног захтева (Образац 1, прилог 3), који важи до краја квартала за који је дозвола издата (члан 5).

Правна лица и предузетници који су увозни- ци или извозници производа и (или) опреме који садрже флуороване гасове, на основу уредно поднетог захтева (образац број 3) добијају дозволу од Министарства (члан 8), која важи до краја текуће године за већи број испорука. Извештај о реализованом у- возу и извозу опреме доставља се Мини- старству на образцу бр.6, заједно са царин- ским декларацијама и фактуром испоручио- ца до 31. децембра текуће године (члан 10).

Обележавање произведених или увезених

Maschinentyp type / type de la machine:	VMX 90/1-S
Maschinennummer: no. / numéro de la machine:	08120109
Kälteleistung bei: T <sub>amb.</sub> / T <sub>medium</sub> cooling capacity with: T <sub>amb.</sub> / T <sub>medium</sub> capacité frigorifique lors de T <sub>amb.</sub> / T <sub>medium</sub> :	Q <sub>0</sub> (kW) 11200/42°C
Umgebungstemperatur max.: ambient temperature max. / température ambiante max.:	T <sub>amb.</sub> (°C) + 42
zulässiger Betriebsüberdruck: admissible operating pressure / pression autorisée:	P <sub>max</sub> (bar) 26,50
Kältemittel: Refrigerant / Réfrigérant:	R407C
Kältemittelmenge: quantity of refrigerant / quantité fluide frigorifique:	m <sub>1</sub> (kg) 2,20
Spannung: voltage / tension:	U (V) 3/PE ~ 400
Frequenz: frequency / fréquence:	f (Hz) 50
Betriebsstrom max.: operating current / intensité maximale:	I <sub>max</sub> (A) 13,30
Anschlufleistung: connected load / puissance électrique connectée:	P (kW) 6,30
Versicherung max.: preliminary fuse max. / fusible auxiliaire max.:	I (A) 16
Gewicht: weight / poids:	m <sub>2</sub> (kg) 250
Gewicht mit Wasserfüllung: weight with water filling / poids, circuit hydraulique plein:	m <sub>3</sub> (kg) 360
Baujahr: year built / année de fabrication:	2009

Kältekreislauf gefüllt mit:

Refrigerant circuit is filled with:

Le circuit réfrigérant est rempli avec:

• R134a (CF<sub>3</sub>O<sub>2</sub>F<sub>4</sub>)

• R404a (CF<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CF<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>F)

• R407c (CHF<sub>2</sub>CF<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>F)

• R410a (CHF<sub>2</sub>CF<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub>)

Enthält vom Kyoto-Protokoll erfasste fluorierte Treibhausgase.

Contains fluorinated greenhouse gases covered by the Kyoto Protocol.

Contient des gaz à effet de serre fluorés relevant du protocole de Kyoto.

производа или опреме пре првог стављања у промет (члан. 11) треба да буде:

1) „ОПАСНОСТ: садржи флуоровани гас са ефектом стаклене баште из Кјото протокола; избегавати испуштање садржаја у животну средину; након престанка употребе одлагати супстанцу као опасан отпад“;



2) навести расхладно средство коришћењем скраћеног назива ANSI/ ASHRAE стандарда;

3) количину у kg расхладног средства;

4) „херметички затворено“ ако одговара опису (члан 3, став 16) – са стопом испуштања мањом од 3 грама годишње, под притиском најмање четвртине максимално дозвољених притиска). Исте набројане информације треба да буду и у Упутству за употребу тих производа-опреме и наведене вредности GWP за тај гас (члан 11, став 9).

Место трајне читљиве ознаке на опреми је уз фабричке плочице са називом производа и или уз сервисно место за пуњење/сакупљање гаса, (члан 11. ст. 5, 6, 7, 8).

*Напомена* – GWP смеше се израчунава по Прилогу 2, Део II: са радним примером за R407C.

Министарство може да предузима додатне мере – ограничења количина, ограничавање употребе, извештавање, овлашћење и друге мере, у праћењу промета гасова и опреме / производа (члан 12). Циљ ових мера је: спречити емисију флуорованих гасова са ефектом стаклене баште – испуштање у ваздух (члан 13).

Евиденциони број и доказ о упису у евиденцију (члан 21), у Министарству је на на обрасцу број 11. Министарство додељује правном лицу – предузетнику и води евиденцију у електронском облику из области:

1. увозници гасова,
2. увозници опреме,
3. инсталатер-сервисер опреме и одржавања,
4. сервисирање,
5. сакупљање,
6. обнављање,
7. обрађивање гаса или термичког третирања,

или по обрасцу 12. за сервисере климатизационих система моторних возила класе М1 или Н1

(члан 3, тачка 30).

**ВАЖНО:** Правно лице или предузетник из става 1. овог члана брише се из евиденције ако се инспекцијским надзором утврди да је престао да испуњава услове прописане овом уредбом, односно ако у року одређеном у решењу о инспекцијском надзору не спроведе наложене мере (члан 20, став 6).

Сервисна предузећа и предузетници који обављају делатности инсталације, одржавања, сервисирања, провере испуштања расхладних средстава, сакупљање расхладних средстава, искључивање из употребе опреме са расхладним средствима морају да поседују трогодишњу дозволу Министарства за рад из делатности са флуорованим гасовима (члан 16). Да би то добили, морају да имају:

- ✓ сертифицироване запослене (сертификат у форми решења, члан 7 Уредбе о сертификацији,
- ✓ доказ о поседовању минимума техничких алата за обављање делатности, Прилог 4 Уредбе.

Дозволе за рад се издају на три године, са могућношћу продужења, пре истека рока. Списак издатих, са навођењем делатности, објављује се на интернет страници Министарства.

„Сервису се може одузети, односно не може се продужити важење дозволе, ако је инспекцијским надзором утврђено да је престао да испуњава услове прописане Уредбом, односно ако у року одређеном у решењу о инспекцијском надзору не спроведе наложене мере" (члан 16, став 7).

Сервисне активност:

Проверу испуштања (цурења из опреме гаса), члан 17, у расхладном систему, климама, топлотним пумпама врши сертификовани сервисер.

✓ Више или једнако 3 kg гаса – једанпут провера на испуштање у 12 месеци и мање од 30 kg,

✓ Више од или једнако 6 kg гаса за херметички затворене системе (дефиниција за "херметички" је дата у члану 3, тачка 16) – провера на испуштање једанпут у 12 месеци и мање од 30 kg,

✓ 30 kg или више – једном у 6 месеци (ако има аутоматски детектор цурења на 12 месеци) и мање од 300 kg,

✓ 300 kg или више – најмање једном у 3 месеца (уз аутоматски детектор-идентификатор цурења на 6 месеци; тачност идентификатора се контролише једном у 12 месеци),

✓ поправка (за 1.3. и 1.4) ће се обавити најкасније за 14 дана од уоченог испуштања или провере. Упис (log book – Образац 10, Прилог 3) од стране сервисера о количини и врсти допуњеног гаса

✓ поновна провера после утврђеног испуштања и поправке – у року од 30 дана од поправке.



Пример : HFC – R410A, Ф гас, 2 круга, сваки 2,85 kg, није по Ф гас Уредби, где треба да је испуњено за круг инсталације пуњење  $\geq 3$  kg, сем ако дужина инсталације није 18 метара, па за пуњење једног круга добијемо  $\text{Total} = 2,85 \text{ kg} + (18-15) \times 0,05 \text{ kg} = 3,00 \text{ kg}$  HFC и тада улази у Ф гас Уредбу за инспекцијску и временску сервисну контролу.

У Прилогу 4 дат је минимални захтев за техничке алате сервисера:

- за проверу испуштања 3 kg и више гаса,
- за инсталацију, одржавање и сервисирање мање од 3 kg гаса,
- за инсталацију, одржавање и сервисирање више од 3 kg гаса и убризгавање средства за



идентификацију места испуштања (цурења),

- за сакупљање мање од 3 kg гаса,

- за сакупљање више од 3 kg гаса,

У Прилогу 5 су дате процедуре за проверу на испуштање гаса из опреме уз навођење:

А) директних метода: 1) детекторима истицања (цурења) гаса, 2) уношење ултраљубичасте течности или боје које обавља сервисер са сертификатом А категорије 1 – који може да изврши прекид расхладног круга са радним гасом, 3) тест сапуницом – тест заптивености опреме је када празну инсталацију треба напунити инертним гасом под притиском (за тест сапуницом) или додати мало расхладног гаса као активатор детекције истицања гаса помоћу ел. детектора истицања (цурења).

Б) индиректне методе: 1) видљиво испуштање уља тј мрље уље-прашина на расхладној инсталацији, 2) мерење притиска, 3) температуре, 4) мерењем електричне струје – колико вуче компресор, 5) нивоа расхладне течности на нивоказном стаклу сакупљача течности – рисиверу, 6) тежина расхладне супстанце при новом пуњењу празне – извакумиране инсталације.

На крају животног века опрема се искључује из употребе и одлаже на депонију отпада, а из ње се, пре коначног одлагања, сакупљају флуоровани гасови (*recovery* члан 3, тачка 10), обнављају – ако је могуће (*recycling*, члан 3, тачка 11) или обраде (*reclaiming*, члан 3, тачка 12) – до поновног првобитног (*virgin*) квалитета, чистоће као пре прве употребе. Сакупљене количине гаса, које се не могу даље користити, третирају се у складу са прописима из области управљања отпадом (отпадни гас и уље, филтери, члан 15). Центри за сакупљање, обнављање и обраду контролисаних супстанци и флуорованих гасова са ефектом стаклене баште, морају да имају дозволу за рад Министарства (члан 23). Овакви центри дужни су да преузму сва отпадна расхладна средства.

ВАЖНО: Издата дозвола за рад центра се одузима ако се инспекцијским надзором утврди да је правно лице или предузетник престао да испуњава прописане услове из става 2, члана 23, односно ако у року одређеном у решењу о инспекцијском надзору не спроведе прописане мере. Члан 23, став 4, док се не отвори Центар члан 28, оператер или сервис, кад је год могуће сакупи и обнови расхладну супстанцу на лицу места. Сервис је дужан да привремено ускладишти гас ако не може обновити гас на лицу места. Списак привремених складишта објављује се на интернет страници Министарства.

Центар је дужан да сервисеру или оператеру плати 50% тржишне цене обрађеног гаса, само ако резултат анализе флуорованог гаса са ефектом стаклене баште, која је урађена у центру, потврди да може бити обновљен или обрађен. Центар издаје сервисеру, односно оператеру „потврду о преузетим количинама“ и „копију резултата извршене анализа“.

Центар ставља на тржиште обновљене или обрађене флуороване гасове са ефектом стаклене баште са циљем даље употребе. Обрађени гас, мора да буде чистоће као пре прве употребе (члан 24, став 7).

Центар при пласману обрађеног расхладног средства издаје уверење о квалитету флуорованих гасова са ефектом стаклене баште за сваки цилиндар флуорованог гаса са ефектом стаклене баште који се поново ставља у промет, било да је супстанца обновљена или обрађена, са ознаком назива супстанце и значајним физичко-хемијским свој-



ствима, као што су: чистоћа у wt %, садржај воде у wt % и садржај киселина у wt %, као и називом и адресом центра где је обављена делатност обнављања или обраде.

Оператер плаћа, а сервисер наплаћује кроз услугу сервисирања, транспорт од оператера до центра.

**Закон о заштити ваздуха („Службени гласник РС”, бр. 36/09 и 10/13) даје поступање и употребу супстанци које оштећују озонски омотач (чл. 51), поступање са супстанцама са ефектима стаклене баште (чл. 52), сертификацију запослених лица у RAC сектору (52а) и казнене одредбе.**

- Новчане казне (чл. 79): од 1,5 милиона динара до 3 милиона за правно лице: које производи, увози и или извози супстанце, опрему која садржи ове супстанце које оштећују озонски омотач, ставља у промет супстанце које оштећују озонски омотач без дозволе Министарства или увозе из земаља које нису потписнице међународног уговора који је наша земља ратификовала (ван 197 земаља). Одговорно лице се кажњава са 100.000 до 200.000 динара за претходно. Као заштитна мера (чл. 80) прописана је забрана делатности 5 до 10 година, одговорно лице 3 до 10 година.

- Прекршаји (чл. 81): 500.000 до 1.000.000 динара за правно лице ако не обезбеди стручно усавршавање сервисера, ако без дозволе Министарства врши производњу, одржавање и/или поправку производа који садрже супстанце, или увозе и извози и ставља у промет CFC, испушта или пуни опрему супстанцама које оштећују озонски омотач и гасове са ефектом стаклене баште, ставља у промет на мало супстанце које оштећују озонски омотач и гасове са ефектом стаклене баште, испира инсталацију супстанцама које оштећују озонски омотач.

- Предузетници се кажњавају са 250.000 до 500.000 динара за претходно набројане активности код правних лица испред овог става.

**Уредба о сертификацији лица која обављају одређене делатности у вези са супстанцама које оштећују озонски омотач и одређеним флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште („Службени гласник РС”, бр. 24/16).**

- Делимично усклађена са одредбама Уредбе Европске комисије (ЕЦ) број 303/2008 о минималним захтевима и условима за сертификацију предузећа и лица која обављају делатности у вези са расхладном стационарном опремом, клима-уређајима и топлотним пумпама који садрже одређене флуороване гасове са ефектом стаклене баште и одредбама Уредбе (ЕУ) број 307/2008 о минималним захтевима и условима за спровођење и признавање обуке лица која обављају делатност сакупљања флуорованих гасова са ефектом стаклене баште из клима уређаја мобилних система климатизација (*Mobile Airi Conditioning – MAC*). Програми по којима се сертификају лица у ЕУ у складу је са Уредбом (ЕЦ) 308/2008 због међусобног каснијег признавања сертификата унутар ЕУ.

- Сертификат А (има облик решења, члан 7) на захтев сервисера издаје Министарство и води се електронска евиденција у Министарству и објављује на интернет страници Министарства.

- Односи се на појединце који су инсталатери, сервисери и раде на провери испуштања из расхладне, климатизационе опреме и топлотних пумпи, сакупљачи супстанци које оштећују озонски омотач (рециклери расхладних средстава и компресорских уља) и раде са одређеним флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште (HFC, PFC, HFE) (члан 2). Важи за послове:



- А-1 категорије за све послове,
- А-2 категорије – сервисира расхладне уређаје са мање од 3 kg супстанци (или 6 kg супстанци за херметички затворене уређаје) и сакупља све количине р. супстанце, проверава на испуштање р.с. опреме са 3 kg и више (или 6 kg и више супстанци за херметички затворене системе без растављивих веза и обележена је као таква), али без прекода расхладног круга,
- А-3 категорије – сакупља расхладне супстанце (пуњења мања од 3 kg),
- А-4 категорије – проверава испуштања (за пуњења од 3 kg или више) (доњи праг је 6 kg расхладног средства код херметички затворених инсталација).
- Сертификат Б – сервисери за климатизационе системе моторних возила типа М1 и Н1 (само похађање обуке је довољан услов) у облику решења датог у члану 11, важи 5 година и Министарство електронски води,
- Потврда о завршеној обуци за сертификат А издаје установа (центар за обуку) која испуњава услове прописане чланом 5 ове уредбе, а за сертификат Б установа (центар за обуку) која испуњава услове прописане чланом 12 ове уредбе,
- За издавање сертификата А потребно је уз захтев доставити и: потврду о завршеној обуци, потврду о положеном испиту, фотокопију или очитану личну карту, доказ о завршеном основном стручном образовању или доказ о најмање три године праксе из области која одговара врсти сертификата А, уверење о држављанству Републике Србије, доказ о запослењу код правног лица или предузетника и доказ о уплаћеној административној такси у складу са законом којим се уређују републичке административне таксе.
- За издавање сертификата Б уз захтев треба доставити и: потврду о успешно завршеној обуци, фотокопију или очитану личну карту, уверење о држављанству Републике Србије, доказ о запослености код правног лица или предузетника и доказ о уплаћеној административној такси у складу са законом којим се уређују републичке административне таксе.
- Сертификат А, односно Б се може одузети на предлог инспектора за заштиту животне средине.

**Природне супстанце** које нису под режимима надзора се само евидентирају у опреми при инспекцијском надзору напуњене са :  $\text{NH}_3$  – амонијаком,  $\text{CO}_2$  – угљен-диоксидом, R290- пропан, R600А- изобутан, сервисери нека уносе у (*log book*) ради даље анализе – инвентара опреме.

Заблуда о забрани коришћења расхладних супстанци нема, већ се забрана односи на производњи опреме, у увозу опреме која садржи те супстанце. Забрањен је увоз CFC супстанци, док су HCFC супстанце на режиму квота са постепеном редукцијом квота у одређеним периодима. Забрану за увоз ових супстанца ступа на снагу од 1. јануара 2040. Сервисирање се може вршити до количине које су сакупљене (*recovered*), рециклиране (*recycled*) или обновљене (*reclaimed*) како се и налазе у складиштима у земљи.

У продужетку је списак **европских прописа** из области расхладе, клима и топлотних пумпи, према којима ћемо се прилагођавати до предвиђеног уласка у ЕУ:



### Директиве и стандарди у Европској унији (нови – стари и важећи до нових ):

Ранија уредба *EU 842/2006* је замењена са *EU 517/2014* – Уредба о флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште (Ф гас регулатива). Суштина промене је да се провере цурења не раде према количини пуњења у систему (по расхладном кругу), већ према CO<sub>2</sub> еквивалентној тони која се прерачунава на основи GWP расхладног средства и количине пуњења. Према Уредби *EU 517* сада члан 4, сада је 5 тона CO<sub>2</sub> еквивалента (било је 3 kg пуњења), 50 тона CO<sub>2</sub> еквивалента (било је 30 kg пуњења) и 500 тона CO<sub>2</sub> еквивалента (било је 300 kg пуњење) за обавезне временске контроле истицања.

У члану 13 од 1. Јануара 2020. забрањује се коришћење гасова са GWP већим од 2500 (на пр. R404A има GWP = 3.922) и у сервисирању и одржавању, осим обрађених (recycle) гасова или обновљених (reclaim) од сервисера.

– (EC) No 1494: 2007 – The form of labels and additional labeling requirements as regards products and equipment containing certain fluorinated greenhouse gasses – Облик етикета и додатни захтеви за етикетирање у погледу производа и опреме која садржи одређене флуороване гасове са ефектом стаклене баште.

– (EC) No 1516: 2007 – pursuant to Regulation (EC) No 842/2006 of the European Parliament and of the Council, standard leakage checking requirements for stationary refrigeration, air conditioning and heat pump equipment containing certain fluorinated greenhouse gases – У складу са Уредбом (ЕЗ) бр. 842/2006 Европског парламента и Савета, стандардни захтеви за проверу цурења за стационарну опрему за хлађење, климатизацију и топлотну пумпу која садржи одређене флуороване гасове са ефектом стаклене баште.

– (EU) 2015/2065 – Establishing, pursuant to Regulation (EU) No 5017/2014 of the European Parliament and the Council, the format for notification of the training and certification programmes of the Member States – Успостављање, у складу са Уредбом (ЕУ) бр. 517/2014 Европског парламента и Савета, формата за обавештавање о програмима обуке и сертификације држава чланица

– (EU) 2015/2067 – minimum requirements and the conditions for mutual recognition for the certification of natural persons as regards stationary refrigeration, air conditioning and heat pump equipment, and refrigeration units of refrigerated trucks and trailers, containing fluorinated greenhouse gases and for the certification of companies as regards stationary refrigeration, air conditioning and heat pump equipment, containing fluorinated greenhouse gases – Минималне захтеве и услове за међусобно признавање сертификације физичких лица у вези са стационарном опремом за хлађење, климатизацијом, топлотним пумпама, расхладним јединицама хладњача и приколица, који садрже флуороване гасове са ефектом стаклене баште и за сертификацију компанија у вези са стационарним расхладним уређајем, опремом за климатизацију и топлотну пумпу, која садржи флуороване гасове са ефектом стаклене баште

– (EU) 2015/2068 – pursuant to Regulation (EU) No 517/2014 of the European Parliament and of the Council, the format of labels for products and equipment containing fluorinated greenhouse gases – У складу са Уредбом (ЕУ) бр. 517/2014 Европског парламента и Савета, формат етикета за производе и опрему која садржи флуороване гасове са ефектом стаклене баште



- EN378 – 1:2016 – Refrigerating systems and heat pumps. Safety and environmental requirements. Basic requirements, definitions, classification and selection criteria – Системи за хлађење и топлотне пумпе. Безбедносни и еколошки захтеви. Основни захтеви, дефиниције, критеријуми за класификацију и избор (ово је стандард, није обавеза)
- EN378 – 2:2016 – Refrigerating systems and heat pumps. Safety and environmental requirements. Design, construction, testing, marking and documentation – Системи за хлађење и топлотне пумпе. Сигурносни и еколошки захтеви. Пројектовање, изградња, испитивање, обележавање и документација (ово је стандард није обавеза)
- EN378 – 3:2016 – Refrigerating systems and heat pumps. Safety and environmental requirements. Installation site and personal protection – Системи за хлађење и топлотне пумпе. Безбедносни и еколошки захтеви. Место инсталације и лична заштита (ово је стандард, није обавеза)
- EN378 – 4:2016 – Refrigerating systems and heat pumps. Safety and environmental requirements. Operation, maintenance, repair and recovery – Системи за хлађење и топлотне пумпе. Безбедносни и еколошки захтеви. Рад, одржавање, поправке и сакупљање (ово је стандард, није обавеза)
- Сви делови интернационалног стандарда **ISO 5149-2014** усклађени су са стандардом EN378:2016 тако да се може узети да је то исто. Ово је само стандард, није обавеза.
- ISO817:2014 – Refrigerants – Designation and safety classification – Расхладна средства, ознака и сигурносна класификација:
- ISO817:2014 – Refrigerant properties – Особине расхладних средства
- ASHRAE 15 and 34 – Safety Standard for Refrigeration Systems and Designation and Classification of Refrigerants – Безбедносни стандард за расхладне системе и означавање и класификацију расхладних средстава
- SRPS EN12263:2009 – Системи за хлађење и топлотне пумпе, безбедносни уређаји прекидања за ограничавање притиска, захтеви и испитивања
- SRPS EN12284:2010 – Расхладни системи и топлотне пумпе, арматуре, захтеви, испитивања и обележавања
- SRPS EN12735-1: 2017 – Бакар и легуре бакра – бешавне цеви кружног попречног пресека за климатизацију и хлађење – Део 1: Цеви за цевоводе, веза АСТМ Б-280 (веза, ранији сада повучен SRPS С.ДД5.500 ), а за измењиваче EN 12735-2 изобразане унутрашње стране цеви.
- SRPS EN13136 : 2014 – Системи за хлађење и топлотне пумпе, уређаји за растерећење притиска и њима припадајући цевоводи, методе за прорачун
- SRPS EN13313: 2012 – Расхладна постројења и топлотне пумпе, компетентност особља
- SRPS EN13445: 2015 – Посуде под притиском, део 2- материјали, 3- пројектовање, 4- израда, 5- контролисање и испитивање, 6 – од нодуларног лива, део 8 – од АЛ и АЛ легура, и посебно бих истакао SRPS CEN/TR 13445-101:2016 као детаљни пример прорачуна и избора посуде под притиском према стандарду SRPS EN13445.



- SRPS EN14276:2009 – Опрема под притиском за системе за хлађење и топлотне пумпе
- Део 1: Посуде – Општи захтеви

Део 2: Цеви – Општи захтеви

- SRPS EN 14511:2016 – Уређаји за климатизацију, системи за хлађење течношћу и : топлотне пумпе за грејање и хлађење простора, са компресорима на електрични погон. Обухвата следеће делове: 1. Термини, дефиниције и класификација, 2. Услови тестирања, 3. Методе тестирања, 4. Услови рада, обележавања и инструкције за употребу.

- EN 1127-1:2011 – Explosive atmospheres. Explosion prevention and protection. Basic concepts and methodology – Експлозивне атмосфере. Превенција и заштита од експлозије. Основни појмови и методологија

- EN 60079 – Стандард који садржи више делова и који обухвата услове за рад електричних система који се употребљавају у потенцијално експлозивним срединама,

- За путничке аутомобиле (ЕУ Дир. 2006/40 и ЕУ 307/2008) предвиђено је коришћење расхладних супстанци испод 150 GWP, па је избор R1234yf (GWP = 4) уместо превазиђеног R134a (GWP = 1.430). Пример је Фиат-ФЦА из Крагујевца који од 2017. за целокупну производњу путничких аутомобила користи R1234yf.

Од 1. Јула 2012. године почела је примена нових правилника из области опреме под притиском у Србији:

- Правилник о прегледима опреме под притиском током века употребе („Сл. Гласник РС 87/2011 и 75/13)

- Правилник о техничким захтевима за пројектовање, израду и оцењивање усаглашености опреме под притиском („Сл. гласник РС бр. 87/2011).

**Т – 2.02 – Основно знање о потенцијалу оштећења озонског омотача (*Ozone depletion potential – ODP*), потенцијалу глобалног загревања (*Global warming potential – GWP*), употреби супстанци које оштећују озонски омотач, флуорованих гасова са ефектом стаклене баште и других супстанци као расхладних средстава, утицај емисија контролисаних супстанци на оштећење озонског омотача (редослед величина њихових ODP вредности) и утицај емисија супстанци које оштећују озонски омотач и флуорованих гасова са ефектом стаклене баште на климатске промене**

Осамдесетих година откривено је да су хемијске супстанце које се користе у расхладним средствима, дувачима, растварачима и слично допринеле оштећењу озонског слоја. Предузимање акција у руковању овим супстанцама довело је до развоја Монреалског протокола 1987. године.

**Супстанце које доприносе смањењу озонског омотача називају се *супстанце које оштећују озонски омотаћ (Ozone depleting substances – ODS)*.**

**Потенцијал оштећења озонског омотача (*Ozone depleting potential ODP*) одређене супстанце дефинисан је као: релативна количина деградације према озонском слоју упоређена је са трихлорфлуорметаном R11, фиксираном на ODP од 1,0.**

На следећој слици приказано је смањење озонског слоја:





Расхладна средства који садрже молекул хлора су супстанце које оштећују озон. Ова расхладна средства су:

- CFC (састоји се од хлора, флуора и угљеника) и
- HCFC (састоји се од водоника, хлора, флуора и угљеника).

Због потенцијала за оштећење озонског омотача, CFC и HCFC расхладна средства су забрањена за употребу и елиминисана су или у фази елиминације широм света.

### **Ефекат стаклене баште – природно глобално загревање**

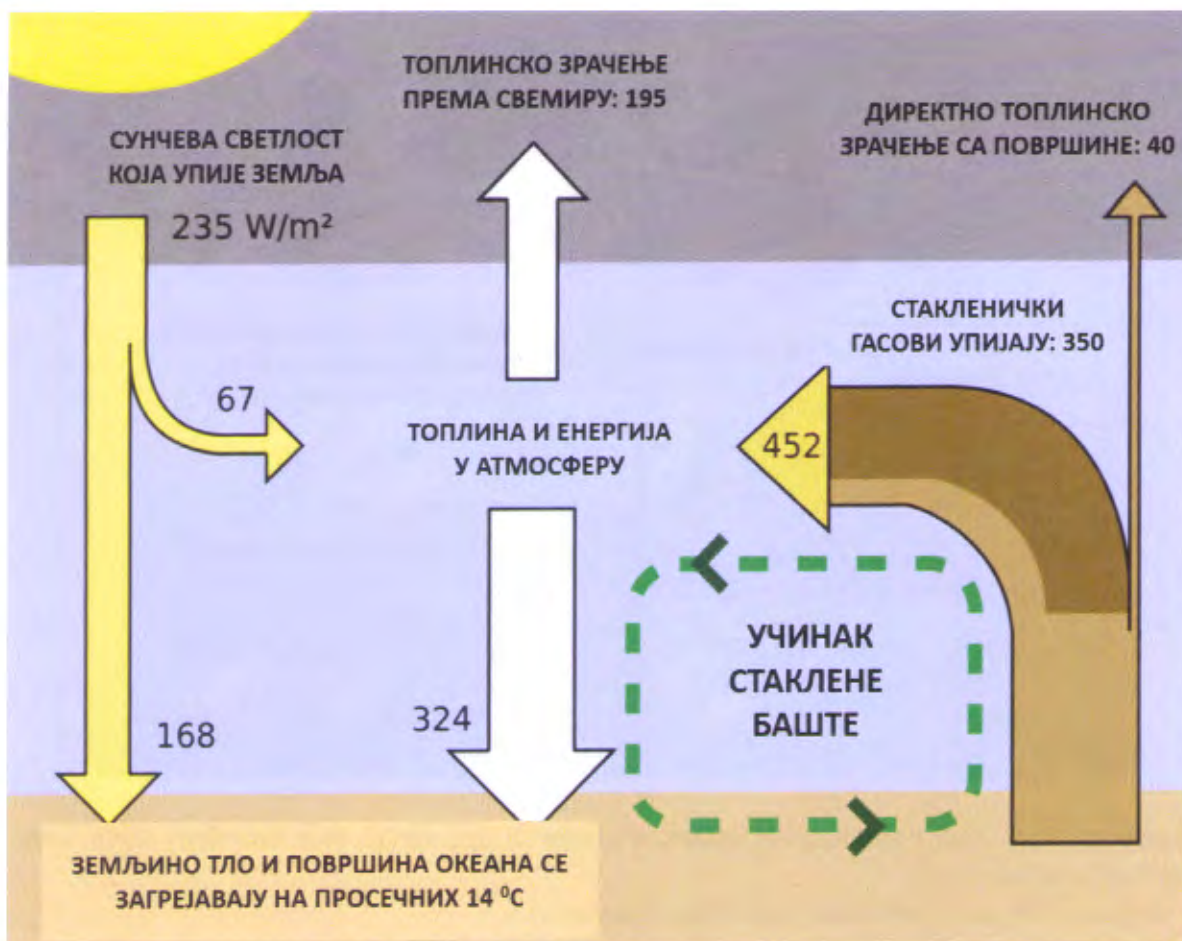
Природни ефекат стаклене баште неопходан је за људско биће. Видљива светлост Сунца претвара се у топлоту.

**Делимична апсорпција** ове топлоте у атмосфери од угљен-диоксида и водене паре осигурава просечну температуру на земљи од 14 °C.

Без природног ефекта стаклене баште, просечна температура на Земљи била би испод 5 °C!

Баланс између делимичне апсорпције топлоте у атмосфери и гасова стаклене баште и топлотног зрачења у свемир осигурава просечну температуру на Земљи.

Повећање гасова са ефектом стаклене баште, попут угљен-диоксида и расхладних флуорених супстанци које садрже флуор, у атмосфери повећава просечну температуру на Земљи и мења климатске зоне и услове.



### Потенцијал глобалног загревања (Global Warming Potential GWP)

Потенцијал глобалног загревања (GWP) је мерило релативног утицаја глобалног загревања различитих гасова.

То је вредност количине топлоте апсорбоване одређеном масом гаса у односу на количину топлоте апсорбоване сличним масом угљен-диоксида у одређеном временском периоду.

Међудржавни панел за климатске промјене (IPCC) изабрао је угљен-диоксид, као референтни гас и његов GWP = 1.

### Утицај расхладних средстава на животну средину

Расхладна средства утичу на животну средину наше земље на следећи начин:

- ✓ оштећење озонског омотача је последица хлорних расхладних средстава која се емитују у атмосферу,
- ✓ директно глобално загревање (ефекат стаклене баште) последица је флуора који садрже средства за хлађење и који се емитује у атмосферу,
- ✓ индиректно глобално загревање сваког расхладног флуида последица је угљен-диоксида емитованог у атмосферу потрошњом електричне енергије за рад расхладног постројења.

Својства најчешће кориштених расхладних средстава приказанасу у следећој табели.



## 2. Утицај раскладних средстава на животну средину и ...

Расклад- но сред- ство	хемијски тип	молекулар- на маса kg/mol	Тачка кључа- ња* (°C)	прити- сак на 35°C (kPa)	Критична температу- ра °C	Безбедно- сна класа	ODP	GWP /100 год
R11	CFC	137,7	23,7	149	198	A1	1	4750
R12	CFC	120,9	-29,8	846	112	A1	1	1090 0
R22	HCFC	86,4	-40,8	1355	96,1	A1	0.05 5	1810
R114	CFC	170,9	3,6	292	145,7	A1	1	1000 0
R123	HCFC	152,9	27,8	131	183,7	B1	0.02	77
R134a	HFC	102,0	-26,1	887	101,1	A1	0	1430
R152a	HFC	66,1	-24	794	113,3	A2	0	124
R290	HC	44,1	-42,1	1218	96,7	A3	0	3
R401A	HCFC/ HFC	94,4	-32,9	961	107,3	A1	0.04	1182
R401B	HCFC/ HFC	92,8	-34,5	1024	75,8	A1	0.04	1288
R402A	HCFC/ HFC/HC	101,6	-48,9	1733	82,9	A1	0.02	2790
R402B	HCFC/ HFC/HC	94,7	-47	1635	87	A1	0.03	2416
R403A	HCFC/ PFC/HC	92	-47,7	1649	79,6	A1	0.04	3124
R403B	HCFC/ PFC/HC	103,3	-49,2	1715	79,6	A1	0.03	4457
R404A	HFC	97,6	-46,2	1629	72	A1	0	3922
R407C	HFC	86,2	-43,6	1414	86	A1	0	1774
R409A	HCFC	97,4	-34,4	977	109,3	A1	0.05	1585
R409B	HCFC	96,7	-35,6	1024	106,9	A1	0.05	1560
R410A	HFC	72,6	-51,4	2071	71,4	A1	0	2088
R413A	PFC/HFC/H C	104,0	-33,4	1067	96,6	A2	0	2053
R417A	HFC/HC	106,8	-39,1	1315	87,1	A1	0	2346
R500	CFC/HFC	99,3	-33,6	980	102,1	A1	0.74	8070
R502	CFC/HFC	111,6	-45,3	1464	81,5	A1	0.33	4657
R600a	HC	58,1	-11,7	465	134,7	A3	0	3
R717	NH <sub>3</sub>	17,0	-33,3	1351	132,3	B2	0	0
R744	CO <sub>2</sub>	44	-54,4	>7300	31	A1	0	1
R1270	HC	42,1	-47,6	1469	91,1	A3	0	2
R448A	HFC/ HFO		-46,1		83,7	A1	0	1273
R32	HFC		-52,6		78,0	A2	0	677

\*У условима притиска од 101,3 kPa.



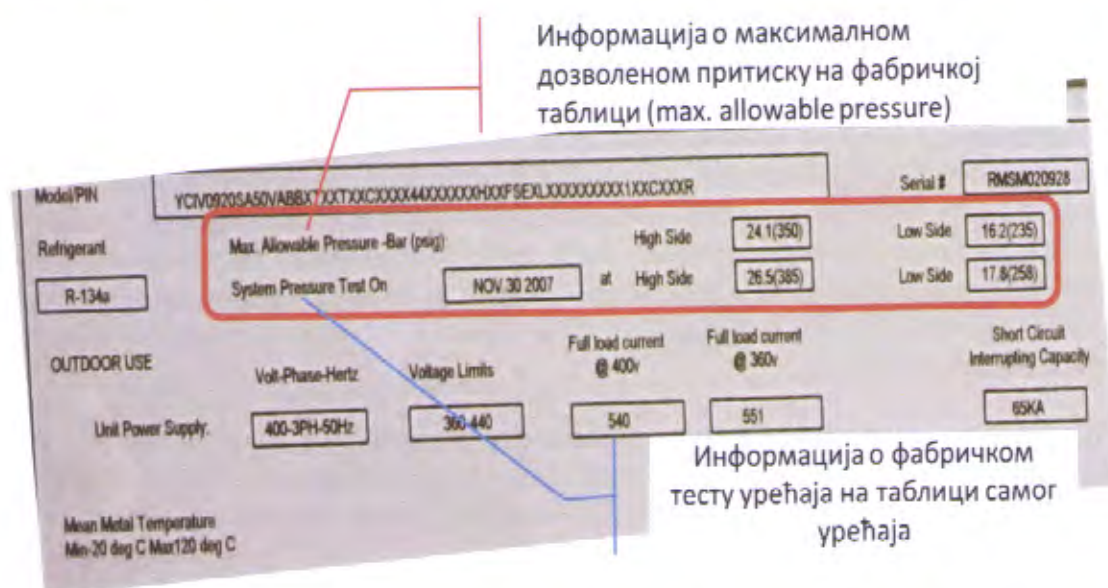


### 3. ПРОВЕРА ПРЕ ПУШТАЊА У РАД, НАКОН ДУЖЕГ ПЕРИОДА НЕКОРИШЋЕЊА, НАКОН ОДРЖАВАЊА ИЛИ ПОПРАВКЕ, ИЛИ ТОКОМ РАДА

#### П-3.01 Извршити пробу на притисак одређених делова инсталације (страна ниског притиска, страна високог притиска)

Тест на чврстоћу компоненти инсталације (*strength pressure test*) обавља се на оптерећење дела инсталације притиском од 1,43 x PS – са циљем да не дође до трајне деформације компоненти или напрснућа. Сматрамо да су саме уграђене компоненте већ фабрички испитане и за то гарантује произвођач компоненте.

PS је највећи дозвољени притисак за који је опрема пројектована и коју је утврдио произвођач. Овај притисак се утврђује за одређено мерно место на опреми коју одреди произвођач. Место мора да буде у близини компоненти за заштиту или ограничење или на највишој тачки на опреми или, ако је то могуће, на другом месту које је одредио произвођач. У ЕУ РС – максимални дозвољени притисак у инсталацији називају и „allowable pressure“.



Тест на чврстоћу комплетне инсталације која зависи: од конкретне максималне околне температуре, могућег нагомилавања некондензацијских гасова, подешености безбедносних вентила, начина дефростирања и намене инсталације – нпр. хлађење или грејање, утицаја радијације Сунца или зими – леда на измењивачу, нечистоће на измењивачу.

**Метод 1:** Температуру коју рачунамо при прорачунима по првој методи бира пројектант – по Републичком хидрометеоролошком заводу Србије средња максимална температура од 1981. До 2010. године износила је 28,7 °C.



**Метод 2:** По другој методи, за наше услове температура износи  $\leq 32\text{ }^{\circ}\text{C}$ , јер се и ваздухом хлађени кондензатор прорачунава на  $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ , за водом хлађени кондензатор за 8 K увећана је температура расхладне воде на излазу из кондензатора,  $43\text{ }^{\circ}\text{C}$  за евапоративне кондензаторе итд.

Тако долазимо и до карактеристичних притисака и максимално допуштеног притиска PS у инсталацији. Подаци су дати у следећој табели.

Пројектни притисак за цео систем	$\geq \text{PS}$
Тест на чврстоћу – <i>strenght pressure test</i>	1,43x PS или мањи по EN378-2-метода 1
Притисак за укључење сигурносног ел. прекдача ако у систему је сигурносни вентил притиска, по EN12263:1998	$\leq 0,9 \text{ PS}$
Притисак за укључење сигурносног ел. прекидача ако је у систему није сигурносни вентил притиска	$\leq 1x \text{ PS}$
Ако постоји сигурносни вентил растерећења инсталације	1x PS
Пун проток сигурносног вентила се достиже	$\leq 1,1 \text{ PS}$
Испитивање на непропусности – <i>leak pressure test</i>	1x PS

**Пример теста:** на чврстоћу инсталације за R134a са ваздушним кондензатором, ако је по првој методи дизајнер ситема изабрао температуру кондензације  $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$ , притисак кондензације је 10,56 манометарски + 1 атмосферски = 11,56 bar апсолутни, тако да тест на притисак на чврстоћу инсталације је  $11,6 \times 1,43 = 16,6$  bar апсолутни притисак. Притисак дозирамо полако, у корацима од 5 bara до максимума. Тест траје минимално 5 минута до мах. 1 сат и не треба да има видљивих деформација ни уоченог распрснућа. На основу процене ризика (*Risk Assesment*) на раду обавезно је гласно гласовно упозорење, „Пажња, тестирање у току“, вентилација у простору треба да буде укључена, регулатори на инсталацији искључени – *back seated*, а запослени опремљени сигурносним наочарама и рукавицама. Користимо сервисне манометре који имају опсег притиска који је у складу са испитним притиском на којем се тестирање врши, као и регулатор притиска на азотној боци.

Тест на притисак се изводи са инертним гасовима као што су суви азот (*oxygen free dry nitrogen*), хелијум или угљен-диоксид. Ацетилен или угљоводоници (HC) се не користе се из разлога безбедности. Тест врши само овлашћено лице које има сертификат А, категорија I (у складу са Уредбом о сертификацији).

### П – 3.02 Изврши пробу на притисак инсталације да би се проверила непропусност

Притисак којим тестирамо заптивност – непропусност (*tighttest test*) је 1x PS.

За испитивање инсталације под притиском користимо искључиво суви Азот (*oxygen free dry nitrogen*).

1. Наведимо и пример: тест на непропусност за R404A, са ваздушним кондензатором ( $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), непропусност би била 24,53 bar манометарски (25,53 bar апсолутни). Обавезно је коришћење регулатора притиска, а притисак на регулатору треба подесити пре почетка испитивања.



### 3. Провера пре пуштања у рад, након дужег периода ...

2. Код транспортне расхладе препорука је да се тест на цурење изводи са максималним притиском на R134a са 10.5 bara. Инсталација на R404A на 17.5 bara манометарски.

3. Треба обратити пажњу на притисак на којем ћемо радити испитивање, приступити резонски у избору притисака: нпр. фрижидер кућни, са мирним хлађењем у техници пресованог алуминијума, проверава се на притиску пуњења да се не би расцветао.

#### П-3.03 Коришћење вакуум пумпе

Након спроведеног теста непропусности под притиском, следећи корак је вакумирање система.

Вакуум пумпе треба бирати по капацитету-протоку који одговара величини инсталације. За постизање довољно ниског вакуума код новијих расхладних средстава оптимално је да се достигне вакуум који је препоручен од произвођача уређаја.

Основно упутство за добар вакуум је двостепена пумпа до 50 микрона Hg, кратка и дебља црева 3/8" и такви прикључци на батерији сервисних манометара и на вакуум пумпи (у односу на стандардна сервисна црева 1/4 " – жуте боје), која из неукљученог расхладног система извлачи заостали фреон или ваздух у гасном стању. Ако будемо изабрали превише снажну вакуум пумпу која је предимензионирана, може да дође до смрзавања воде у расхладном систему сублимацијом, наглим спуштањем притиска у вакуум – што ће продужити извлачење влаге. Функција вакумирања је да из инсталације извуку некондензовани гасови и одстрани влага која је унутар инсталације, како би припремили инсталацију за пуњење.

Пре употребе на вакуум треба тестирати рад пумпе и загрејату уље у пумпи радом без оптерећења за касније постизање одговарајућег вакуума. Када се загрева уље радом пумпе на празно, отвори се вентил који омогућава усисавање спољног ваздуха око пумпе, због чега је припрема на сувом месту есенцијална. Проверити ниво уља у пумпи који треба да буде до половине нивоказног стакла. Уље повремено заменимо, посебно ако се раније догодила нека велика контаминација расхладног система. Редовна замена уља у вакуум пумпи је на 20 радних сати.

#### Провера ефикасности вакуум пумпе

Када је пумпа са подгрејаним уљем, ставимо сервисна црева на прикључке батерије сервисних манометара и укључимо пумпу у рад. Достигнемо 100 микрона Hg на манометру вакуум пумпе, и оставимо је да ради око 5 минута. Затворимо главни вентил на пумпи да бисмо изоловали рад пумпе изатим је искључимо. Вакуум мора да остане испод 1.000 микрона Hg после 5 минута и дуже. Ако тест не буде успешан, мења се уље вакуум пумпе, и то само док је топло (као замена моторног уља).

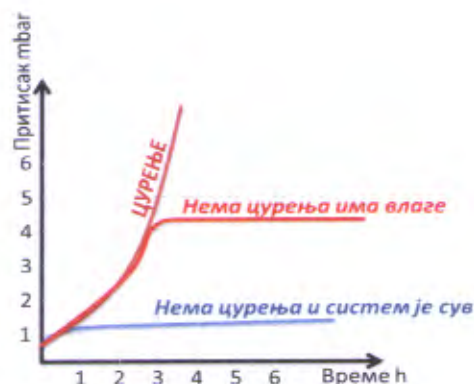
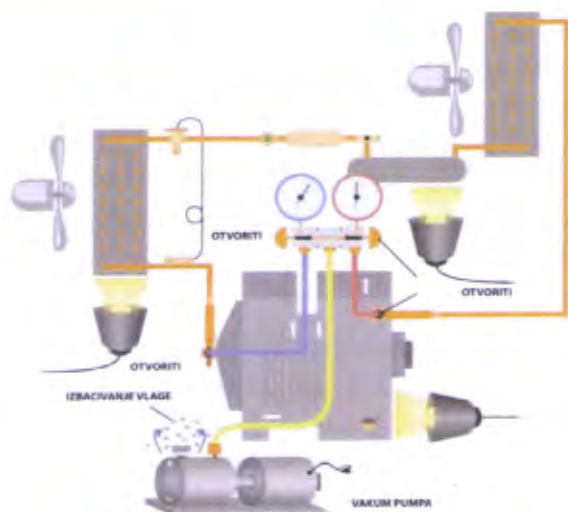
#### П-3.04 Вакумирање инсталације да би се елиминисали ваздух и влага из ње у складу са принципом добре праксе

Праћење вакуума у систему врши се искључиво вакуумметрима. Стандарна батерија сервисних манометара даје само информацију да је систем ушао у вакуум, али не даје прецизну информацију. Два типа вакуумметра, **механички** и **електронски**, приказани су на следећој слици.



✓ Како би убрзали испаравање влаге из инсталације и њених џепова, инсталација споља може да се греје кварцним лампама, топлим феновима, електричним грејачима. Вентили у инсталацији су отворени-проходни само ка сервисним манометрима и даље ка вакуум пумпи.

Поступка вакумирања инсталације вакуум пумпом са загревањем приказан је на следећој слици.



✓ Ако се при искључењу вакуум пумпе и затварању вентила система притисак врати на атмосферски, значи да имамо цурење према атмосфери расхладне инсталације. Ако се вакуум притисак повећа и заустави испод атмосферског, има још нечистоће и влаге у систему и треба наставити вакумирање.

✓ Ако тешко постижемо вакуум испод 1.000 микрона Hg, користимо поступак вишеструког вакумирања са прекидом (*brake the vacuum*) сувим азотом, високе сувоће, до 0,1 до 0,3 бара позитивног притиска изнад манометарског (*gauge*) и тако неколико пута, уз замену сушача из течног вода. Ако постижемо 500 микрона Hg, треба задржати вакумирање бар још 30 минута.

✓ Систем се оставља под вакуумом до 12 сати. Треба уочити околну температуру,  $T_{амб1}$ , када смо завршили вакумирање и очитати вакуум са вакуумметра  $P_1$ , а такође после времена мировања и тадашњу температуру  $T_{амб2}$  и тада поново очитати вакуум са вакуумметром  $P_2$ . Ово је само да проверимо да се одступања у вакууму нису десила због разлике температуре. Према Геј Лисаковом закону можемо посматрати које је одступање притиска због разлике температуре:



### 3. Провера пре пуштања у рад, након дужег периода ...

$$P_2 = P_1 \times T_{\text{амб2}} / T_{\text{амб1}}$$

У следећој табели је приказана тачка кључања воде. Можемо видети да је тачка кључања воде – 6,11 °C, при вакууму од 2.540 микрона Hg.

Температура кључања воде °C	Вакуум у инчима живиног стуба	kPa	Микрони Hg
100	0	0	759.968
80	15,94	-53,87	355.092
60	24,04	-81,25	149.352
40	27,75	-93,79	55.118
22,22	29,12	-98,42	20.320
11,67	29,52	-99,77	10.160
0	29,72	-100,5	4.572
-6,11	29,82	-100,7	2.540
-14,44	29,87	-100,9	1.270
-31,11	29,91	-101,09	254

У следећој табели је приказан жељени ниво вакуума у различитим мерама

SI јединице	Стандардна атмосфера	1 бар (апсолутно)	Жељени ниво вакуума (апсолутни)
Bar	1,01325 bar	1 bar	0,001 bar
Kilopascal	101,3 kPa	100 kPa	0.10 kPa
Mikron H <sub>2</sub> O	1.013.250 microns	1.000.000 microns	1.000 microns H <sub>2</sub> O
Milibar	1013,25 mbar	1.000 mbar	1 mbar
Pascal (Pa)	101,325 Pa	100.000 Pa	100 Pa
Јединице које нису SI			
Инч живе	30,5 in Hg	29,5 in Hg	0,030 in Hg
mm живе	760 mm Hg	750 mm Hg	0,75 mm Hg = 750 микрона Hg
(Torr)	760 Torr	750 Torr	0,75 Torr
Фунте (силе) по квадратном инчу	15,0 psi	14,5 psi	0,015 psi

Препорука за новије расхладне системе је да се вакумира до 0,5 mbar.

За транспортну расхладу се препоручује вакумирање испод 500 микрона H<sub>2</sub>O или 375 микрона Hg.

#### Т-3.05 Уношење података у евиденциону књигу опреме и попуњавање извештаја о једном или више тестова и провера извршених током испитивања

Након успешно извршеног вакумирања, систем је припремљен за следећи корак – пуњење расхладним средством.

Али пре тога сервисер треба да припреми извештај о свом раду и испитивању које је урадио. Законски прописана форма извештаја не постоји. Сервисер ће унети информације о послу који је одрадио у евиденциону (сервисну) књигу опреме (уколико постоји).

Уколико не постоји, у наставку је предлог изгледа извештаја који би сервисер требало да попуни.

<b>ПРОВЕРЕ ПРЕ ПУШТАЊА У РАД, НАКОН ДУЖЕГ ПЕРИОДА НЕКОРИШЋЕЊА, НАКОН ОДРЖАВАЊА ИЛИ ПОПРАВКЕ, ИЛИ ТОКОМ РАДА</b>					
Назив и адреса оператера					
Име, телефон и е-маил адреса контакт особе код оператера					
Расхладна и климатизациона опрема, топлотне пумпе или системи за заштиту од пожара					
Назив, модел, произвођач опреме					
Датум инсталације или испоруке					
Назив флуорованог гаса са ефектом стаклене баште или смеше садржане у опреми или систему					
Количина флуорованог гаса са ефектом стаклене баште или смеше садржане у опреми или систему					
<b>ТИП ПРОВЕРЕ СИСТЕМА</b>					
<input type="checkbox"/> Извршена проба на притисак на одређене делове инсталације ( <i>strength pressure test</i> )					
<input type="checkbox"/> Извршена проба под притиском да би се проверила непропусност система					
<input type="checkbox"/> Вакумирање система					
<b>Извршена проба на притисак на одређене делове инсталације (<i>strength pressure test</i>)</b>					
Максимално дозвољени притисак			Време трајања		
Нископритисна страна		Високопритисна страна		Гас којим се испитује	
Дозвољени		Дозвољени		Забелешке:	
Испитни		Испитни			
<b>Извршена проба под притиском да би се проверила непропусност система</b>					
Радни притисак система			Време трајање		
Нископритисна страна		Високопритисна страна		Гас којим се испитује	
Радни		Радни		Забелешке:	
Испитни		Испитни			
<b>Вакумирање система</b>					
Вакуум који желимо постићи			Времетрајање		
Нископритисна страна		Високопритисна страна		Температура 1:	Температура 2:
Вакуум 1		Вакуум 1		Забелешке:	
Вакуум 2		Вакуум 2			



## 4. ПРОВЕРЕ ИСТИЦАЊА-ЦУРЕЊА

**T-4.01** Познавање потенцијалних тачака цурења у расхладној и климатизационој опреми и топлотним пумпама;

### 1. Зауставни вентили, сервисни вентили и лоптасти вентили



#### **Вероватан разлог**

- Појава корозије током времена, због различитих врста материјала који су коришћени
- Прегревавање лемљених спојева током инсталације
- Заштитне капице нису постављене

#### **Препорука**

- ✓ Проверите да су сви спојеви и бритве затегнути, али не превише.
- ✓ Умотајте влажну тканину приликом инсталације са лемљењем.
- ✓ Увек вратите заштитне капице након сервисирања.

### 2. Сервисни игличасти вентили



#### **Вероватан разлог**

- Оштећење тела приликом лемљења
- Иглица вентила није добро намештена при инсталацији након лемљења или промене
- Оштећење унутрашњег заптивача током времена
- Заштитна капица није постављена или нема о-прстен

#### **Препорука**

- ✓ Одстраните обавезно иглични вентил приликом лемљења.
- ✓ Користите одговарајући алат за промену иглице.
- ✓ Проверите да заштитна капица има о-прстен и да је намештена и затегнута.

### 3. Раздвојиве везе



#### **Вероватан разлог**

- Попуштање арматуре-холendra због температурних промена током рада, нарочито код термоекспанзионог вентила који је на холендру. Лоша припрема навојне раздвојиве везе.
- Претезање доводи до оштећења конуса на раздвојивој вези
- Недовољно затегнута

#### **Препорука**

- Кад год је могуће, избегавајте коришћење раздвојиве везе. Ако се не може избећи:
- ✓ користите одговарајуће димензије холendra и цеви,
  - ✓ користите професионалне алате за сечење цеви и израду конуса,
  - ✓ проверите конус на

веза

бакарној цеви након израде,  
✓ подмажите алат за израду конуса,  
✓ немојте претезати или превише стезати навртке арматуре. Користите момент-кључ.

#### 4. Механички спојеви



##### Вероватан разлог

- Неправилно припремљена веза, заптивач није постављен
- Неравномерно затезнути вијци на прирубници-фланши
- Неправилна сила затезања
- Погрешна процедура затезања елемената
- Погрешни материјали и димензије

##### Препорука

- ✓ Избегавајте коришћење PTFE заптивача за HFC супстанце.
- ✓ Промените заптивач на фланши. Одстраните остатке старог заптивача пре него што поставите нов.
- ✓ Затезање вијака на прирубницу радите подјенкаким моментом и унакрсно. Радите притезање кроз најмање три пролаза.
- ✓ Користите момент-кључ да извршите финално затезање.

#### 5. Сигурносни вентили (PRVs) и заштитне компоненте од превеликог притиска



##### Вероватан разлог

- Заштитни чепови против превеликог притиска израђени су од различитих материјала и постоји опасност да попусте због температурног и/или оптерећења притиском током коришћења (нпр. сушач блокирао проток)
- Сигурносни вентил се не затвори добро кад притисак у систему падне испод притиска на које се они отварају, тако да се настави цурење расхладног флуида.

##### Препорука

- ✓ Заштитне чепове кад год је могуће замените сигурносним вентилом.
- ✓ Кад год се ради провера цурења, обавезно проверити ову тачку.

##### PRV-pressure relief valve

- ✓ Кад год се ради провера цурења, проверити ову тачку.
- ✓ Ако постоји цурење на сигурносном вентилу, променити га еквивалентим, као што је онај који је уграђен.
- ✓ Немојте никако што-



#### 4. Провера истицања – цурења

повати излаз сигурносног вентила – остајете без важне сигурносне компоненте.

✓ Како би се цурење спречило, поставите дупли сигурносни вентил – ако је могуће.

#### 6. Заптивач на осовини компресора (код отвореног типа компресора)



##### Вероватан разлог

- Губитак уља из заптивача на осовини је индикација да постоји цурење расхладног флуида
  - Проблеми са подмазивањем
  - Неодговарајућа величина замењеног заптивача-семеринга
- Проблем са осовином или лежајима

##### Препорука

- ✓ Преконтролишите систем и истицања уља из система.
- ✓ Проверите цурења кад је компресор искључен.
- ✓ Користите оригиналне заптивачекада их мењате. Уједначити окретање радилице.

#### 7. Кондензатори



##### Вероватан разлог

##### Водено хлађени кондензатори

- Корозија на споју бакра и челика као последица нетретирања воде која циркулише кроз цеви кондензатора. Цурење је врло тешко открити пошто се не може видети и испитати. Најчешће се цурење открива на основу теста на притисак инсталације.

##### Воздушно хлађени кондензатори

- Корозија због агре-

##### Препорука

##### Водено хлађени кондензатори

- ✓ Потрудите се да се ради третман воде која пролази кроз кондензатор.
- ✓ Редовна контрола и праћење нивоа корозије.
- ✓ Редовно одржавање и мониторинг система. Кад се цурење појави на једној цеви, та се цев изолира из тока р.с., обично смрт-кљештима или се промени. Ако се цурење јави на више цеви, онда је нај-

сивне средине (око-  
лине)

- Удар страних еле-  
мената кад ваздух  
пролази кроз саће  
кондензатора
- Вибрације које се  
преносе због лоше  
учвршћености цеви

чешће лош квалитет  
цеви.

- ✓ Зависно од кон-  
струкције цеви треба  
испитати систем, и то  
цев по цев или у гру-  
пама.

#### ***Воздушно хлађени кондензатори***

- ✓ При монтажи увек  
треба исправити ла-  
меле кондензатора.
- ✓ Поправити или  
променити неисправ-  
не вентилаторе
- ✓ Проверити криви-  
не кондензатора и  
потражити трагове  
уља.
- ✓ Кад се мења кон-  
дензатор, направити  
избор пажљиво, на-  
рочито ако ради у  
агресивној средини  
(околини) на пример  
на мору.

#### **8. Прикључак на бакарну цев и сервисни вентили**



- Лош фитинг или наг-  
њечен завршетак цево-  
вода
- Коришћење нестан-  
дардне или погрешне  
димензије прикључка
- Разлабављен покло-  
пац серв. вентила због  
вибрације у систему

- ✓ Користите само ста-  
ндардне и одговарајуће  
димензије прикључка.
- ✓ Замените прикључак  
са цеви који само гуми-  
ца заптива са лемље-  
ним игличастим серви-  
сним вентилом – **не  
остављајте прикључак  
на цеви.**
- ✓ Редовно контроли-  
шите цурење на овим  
местима.



### 9. Прекидачи притиска



#### Вероватан разлог

- Вибрације капиларе и/или црева могу довести до пуцања спојнице на прекидачу притиска
- Оштећење спојнице
- Оштећење као последица хидрауличних удара
- Оштећење на вези прекидача и линије
- Лоши ослонци на месту где је причвршћено тело прекидача притиска

#### Препорука

- ✓ Користите флексибилне везе кад год је то могуће и то од нерђајућег челика, као отпорније на напрезање.
- ✓ Осигурајте се да се црево и/или капилара која спаја прекидач не таре о неке делове инсталације или неконтролисано вибрира.
- ✓ Потрудите се да тело прекидача буде причвршћено.
- ✓ Користите раздвојиве везе и стандардне адаптере кад се користи бакарна цев.
- ✓ Користите дупли прекидач кад год је могуће.
- ✓ Повежите прекидач тако да вибрације буду унутар прекидача биле минималне или да их нема.
- ✓ Кад радите проверу цурења, обратите пажњу на то да је контролисани елемент под напоном.

## 10. О-прстени – заптивачи



- На местима где постоји опасност да се при монтажи згњечи или је изложен екстремним температурама
- Цурење након ретрофита због различите реакције са новим уљем
- Лош материјал или димензија
- ✓ Проверите округлост и еластичност кад мењате о-прстене, посебно ако желите поново да користите стари или постојећи о-прстен, нарочито при ретрофиту.
- ✓ Намажите компоненте уљем пре него што их наместите.
- ✓ При промени о-прстена – заптивача обратите пажњу да материјал одговара расхладном флуиду и уљу које се користи.

## 11. Капилара



### Вероватан разлог

- Пуцање због лошег причвршћивања
- Цурење на месту где се спаја капилара и цев улази у испаривач

### Препорука

- ✓ Проверите да су капиларне цеви добро причвршћене и да не вибрирају.

## 12. Кривине на кондензаторима и испаривачима



- Корозија изазвана хемијском реакцијом на кривине кондензатора и испаривача. Пошто је бакар који се користи на овим спојевима тањи од нормалне бакарне цеви, мала оштећења и структура материјала или агресивне средине могу изазвати појаву цурења расхладног средства.
- Агресивна средина како слана или кисела средина (околина) убрзавају оштећења и повећавају ризик цурења

- ✓ Проверавајте цурење веома пажљиво, нарочито у агресивној средини (фабрике хране где се прање врши хлорном водом, у винаријама и фабрикама сирћета и сл.).
- ✓ Ако се испаривач или кондензатор морају мењати, изаберите материјал према средини у којој ће се користити.
- ✓ Кад се користе хемијска средства за чишћење кондензатора или испаривача, обратите пажњу да се на крају чишћења добро исперу водом.



### 13. Кондензне кадице и цеви отапања – дефроста



➤ Корозија на потисној линији због сталног контакта са влагом-кондензатом и затворене средине ваздухом

- ✓ Увек радитељ контролу истицања кадица и инсталација које пролазе на тим местима.
- ✓ Тамо где је могуће промените цеви са изолационим цевима што продужава животни век цевне змије отапања

Постоји још неколико фактора који доприносе цурењу расхладног средства.

- ✓ Дизајн система и квалитет материјала који је коришћен
- ✓ Типови везе (раздвојиве или нераздвојиве – лемљене)
- ✓ Увијање цеви и њихово фиксирање
- ✓ Вибрације током рада система
- ✓ Квалитет изведеног теста притиском при инсталацији, фабричком тесту или при првом пуњењу

✓ Неправилно одржавање или одржавање од неквалификованих сервисера без превентивног одржавања истеклих ресурса компоненти и редовне контроле и провере

Страна високог притиска и течне фазе расхладног средства најозбиљнија су места потенцијалног цурења, што се односи и на велику количину и на брзину истицања.

Страна ниског притиска је критична када инсталација иде у вакуум, јер тада усисава околну влагу и ваздух што доводи до загађења система и великих трошкова чишћења и исушивања система.

**Т-4.02 Провера евиденције опреме пре провере цурења, идентификација одговарајућих информација о сваком проблему или проблема који се понављају и на које треба обратити посебну пажњу;**

У сервисну књижицу (*log book*) за HFC супстанце (Уредба Ф гас, образац 10 и одговарајући за ОДС Уредбу – образац 14) сервисни техничар уписује податке о: а. инсталацији опреме, б. првој провери након испоруке, ц. редовном одржавању и сервисирању, д1. хитној поправци (по Прилогу 5, тачка 5) у року од 14 дана од уоченог истицања (чл. 17, тачка 4) и д2. накнадној провери квалитета извршене поправке у вези са истицањем – 30 дана од поправке, е. евентуалног, привременог, пражњењу инсталације – сезонско некоришћење у току исте године и ф. финално трајно одлагање.

**П-4.03 Визуелни и ручни преглед целокупног система у складу са Уредбом о поступању са супстанцама које оштећују озонски омотач, као и условима за издавање дозвола за увоз и извоз тих супстанци („Службени гласник РС“, бр. 114/13) и са Уредбом о поступању са флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште, као и о условима за издавање дозвола за увоз и извоз тих гасова („Службени гласник РС“, бр. 120/13)**



У складу са наведеним уредбама прописана је обавезна провера критичних тачка система: спојева и прикључака, вентила, укључујући заптивна вретена вентила, заптивка, укључујући заптивке на заменљивим сушачима и филтерима, делова система који су подложни вибрацијама и прикључака за сигурносне и регулационе вентиле.

Ако је било дужег истицања расхладног средства, на месту истицања се формира мешавина компресорског уља и прашине.

Пре тестирања заптивености опреме применом инертног гаса под притиском, сервисни техничар који поседује одговарајући сертификат мора да сакупи расхладну супстанцу из опреме пре теста на истицање.

**П-4.04 Провере заптивености инсталација – истицања коришћењем индиректних метода у складу са Уредбом о поступању са супстанцама које оштећују озонски омотач, као и о условима за издавање дозвола за увоз и извоз тих супстанци („Службени гласник РС”, бр. 114/13) и са Уредбом о поступању са флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште, као и о условима за издавање дозвола за увоз и извоз тих гасова („Службени гласник” РС, бр. 120/13) и упутством за употребу система**

Индиректне методе се примењују само ако параметри опреме који се анализирају дају поуздане информације.

Меримо и анализирамо један или више параметара опреме: 1. притисак, 2. температуру, 3. струју компресора, 4. ниво течности на нивоказном стаклу и 5. тежину тренутног пуњења.

Вакумирање као тест заптивености није препоручљиво јер би тако само увукли више нечистоће у систем, а и при вакумирању, део на коме је дошло до цурења можда боље тада належе, па нећемо открити одакле истиче расхладно средство. Али ако се при вакумирању притисак полако врати до атмосферског – сигурно је реч о великом цурењу.

**П-4.05 Коришћење преносних мерних уређаја као што су комплет манометара, термометри и мултиметри за мерење волт/ампер/ом у склопу индиректних метода за проверу цурења и тумачења измерених параметара**

Провера притисака на одговарајућој тренутној и стварној околној температури кондензације. (Обично околна  $T_a + 8\text{ }^{\circ}\text{C}$  одговара притиску кондензације за негативне температуре од  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  у расхладној комори. За позитивне температуре у расхладној комори температуру кондензације добијамо као околна  $T_a$  увећана за  $+13\text{ }^{\circ}\text{C}$ . За тако увећану температуру кондензације из таблица за конкретно расхладно средство добијамо очекивани притисак кондензације). Притисак на усису у компресор треба да кореспондира устаљеној температури у расхлађеној комори умањеној за  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ако су оба измерена притиска на компресорским сервисним вентилима нижи, од испред очекиваних добијених таблично – постоји основана сумња цурења фреона.

Ако измерена је струја коју утроши компресор мања од номиналне која је дата на табели компресора, а због дужег рада систем троши више киловат/час електричне енергије – то је индикатор да недостаје расхладног средства.

Ако је измерена струја коју троши компресор виша од номиналне, можда је систем препуњен, или је расхладна супстанца неодговарајућег квалитета, постоје некондензо-



#### 4. Провера истицања – цурења

ване гасове у систему, лош је квалитет уља и слично – то је индикација да треба детаљно прегледати систем. Индикација је и повишена температура или притисак кондензације.

**П-4.06 Провера заптивености инсталације – коришћењем једне од директних метода наведених у Уредби о поступању са супстанцама које оштећују озонски омотач, као и о условима за издавање дозвола за увоз и извоз тих супстанци („Службени гласник РС“, бр. 114/13) и Уредбом о поступању са флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште, као и о условима за издавање дозвола за увоз и извоз тих гасова („Службени гласник РС“, бр. 120/13)**

Директне методе појединачно или више њих примењујемо: а. детекцијом истицања електронским детекторима (тачности од 5 грама по години) –, б. коришћењем ултравиолетне боје УВ или увођење боје у расхладно коло (само ако је метода одобрена од самог произвођача опреме, а проверу изводи сервисер А категорија I) и ц. коришћењем сапунице и пене за откривање истицања – до тачности од 250 грама годишње.

**П-4.07 Провера заптивености инсталације – цурења коришћењем једне од директних метода под условом да провера не доводи до прекида расхладног круга у складу са принципом добре праксе**

Израз „да провера не доводи до прекида расхладног круга“ треба разумети да се не извлачи расхладна супстанца из система, не убризгава ултравиолетни течни индикатор који се меша са уљем и не допуњава расхладном супстанцом. Провера цурења врши се електронским детектором истицања, сапуницом и визуелно. Ову проверу могу извршавати сервисери који има категорију А1, а не могу је радити сервисери који имају А сертификат – категорије 2 и 4.

Интервали провере на истицање из инсталације у Ребуплици Србији, ј законска је обавеза по важећим уредбама: Уредби о супстанцама које оштећују озонски омотач, Уредби о флуорованим гасовима и Уредби о сертификацији.

**П-4.08 Коришћење електронских детектора за детекцију цурења**

Постоје четири основна типа електронских детектора за проверу цурења.

✓ **Corona-suspension тип.** Ради на принципу генерисања високог напона у корна осетљивом уређају. Кад корона осети расхладни флуид, укључује се аларм. То су најстарији типови електронских детектора.

✓ Други тип електронског детектора истицања је такозвани **heated diode**. Тај тип детектора ради на принципу загревања расхладног средства и распадања молекула расхладног средства. Кад се молекули распадне, доћи ће до формирања позитивног јона хлора или флуора. Загрејана диода – **heated diode** детектоваће ове јоне и укључиће се аларм. Недостатак оба уређаја и **corona-suspension** и **heated diode** јесте што се у случају „контаминираних атмосфера“ са расхладним средством укључује и аларм и онда је проблем утврдити када је реч о правом цурењу, а када није. Такође, услед превеликог цурења може доћи до оштећења осетљивих делова детектора.

✓ Инфрацрвени електронски детектор цурења ради на принципу усисавања ваздуха из околине оптичког сензора и анализе инфрацрвеног зрачења које је у тој области. Предности ове технологије су да сензор траје дуже, да се на почетку ради калибрација



алата и тиме се неутралише контаминација околине, па су лажни аларми сведени на минимум, не могу да се презасите расхладним средством да би дошло до оштећења сензора, а имају и високу осетљивост од +/-5 грама на годишњем нивоу. У овом тренутку овај тип електронског детектора цурења је најприменљивији тип.



✓ Сада на тржишту налази се четврта генерација детектора, такозвани ултрасонични детектори, **ultrasonic detectors**. Не раде на принципу детектовање расхладних флуида већ реагују на звук који расхладни флуид прави кад постоји цурење. Кад расхладни флуид цури из система, ствара се ултразвучни звук које људско уво не да чује. Предност ових уређаја је да реагују на притисак, не на волумен расхладног средства. Њихова ма-на је што не могу да разликују звукове из околине система. То је врло важно кад су системи у околини тржних центра или близу друге машинске опреме.

Тестирање на истицање увек почињемо у проветреној просторији (да бисмо смањили контаминацију просторије која ће нам лажно подићи праг концентрације истицања), са пуним батеријама на инструменту детектора – ради сигурности за правилан рад детектора. Кад укључимо детектор, ради се калибрација детектора на пуферу-тестеру, а затим и подешавање нивоа његове осетљивости. Затим лагано прелазимо по критичним тачкама почевши од највиших места на инсталацији, и лагано прелазећи и оним, описаним на почетку овог дела. Обично се у прибору налазе резервни врхови и пуфер за калибрацију уређаја.

#### П-4.09 Попуњавање података у евиденциону књигу опреме;

У сервисну књижицу за HFC супстанце (Уредба Ф гас образац 10 и одговарајући за ОДС Уредбу – образац 14), сервисни техничар уписује податке (у претходном делу Приручника дат је овај образац са упутством како се попуњавају рубрике).



#### 4. Провера истицања – цурења

[illegible]





## 5. ПРАВИЛНО ПОСТУПАЊЕ СА СИСТЕМОМ И РАСХЛАДНИМ СРЕДСТВИМА ТОКОМ ИНСТАЛАЦИЈЕ, ОДРЖАВАЊА, СЕРВИСИРАЊА ИЛИ САКУПЉАЊА

### П-5.01 Прикључавање и раздвајање манометарске групе и прикључних црева уз минимално цурење расхладног средства

Пре повезивања манометарске групе и сервисних црева на сервисне вентиле расхладних инсталација најпре треба дефинисати како сервисни вентили раде. На слици са десне стране дат је пример једног типа сервисног вентила. На слици се јасно види да осовина вентила мора да буде комплетно извучена пре прикључивања сервисних црева, односно у овом случају је проток расхладног средства онемогућен према атмосфери.

Јако је важно да пре скидања капице вентила оваквог типа морамо проверити да је вентил затворен.

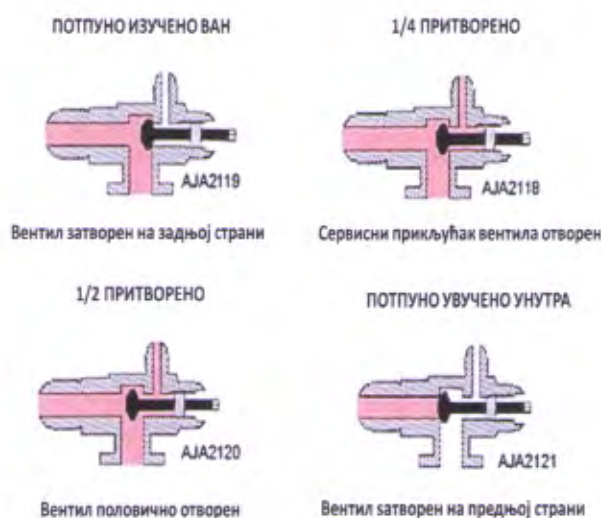


иглица ослободи притиска.

Капица сервисног вентила и осовина самог вентила критичне тачке за цурење расхладног средства и веома је битно да након рада буду враћени на своје место, затегнути и да се изврши контрола цурења електронским детектором цурења или сапуницом.

Друга напомена је да треба вратити оригиналне металне капице, а не пластичне капице, које су јефтиније али осетљивије на радне услове система.

Сервисни вентил и манометарска група повезују се сервисним цревима у разним бојама. Препорука је да се увек користи сервисно црево са вентилом или допунски сервисни вентил како би се смањила количина остатака расхладног средства у цревима које се након сервисирања најчешће испушта у атмосферу. Добра сервисна пракса предвиђа прикључивање машине за прикупљање расхладног средства и прикупљање остатака расхладног средства из црева.





Стандардни прикључак на цревима је 1/4 SAE. Системи који раде са расхладним средством R410A имају други прикључак, па се користи додатни адаптер. Пре повезивања црева веома је битно проверити у каквом су стању заптивачи који се налазе на самим цревима. Један крај сервисног црева је потпуно отворен, а на другом крају у средини је елемент – депресор који врши притисак на иглицу сервисног вентила и отвара га.



Високопритисна страна система повезује се сервисним цревом црвене боје.

Нископритисна страна система повезује се сервисним цревом плаве боје.

Сервисно црево жуте боје користи се за вакумирање и пуњење система расхладним средством.



Манометарска (колекторска) група заједно са сервисним цревима је главни је алат сваког сервисног техничара. Најчешће се користи група је са механичким манометрима. У новије време све више сервисера користи електронску манометарску (колекторску) групу.

На слици десно приказана је електронска колекторска група, а на слици испод механичка колекторска група.

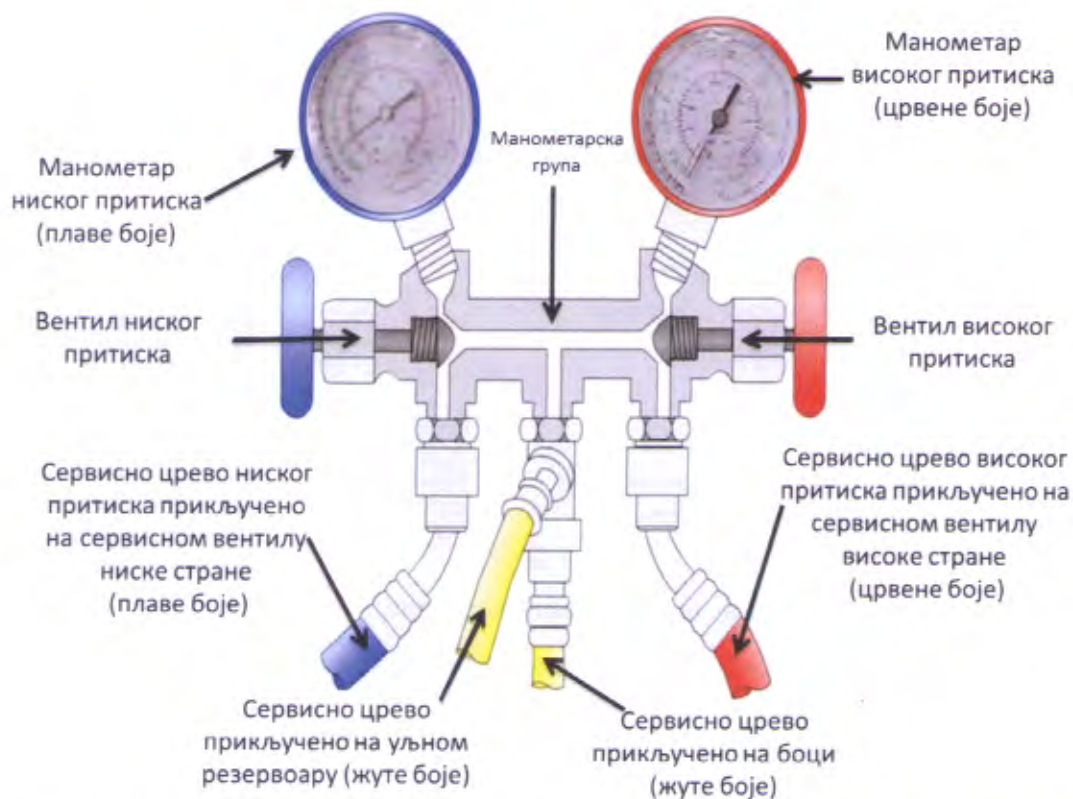
Јако је важно да манометри пре почетка рада буду на нули, а ако нису обавезно их треба подесити.

**Постављање стандардних сервисних манометара:**

**Препорука: Кад год је могуће користите допунски вентил на крајевима сервисних црева или сервисна црева са вентилом.**

1. Затворити вентиле на манометарској групи.
2. Плаво сервисно црево повезати отвореним крајем на сервисне манометре на страну ниског притиска, а на другом крају монтирати допунски сервисни вентил (уколико црево нема уграђен вентил).





3.

Црвено сервисно црево повезати отвореним крајем на сервисне манометре на страну високог притиска, а на другом крају монтирати допунски сервисни вентил (уколико црево нема уграђен вентил).

4. Жуте сервисно црево повезати отвореним крајем на сервисне манометре на средњем прикључку, а на другом крају монтирати допунски сервисни вентил (уколико црево нема уграђен вентил). Допунски сервисни вентил (вентил на цреву) прикључити на вакуум пумпу. Отворите допунски сервисни вентил на жутом цреву, и вентиле на манометарској групи (допунски вентили или вентили на цреву остају затворени) и вакумирајте сервисна црева. Затворите вентиле на манометарској групи и допунски вентил на жутом сервисном цреву и искључите вакуум пумпу.

5. Прикључите допунски вентил на плавом сервисном цреву (или крај црева на коме је вентил) на сервисни вентил ниске стране и отворите допунски сервисни вентил. На манометру ниског притиска можете очитати низак притисак у систему.

6. Прикључите допунски вентил на црном сервисном цреву (или крај црева на коме је вентил) на сервисни вентил високе стране и отворите допунски сервисни вентил. На манометру високог притиска можете очитати високи притисак у систему.

#### Скидање сервисних манометара

1. Затворите допунске вентиле (или вентиле на самим цревама) на правом и црном сервисном цреву.

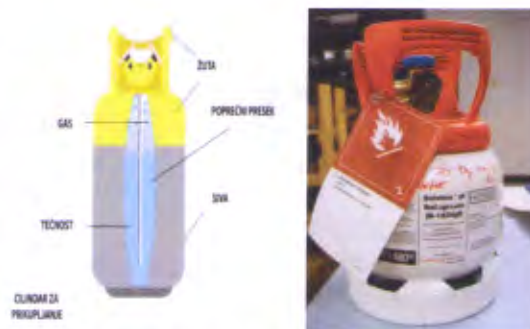
2. Допунски вентил на жутом цреву прикључите на улазни прикључак на уређају за прикупљање расхладног средства, а другим жутом цревом прикључите уређај са цилиндром. Укључе уређај и прикупе расхладни флуид у цревима.

3. Проверите да ли су сервисни вентили на уреду затворени, а ако нису, затварите их и тада можете да откачите сервисно црево из система. Иста је процедура и на ниској и на високој страни.

### П-5.02 Пажњење и пуњење вертикалних цилиндричних посуда под притиском са расхладним средством у течном стању и у стању паре

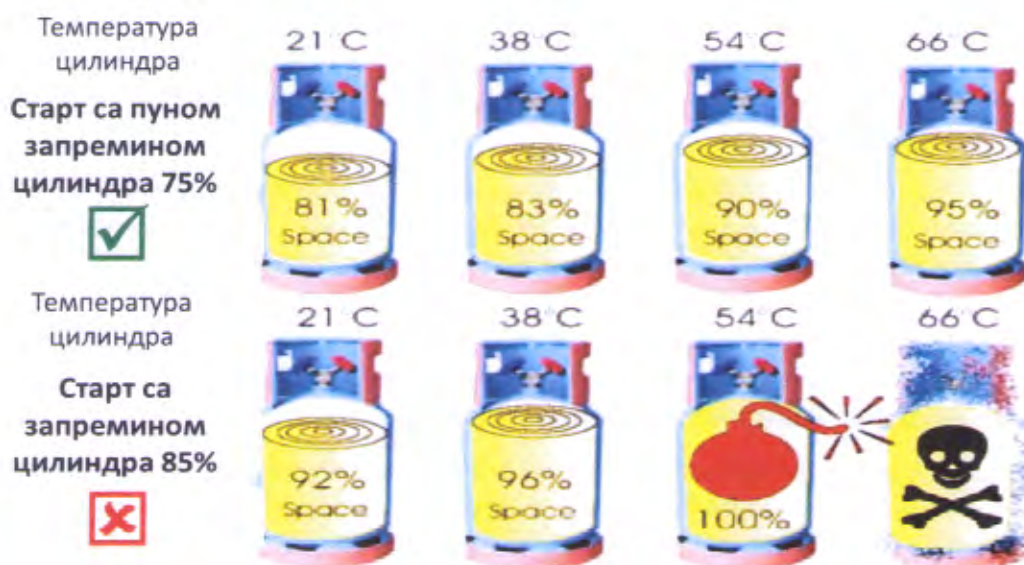
Боце за сакупљање расхладних средстава су стандардно сиве боје, са жутом крагном (ако је гас запаљив – крагна је црвена).

Дозвољено је напунити цилиндар – 75% тежински. Код угљоводоника НС дозвољено је пуњење само 50% тежински. Тежинско мерење количине расхладног средства у цилиндру је најсигурније.



Плави вентил на боци – гасна фаза, црвени вентил на боци – течна фаза.

Због ширења расхладног средства унутар цилиндра при повећању температуре, веома је битно да се цилиндри не препуњавају. На следећој слици приказано је ширење расхладног средства унутар боце за прикупљање у зависности од промене температуре.



Цилиндар за сакупљање према DOT стандарду (US) без заштите од препуњавања



Цилиндар за сакупљање према DOT стандарду (US) са заштитом од препуњавања



Повезивање цилиндар за сакупљање са заштитом од препуњавања



Постоје цилиндри са уграђеном заштитом од препуњавања (следећа слика). Уколико ова опција постоји, повежите цилиндар како би се уређај за сакупљање расхладног средства искључио кад се цилиндар напуни максималном дозвољеном количином.

#### **П-5.03 Коришћење комплекта опреме за сакупљање расхладног средства уз минимално цурење**

Према дефиницији у стандарду појам сакупљање (recovery) дефинисан је као извлачење расхладног средства из система и његово складиштење у сервисном цилиндру (recovery cylinder).

За извлачење расхладног флуида из система користимо уређај за сакупљање (recovery unit).

Ти апарати су постали неопходни и зато су и на списку опреме без које се не може добити дозвола за рад. Више генерација апарата је развијено.

**Старија генерација има уљне компресоре** и самим тим је опредељена за једну врсту класе расхладног средства, због мешања уља. **Новија генерација уређаја за сакупљање је безуљна.**

Генерално, краћа и дебља црева убрзавају процес прикупљања расхладног средства.

Постоје три начина прикупљања расхладног средства из система:

- ✓ прикупљање расхладног средства у гасној фази – гасном агрегатном стању
- ✓ прикупљање расхладног флуида у течној фази – течној агрегатној фази
- ✓ такозвана метода „погурај-повуци“.

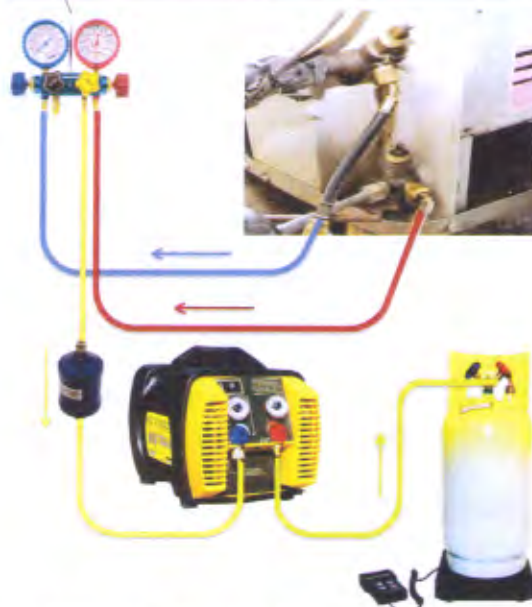
**НАПОМЕНА:** Коришћење ваге је добра сервисна пракса. Пре почетка сакупљања меримо празан цилиндар. По завршетку сакупљања меримо пун цилиндар. Ту информацију, осим датума и типа расхладног средства, уписујемо на етикети на самом цилиндру.



#### **Прикупљање расхладног средства у гасној фази – гасном агрегатном стању**

Уобичајена употреба уређаја за сакупљање је да у **гасном агрегатном стању** прикупљамо расхладни флуид у случају система са малим пуњењима и једнокомпонентне супстанце. На слици лево приказано је повезивање уређаја са системом.

### Прикупљање расхладног средства у гасној фази



Жуто црево повезујемо на једној страни са манометарском групом, а на другом крају прикључујемо улазни део филтра – сушача. Користимо још једно жуто црево да бисмо повезали излаз из филтра – сушача с излазним делом на уређају за сакупљање. Излаз из уређаја новим цревом повезујемо с цилиндром са црвеним вентилом на боци са два вентила (црвени вентил – за течну фазу –дуга цев, плави вентил – за гасовиту фазу – кратка цев).

На високопритисном манометру пратимо притисак у инсталацији.

*Прикупљање расхладног средства у течној фази – течном агрегатном стању*

Тај начин прикупљања примењује се у систему са великим пуњењима и за смеше.

Уколико уређај за сакупљање може да ради само са гасном фазом, онда су нам потребна два цилиндра. Начин повезивања приказан је на слици доле.

### Прикупљање расхладног средства у течної фази





**Каскадно повезивање четири елемента у низу – са две боце.** Станица прима само гас.

Високопритисна страна раскладног система преко манометарске групе повезана је са црвеним прикључком прве боце. Плави прикључак прве боце прикључујемо на улаз у уређај за извлачење поново преко филтра – сушача код станице за прикупљање. Излаз уређаја повезујемо на црвени вентил друге боце.

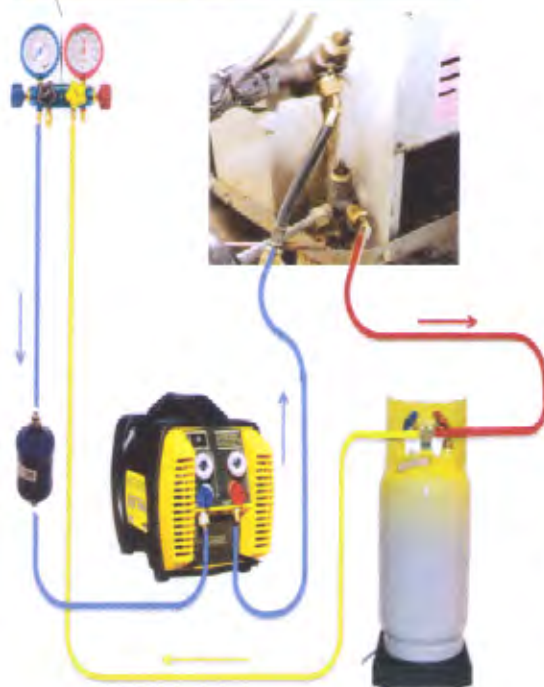


ШЕМА РАДА УРЕЂАЈА СТ99

Оне станице за прикупљање које користе **безуљни компресор и CPR вентил** (*crankcase pressure regulator*) могу да прикупљају флуид у течном агрегатном стању по прикључку „*liquid in*” види се каква је станица која се користи у тренинг центрима СТ-99Б. Тада прикључујемо течну фазу из раскладног уређаја у прикључак „*liquid in*” – на пример из рисивер боце – танка. Истовремено са потиском компресора и усисом компресора мо-

жемо преко сервисних манометара објединити улаз у станицу за **прикупљање на „*vapor inlet*”**. Излаз из станице за прикупљање повезујемо са цилиндром са два вентила на црвену – течну страну.

Прикупљање раскладног средства по методи „*push – pull*”



#### Метода „Погурај-повуци” (*push-pull*)

Повезујући инсталацију као на слици доле, гас из боце се кроз уређај за извлачење враћа на ниску страну раскладног система који је хаварисан и не ради. Гас који долази из уређаја за извачење потискује раскладно средство у течной фази из раскладног уређаја из рисивера ка цилиндру, на прикључку у течной фази. Напомена је да ако је раскладни уређај у радном стању, можемо га покренути и убрзати извлачење раскладног средства.

**Push-pull** процедура омогућава, у раскладном систему који ради, брже прикупљање

расхладног средства у течној фази, усисавајући гас изнад течности у боци за сакупљање. То је есенцијално за велике системе из којих треба извадити расхладну супстанцу. Пажња захтева да увек прво проверимо дијаграме и шеме конкретних система из кога узимамо расхладну супстанцу и отвореност свих електровентила.

Ограничења у примени за следеће случајеве:

1. Систем садржи мање од 4,5 kg расхладног флуида – због економичности и брзине тада користимо стандардни поступак.
2. Систем је топлотна пумпа или систем са вентилом за промену правца, због ограничења протока кроз капиларне цеви и једносмерне вентиле.
3. Систем онемогућава формирање непрекидног стуба течности који треба истиснути.
4. Систем садржи акумулатор (климе) па ће смањити ефикасност извлачења течне фазе расхладног средства.

#### **П-5.04 Издвајање загађеног уља из инсталација напуњених супстанцама које оштећују озонски омотач или флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште**

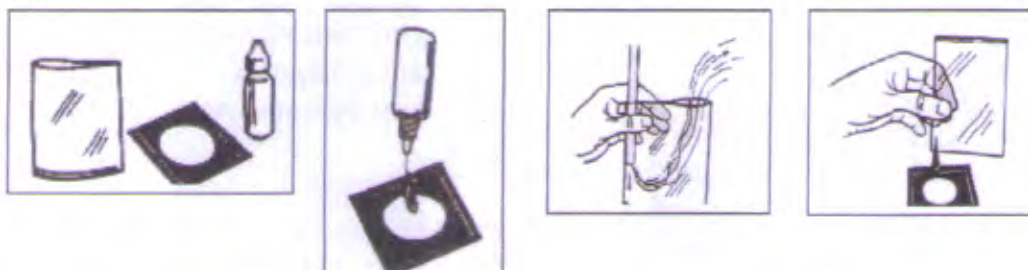
Користимо оно уље по врсти и вискозности које је већ било у инсталацији, и то исте марке коју је препоручио произвођача опреме – расхладног система (нпр. Битзер)

Боја узорка расхладног уља казује нам следеће: ако је црна, значи да је било ваздуха у инсталацији, метални сиви опиљци указују на то да је киселина већ почела да нагриза метал, провидно али на тесту кисело уље значи да је влага у систему (жуто обојено на тесту или у систему на нивоиказном стаклу постоји индикатор је влаге у систему – без влаге је зелено).



Тестери минералних и алкилбензен, POE уље тестер, тест заостатка минералног уља при ретрофитингу CFC у HCFC, којег треба да буде мање од 5% после замене са POE.

Процедура узимања узорка уља у кесицу – довољна је једна као да га помешамо са тестером.





**П-5.05 Идентификовање агрегатног стања расхладног средства у цилиндру за транспорт расхладне течности (течност, пара) и стања (потхлађен, засићен, прегрејан) пре пуњења, како би се обезбедила исправна метода и количина пуњења. Пуњење система расхладним средством (и у течној фази и у фази паре) без губитка расхладног средства**

За расхладна средства која су једнокомпонентна пунимо и допуњавамо инсталацију у гасној фази расхладног средства (примери: R22, R134a, R32).

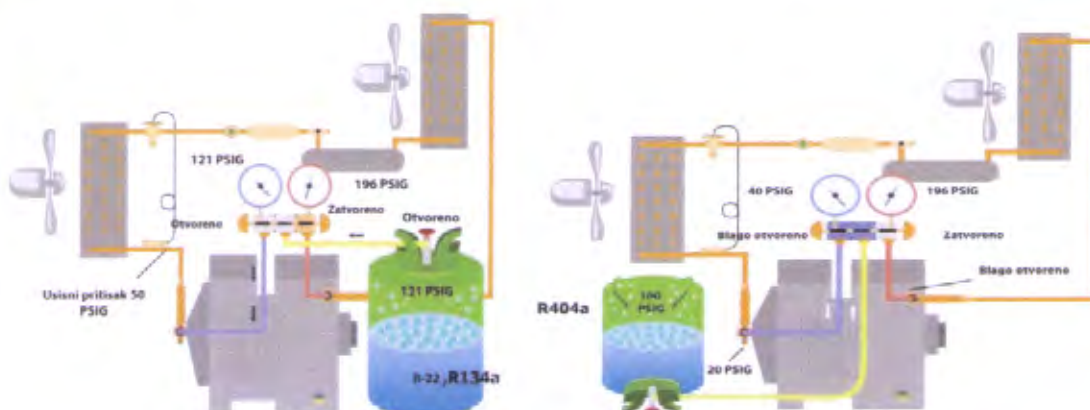
Азеотропске смеше старијег датума R5XX нису много осетљиве на декомпозицију смеше у гасној фази и у фази неактивности. Зато се ни допуна у гасној фази неће се одразити на рад расхладног агрегата. Ипак, препоручује се пуњење система у течној фази.

Новије смеше, зеотропске, R4XX, врло су осетљиви на декомпозицију смеше – супстанце од које су састављене. Због тога се инсталација пуни расхладним средством врши се искључиво у течној фази да не би дошло до декомпозиције смеше.

Практична напомена: Да не би дошло до хидрауличног удара и оштећења на компресору уколико допуњавамо расхладну супстанцу на усисни сервисни вентил компресора у течној фази, (при томе ослушните да компресор није постао прегласан), дозвољено је да на притисак код усиса без пуњења додати увећање притиска на допуни за до 1,75 бара (25 psi).

R 404A – ознака „A“ смеше с односи се на различиту варијацију смеше, односно то је иста молекулска маса са другим процентуалним уделом.

R 134a – ознака „a“ код једнокомпонентне супстанце, односи се на разлику у структури веза.



Пуњење гасном фазом R22 или R134a

Пуњење течном фазом за R404A

#### П- 5.06 Коришћење ваге за мерење расхладног средства

Најтачнији метод пуњења расхладног средства је помоћу ваге (а. опружна на коју се окачи цилиндар, б. електронска која показује измерену тежину цилиндра са расхладним средством, в. електронска специјализована за пуњење, где таром на 0 поставимо тренутну тежину цилиндра из кога пунимо расхладну супстанцу па приказује колико

смо одузели из цилиндра, д. до најновије електронске са електровентилом који прекида пуњење када се достигне унапред програмирана количина коју смо задали. Код HC се користе мале електричне ваге, у грамима, са навртањем патроне HC (на пример, R290 у супротном смеру од казаљке на сату – јер је то сигурносни захтев код запаљивих расхладних средстава).



**T-5.07 Попуњавање евиденционе књиге опреме свим одговарајућим информацијама о сакупљеном или додатом расхладном средству;**

Сервисни техничар уписује податке у сервисну књижицу (за HFC супстанце Образац 10 из Уредбе о флуорованим гасовима, а за ODS Образац 14 из Уредбе о супстанцама које оштећују озонски омотач).

**T-5.08 Познавање захтева и процедура за поступање, складиштење и транспорт загађених расхладних средстава и уља;**

Сакупљене контролисане супстанце (ODS) и сакупљени флуоровани гасови са ефектом стаклене баште у систему праћења (HFC), као и сакупљена компресорска уља третирају се према прописима којима се уређује управљање отпадом.



## 6. ДЕЛОВИ: ИНСТАЛАЦИЈА, ПУШТАЊЕ У РАД И ОДРЖАВАЊЕ КЛИПНОГ, ВИЈЧАНОГ И СПИРАЛНОГ КОМПРЕСОРА, ЈЕДНОСТЕПЕНОГ И ДВОСТЕПЕНОГ

**T-6.01** Објашњење основне функције компресора (укључујући контролу капацитета и систем подмазивања) и ризика од цурења или ослобађања расхладног средства који су повезани са радом компресора

Сваки расхладни уређај састављен је од четири основне компоненте:

- ✓ Компресор,
- ✓ Кондензатор,
- ✓ термоекспанзионни вентил,
- ✓ испаривач.

Компресор има две основне функције:

- ☑ да обезбеди циркулацију расхладног флуида кроз расхладни систем и
- ☑ да компресује гасовити расхладни флуид.

Постоји више начина да се изврши компресија гаса. Због тога су конструисани многи различити типови компресора. Сваки тип користи специфичан и понекад оригиналан начин компримовања расхладног флуида у гасовитом стању. Подела компресора приказана је на следећој слици.



У системима са компримованом паром најчешће се користе четири врсте компресора:

- ✓ клипни,
- ✓ центрифугални,
- ✓ вијчани (*screw*),
- ✓ спирални (*scroll*).

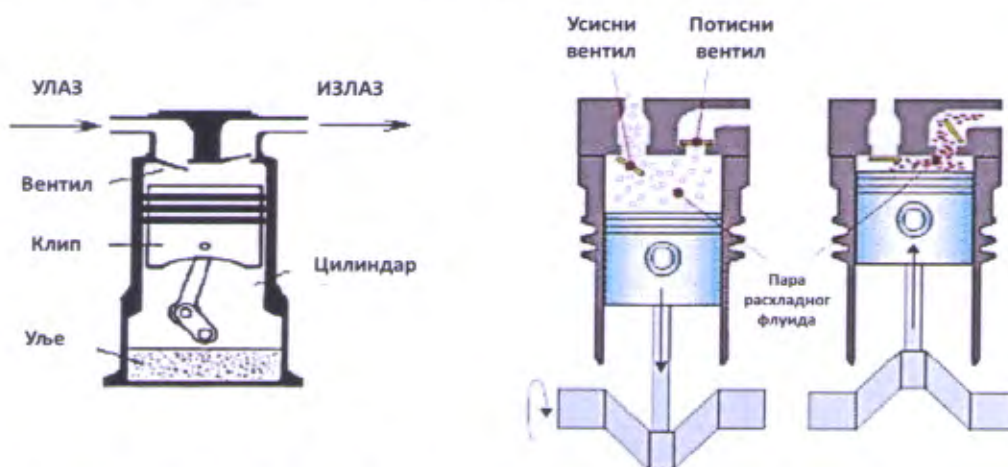
➤ Херметички компресори – електромотори и компресор налазе се у једном завареном кућишту.

➤ Полу херметски компресори – електромотор и компресор и налазе се у једном кућишту које је раздвојиво.

➤ Отворени компресори – електро мотор и компресор су одвојени, пренос се врши ременним преносом или погонском спојницом.

### Клипни компресори

Клипни компресори се користе за мале и средње расхладне и климатизационе системе. По конструкцији су слични бензинским моторима за аутомобиле и садрже цилиндри, клипове, клипњаче, радилице и вентиле.



Вентили се, за разлику од оних код мотора, сами отварају и затварају под дејством промене притиска у цилиндру.

Компресија и потискавање расхладног флуида у гасовитом стању изазива наизменично кретање клипа горе и доле.



Херметички  
клипни компресор



Полухерметички  
клипни компресор



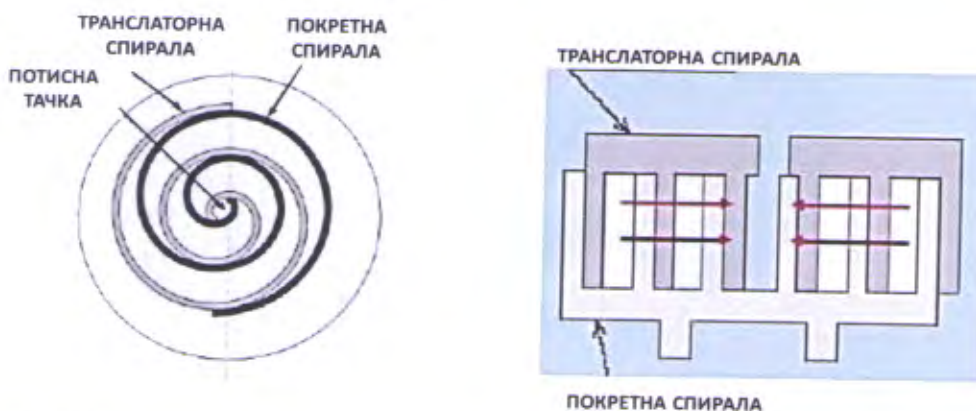
Клипни компресор  
отвореног типа



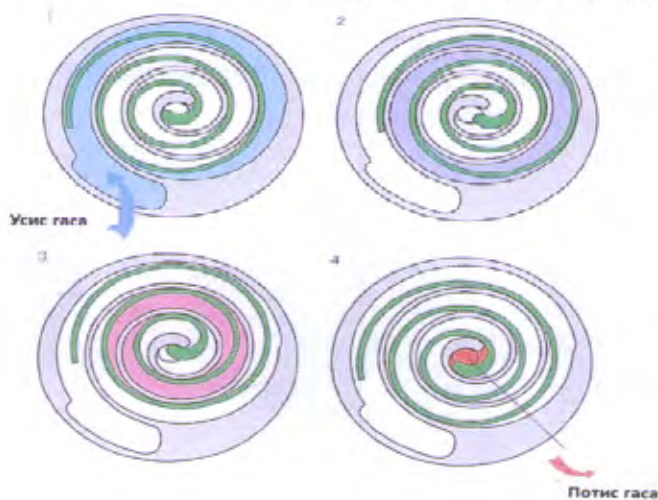
Неки клипни компресори користе подмазивање у уљном купатилу. Јединице са великим капацитетом имају пумпе за уље које се покрећу преко вратила и системе за подмазивање под притиском. Клипни компресори се производе у херметичној и полухерметичној варијанти, као и отвореног типа. Полу-херметички и отворени типови се могу сервисирати. Препоручљиво је користити за индустријске системе јер омогућавају поправку и ремонт на лицу места.

### Спирални (scroll) компресори

У спиралном компресору расхладни флуид се компримује помоћу два спирална диска који су уметнути један у други. Горњи диск се транслаторно креће, док се доњи покреће по орбиталној путањи. Орбитално кретање доњег диска унутар транслаторног диска ствара затворене просторе са променљивом запремином. Расхладни флуид се усавава кроз улазне прикључке на ободу спирале.



Затворени простор који се формира приликом кретања дискова захвата одређену количину расхладног флуида. Када диск орбитира, тај затворени простор са расхладним флуидом се преноси према центру диска и његова запремина се смањује. Због смањења запремине, расхладни флуид се компримује. Компримовани расхладни флуид се потискује кроз прикључак на центру горњег диска. Спирални (scroll) компресори су тихи и мирни уређаји и имају већи коефицијент ефикасности од свих других типова компресора. Често се користе у расхладним и климатизационим системима.

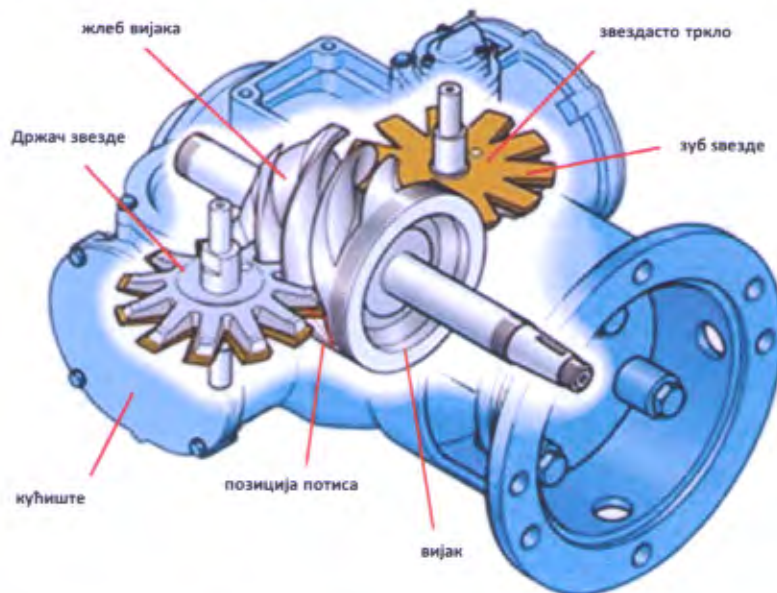


## Вијчани (screw) компресори

Током последних 25 година дошло је до убрзаног развоја вијчаних (screw) компресора. Овај тип компресора има широку примену у климатизационим уређајима са већим капацитетима.

Вијчани компресор може да има једно вретено (*mono screw*) или два (*twin screw*) вретена (ротациони клипови), различитог облика, који ротирају у затвореном кућишту.

На следећој слици је приказан вијчани компресор са једним вретеном (*mono screw*).



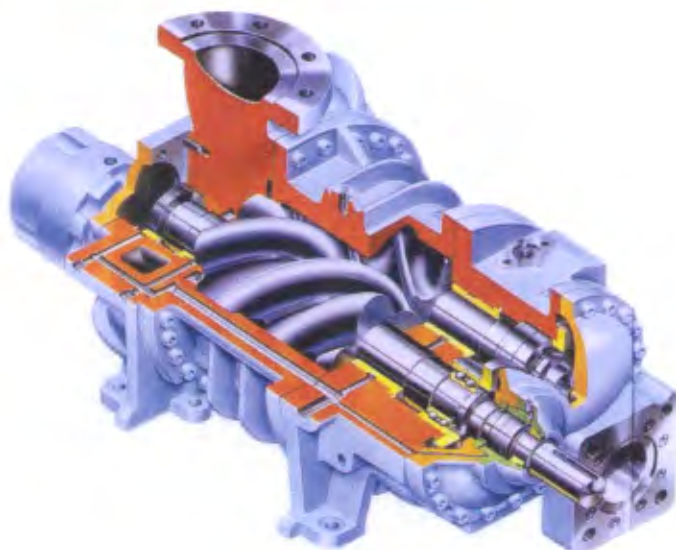
Код вијчаног компресора који има два вретена (*twin*), главни ротор има конвексне брегове (зубе), а помоћни (гоњени) ротор има конкавне брегове. Типична савремена конструкција савременог вијчаног компресора има четири брега на главном и шест брегова на споредном ротору.

У једном окрету ротора зазор између брегова се мења као резултат вијчаног облика тако да се на једној страни повећава (усисавање), а на другој страни смањује (компресија и потискивање). Како се вијци један у односу на други заптивају уљем, велика количина уља улази у коло. У већини случајева он се задржава унутрашњим одвајачем уља и/или додатним системом за враћање уља.



Пресек вијчаног компресора приказан је на следећој слици.





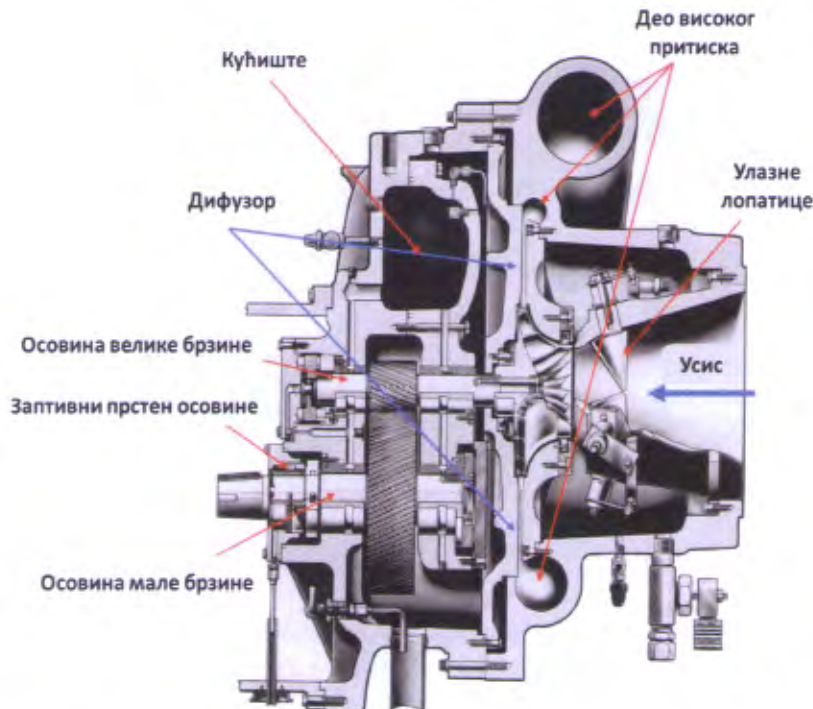
### Центрифугални компресор

Центрифугални компресори користе ротационо деловање радног кола како би на расхладни флуид у округлој комори (спирално кућиште) деловали центрифугалном силом. Расхладни флуид се у радно коло усавава кроз велики кружни улаз и протиче између лопатица. Лопатице на расхладни флуид делују центрифугалном силом и потискују га према зидовима кућишта.

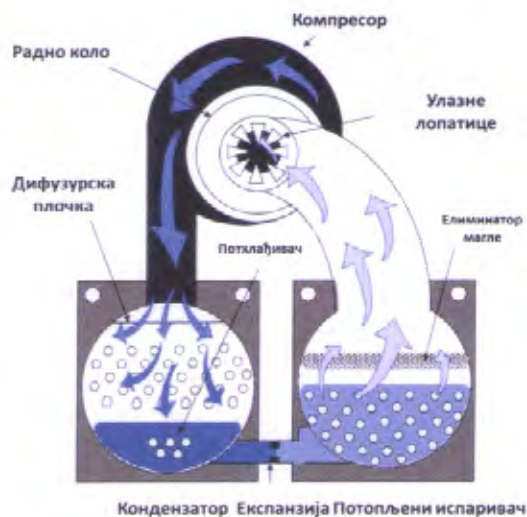
Притисак на расхладном флуиду расте зато што је притеран уз стране спиралног кућишта. Центрифугални компресори су погодни за компримовање великих количина расхладног флуида на релативно ниском притиску. Сила компресије коју производи радно коло компресора је мала, тако да чилери који користе центрифугалне компресоре обично имају више радних кола која су постављена у серији.



Пресек центрифугалног компресора приказан је на следећој слици.



Центрифугални компресори су погодни за употребу због једноставног дизајна и малог броја покретних делова. Из енергетских и економских разлога савремени центрифугални чилери опремљени су системима са променљивим протоком и погоном са променљивом фреквенцијом (*Mac-Quay*) или погоном са променљивом брзином (*York*). То омогућава чилеру да оствари најбоље перформансе и када ради делимичним оптерећењем, јер постоји могућност да се понашање мотора чилера прецизно прилагоди тренутном нивоу оптерећења.



Центрифугални чилери се најчешће употребљавају у индустрији и комерцијалним расхладним системима великих капацитета. Доступни су у величинама од 250 kW до 8.800 kW.

Најчешће се производе системи са кондензатором са воденим хлађењем и потопљеним испаривачем. На слици лево приказан је рад једног таквог система.

Компресори малог капацитета се израђују простије конструкције и због мањка простора подмазују се обично: а. бућкањем (*splash*), чак и без уљне пумпе, б. уљном пумпом и прскањем уља у картеру ком-

пресора в. док озбиљније конструкције су обавезно имају уљну пумпу која напаја и развод уља кроз радилицу, што подсећа на решење код мотора.



Ако нема других препорука произвођача, фреонско компресорско уље се не троши и не мења се у неким интервалима, као што је обавезно код мотора са унутрашњим сагоревањем. Уље се додаје само кад истече, када је то индикатор истицања и расхладног средства.

При пуштању у рад: обавезна је провера да ли је електромотор компресора, са малим стартним моментом, у стању да покрене компресор без активирања његове заштите.

#### **П-6.02 Правилно постављање компресора, укључујући опрему за контролу и заштиту како не би дошло до цурења или великог ослобађања расхладног средства приликом пуштања система у рад**

Компресори се обично униште, односно прегоревају када су препуњени расхладним средством јер је електрична струја повећана због оптерећења, а и уље које хлади компресор се прегреје, запали од унутрашњих намотаја у херметичким и полухерметичким компресорима. Такође, и ако нису довољно напуњени расхладним средством, прегреју се од дугог рада или цикличног укључивања–искључивања и недовољног хлађења електричних намотаја мотора са расхладним средством.

Регулација рада клипних расхладних компресора углавном, сведена на смањење његовог капацитета, односно смањење његовог волуметријског протока, и то искључењем из рада, прекидом погона на радилицу компресора, смањењем броја обртаја радилице фреквентним и сличним регулаторима. Остаје осетљива тема минималне брзине расхладног средства да би се уље кретало кроз инсталацију, бајпасовање цилиндара тако да усис једног цилиндра „храни“ потисом другог (у пракси се дешава да бајпас вентил, запекне због слабог подмазивања на високом притиску), пригушивање на усису у компресор – такозвана модулација новим електронским пригушним вентилом (electronic throttling valve – ETV). Вијчани компресори расхладни капацитет регулишу количину р.с. засуном уздужно дуж зуба, чиме смањује радни захват зуба.

#### **П-6.03 Подешавање заштитних и контролних прекидача**

Пре било каквих активности треба се опремити упутствима произвођача који треба да дефинишу шта и како се подешава на расхладној и електроинсталацији.

Заштитни прекидачи су електро прекидно-проводни. Прекидач ниског притиска LP (low pressure) и високог притиска HP (*high pressure*) углавном су у редном колу са укључењем компресора у рад.

#### **П-6.04 Подешавање усисних и потисних зауставних вентила**

У раду и припреми за рад приликом пуштања не треба да буде затворен проток у потисном компресорском сервисном вентилу. Ни усисни вентил не сме да буде у раду дуго затворен јер ће вакуум који се ствара у компресору запалити компресорско уље на високом вакууму.

У случају да потисни и усисни плочасти вентил на плочи у компресору не затварају добро, доводи до учинка компресора на мешањем притисака и не постизање компресије што ће бити одмах видљиво на сервисним манометрима и не држању притисака при заустављању компресора.



#### **П-6.05 Провера система за враћање уља**

Код отворених и полуотворених компресора нивоказно стакло уља обично није довољно. Неки произвођачи дефинишу ниво уља у отвореном компресору на 1/3 до 2/3 нивоа на показном стаклу у режиму грејања и дефроста јер се тада уље које се сакупља на најхладнијим деловима (испаривач), па се у том моду рада враћа у компресор.

Други траже да буде дубок картер који ће осигурати количину уља у њему.

Трећи искључиво признају притисак уља који подмазује компресор – зато је манометар уља присутан, а ако га нема, потребна је повремена контрола прикључивањем на предвиђени прикључак за контролу притиска уља. Пошто пумпа за уље непрестано ради када ради компресор, при генералној поправци компресора обавезно је заменити и елементе уљне пумпе ради дуговечности и сигурности у даљем раду. Обавезно је проверити притисак пре пуштања у даљи рад после генералне оправке и упоредити са спецификацијом произвођача.

Сепаратори уља се уграђују у веће инсталације (последњих година и у транспортној расхлади код свих скупљих модела и у најмањој гами од 2 KW расхладне снаге). Они враћају компресорско уље одвојено у потисном воду. Обавезно се мењају при испирању инсталације, јер их је немогуће испрати.

#### **П-6.06 Пуштање у рад и заустављање компресора и провера радних параметара, укључујући и мерења током рада компресора**

Проверимо да ли су отворени сви механички вентили који у раду треба да буду проточни. Проверимо ниво компресорског уља – на нивоказном стаклу компресора.

У неким инсталацијама компресор стартује са закашњењем јер се због оптерећења прво активирају сви вентилатори, стоп електровентил (normally closed – NC без побуде затворен) и други потрошачи, па тек онда расхладни компресор.

Када се компресор покрене и његов рад устали, пратимо да ли радни параметри одговарају захтевима које имамо у простору који хладимо и, наравно, око кондензатора.

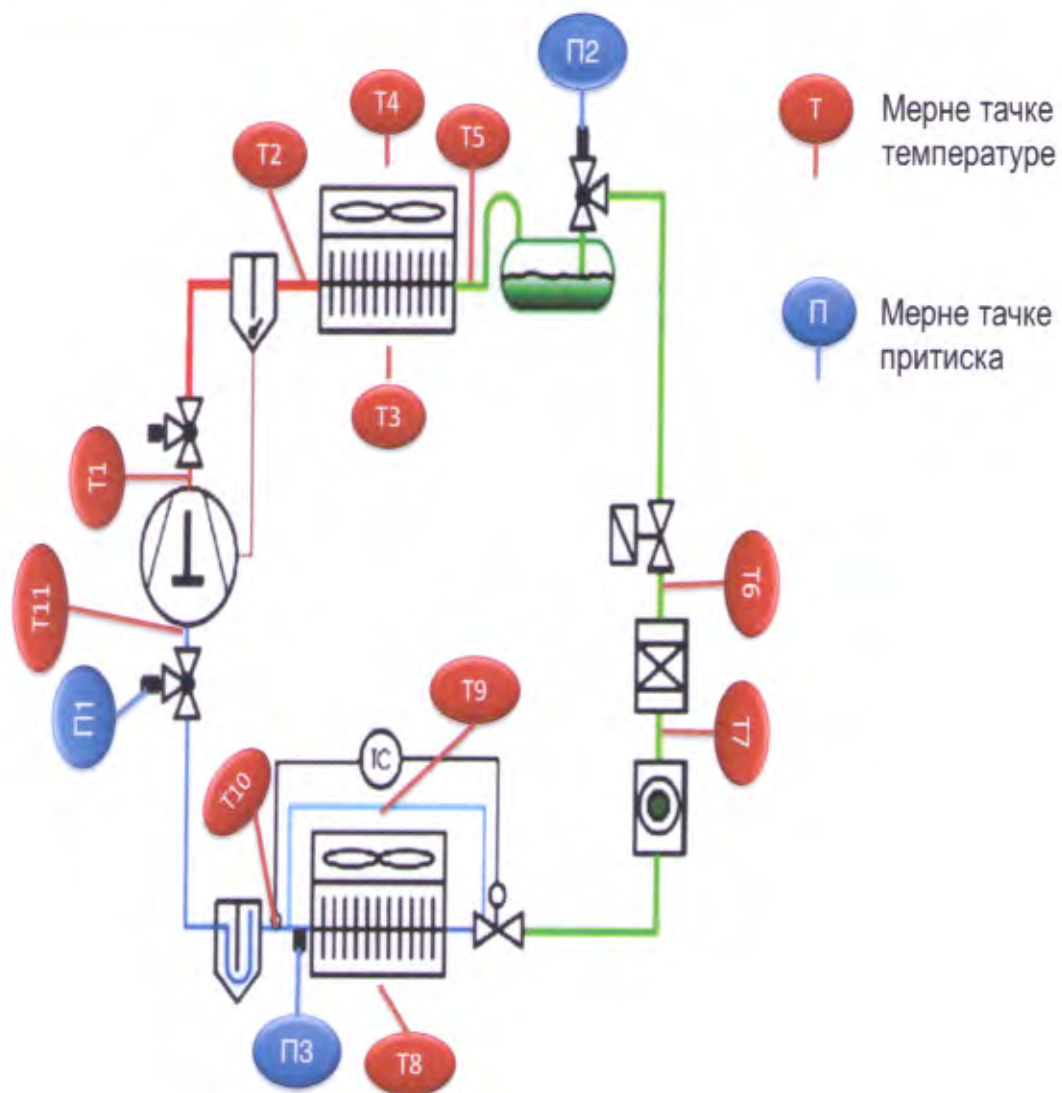
Амперметром са клештима меримо струју коју вуче – троши компресор и упоредимо са фабричком таблицом. Проверимо и други напојни електрични напон на уласку у компресор, да није пао напон напајања у мрежи, па да зато компресор вуче више струје за свој рад. Убележимо у радни налог измерене податке.

#### **Т-6.07 Писање извештаја о стању компресора у којем се наводе проблеми у раду компресора који би могли да оштете систем и изазову цурење или ослобађање расхладног средства ако се ништа не предузме;**

Након рада сервисер треба да припреми извештај у којем наводи измерене радне параметре.

На следећој слици су приказане мерне тачке за контролу система.





Извештај о пуштању у рад / сервисирање инсталације			
Сервисна радионица			
Сервисер			
Адреса			
Телефон / факс			
Број сертификата			
Информације о инсталацији			
Назив оператера			
Локација опрема			
Евиденциони број опреме			
Тип уређаја		Модел и серијски бр.	
Расхладно средство и група		Расхладни капацитет	
Даум пуштања у рад		Датум завршетка пуштања	
РАДНИ ПАРАМЕТРИ			
Количина пуњења			
Количина уља		Тип уља	
Усисни притисак <b>P1</b>		Притисак кондензације <b>P2</b>	
Усисни притисак из испаривачу <b>P3</b>			
Температура расхладног средства на излазу из компресора <b>T1</b>		Температура расхладног средства на улазу у кондензатор <b>T2</b>	
Температура ваздуха на улазу у кондензатор <b>T3</b>		Температура ваздуха на излазу из кондензатора <b>T4</b>	
Температура расхладног средства на излазу из кондензатора <b>T5</b>		Температура расхладног средства на улазу у филтер – сушач <b>T6</b>	
Температура расхладног средства на излазу из филтера – сушача <b>T7</b>		Температура ваздуха (воде) на улазу у испаривач <b>T8</b>	
Температура ваздуха (воде) на излазу из испаривача <b>T9</b>		Температура расхладног средства на излазу из испаривача <b>T10</b>	
Температура расхладног средства на излазу из испаривача <b>T11</b>			
LP подешени притисак на пресостату ниског притиска		HP подешени притисак на пресостату високог притиска	
ЕЛЕКТРИЧНИ ПОДАЦИ			
Напајање – Напон	L1	L2	L3
Ампеража – Струја – укупно	L1	L2	L3
Струја коју вуче компресор	L1	L2	L3
Струја коју вуче вентилатор на кондензатору			
Струја коју вуче вентилатор на испаривачу			
ОСТАЛИ ПОДАЦИ			
Тип компресора		Рисивер танк – величина	
Тип кондензатора		Тип пресостата ниског притиска	
Тип испаривача		Тип пресостата високог притиска	
<b>Примедбе:</b>			
Потпис сервисера		Датум	



## 7. ДЕЛОВИ: ИНСТАЛАЦИЈА, ПУШТАЊЕ У РАД И ОДРЖАВАЊЕ КОНДЕНЗАТОРА СА ВАЗДУШНИМ И ВОДЕНИМ ХЛАЂЕЊЕМ

### **Т-7.01 Објашњење основне функције кондензатора и ризика цурења који су повезани са радом кондензатора;**

Основна функција кондензатора је да ослободи топлоту коју расхладно средство има у себи и преда је околини (води код кондензатора са воденим хлађењем или ваздуху код кондензатора са ваздушним хлађењем). Расхладно средство улази у кондензатор као прегрејани гас и предавањем топлоте на околину мења своје агрегатно стање и излази као течност на излазу из кондензатора. Како би се процес размене топлоте могао извршити, температура кондензације мора да буде виша од температуре околине (воде код кондензатора са воденим хлађењем или ваздуха код кондензатора са ваздушним хлађењем). Тај процес се одвија при константном притиску.

При томе кондензатор одаје топлоту (*gain heat*) и предаје је околној атмосфери, која је на нижој температури (ваздухом хлађени кондензатор).

Основна подела кондензатора је према медијуму који прима топлоту:

- ваздух – са ваздушним хлађењем,
- вода – са воденим хлађењем,
- комбиновани – са воденим хлађењем са делимичним учешћем ваздуха.

По основу конструкције, кондензатори се деле на:

- ✓ кондензаторе са воденим хлађењем – противструјни, добошасте, коаксијални кондензатор (цев у цев), и плочасти кондензатор, који је новије конструкције,
- ✓ кондензаторе са ваздушним хлађењем – са цевном змијом – нпр. кућни фрижидер, са принудном циркулацијом ваздуха око кондензатора, и атмосферски,
- ✓ комбиноване евапоративне (атмосферски уз сливање воде низ кондензаторске цеви у којима је расхладно средство).

Ради смањења температуре кондензације, новије конструкције предвиђају орошавање измењивача воденом маглом, а најновије – користе ефекат хлађења ваздуха при проласку кроз кондензатор са ваздушним хлађењем који пролази кроз материјал натопљен водом ради испаравања воде у њему – адијабатско хлађење ваздуха.

### **Кондензатор са воденим хлађењем**

Кондензатори са воденим хлађењем се састоје од плашта и цеви кроз које циркулише вода. Пара расхладног средства се доводи у унутрашњост плашта и кондензује на спољашњој површини цеви.

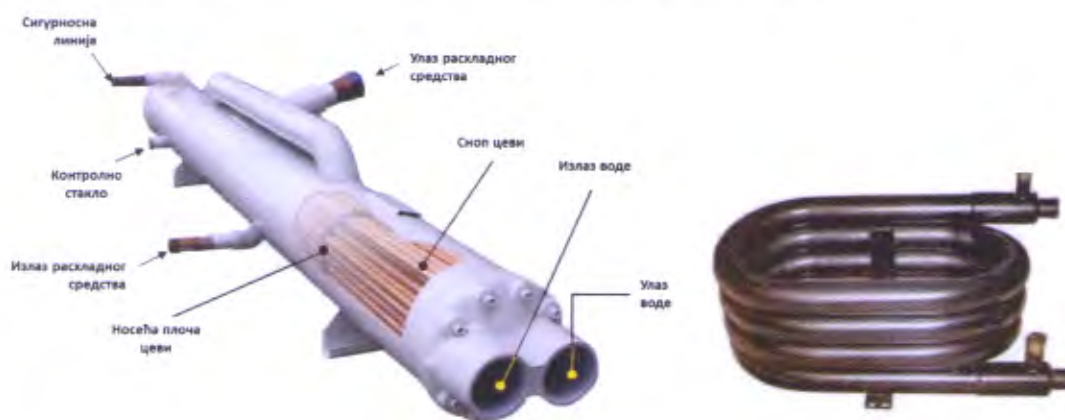
На капацитет кондензатора са воденим хлађењем утичу температура воде, количина воде која је протекла и температура расхладног гаса. Капацитет кондензатора се мења кад год се промени разлика температура расхладног средства и воде.

Повећана разлика температуре или већи проток воде повећава капацитет кондензатора. Употреба хладније воде доводи до пораста разлике у температури.

Кондензатори са воденим хлађењем се могу поделити у четири категорије:

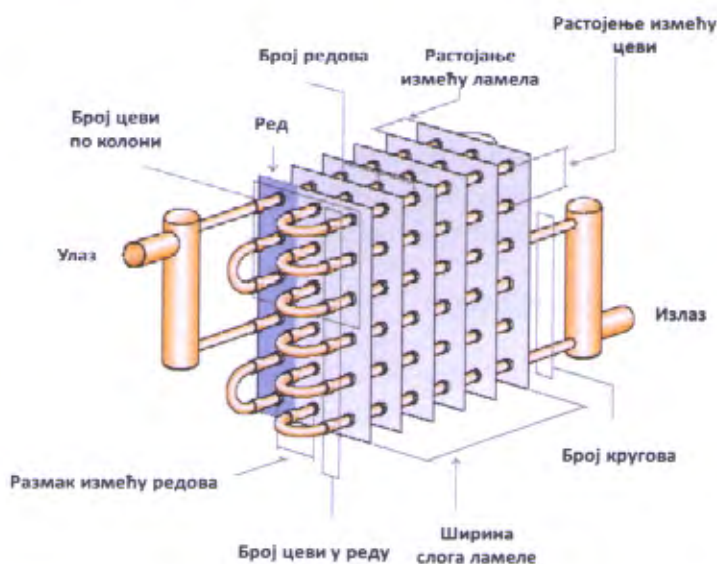
- плашт и цев,
- плашт и спирала,
- цев у цев (коаксијални) и
- добошасти.

На следећој слици приказани су плашт и цев и коаксијални кондензатор.



### Кондензатор са ваздушним хлађењем

Најчешће коришћени кондензатор са ваздушним хлађењем је цевно-ламеластни кондензатор. Цевин кондензатора кроз које пролази расхладно средство су бакарни, а кроз алуминијумске ламеле пролазе те бакарне цевин.





## 7. Делови: инсталација, пуштање у рад и одржавање кондензатора ...

Цеви и ламеле су густо поређани како би се постигла довољно велика површина измењивача. Струјање ваздуха може да буде природним путем (код фрижидера у домаћинству) и присилним путем помоћу вентилатора.

Кондензатор са ваздушним хлађењем састоји се од три дела.

- ✓ Први део служи за одвођење топлоте прегревања (*desuperheating section*).
- ✓ Други део (главни део) служи за одвођење латентне топлоте и промену агрегатног стања расхладног средства из гаса у течности – **кондензација расхладног средства**
- ✓ Трећи део служи за потхлађивање течног расхладног средства (*subcooling*)



На следећој слици приказани су ваздушноцевни кондензатор (употреба код домаћих фрижидера), принудно хлађени индустријски и атмосферски кондензатор.



### Евапоративни кондензатор

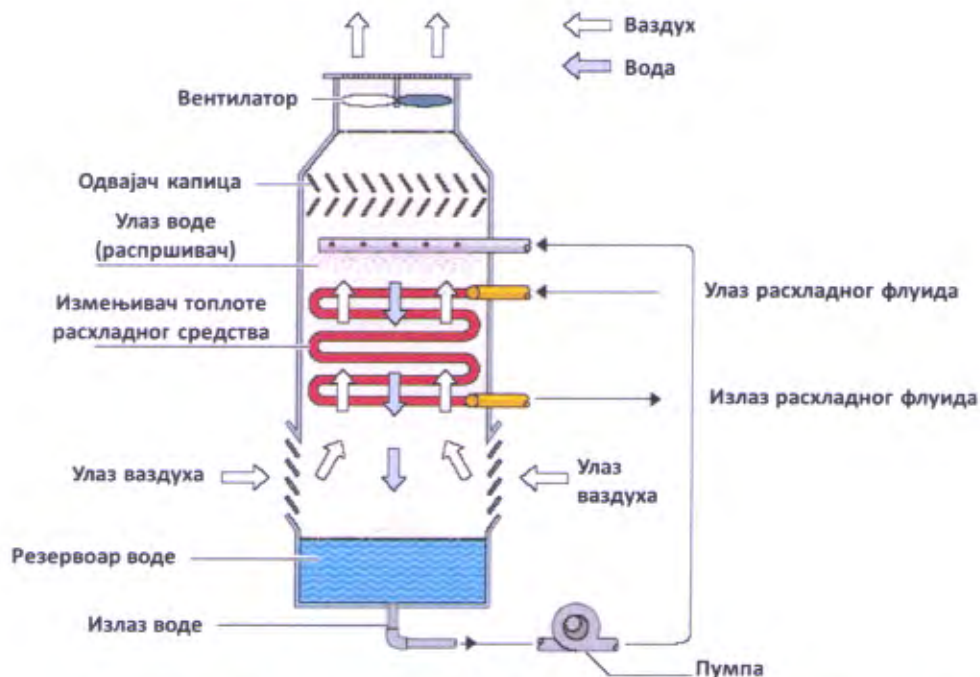
Евапоративни кондензатор у једном уређају комбинује функције расхладног торња и кондензатора са ваздушним хлађењем. Заправо, функционише као кондензатор хлађен ваздухом посебно када је температура сувог термометра довољно ниска.

Спољашна страна спирале кондензатора стално се кваси распршеном водом која циркулише, а истовремено се преко спирале креће и ваздух. Релативно сув ваздух апсорбује пару из распршене воде и напушта кондензатор у zasiћеном стању. Испаравање распршене воде захтева топлоту која се добија кондензовањем топлот расхладног средства унутар спирале.

Типични евапоративни кондензатор састоји се од цеви за кондензацију у облику серпентине, млазнице за распршивање воде, резервоара воде за прскање, вентилатора, мотора, пумпе за распршивање, одвајача воде и уређаја за додавање воде. Серпенти-

на је направљена од паралелних бакарних цеви, галванизованог челика или нерђајућег челика. Због високе стопе преноса топлоте на страни на којој се распршава вода нису потребна ребра. Осим тога, голе цеви (без ребра) лакше се чисте и мања је могућност да се запрљају.

На следећој слици приказан је евапоративни кондензатор.



#### П-7.02 Подешавање регулатора притиска кондензације који је повезан са радом кондензатора

Притисак кондензације јаврло важан пошто је директно повезан са температуром кондензације. Регулација темпратуре кондензације нарочито је битна у току зиме како не би дошло до сувише ниске температуре кондензација у случају хлађења у зимским условима. Уколико уређај нема сопствену уграђену контролу, препоручује се да се монтира пресостат који ће укључивати или искључивати вентилаторе на одређеном притиску код кондензатора са ваздушним хлађењем, или термовентил који регулише проток воде код кондензатора са воденим хлађењем. Исто се може постићи и уколико се угради фреквентна регулација на циркулационој пумпи.

#### П-7.03 Правилно постављање кондензатора, укључујући опрему за контролу и заштиту, како не би дошло до цурења или великог ослобађања расхладног средства приликом пуштања система у рад

Кондензатор са ваздушним хлађењем постављамо када год је могуће на север објекта јер је најмањи утицај зрачења сунца.

Притисци кондензације су највиши код кондензатора са ваздушним хлађењем, а најнижи код евапоративних кондензатора.

Улаз из компресора у кондензатор налази се са горње стране и кондензована течност расхладног средства се гравитационо скупља на дну кондензатора, одакле се преузима за одвод ка сакупљачу течности у расхладним инсталацијама.



Практично највиши притисци у инсталацији владају и у кондензатору. Потенцијално велико и брзо цурење – истицање појављује се на страни високог притиска и након што се у кондензатору трансформише расхладно средство из гасне у течну фазу. Спојеви на страни високог притиска су најосетљивији на потенцијална испуштања, зато треба обратити пажњу на проверу пре пуштања у рад. Утицај корозије и атмосферски утицаји током времена остављају трагове на трајност кондензатора, па се код аутомобила сада примењују микроканални кондензатори чији је радни век ограничен хемикалијама за отапање соли на путу и слично. Због ситних размака између микроканалног развода, са немогућношћу даљег детаљног чишћења више или мање агресивним хемијским средствима, киселине које се стварају брзо скраћују век кондензатора на возилима. Кондензатори микроканалне структуре, као резервни делови због смањене поузданости, ретко се могу набавити са гаранцијом дужом од 1-2 године.

Регулација рада кондензатора се своди на проток средства за хлађење кондензатора. У случају воде као расхладног средства, то се постиже смањењем броја обртаја напојне пумпе, чиме одржавамо температуру кондензације у складу са температуром излазне воде. Код кондензатора са ваздушним хлађењем регулација рада се постиже смањивањем броја обртаја, или искључивањем електромотора вентилатора на кондензатору или више њих, или смањењем ефективне површине кондензације. Код евапоративних кондензатора, поред комбинације претходног, постоји и прелазак на начин рада без воде – „сув“.

#### **П-7.04 Подешавање заштитних и контролних прекидача**

Кондензатор и цевни водови после њега су места за заштиту од великог притиска узрокованог ваздухом у систему, зачепљењем у расхладном кругу, осим поред пресостата високог притиска (са и без аутоматског ресетовања), постоје и електрични прекидачи са сигурносном или и функционалним укључењем кондензаторских вентилатора у рад у случају повишеног притиска у потисном цевном воду после компресора.

Заштитни вентил – чеп је још један сигурносни елемент заштите система од превеликог притиска.

#### **П-7.05 Провера потисног цевног развода и течног вода**

Део потиса из компресора је обично флексибилно црево које се наставља у круту бакарну цев. Вибрације при раду компресора апсорбују се флексибилним цревом аксијално на кретање, без увијања нормално на правац осциловања компресора. Вибрације и висока температура на изласку из компресора могу у том делу инсталације да узрокују истицање расхладног средства. Течни вод на излазу из сакупљача течности или потхлађено расхладно средство на излазу из кондензатора представља критичну тачку са становишта истицања расхладног средства, због највишег притиска у инсталацији и течне фазе расхладног средства. Провера истицања при раду система, једном од директних метода, даје задовољавајуће резултате.

#### **П-7.06 Испуштање некондензујућих гасова из кондензатора уз коришћење уређаја за испуштање некондензујућих средства за то**

На највишој тачки кондензатора се додаје цевни извод који ће надвисити кондензатор и који ће сакупити ваздух и некомп्रेसибилне супстанце (на пример, гас од сагорелог компресорског уља или чак расхладно средство које се разлаже под високим притиском или температуром). Некомпресабилни гас ће подићи притисак кондензације. Самим искључењем расхладе, а наставком хлађења кондензатора, после извесног вре-



мена сав гас се кондензује и, ако је и тада притисак у кондензатору виши од притиска кондензације расхладног средства – то је индикатор да у систему постоје некомп्रेसибилни гасови. Код већих инсталација се у том случају ручно испушта некомп्रेसибилни гас до притиска кондензације из кондензатора или рисивера.

Код ауто-клима, станица за прикупљање расхладног средства, пошто их примењујемо за један гас на пример R134a, када детектују, сходно амбијенталној температури, повишење температуре кондензације отвори на кратко расхладно коло према атмосфери/или ка отпадном компресорском уљу.

#### **П-7.07 Пуштање у рад и заустављање рада кондензатора и провера радних параметара, укључујући и мерења током рада кондензатора**

➤ Притисак кондензације треба да буде таблично кореспондентан средњој температури кондензације  $T_{\text{конд}} = T_{\text{амб}} + 15^{\circ}\text{C}$ .

➤ Ако искључимо вентилатор кондензатора (или прекријемо усис ваздуха преко кондензатора), услед пораста притиска треба да се укључи прекидач високог притиска – пресостата НР високог притиска – контрола рада.

#### **П-7.08 Провера површине кондензатора**

Кондензатор је осетљив на нечистоћу на саћу. Приликом редовног одржавања кондензатор треба прати када није врео већ охлађен до температуре околине, претходно третиран благим – некорозивним супстанцама, за скидање инсеката, мушица, прашине и др. Треба сачекати да почне да делује супстанца и опрати га водом под млазом, али не пушком високог притиска да се не искриве ламеле. Искривљене ламеле треба поправити алатом пре почетка чишћења.

Најбитније у провери истицања расхладног средства из кондензатора јесте да се пође од највише тачке, па хоризонтално, спорим покретом пређе преко кондензатора, без додиривања – контаминације сензором електронског детектора истицања.

#### **Т-7.09 Писање извештаја о стању кондензатора у којем се наводе проблеми у раду кондензатора који би могли да оштете систем и изазову цурење или ослобађање расхладног средства ако се ништа не предузме**

На крају рада сваке операције сервисер треба да напише извештај о послу који је одрадио. Уколико не постоји неки формат извештаја, може се користити извештај на страни 53 овог приручника.



## 8. ДЕЛОВИ: ИНСТАЛАЦИЈА, ПУШТАЊЕ У РАД И ОДРЖАВАЊЕ ИСПАРИВАЧА СА ВАЗДУШНИМ И ВОДЕНИМ ХЛАЂЕЊЕМ

### **Т-8.01 Објашњење основне функције испаривача (укључујући и систем за отапање) и ризика од цурења који су повезани са радом испаривача**

Функција испаривача је да топлоту из околине пренесе на расхладни флуид. Температура испаравања расхладног флуида мора да буде нижа од околине да би се прелаз топлоте могао реализовати. Усисно дејство компресора и истовремена рестрикција експанзионог вентила омогућавају да се жељена температура испаравања оствари на одабрани начин. Пренос топлоте између испаривача и околине јавља се због разлике у температури и чини да течно расхладно средство које долази из експанзионог вентила испари (зона испаравања) и да се, ако је то предвиђено, прегреје (зона прегревања).

Према начину пуњења расхладним средством, испариваче можемо поделити на:

- суве (DX) испариваче са директном експанзијом и
- преплављене (потопљене) испариваче.

Према врсти средине, испаривачи се могу поделити на:

- ✓ испариваче са ваздушним хлађењем и
- ✓ испариваче са воденим хлађењем.

#### **Испаривачи са ваздушним хлађењем**

Испаривачи са ваздушним хлађењем по конструкцији су слични са кондензаторима са ваздушним хлађењем. Састоје се од бакарних цеви на које су повезана алуминијумска ребра ради повећавања спољашње површине.

Растојање између ребара је прилагођено апликацији и радним потребама система. При томе се мора узети у обзир да ваздух увек садржи одређену количину воде у облику паре. Ако се ваздух хлади испод тачке росе, та водена пара се кондензује на површини хладног испаривача и уклања из ваздуха. Та се вода мора одвести посредством линије за одвод кондензата.

У случају да је температура испарења испод  $-3^{\circ}\text{C}$ , кондензована вода ће се смрзнути на површини испаривача. Слој леда на испаривачу смањује његове перформансе. Што дуже испаривач ради на тако ниским температурама, размак између ребара мора бити већи.

Димензије испаривача са ваздушним хлађењем варирају зависно од потребног капацитета и величине расположивог простора за уградњу.

Испаривач кућног фрижидера има природну циркулацију ваздуха (мирно хлађење) и циљ је имати мало кало у намирницама које се чувају.

Испаривач кућног фрижидера са принудном циркулацијом – вентилатором, познат је као „no frost“ – без леда наталоженог на испаривачу.

### Испаривачи са течним хлађењем типа DX (суви испаривачи)

Испаривачи са течним хлађењем обично се користе у системима са индиректним хлађењем. У тим системима се у испаривачу хлади течност (вода или најчешће *brine* – смеша воде и гликола), која служи као секундарни расхладни флуид. Охлађена течност се затим помоћу пумпе преноси ка измењивачима топлоте расхладног система.

Предности овог система су: једноставна регулација хлађених јединица, цурења су мање критична, исти измењивач топлоте се може користити и за грејање и за хлађење, користе се мање количине расхладног средства, нижи су губици притиска због краћих водова низ које циркулише расхладно средство.

Недостатак су додатни трошкови при изради система и нижа температура испаравања (смањени капацитет хлађења).

Постоји више типова, али најчешће коришћени испаривачи са воденим хлађењем су: плочасти лемљени и цевасте – „плашт и цев“ (*shell and tube*) или цев у цев (*tube in tube*).

На следећој слици приказани су „плашт и цев“ испаривач и плочасти лемљени испаривач.



Код „плашт и цев“ сувог испаривача са течним хлађењем (*DX shell and tube evaporator*), расхладно средство пролази кроз цеви испаривача, а течност је око цеви, што је супротно од кондензатора са воденим хлађењем, где вода пролази кроз цев, а расхладно средство је око цеви.



### Преплављени (потопљени) испаривачи

Код система великих капацитета честа је појава коришћење такозваних преплављених – потопљених испаривача. За разлику од сувих испаривача овде је расхладно средство у цеви, а вода струји споља низ цеви. У случају ових испаривача јако је битна контрола нивоа течног расхладног средства у испаривачу.



#### П-8.02 Подешавање регулатора притиска испаравања у испаривачу

Први приступ је да посредно користимо експанзиони вентил са егализацијом који преноси информацију о притиску на излазу из испаривача. При порасту притиска прегревања затвара се експанзиони вентил и тиме се регулише притисак испаравања. Чешће се среће у пракси.

#### П-8.03 Правилно постављање испаривача, укључујући опрему за контролу и заштиту, како не би дошло до цурења или великог ослобађања расхладног средства приликом пуштања система у рад

Положај испаривача у расхлади је врло битан јер треба обезбедити правилно опструјавање продуката који се хладе. Струја хладног ваздуха из испаривача не треба да буде усмерена ка вратима за манипулацију робом јер када су врата отворена, трошимо енергију узалудно. У транспортној расхлади, у неким случајима, тражи се искључење агрегата пре отварања врата.

Отапање (*defrost*) такође је неопходно у раду са смрзнутом робом, па тацну за сакупљање и одвод кондензата (евентуални грејачи) треба усмерити тако да са падом кондензат гравитационо отиче.

#### П-8.04 Подешавање заштитних и контролних прекидача

Као и код компресора и кондензатора, подешавање заштитних и контролних прекидача је јако веома важно. Обично је на испаривачу пресостат – прекидач ниског притиска расхладног средства.

За испариваче са воденим хлађењем стандардну заштиту чине прекидач протока (*flow switch*) и температурна сонда у самом испаривачу.

Ти уређаји имају задатак да прекину рад компресора када се наруши режим рада система.

Њихово подешавање је у складу за препоруком произвођача.

#### П-8.05 Провера да ли су течни вод и усисни цевовод правилно постављени

Треба обратити пажњу на то да течни вод не буде изложен топлоти и да не буде испаравања течног расхладног средства до доласка у експанзиони вентил. Препорука је изолација овог вода термоизолацијом са спољашње стране. Још једна препорука је да усисна цев поседује У сифон за сакупљање компресорског уља да уље нерастворено у расхладном средству не би завршило на усису у компресор и компресиони простор, изазивајући хидраулични удар и тиме пуцање вентилског склопа у компресору. На уласку у компресор се налази флексибилно цево (*suction absorber*) због вибрација компресора.

#### П-8.06 Провера цевовода топлот гаса за отапање испаривача

Отапање (*defrost*) је битна операција којом чистимо наслаге иња и леда са испаривачког измењивача да би имао пун капацитет хлађења, јер је лед изолација која спречава интензивну размену топлоте ваздуха око робе са површином испаривача.

Један од начина је **топлим гасом**. Топли гас расхладног средства високог притиска – температуре из компресора се усмерава према посебној цеви – змији која је са спољне стране испаривача, а у функцији је отапања леда. Вода која се створи током отапања спроводи се у тацну (*drain pan*) испод испаривача за сакупљања кондензата – воде.



Даље, кондензат из тацне иде цевима под углом ка земљи ван коморе. При томе нема контроле температуре у комори нити хлађења те вентилатори на испаривачу нису укључени. Ако је потребно убрзано отапање, тада вентилатори испаривача могу да раде умањене снаге, или се клапном (*damper door*) затвара излаз ваздуха ка роби.

Други начин је **електрогрејачима** у самом испаривачу, фабрички уграђеним на посебно предвиђеном месту у саћу испаривача. Одвод кондензата је као и у првом начину отапања. Код одређених система може се срести и комбинација првог и другог начина.

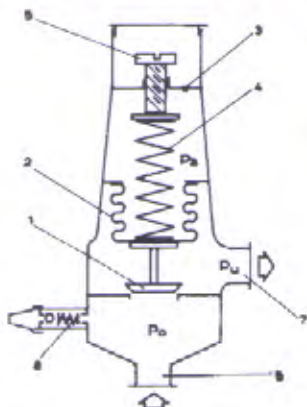
Почетак отапања и завршавање тог процеса могу бити регулисани температурном сондом која се налази у саћу самог испаривача (*coil temperature*), праћењем пада притиска ваздуха код испаривача (*air switch*) или може бити временски регулисано.

Код температурног регулисања процеса отапања, контролер уређаја је програмиран да када прими информацију да је температура испаривача испод задате референтне температуре, почне процес отапања. Процес отапања траје све док се не постигне температура која је дефинисана као температура завршетка отапања. На основу информације о температури, контролер система почиње и завршава процес отапања.

Код система који прате пад притиска ваздуха који пролази кроз испаривач уграђен је ваздушни прекидач (*air switch*) којим се регулишу почетак и крај отапања.

Код временски регулисаног отапања почетак отапања се укључује помоћу тајмера (на пример, четири сата ако је температура у комори око задате, шест сати док се температура спушта ка жељеној). Крај периода отапања је такође временски дефинисан.

#### П-8.07 Подешавање вентила за регулацију притиска испаравања



Други приступ на подешавању регулатора притиска испаравања (поглавље П-8.02 овог приручника) јесте регулација притиска испаравања директно вентилом константног притиска. Раст притиска испаравања отвара тањир (позиција 1) вентила до притиска усисавања у компресор.

Подешавајућа сила опруге и атмосферског притиска  $P_{atm}$  изнад меке (кроз рупицу 3) јесте супротстављена сила притиска испаравања. Усисни притисак у компресору делује и на мех (позиција 2) и на тањир (позиција 1).

#### П-8.08 Пуштање у рад, искључење из рада испаривача и провере радних параметара, укључујући и мерење тока рада испаривача

Проверити да ли су ребра испаривача оштећена и исправити искривљене алуминијумске ламеле чешљем за ребра.

Проверити положај сонде термоекспанзионог вентила (детаљнији опис у поглављу П-09.02 овог приручника) и сонде термостата уз рад термостата.



Проверити да ли раде грејачи на одводу кондензата и да ли је црево кондензата проходно да би функција отапања – дефроста била задовољавајућа.

Проверити буку и вибрације при раду, чистоћу вентилатора и погонског електро-мотора.

#### **П-8.09 Провера површине испаривача**

Размак између ребара – корак зависи од температуре коју треба постићи и креће се од 8 mm за позитивне температуре, до 30 mm за температуре испод -20 °C у комори.

Некада се проток ваздуха смањује споља нанетим нечистоћама осталим од амбалаже, па је због тога потребно повремено очистити и дезинфиковати испаривач због здравља корисника, развој плесни, буђи, бактерија у влажној и топлој средини.

#### **П-8.10 Писање извештаја о стању испаривача у ком се наводе проблеми у раду, који би могли да оштете систем и изазову цурење или ослобађање расхладног средства ако се ништа не предузме**

На крају рада сваке операције сервисер треба да напише извештај о послу који је урадио. Уколико не постоји неки формат извештаја, може се користити извештај на страни 53 овог приручника.





## 9. ДЕЛОВИ: ИНСТАЛАЦИЈА, ПУШТАЊЕ У РАД И СЕРВИСИРАЊЕ ТЕРМОЕКСПАНЗИОНИХ ВЕНТИЛА (ТЕВ) И ДРУГИХ ДЕЛОВА

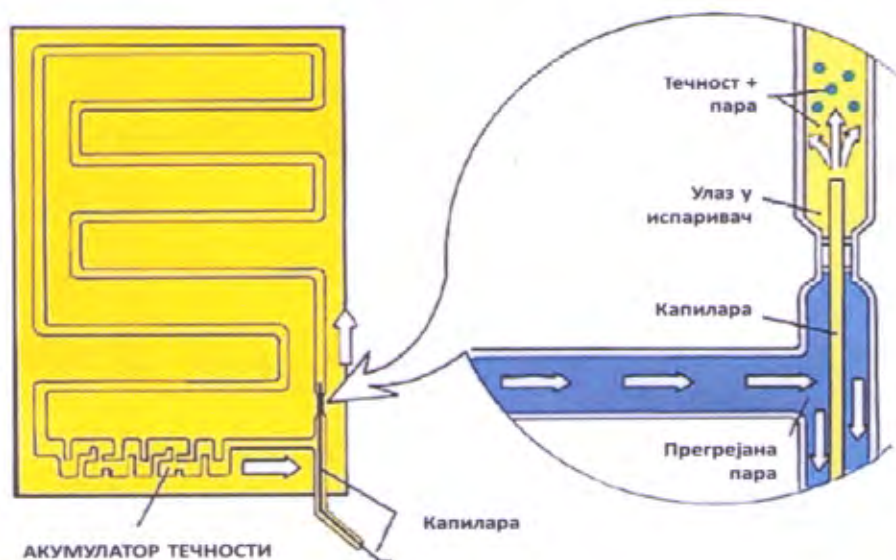
**Т-9.01 Објашњење основног рада различитих врста експанзионих регулатора (термо-експанзионих вентила, капиларних цеви) и ризика од цурења који су повезани са њиховим радом;**

Пригушни уређај у расхладном систему служи за експанзију течног расхладног средства са високог притиска и температуре на нижи притисак и температуру. Експанзија почиње одмах након неповратног проласка најмањег попречног пресека на седишту вентила пригушног уређаја.

Други задатак пригушног вентила јесте да снабдева испаривач са оноликом количином течног расхладног средства колико може да испари у датим условима рада. Ако је испаривач презасићен расхладним средством, течни расхладни флуид који није испарио стићи ће до компресора у облику течности. Насупрот томе, ако у испаривач стиже недовољна количина течног расхладног флуида, неће се у потпуности искористити површина испаривача за испаравање већ за увећано прегревање. Као резултат, већ у испаривачу се може јавити превише радног притиска тако да излазни притисак – температура компресије буде неприхватљиво висока. Висока ефикасност расхладних постројења може се постићи кад расхладно средство у потпуности испарава у испаривачу и напушта испаривач у врло мало прегрејаном стању.

Процес експанзије расхладног средства у пригушном уређају је изенталпски, што значи да се топлотни садржај не смањује нити се повећава кад расхладно средство прође кроз пригушни вентил.

Зависно од начина рада и типа расхладног постројења, мора се изабрати прикладан пригушни уређај. Мала постројења која увек раде под истим условима могу користити фиксни пригушни елемент (експанзиона цев или капиларна цев – пример домаћи фрижидери, слика доле).



При искључењу расхладног уређаја, пошто нема усиса у компресор, расхладно средство се расподељује у расхладном систему све до улаза у компресор, па треба уградити заштиту од уласка течне фазе расхладног средства у усис компресора ради избегавања хидрауличног удара. Пример на претходној слици је акумулатор течности код кућног фрижидера.

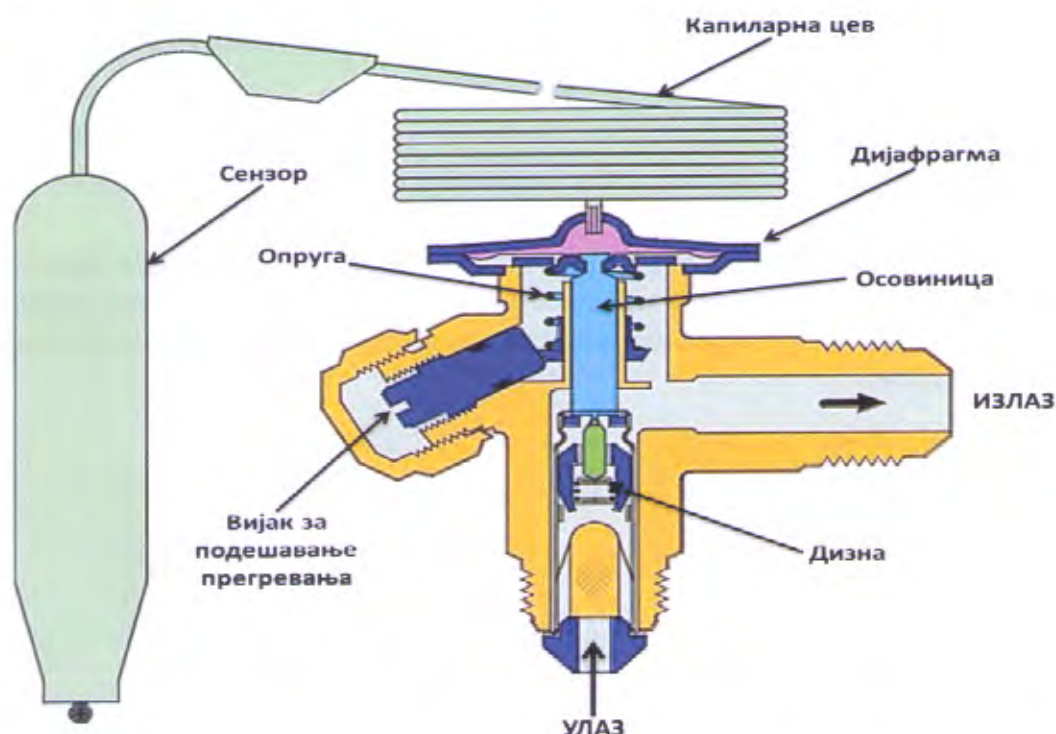
Ако током рада долази до велике промене оптерећења, препоручује се употреба регулационог пригушног елемента, као што је температурно управљани термоекспанзиони вентил.

Специфично подешавање термоекспанзионог вентила је неопходно за сваку радну тачку расхладног система. Како није могуће стално подешавати вентиле (а и не би требало стално их подешавати), основно подешавање регулационих вентила током пуштања у рад треба извршити веома одговорно, што захтева одређена знања и искуства.

Неправилно подешени термоекспанзиони вентил (премало прегревања) често, када постројење не ради, доводи до преношења расхладног средства из испаривача у компресор. Хидраулички удар често изазива оштећење компресора.

Термоекспанзиони вентил се састоји од три основна дела:

- ✓ термостатског елемента
- ✓ капилане цеви са сензором и
- ✓ тела вентила.



Да би се разумело како термоекспанзиони вентил функционише, треба детаљније размотрити све његове делове:

- склоп термостатског елемента, у који је смештена дијафрагма,
- капиларна цев и сензор који су повезани са термостатским елементом и садрже пуњење које, када се шири и сакупља, мења величину притиска на дијафрагми, и

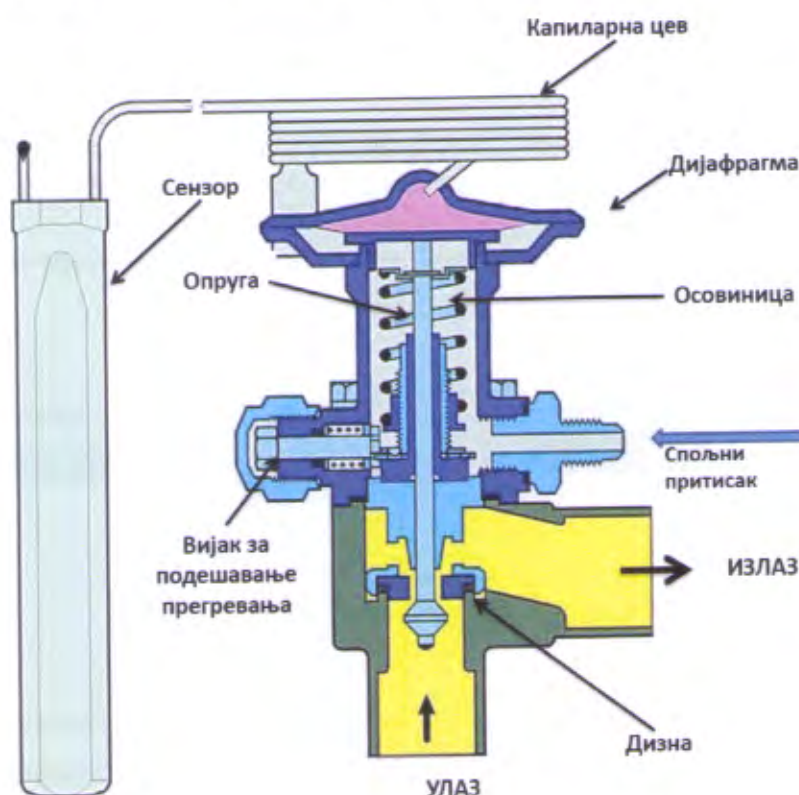


## 9. Делови: инсталација, пуштање у рад и одржавање термоекспанзионих ...

➤ тело вентила, са једним или више потисних осовиница којима управља дијафрагма. Осовинице регулишу отварање дизне кроз коју се расхладно средство дозира у испаривачу.

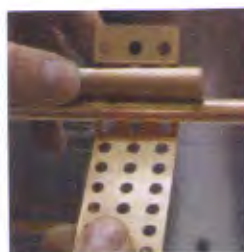
Кретање осовиница зависи од притиска који на дијафрагму делује у смеру супротоном од смера опруге. Сила опруге, која одређује статичко прегревање, може бити фиксна или променљива.

Термостатски експанциони вентил са унутрашњим изједначавањем притиска



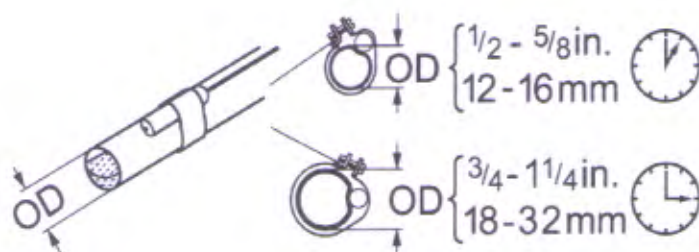
Термостатски експанциони вентил са спољашним изједначавањем притиска

### П-9.02 Постављање термоекспанзионог вентила у исправан положај

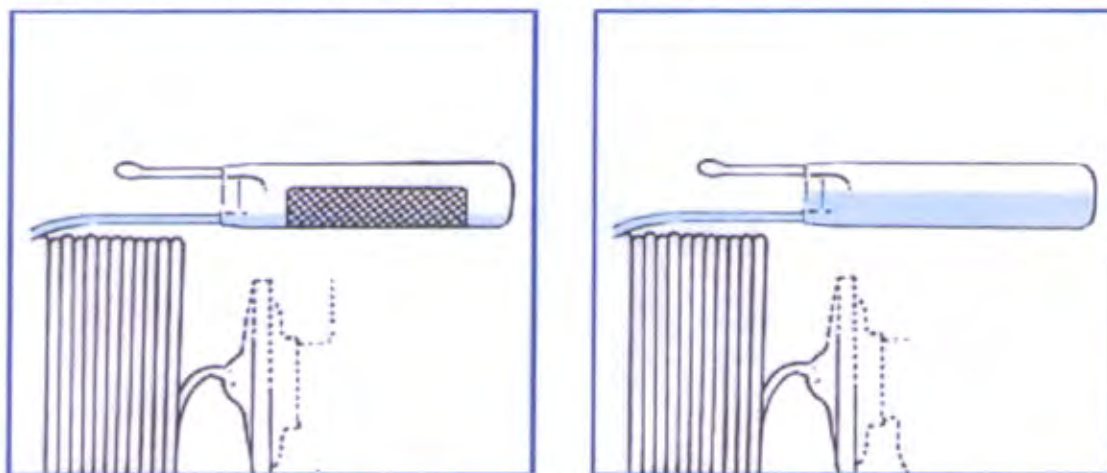


При уградњи експанзионог вентила треба обратити пажњу на ознаке смера протока расхладног средства, које се налазе на телу вентила.

Сензор термостата треба добро да приања (целом дужином и чврсто) на излазну цев из испаривача, па је препорука да контакт површина буде намазана термо-пастом ради боље проводљивости топлоте.



Положај сонде – на хоризонталном делу цеви. После постављања на цев, треба цео спој са спољне стране изоловати термотраком да би се смањио утицај околног ваздуха, јер меримо температуру у цеви са расхладним средством.



Код термоекспанзионих вентила са МОП карактеристиком (*maximum operating pressure*), пуњење сензора са расхладним средством је мање, чиме се ограничава отварање термоекспанзионог вентила услед дејства температуре, јер мање расте притисак прегревања од притиска створеног у затвореном систему испаравањем расхладног средства у сензору. Слика приказује термоекспанциони вентил са МОП карактеристиком (лево доле) и без МОП карактеристике (десно доле).

### П-9.03 Подешавање механичких – електронских термоекспанзионих вентила

Подешавање механичког термоекспанзионог вентила се своди на подешавање прегревања подешавањем силе на опрузи термоекспанзионог вентила. Прегревање (*suction superheat*) јесте разлика стварне (измерене) температуре гасовитог расхладног средства на изласку из испаривача и температуре испаравања (изведене од притиска испаравања). Препорука је да прегревање буде  $4 \div 8$  °K. Повећањем силе (затезањем опруге) затвара се дизна ТЕВ, а тиме и повећава прегревање.

За подешавање прегревања треба имати прецизан термометар који треба поставити испод термоизолације на место сензора температуре ТЕВ и користити прикључак сервисног вентила, како бисмо измерили притисак на изласку из испаривача. Треба радити постепено и проверити резултате у устаљеном режиму рада. Потребно је време да се



устали прелазни процес и задржи нови ниво резултата. Пре тога треба постићи жељену радну температуру (ако је предвиђено да ће комора бити на  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , онда треба постићи ту температуру пре подешавања) и очистити испаривач од иња и леда обављеним отапања – дефроста. Мерење треба вршити више пута да би се проверио и потврдио резултат.

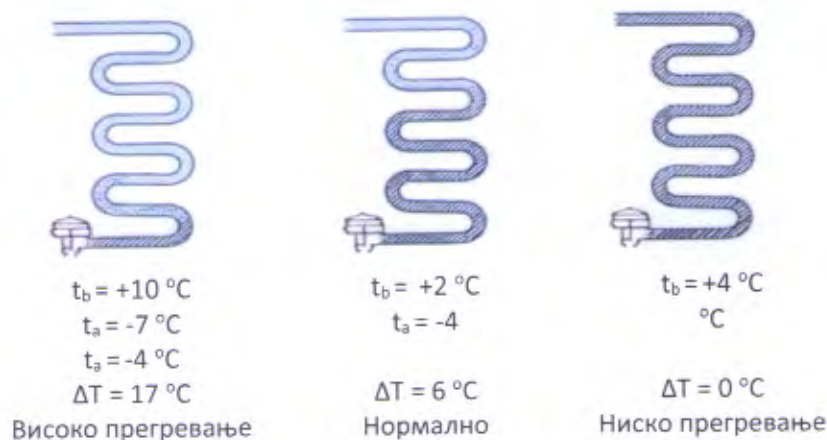
Пример: за R404A, из таблица за 1 бар (14,7 psi),  $T_{\text{исп}} = -30\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Ако је измерена температура на изласку из испаривача  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а притисак на изласку из испаривача 1 бар (одговара и испаравања  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), тада је разлика температуре:

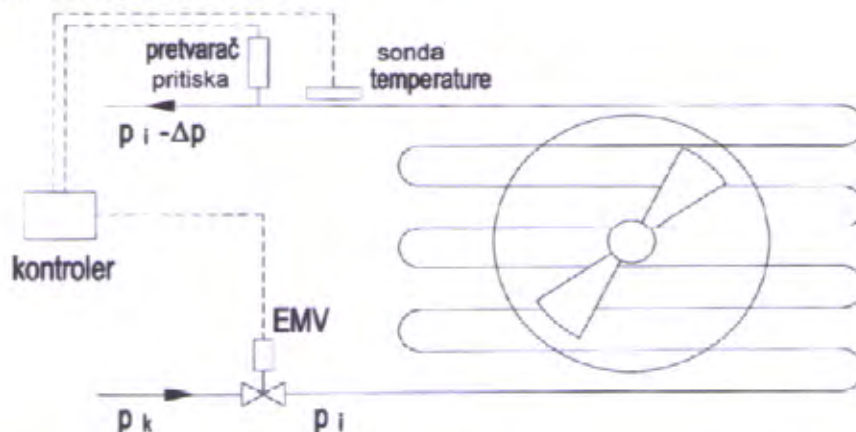
$$\Delta T = T_b - T_a = T_{\text{измерено}} - T_{\text{исп}} = -25\text{ }^{\circ}\text{C} - (-30\text{ }^{\circ}\text{C}) = +5\text{ }^{\circ}\text{C},$$

што је у потребним границама ( $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

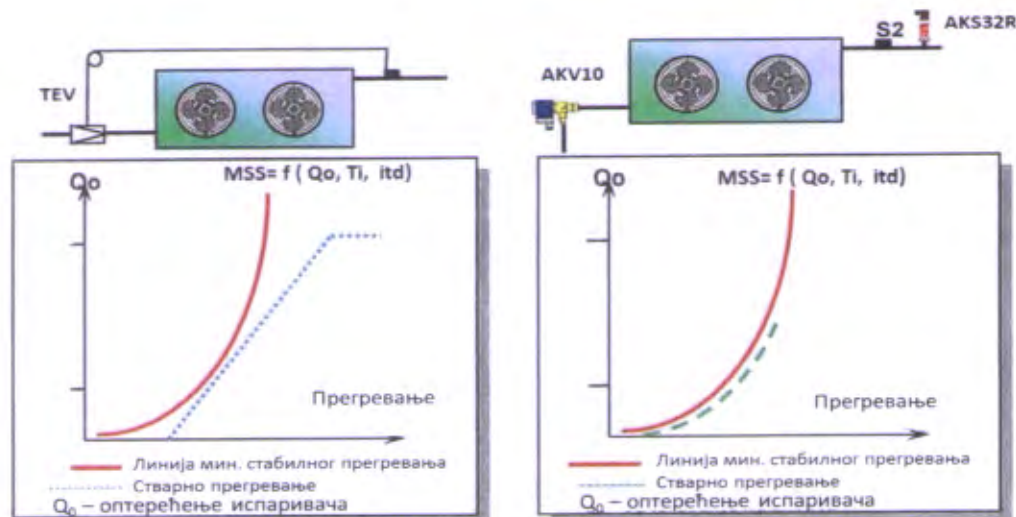
Сликовни пример



#### Подешавање електронског TEXV

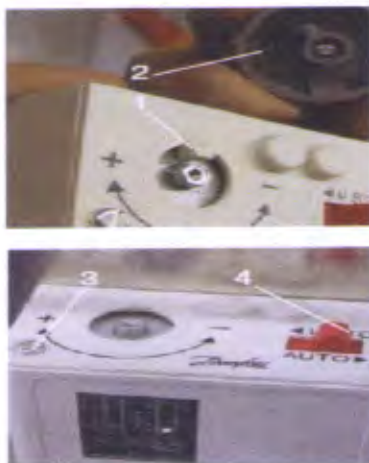


Електронски експандиони вентил је моторни игличасти вентил (са пулсно модуларним радом), који делује као део регулационог склопа приказаног на слици десно. Контролер је микропроцесор који путем сигнала давача температуре и притиска управља пригушном иглом вентила, односно утиче на формирање проточне површине вентила. Будући да се улазни сигнали обрађују микропроцесором, могуће је тачно, у финој резолуцији, управљати регулационом карактеристиком, односно прегревањем.



На горњој слици је приказано упоређење стандардног механичког експанзионог вентила са фиксним опсегом прегревања у дефинисаној радној тачки и електронског експанзионог вентила у зони стабилног рада, тј. десно од црвене линије која представља опсег минималног стабилног прегревања.

#### П-9.04 Подешавање механичких и електронских термостата



Код MT210 демо расхладног агрегата, који се користи на обуци у тренинг центрима, уграђен је Danfoss KP61 термостат. Пошто има механички осигурач од окретања (позиција 1), да бисмо укључили дугме за подешавање, морамо прво да извадимо осигурач. Поштујући упутство произвођача, одвијемо дугме, скинемо поклопац одвијши вијак који га придржава (позиција 3), скинемо осигурач-граничник (позиција 2) и све вратимо како је било без осигурача.

Када завршимо постављање пребацимо термостатски рад на „ауто“ да би био у функцији (4).

Електронски термостат подешавамо по Упутству уз фабричко подешавање (*default*), које је већ у статичкој меморији термостата постављено.

#### П-9.05 Подешавање вентила за регулацију притиска

Ограничавање притиска на усису у компресор (*throttling valve, suction pressure regulator – SPR*) уграђује се на инсталације које имају дефрост – грејање топлим гасом у цевној змији испод испаривача (и у функцији је отапања испаривача или грејање – ако вентилатори испаривача раде). При отапању – грејању долази до повишења притиска на усису у компресор, што аутоматски изазива повећани притисак и температуру на потиску из компресора и тај круг би радом искључио из рада компресор, посредно преко прекидача (или пресостата) високог притиска који би био активиран. Зато се поставља *throttling* вентил или SPR вентил који ограничи улазни притисак у компресор.



Регулатор притиска се ставља код спиралних (*scroll*) компресора на излазу из њега да би подигли притисак потиса компресора и омогућили довољно топле паре за рад у моду дефрост – грејање.

Регулатор притиска кондензације на изласку из хладњака обавезно постоји у транскритичним CO<sub>2</sub> инсталацијама.

#### П-9.06 Подешавање механичких и електронских граничника притиска

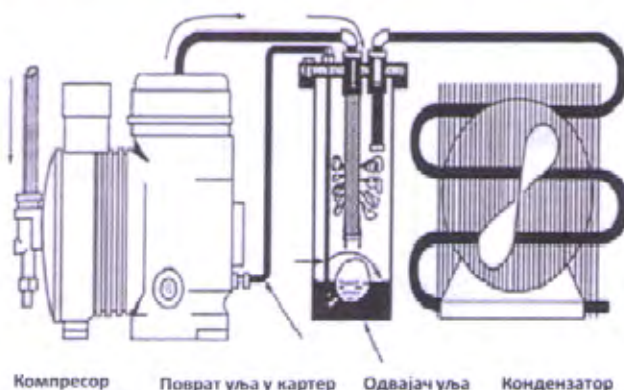
За подешавање пресостата високог и ниског притиска, механичког типа, узимамо пример демонстрационог расхладног уређаја MT210, на којем се ради обука у тренинг центрима.



Подешавање пресостата је у следећим корацима.

- ☑ Скинемо поклопац.
- ☑ Затим скинемо осигурач у облику троугла.
- ☑ Одвијачем подесимо на притисак који је препоручио произвођач опреме.
- ☑ На пресостату високог притиска подесимо притисак који је препоручио произвођач опреме, крстастим одвијачем, а затим одступање – хистерезис од притиска – равним одвијачем.

#### П-9.07 Провера рада сепаратора уља



Уградњом одвајача уља у потисни вод после компресора већи део компресорског уља се одваја из расхладног средства и враћа у компресорски картер преко пловка који отвара вентил на поврату. Остатак уља наставља да кружи расхладном инсталацијом и да подмазује покретне елементе, вентиле и слично.

При постављању одвајача уља треба обратити пажњу да висина уљног стуба буде довољна да не дође до кавитације код уљне пумпе. Запремина сепаратора се бира имајући у виду спречавање појаве наглог пада притиска у потису приликом рада или пењања уља.

#### П-9.08 Провера стања филтер-сушача

Пад температуре на улазу и излазу из филтера-сушача је индикација да је филтер – сушач засићен и да га треба променити.

У зависности од конструкције филтри-сушачи могу бити:

- ✓ једносмерни – проток расхладног средства је омогућен само у једном смеру,
- ✓ двосмерни (*bi flow*) – проток расхладног флуида је омогућен у оба смера (користе се код топлотне пумпе које раде у режиму хлађења и грејања).

При замени сушача веома је битно да се обрати пажња на смер расхладног средства, код једносмерних филтера-сушача.



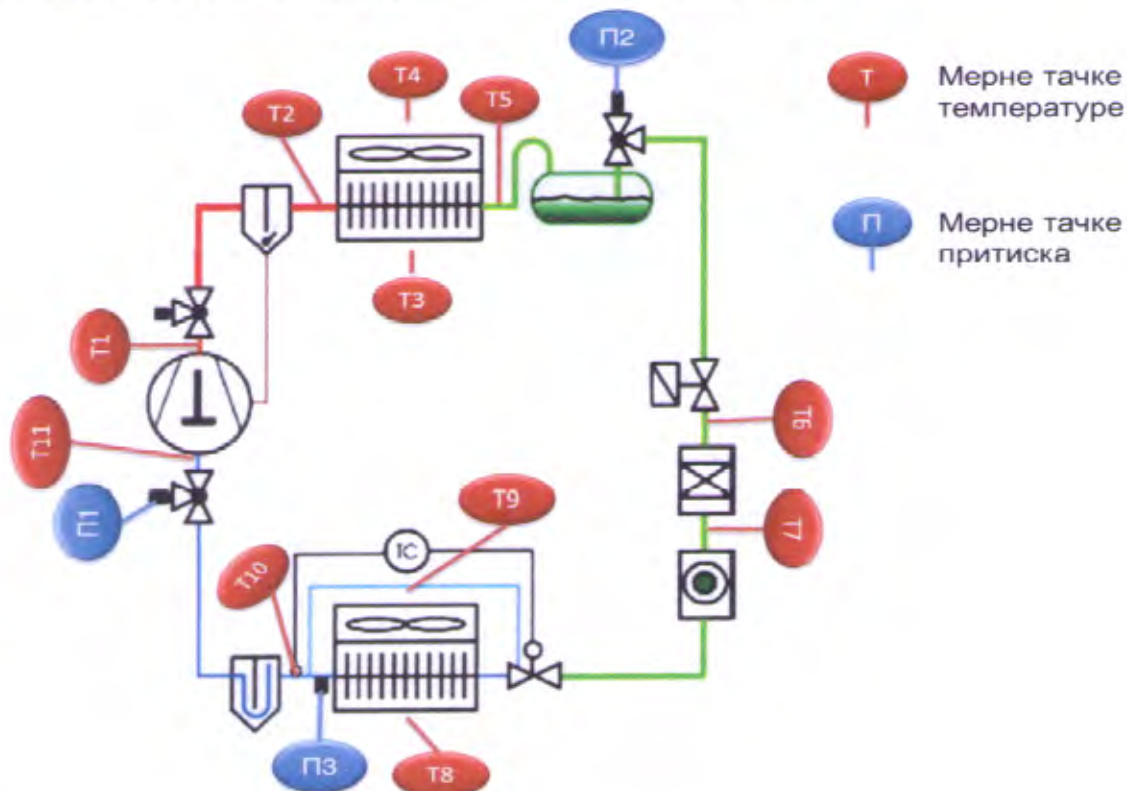
Код система са већим пуњењима широка је примена филтер-патрона који се монтирају у кућиште намењено за то (слика лево). Фланше на овим кућиштима су једна од критичних тачака за цурење.

Данас сушачи који се користе на расхладним инсталацијама обухватају широк дијапазон расхладних средства HFC, HCFC, са мањим молекуларним ситом – до 25 микрона (за

више типова уља, укључујући и PAG и POE).

**T-9.09 Писање извештаја о стању тих делова у којем се наводе проблеми у раду тих делова који би могли да оштете систем и изазову цурење или ослобађање расхладног средства ако се ништа не предузме**

На следећој слици приказане су мерне тачке за контролу система.





За писање извештаја можемо користити предлог листи на страни 17 или 62 овог приручника (поглавље 6 – Компресори).

#### **Т-9.10 Други делови расхладне инсталације**

Остале компоненте које се налазе у инсталацији су функционалне компоненте, од којих ћемо набројати неке:

- електромагнетни вентили,
- једносмерни вентили,
- интерни измењивачи у инсталацији,
- кугласти вентили,
- регулациони вентили,
- остале компоненте које су у функцији рада инсталације, нпр. уљни систем итд.



При инсталирању одређене компоненте треба обратити пажњу на смер расхладног средства кроз саму компоненту. На слици лево приказан је пример електромагнетног вентила. На телу електромагнетног вентила је стрелица која означава смер кретања расхладног средства.





## 10. ЦЕВОВОД: ПОСТАВЉАЊЕ НЕПРОПУСНОГ ЦЕВНОГ РАЗВОДА У РАСХЛАДНИМ ИНСТАЛАЦИЈАМА

У расхлади – климатизацији користе се стандардизоване цеви. Основни појмови које користимо су називна величина, називни притисак, погонски и радни притисак. Спољни пречник (*outside diameter – OD*) је називна величина – по SRPS EN 14276-2 (раније SRPS M.B6.005) у примени омогућава да прирубнице, навоји и други делови одговарају једни другима.

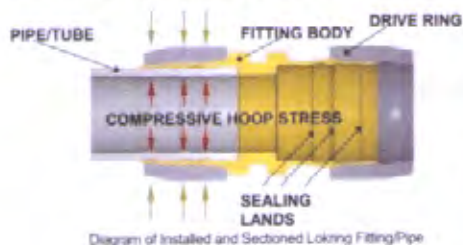
Треба обратити пажњу на то да се потпуно друга врста цеви, цеви дате у номиналној величини (NV) цевовода, не користе у расхлади већ су стандард за грејање или водовод и не смеју се користити у расхладним затвореним цевоводима. Стандардима су одређене спољне величине цеви, док су дебљине различите и називна величина приближно одговара величини светлог отвора цеви, што је код расхладе супротно – спољни пречник OD је оно по чему га димензионишемо и разврставамо за избор компоненти, прикључака итд.

У КГХ сектору у последње време се користе бакарне цеви код HCFC, HFC, HC и HFO расхладних средстава. Састав цеви је такав да подносе високе притиске и чисте су са унутрашње стране, заштићене капама. Неке цеви имају и азот  $N_2$  – инертни гас у цеви. За разлику од водоводних бакарних цеви које су ниског притиска и без посебне заштите, бакарне цеви за расхладу и у климатизацији раде се у величинама по стандарду SRPS EN 12735-1 (раније SRPSC.D5.500 ).

Ако их делимо по облику и мери, бакарних цеви без шава за климатизацију и расхладу могу бити:

- Меке,
- полутврде и
- тврде.

Полутврде и тврде су у облику праве цеви (до 6 m дужине), а меке (жарене) испоручују се у котуровима дужине 15 или 50 m. У топлотним измењивачима се користе танкозидне оребрене цеви по SRPS EN 12735-2, намењене за термотехнику. Спољне навртке које користимо код спајања бакарних цевовода са називном величином дефинисаном према називном пречнику цевовода SRPS M M.E7.106.



За спајање бакарних, алуминијумских, челичних цеви постоји и механички систем трајног спајања – "lokring" са спојницама предвиђеним за тај материјал цеви. Посебно се развио и користи се код запаљивих угљоводоника – HC расхладних средстава јер се на цевима ради без пламена.



**Код амонијачних инсталација, употреба бакарних цеви није дозвољена јер долази до хемијске реакције**, већ се користе челичне бешавне цеви са особинама утврђеним за ниске температуре. Челичне бешавне цеви, њихов облик и мере, раде се према стандарду SRPS EN 10220 :2005 (раније SRPS C.B5.221), а технички услови за израду и испоруку предвиђени SRPS EN 10216-4 (раније SRPS C.B5.021. ) + SRPS EN 10021 :2014.

У SRPS EN 14276-2: 2012 за цевоводе је дат општи захтев за опрему под притиском за системе за хлађење и топлотне пумпе. Оптерећења инсталације и термалне услове треба да задовољавају и SRPS EN 13480-3. У SRPS EN 13480-део 3: 2017 описани су пројектовање и прорачун индустријских металних цевовода, у Делу 4. Израда и монтажа, у Делу 5 Контролисање и испитивање, а у Делу 7 је дато Упутство за примену поступака оцењивања усаглашености.

У R744 – CO<sub>2</sub> инсталацијама, срећемо прохромске цеви – од нерђајућег челика или специјалне бакарне цеви оплемене челиком. Цеви од нерђајућег челика су по SRPS EN 10216-5, димензије по ISO 1127 T3 или SRPS EN 10220 и прикључи фланшни откивци по SRPS EN 10225-5.

Пример величина цеви, по спољном пречнику, дате су у следећој табели.

Спољни пречник							
col	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4
mm	6,35	9,52	12,7	15,87	19,05	25,4	31,75

Цеви од нерђајућег челика спајају се такозваним спојницама „swagelok fitting“ (на слици десно) или електроварењем инертним гасом.



Специјалне бакарне цеви за CO<sub>2</sub> оплемене су челиком, ознаке EN CuFe<sub>2</sub>P, раде се по SRPS EN 12449 :2017 као цеви од бакра и легуре бакра – опште намене. Популаран назив је K65 цеви. Неки производи су тестирани и до 120 бара (ускоро и 130 бара) на пример произвођаћ KME-TEC TUBE clips HP120. Спајање чврстим везама је могуће високопроцентним сребрним тврдом лемом (преко 30% Ag – сребра), по DIN EN ISO 17672 лем легурама и одговарајућим обавезним топитељем. Новији лемови су на бази EN CuFe<sub>2</sub>P материјала – на пример, *Braze tech*.

Конструктивно при избору величине – пречника цеви треба строго водити рачуна о брзини кретања расхладног средства које протиче кроз цеви ради ношења заосталог компресорског уља кроз цевоводну инсталацију. То постаје доминантна брига конструктора при смањењу волуменстријског протока расхладног средства. Препоруке су дате у следећој табели. Уобичајен је благи нагиб инсталације 2% (20 mm/m) због гравитационог кретања уља. Треба избегавати места могућег нагомилавања уља у инсталацији, измењивачима, сабирницама.

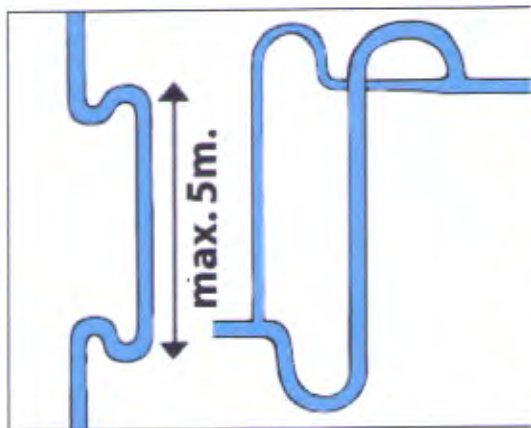
Препоручена брзина расхладног средства у цевоводу :

Усисни цевовод за фреон	4,5 – 20 m/s
Усисни цевовод за амонијак	8 – 20 m/s
Потисни цевовод за фреон	8 – 20 m/s
Потисни цевовод за амонијак	10 – 25 m/s
Течни вод од кондензатора до сакупљача амонијака	0,6 m/s
Течни вод од сакупљача до пригушног вентила амонијака и фреона	0,5 – 1,25 m/s



## 10. Цевовод: постављање непропусног цевног развода ...

Осим U цеви коју смо дефинисали у делу о испаривачу – на улазу у р. компресор постоје и друга места на којима треба пажљиво извести инсталацију.



Формирање вертикалног дела усисног цевовода треба да омогућава подизање компресорског уља кроз инсталацију да би се оно вратило у компресор. Ако је потребно, цевне сифоне поставити у кораку од 1,5 до 5 m висине (приказано на левој страни цртежа).

На десној страни цртежа дате су узгонске обилазнице са мањим пречником цеви, ради повећања брзине р.с. у мањој цеви, чиме подижемо компресорско уље до ње. Поставити тако да се при смањеној брзини направи уљни чеп у долини дебље цеви и да се ту заустави

проток р.с. Конструкција горњих уводних лукова у одводну цев онемогућава повратак уља уназад.

У следећој табели су приказане величине меких цеви, жарених, испоручених у катуру, које се примењују у климатизацији и расхлади, које се употребљавају. За Европу се производе по ДИН 8905, а за САД по АСТМ стандарду Б 280. Дебљина у оригиналу је у хиљадитом делу инча, и све су наименоване – дате по спољном пречнику. Димензије су приказане у следећој табели.

АМЕРИЧКИ СТАНДАРД Бакарни намотаји жарени		
Спољни пречник (inch)	Дужина (foot) x 0,3048m = 15,24m	Дебљина зида (mm)
1/8"	50	0,76
3/16"	50	0,76
1/4"	50	0,76
5/16"	50	0,81
3/8"	50	0,81
1/2"	50	0,81
5/8"	50	0,89
3/4"	50	0,89
7/8"	50	1,14
1 1/8"	50	1,21
1 3/8"	50	1,4
1 5/8"	50	1,52

ЕВРОПСКИ СТАНДАРД Бакарни намотаји жарени					
Пречник (inch)	Дужина (m)	Дебљина зида (mm)	Пречник (mm)	Дужина (m)	Дебљина зида (mm)
3/16"	50	1	4	25	1
1/4"	30	1	6	25	1
5/16"	50	1	8	25	1
3/8"	30	1	10	25	1
1/2"	30	1	12	25	1
5/8"	30	1	15	25	1
3/4"	15	1	16	25	1
7/8"	15	1	18	25	1
			22	25	1

За тврде цеви, примењене у климатизацији и расхлади, такође номиноване по спољном пречнику, димензије приказане у табели доле :

АМЕРИЧКИ СТАНДАРД Тврди бакар, праве		
Пречник (inch)	Дужина (foot)	Дебљина зида (mm)
3/8"	16,4	0,76
1/2"	16,4	0,89
5/8"	16,4	1,02
3/4"	16,4	1,07
7/8"	16,4	1,14
1 1/8"	16,4	1,21
1 3/8"	16,4	1,40
1 5/8"	16,4	1,53
2 1/8"	16,4	1,78
2 5/8"	16,4	2,03
3 1/8"	16,4	2,29
3 5/8"	16,4	2,54
4 1/8"	16,4	2,79

ЕВРОПСКИ СТАНДАРД Тврди бакар прави					
Пречник (inch)	Дужина (m)	Дебљина зида (mm)	Пречник (mm)	Дужина (m)	Дебљина зида (mm)
1/4"	4 или 5	1	6	5	1
3/8"	4 или 5	1	8	5	1
1/2"	4 или 5	1	10	5	1
5/8"	4 или 5	1	12	5	1
3/4"	4 или 5	1	15	5	1
7/8"	4 или 5	1	16	5	1
1"	4 или 5	1	18	5	1
1 1/8"	4 или 5	1	22	5	1
1 3/8"	4 или 5	1,24	28	5	1,5
1 5/8"	4 или 5	1,24	35	5	1,5
2 1/8"	4 или 5	1,65	42	5	1,5
2 5/8"	4 или 5	2,10	54	5	2
3 1/8"	4 или 5	2,50	64	5	2
3 5/8"	4	2,50	76	5	2
4 1/8"	4	2,50	89	5	2
			108	5	2,5



Изолација цеви: материјал за израду изолације инсталације су профилисана црева израђена од винил-каучука („пламафлекс“, „армафлеха“ и сл.). Дебљина изолационих слојева цеви одређена је на основу услова да на спољној површини изолационе конструкције не долази до кондензације влаге на хладној површини цеви из спољашњег ваздуха.

Изолују се и топла страна течног вода после кондензатора да не би дошло до испаравања расхладног средства у цеви течног вода, што би касније утицало на рад експанзионог вентила и

саму ефикасност расхладног система.

**П-10.01 Заваривање, тврдо и меко лемљење металних спојева и цевовода који су непропусни, а који се користе у расхладним и климатизационим инсталацијама и инсталацијама топлотних пумпи**

Нераздвојиви спојеви који се изводе у расхладним и климатизационим инсталацијама могу бити:

1. тврдо лемљни (*brazed*) – на температури изнад 450 °C,
2. варени (*welded*) спојеви на инсталацији треба да буду у складу са ЕН 14276-2 – цевоводи у расхлади и климатизацији. Могући су и тестови на квалитет вара ултрасоник тестом или тестом х-зрацима.



## 10. Цеовод: постављање непропусног цевног развода ...

Тврдо лемљени спојеви се формирају на температурама од 538 °C до 816 °C. Материјал који користимо код методе тврдог лема је:

➤ лем на бази Cu и P (бабра и фосфора), који користимо само за спајање бакарних цеви са бакарним фитингом. Фосфор има улогу снижења тачке топљења, као и топитеља легуре. У следећој табели то је први наведени пример.

➤ лем на бази сребра Ag 5%, 15%, 30% и више, обавезно са топитељем флуksom на бази воде. Петопостотни лем користимо за цеви спојеве на ниском притиску (на пример, експанзиони вентил и челично тело које има побакрене уводнике за спајање на Cu цеви). Петнаестопостотни користимо на страни високог притиска инсталације цеви... Тридесетопостотни и више се користи када са бакарним цевима спајамо разнородне материјале, месинг, гвожђе, челик и слично, на расхладним инсталацијама. Сервисери обично настављају Ag парчиће, јер је та жица скупа (сребро је берзански артикл) и ништа се од жице не баца. У следећој табели Ag легуре жица су наведене од другог до петог места.

Жице које се препоручују за тврдо лемљење код расхладних и климатизационих система инсталација дате су у следећој табели.

Спецификација према EN ISO 3677	Спецификација према DIN 8513	Опсег топљења °C		Радна температура °C
		Чврста	Течна	
B – Cu 94 P – 710 / 880	L – CuP6	710	880	730
B – Cu 92 P Ag – 650 / 810	L – Ag2P	650	810	710
B – Cu 36 AgZn Sn – 630 / 730	L – Ag34Sn	630	730	710
B – Ag 45 CuZn Sn – 640 / 680	L – Ag45Sn	640	680	670
B – Ag 44 CuZn – 680 / 740	L – Ag44	680	740	730

За тврдо лемљење препоручује се коришћење пасте која има улогу флуksа.

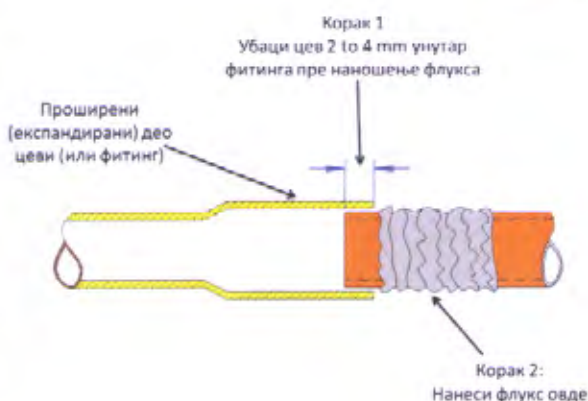
Процедура тврдог лемљења:



➤ мерење, сечење и обликовање цеви на меру, формирање чашице експандером на крају бакарне цеви. Зазор између спојева чашица – цев је 0,1 до 0,2 мм;

➤ обрада ивица сеченог дела – скидање опиљака, ...обликовање споља и изнутра сеченог отвора;

➤ механичко чишћење цеви споља, најлонским абразивим, по дужини од лака на спољној страни цеви;



➤ мазање пасте топитеља – чистача цеви, да не буде на дну чашице, јер расхладно средство би га растворило и повукло кроз инсталацију.

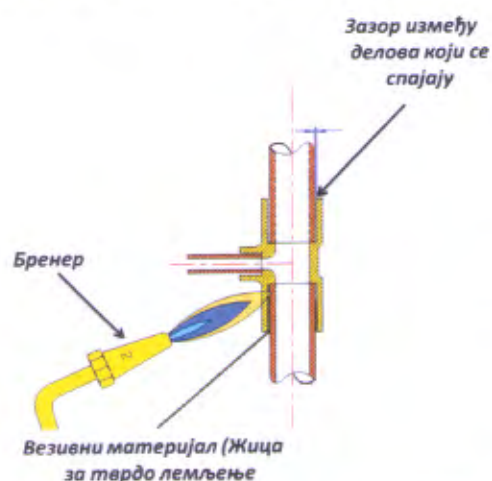
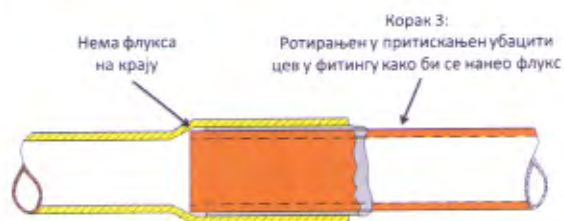
Корак 1 – Увучемо цев 2 mm до 4 mm.

Корак 2 – Наносимо флукс.

Корак 3 – Ротирамо и обришемо вишак топитеља који штрчи изван споја.

Корак 4 – Крпама са водом хладимо ван споја који тврдо лемимо, при чему пре лемљења треба скинути топлјиве – деформабилне елементе – на пример, сервисну иглицу.

Корак 5 – Пустимо инертни гас – суви  $N_2$  кроз цев да се не би формирали карбонски остаци, који би завршили у сушачу или компресору ношени расхладним средством.



Обрати пажњу да се жица за лемљење стопи од топлоте споја не од пламена бренера

Корак 6 – Грејемо цев пламеном, стално широко померајући бренер у покрету који опонаша исписивање осмице.

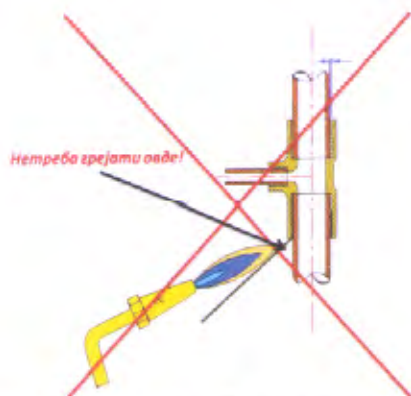
Корак 7 – Везивни материјал (жица за лемљење – сребро) усисаће се капиларно ка топлијем месту. Грејање је на месту где је преклоп, а везивни материјал наносимо испод.

Везивни материјал треба да се истопи од топлоте



грејаног споја, а лем ће пратити топлоту и ићи усправно ка топлијем делу цеви.

Корак 8 – Када постигнемо температуру за лемљење, наносимо везивни материјал. Капиларним ефектом дејством топлоте материјал ће испунити зазор између цеви које се спајају.

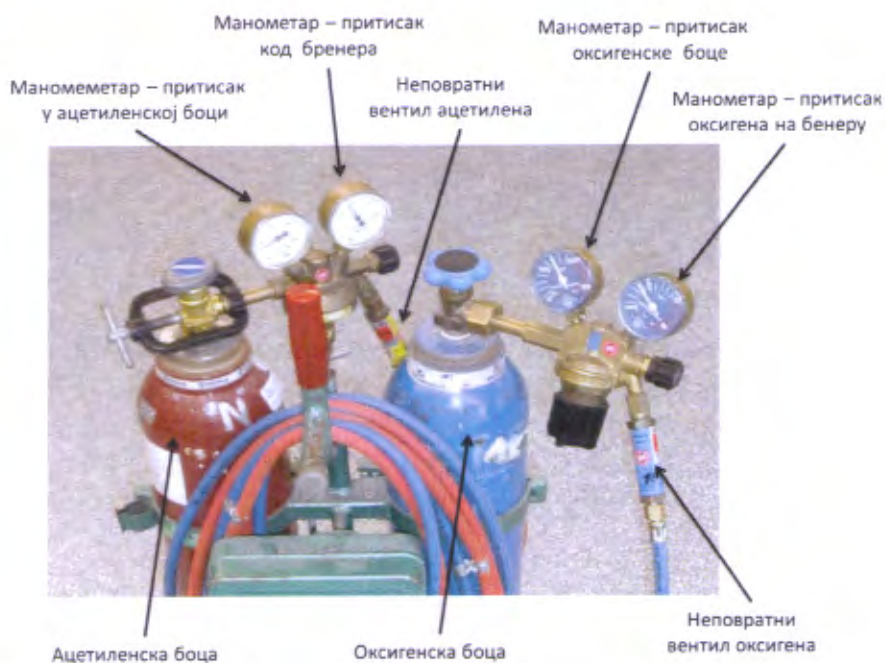


Корак 9 – Хлађење споја. Спој остављамо да се охлади природно и кад се охлади, чистимо га од остатака топитеља. Важно је одстранити делове флукса јер изазивају појаву корозије.

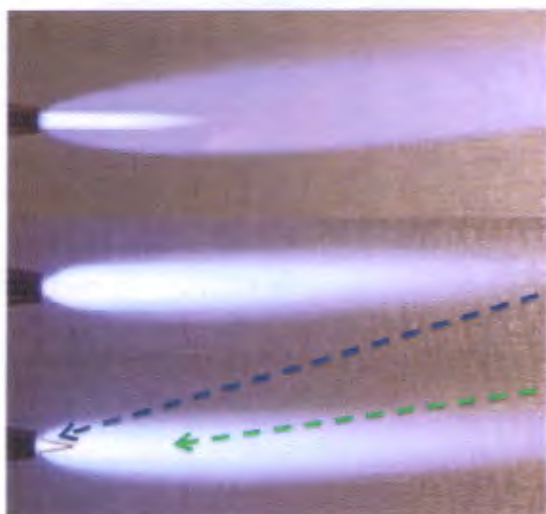


# 10. Цевовод: постављање непропусног цевног развода ...

На слици доле лево је приказано како изгледа спој без коришћења азота приликом процеса лемљења, а са десне стране је кад се користи азот.



Комбинацијом ацетилена и кисеоника може се добити температура до  $+3.320^{\circ}\text{C}$ , а Мар-мап гасом око  $1.100^{\circ}\text{C}$ . Из овог разлога не препоручује се коришћење пропан-бутан гаса за домаћинства јер не гарантује температуру која је потребна за тврдо лемљење.



Пламен који није дефинисан и не постиже максималну температуру. Пламен са срцем – на чијем врху је највиша могућа температура.

По SRPS EN ISO 13686, јануар 2013, лемиоци и оператори лемљења треба да положе квалификациони испит Тврдо лемљење, који се у Србији тестира и сертификаује у на пример Заводу за заваривање, а.д., Београд.

#### П-10.02 Прављење – проверка цевовода и цевних ослонаца

Кад припремамо цевоводе, радимо операције са бакарним цевима као што су кројење – сечење бакарних цеви на димензије које су потребне, чишћење цеви са унутрашње стране на месту сечења, равнање бакарне цеви или припрема бакарне цеви за раздвојиви тип везе (пертлање).



Кад радимо са меким жареним цевима, котур треба правилно одмотати. Пре него што почнемо да сечемо, цев треба исправити, и затим обавити сечење на правом делу цеви. Пресек дела треба да буде прав и округлог пресека (не елиптичног). Након сечења није могуће исправити цев. Неправилно одмотавање цевног котура и сечење на делу који није прав увећава потрошњу материјала јер неки комади након таквог начина рада постају неупотребљиви.

Кад завршимо са сечењем, остатак котура треба ускладиштити како би се затворио отвор цеви и спречио улазак влаге из ваздуха у цев до њеног наредног коришћења.

Бакарна цев се може сећи тестером за метал или алатом – ножем.



Сечење цеви до 2 инча ради се алатом – ножем за сечење (слика доле), а изнад 2 инча тестером за метал (32 зуба по инчу, слика горе). За капиларне цеви користимо клешта за сечење капиларне цеви.

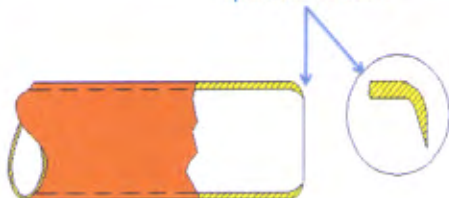


10. Цевовод: постављање непропусног цевног развода ...



На унутрашњем делу остаје „зуб“ које треба одстранити ножићем за ту намену (reamer).

„зуб“ на крају реза након сечење  
цеви са ножем



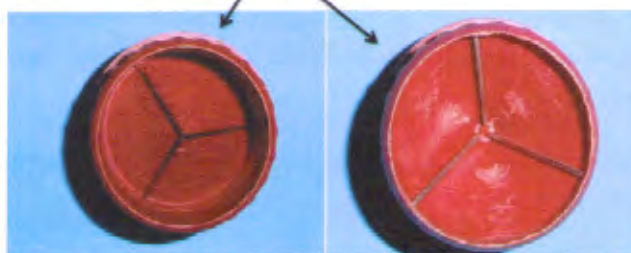
„зуб“ на крају реза након сечење  
цеви тестером за метал



Најчешће коришћени ножићи за ту намену приказани су на следећим сликама.

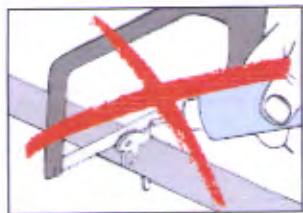


унутрашњи – спољни пречник цеви ножић



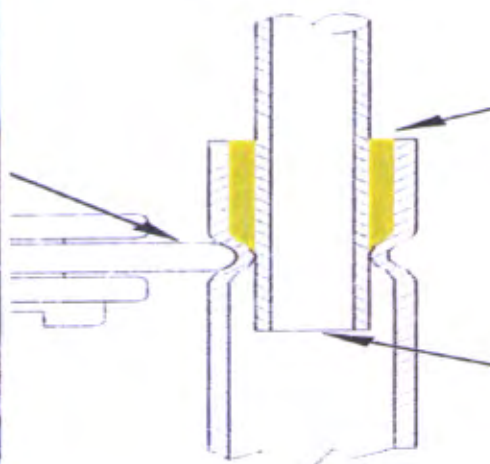
очишћена цев припремљена за претловање / лемење





Након сечења цев не треба продувати – прочистити компримованим ваздухом, јер је пун влаге. Користити суви азот. Такође, при сечењу не треба користити компресорско уље за подмазивање (слике лево).

Заменом оштрог ножића на алату за сечење са точкићем за утискивање можемо припремити „старију“ цев у коју смо увукли „млађу“ да бисмо је касније спојили тврдим лемиљењем.



### Расстављиве везе (*flared connections*)

Те везе се користе за спајање компоненти система за хлађење и климатизацију са бакарним цевима мањих димензија (највише до 18 mm). Раде се са меким бакарним цевима.

На слици доле приказани су алати које користимо да бисмо припремили цев за овакав тип спајања.

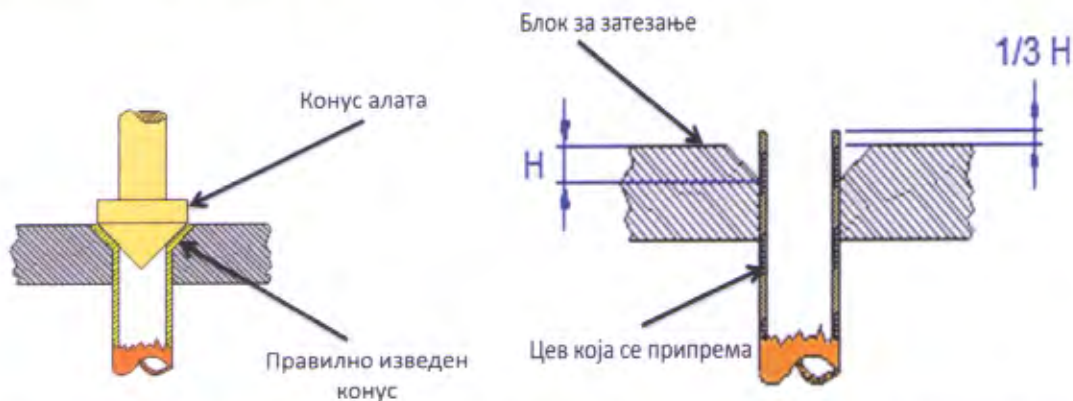




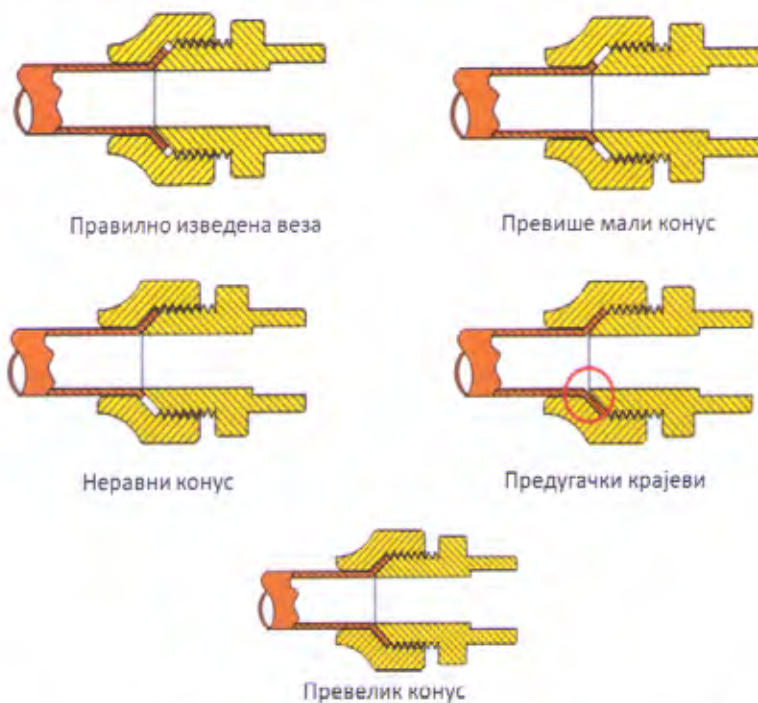
### 10. Цевовод: постављање непропусног цевног развода ...

Растављиве везе конусним налегањем – тврдим налегањем (*flared connections*) критичне су тачке за цурење расхладног средства.

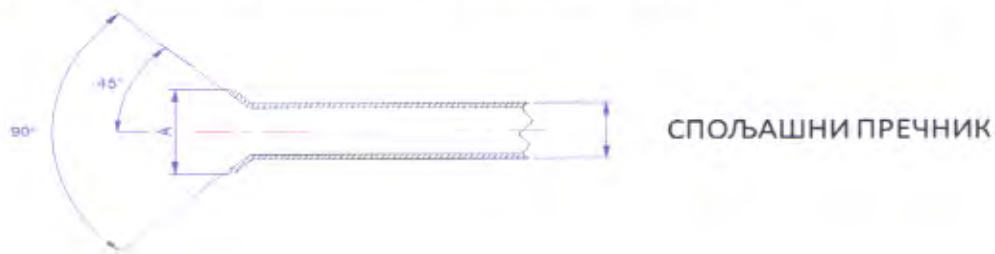
Да бисмо правилно извели конус, цев треба да изађе изнад затегача који стеже цев за  $1/3$  висине конуса (слика доле).



На следећој слици приказане су могуће грешке код извођења тих веза. Неправилно изведена веза увећава ризик од цурења расхладног средства.



Провера конуса према спољашњем пречнику цеви врши се мерењем. Димензије правилно изведеног конуса приказане су у следећој табели.



Спољни пречник по америчком стандарду	Пречник конуса „А“	
	MAX (inch)	MIN (inch)
1/8	0,181	0,171
3/16	0,249	0,239
1/4	0,325	0,315
5/16	0,404	0,388
3/8	0,487	0,471
7/16	0,561	0,545
1/2	0,623	0,607
9/16	0,676	0,660
5/8	0,748	0,732
3/4	0,916	0,900
7/8	1,041	1,025

Спољни пречник цеви по европ- ском стандарду	Дијаметар конуса „А“ mm. +/-0,2
6	9
8	11
10	13
12	15
15	19
16	19
18	21

*Није дозвољена израда овакве везе код цеви са пречницима већим од 7/8 инча по америчком стандарду и већим од 18 милиметара по европском стандарду.*

Постоје две битне ствари на које треба обратити пажњу.

✓ Пре почетка израде конуса треба поставити навртку којом затежемо цев, јер се након израде конуса се не може наместити.

✓ Обратити пажњу на димензије цеви (амерички или европски стандард) и користити навртке одговарајуће за тај стандард.

Сви прикључци – фитинзи су базирани на величини за цеви. На слици су приказани прикључци за ове методе повезивања.



### Савијање бакарних цеви

Савијање бакарних цеви користимо да бисмо смањили број места спајања и употребе допунског фитинга јер су места механичког спајања критичне тачке где постоји опасност цурења расхладног средства.



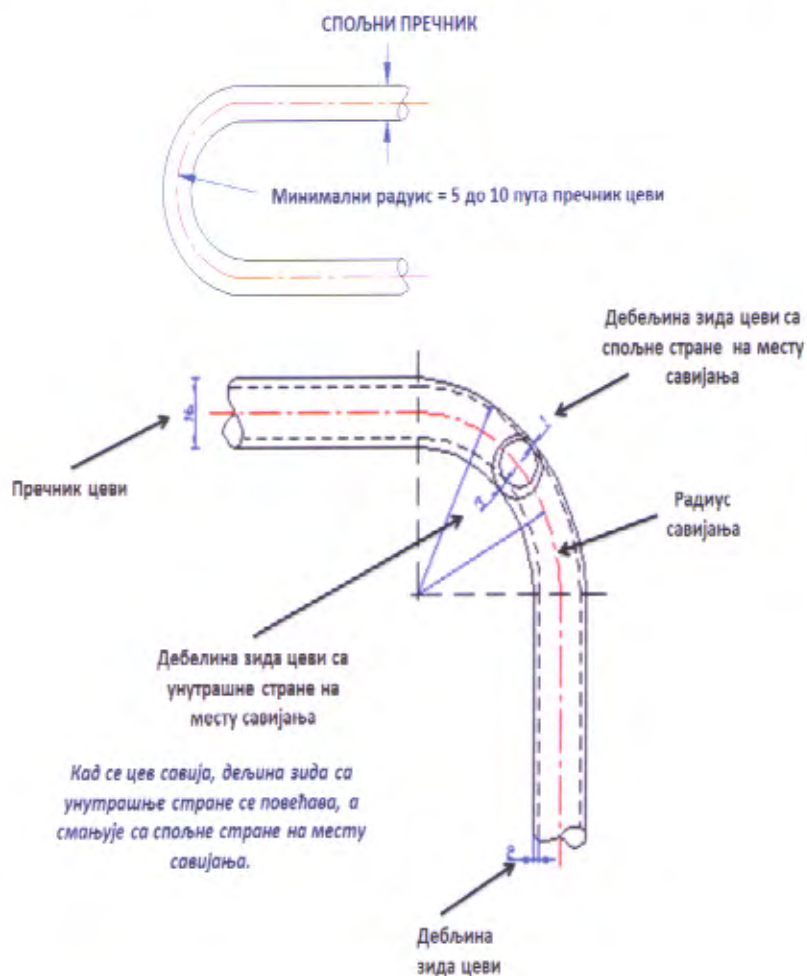
#### 10. Цевовод: постављање непрпусног цевног развода ...



Код производње уређаја, произвођачи раде ову операцију машински и на већим димензијама цеви.

Савијање меких цеви за расхладу и климатизацију на терену сервисер изводи алатима за савијање.

Пречник савијања треба да буде од 5 до 10 спољних пречника цеви, и без видљивих нарушавања материјала на месту савијања. То радимо само уколико постоји простор на лицу места.



Ослонци по дужини цевовода у зависности од пречника бакарних цеви дати су у SRPS EN 378-2: 2018.

Препоручена максимална растојања за ослонце бакарних цеви у односу на спољни пречник цеви (милиметар)	Растојање (метар)
5 до 22 за меке жарене цеви	2
22 до 44 за полутврде цеви	3
54 до 67 за полутврде цеви	4
Информације за меке и полутврде цеви дате су у стандарду EN 12735-1 и EN 12735-2	

Информације о ослонцима за челичне цеви приказани су у следећој табели.

Препоручена максимална растојања за ослонце челичних цеви у односу на номинални пречник цеви DN (према стандарду EN ISO 6708)	Растојање (метар)
15 до 25	2
32 до 50	3
65 до 80	4,5
100 до 175	5
200 до 350	6
400 до 450	7

Момент затезања навртке над конусом бакарне цеви за заптивање је приказан је у следећој табели – стандард SRPS EN 378-2: 2018. Затезање се ради одговарајућим кључем и подешавајућим кључем да не дође до увртања цеви и њеног додатног напрезања цеви.

Номинални спољни пречник (према стандарду EN 12375-1 и EN 12375-2)			Минимална дебљина зида (mm)	Момент зате- зања (Nm)
Метричка мера (mm)	Imperial size			
	(mm)	(in)		
6			0,8	14 – 18
	6,35	1/4	0,8	14 – 18
	7,94	5/16	0,8	33 – 42
8			0,8	33 – 42
	9,52	3/8	0,8	33 – 42
10			0,8	33 – 42
12			0,8	50 – 62
	12,7	1/2	0,8	50 – 62
15			0,8	63 – 77
	15,88	5/8	0,95	63 – 77
18			1	90 – 110
	19,06	3/4	1	90 – 110



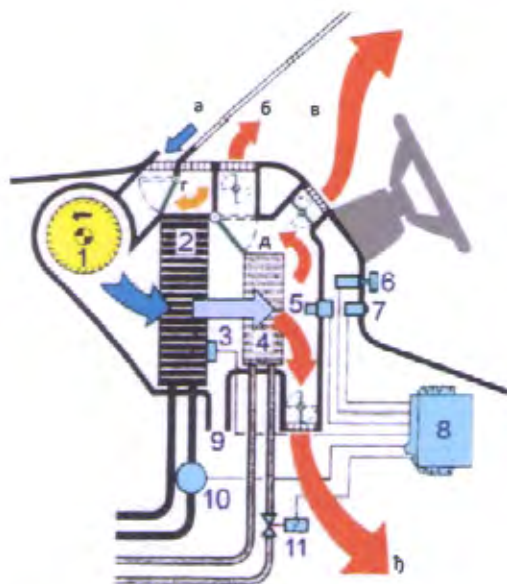
## Б1. Рад на климатизационим системима који садрже супстанце које оштећују озонски омотач или флуороване гасове са ефектом стаклене баште у моторним возилима, њихов утицај на животну средину као расхладних средстава и одговарајући прописи из области заштите животне средине

Клима уређај у аутомобилима је данас стандардна опрема. Климатизација аутомобила (*mobile air conditioning* – МАС) обухвата грејање, хлађење и одстрањивање влаге. Топлота за грејање путничког простора обично се постиже тако што кроз језгро грејача циркулише топла течност за хлађење мотора. Када је потребно хлађење, у рад се уводи расхладни систем који обезбеђује да се ваздух који циркулише кроз простор за путнике хлади помоћу испаривача у комори клима-система. Разлика између данашњих и раније коришћених уређаја је у њиховој физичкој величини и расхладном средству.

### Б-Т1.01 Основно знање о раду климатизационих система у моторним возилима;

Механизам и управљачки уређај фабричких инсталираних климатизационих система дизајнирани су тако да олакшају задатак избора и управљања температуром у аутомобилу. Када климатизер ради, влажност ваздуха у колима се смањује. Осим тога, влага (кондензат) која се формира на површини испаривача сакупља много прашине и полена. Ове ухваћене честице се приликом испуштања – дренажа кондензата са испаривача одводе испод – изван возила.

На следећој слици приказан је систем климатизације једног аутомобила.



- а. Свеж ваздух
- б. Излазни отвор за ветробран
- в. Горњи излазни отвор
- г. Унутрашња циркулација
- д. Бајпас
- ђ. Доњи излазни отвор

Аутоматска регулација аутомобилског клима уређаја

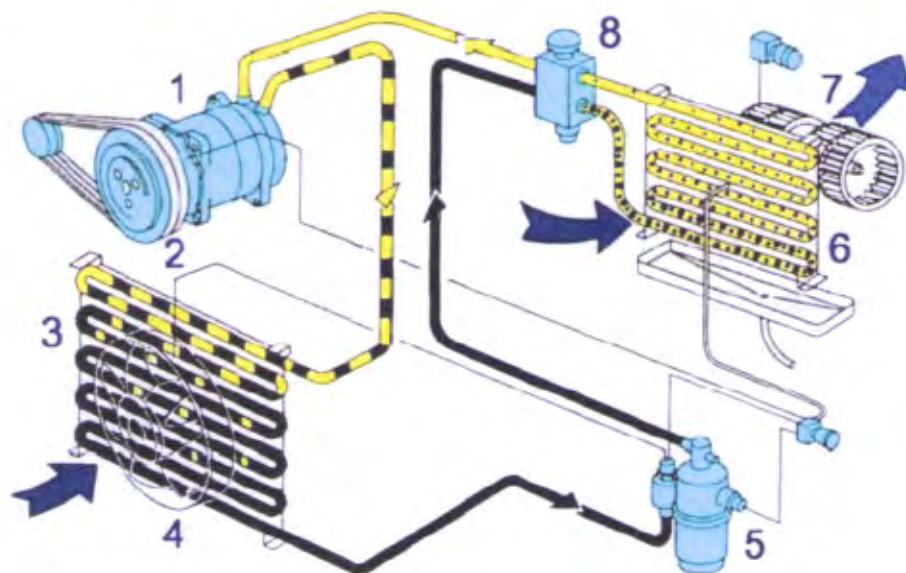
1	Вентилатор	7	Унутрашњи селектор температуре
2	Испаривач	8	Електронска управљачка јединица
3	Температурни сензор	9	Одвођење кондензата
4	Грејач	10	Компресор
5	Температурни сензор излазног ваздуха	11	Електромагнетни вентил
6	Селектор температуре	12	

Расхладни уређај за аутомобиле садржи компресор који је постављен на мотор и покреће се преко каиша. Кондензатор је постављен испред хладњака аутомобила. Током рада течно расхладно средство из кондензатора стиже у ресивер, где се суши и филтрира. Након тога, он преко експанзионог уређаја прелази у испаривач, где испара-

ва и апсорбује топлоту. Испарено расхладно средство се кроз усисну линију враћа у компресор.

Већина клима-уређаја у аутомобилима се покреће помоћу мотора аутомобила, преко механизма за каишни пренос. Компресор се у периодима када његов рад није потребан искључује од мотора помоћу спојнице којом се, у највећем броју случајева, електрично управља.

На следећој слици приказано је расхладно коло клима-уређаја у аутомобилу.



Расхладно коло клима-уређаја у аутомобилу

1	Компресор	4	Вентилатор	7	Вентилатор
2	Каишни пренос	5	Рисивер / филтер-сушач	8	Експанзиони уређај
3	Кондензатор	6	Испаривач		

Сви клима-уређаји у аутомобилима садрже пет основних компоненти:

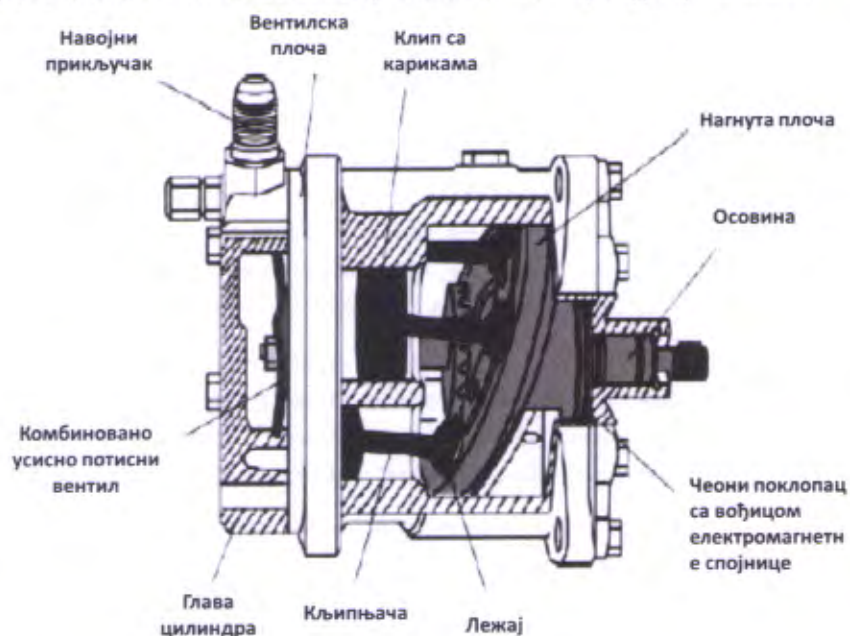
- ✓ Компресор,
- ✓ Кондензатор,
- ✓ рисивер – сушач или акумулатор,
- ✓ експанзиони вентил или пригушну цевчицу и
- ✓ испаривач

### Компресор

Уобичајено га називамо срцем система. У основи, то је пумпа која се покреће преко каишног механизма и има функцију да обезбеди компримовање и пренос расхладног средства. Климатизациони систем је подељен на два дела, страну високог притиска и страну ниског притиска (потисна и усисна страна респективно). Улазна или усисна страна вуче расхладни гас са излаза испаривача. У неким случајевима то се врши преко акумулатора у инсталацији. Када расхладно средство дође на усисну страну, он се компримује и преноси у кондензатор, где може предати топлоту коју је апсорбовао из унутрашњости возила.



Отворени ротациони компресор са електро спојком – куплунгом коришћен у климама аутомобила, без механичког вентила одржавања температуре у колима.



### **Кондензатор**

Кондензатори морају имати добру циркулацију ваздуха увек када је систем у функцији. Код возила са погоном на задње точкове то се обично остварује коришћењем постојећег вентилатора мотора. Код возила са погоном на предње точкове проток ваздуха преко кондензатора потпомаже са помоћу једног или више електричних вентилатора.

### **Рисивер – сушач или акумулатор**

Рисивер – сушач се користи на страни високог притиска у системима који користе термоекспанзиони вентил. Ова врста дозирног вентила ради са течним расхладним средством. Да би се обезбедило да вентил добија течну фазу расхладног средства користи се рисивер. Примарна функција рисивера – сушача је да одвоји гас од течности. Секундарна функција је да уклони влагу и филтрира нечистоће.

### **Експанзиони вентил или пригушна цевчица**

Пригушна цевчица се код аутомобила користи као компонента за експанзију. Постављена је на улазну страну испаривача, или у вод са течношћу, негде између излаза кондензатора и улаза у испаривач. То место се код система који исправно функционише може пронаћи као место на воду између излаза кондензатора и испаривача на коме се може уочити прелаз са топлог на хладно. Ту би требало да се виде и мала улегнућа на цеви која спречавају кретање пригушне цевчице. Већина пригушних цевчица које су данас у употреби има дужину од 80 mm и састоје се од бронзане цевчице омотане пластиком која на оба краја има мрежасте филтере. Није уобичајено да се те цевчице зачепе нечистоћама. Иако су јефтине, њихова замена подразумева прикупљање расхладног средства, отварање система, замену пригушне цевчице, вакумирање и поново пуњење.

Друга уобичајена врста регулатора притиска је блок термостатски експанзиони вентил. Ова врста вентила мери и вредност притиска и вредност температуре и веома је ефикасан у регулацији протока расхладног средства у испаривач.



## Испаривач

Постављен у унутрашњост возила, служи као компонента за апсорпцију топлоте. Његова основна функција је да uklони топлоту из унутрашњости возила. Секундарни добитак је уклањање влаге. Приликом проласка топлог ваздуха преко алуминијумских ребара хладног испаривача долази до кондензација влаге на површини испаривача. Прашина и полен из ваздуха се такође лепе за влажну површину и одводе изван аутомобила. Расхладно средство улази у доњи део испаривача као течност под ниским притиском. Топли ваздух који прелази преко ребара испаривача изазива кључање расхладног средства. Када расхладно средство почне да кључа, може апсорбовати велике количине топлоте. Та топлота се расхладним средством износи изван аутомобила.

**Б-Т1.02 Основна знања о употреби и особинама супстанци које оштећују озонски омотач и флуорованих гасова са ефектом стаклене баште који се користе као расхладна средства у климатизационим системима моторних возила и утицај емисија тих гасова на животну средину (редослед величина њихових GWP вредности)**

Историјски гледано, на почетку се у путничким колима као расхладно средство користио се CFC – R12 (GWP 10900). Следећи корак је био HFC – R134a (GWP 1430) који због захтева у Европи да GWP буде мањи од 150, од 1. јануара 2017 године, замењен и сада из производње излазе возила само са HFO – R1234yf са GWP (4). Компанија Мерцедес ради на томе да у својим аутомобилима користи CO<sub>2</sub> (GWP 1) као расхладно средство.

**Б-Т1.03 Основна знања о одговарајућим одредбама националних прописа у вези са супстанцама које оштећују озонски омотач и флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште;**

Прописи који важе у Европи из области клима код путничких возила су: ЕУ Дир. 2006/40 и ЕУ 307/2008.

У Србији Министарство заштите животне средине издаје сервисеру Уверење Б за обављање делатности сакупљања супстанци које оштећују озонски омотач или флуорованих гасова са ефектом стаклене баште из расхладних и климатизационих система одређених моторних возила („Сл. гл. РС, 24/16“ чл. 9-12). Овај пропис је у сагласности са старим европским ЕЦ 303/2008 (који је сада у Европи замењен са ЕУ 2015/2067 ) и даје листу сервисног алата који треба да поседује радионица за сервисирање клима на путничким возилима – Прилог 7 као и обим програма обуке сервисер – Прилог 8.

Трајање добијеног решења је пет година, са могућношћу обнављања – продужења. Образовна установа издаје потврду о завршеној обуци на основу које на захтев сервисера Министарство које издаје Решење за које води електронски списак – евиденцију.

Сертификат Б се може одузети на предлог инспектора заштите животне средине уколико носилац не испуњава услове прописане Законом о заштити ваздуха у ове уредбе. Сервисери обавештавају Министарство о залихама на крају године и прометима за претходну годину до краја фебруара текуће године, на Обрасцу 11. Саму евиденцију сервисера као правних лица/предузетника Министарство води на Обрасцу 12 и електронски.



## Б2. ПРАВИЛНО САКУПЉАЊЕ СУПСТАНЦИ КОЈЕ ОШТЕЋУЈУ ОЗОНСКИ ОМОТАЧ И ФЛУОРОВАНИХ ГАСОВА СА ЕФЕКТОМ СТАКЛЕНЕ БАШТЕ

### Б-Т2.01 Познавање заједничких процедура извлачења и сакупљања супстанци које оштећују озонски омотач и флуорованих гасова са ефектом стаклене баште;

Сервисирање аутомобилских клима-уређаја обавља се на приближно исти начин као и сервисирање стандардних клима-уређаја комерцијалних система. Најчешће притужбе корисника су:

- нема хлађења,
- бука,
- прекиди у хлађењу и
- вибрације.

Прво саслушамо корисника, када је дошло до евентуалног квара и како се манифестује.

Пре сервисирања климатизационих уређаја у аутомобилима треба знати какве перформансе система очекујемо. Увек преконтролишемо систем детаљно да бисмо нашли прави узрок проблема. Искључимо мотор и прикључимо манометарску групу на страну ниског и високог притиска. Прикључивање манометарске групе треба извршити као нормалну процедуру каква се изводи код којег било другог расхладног – климатизационог уређаја.

Ненормални притисци на страни ниског и (или) високог притиска или повишен ниво буке сигуран су знак да је потребно сервисирање.



За сервисирање аутомобилске климе сервиси користе сервисну станицу. Сервисна станица је вишенаменски уређај који најчешће обавља више операција као што су:

- сакупљање и рециклирање расхладног средства из система,
- мери количину расхладног средства које је извучено из система,
- мери количину уља која је извучена из система,
- вакумира систем и припрема га за пуњење,
- пуни уље према задатој количини,
- пуни расхладно средство према задатој количини,
- врши тест клима-система.

Тек кад се уверимо да има расхладног средства у систему, прикључујемо станицу за прикупљање и рециклажу (*recycling*) – односно извлачење некондензибилних гасова, механичко филтрирање и сушење расхладног средства.

### Б-П2.02 Прикључивање вертикалне цилиндричне посуде под притиском за расхладно средство, пуњење и извлачење

У аутомобилским клима-уређајима се користи много врста сервисних вентила. Уопште-но гледано, врста сервисног вентила и адаптера за прикључивање који се уграђују у систем зависи од расхладног флуида са којим аутомобилска клима ради.

Прикључци код HFC – R134a су *quick coupling* модел и на себи имају зауставни вентил тако да R134a остаје у цреву сервисних манометара.

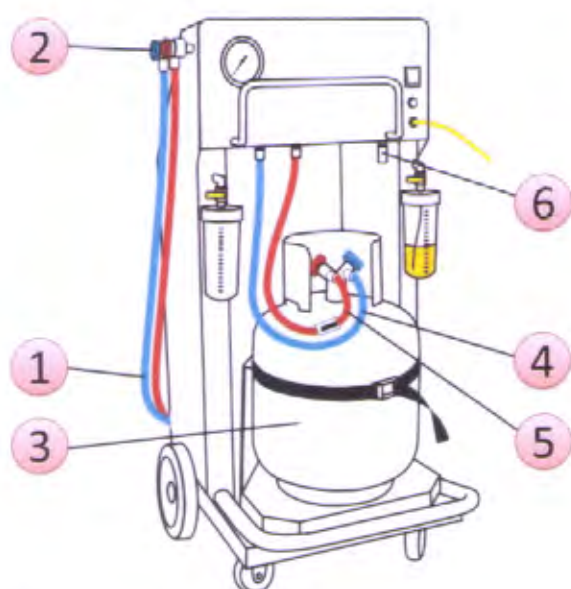
У најновијим HFO – R1234yf прикључци на страни компресора климе путничког возила (или места које је предвиђено за приступ расхладном средству) имају специфичне димензије, различите од R134a, али је систем и даље *quick coupling* модел везивања.

Станице за прикупљање R1234yf имају два вентилатора који се пале чим се уређај укључи јер је гас запаљив и у групи је класе A2L. Обавезно има и сензор са контролу истицања расхладног средства.



Брза спојка (*quick coupling*) за повезивање на страни високог притиска и адаптере за прикључивање сервисних црева

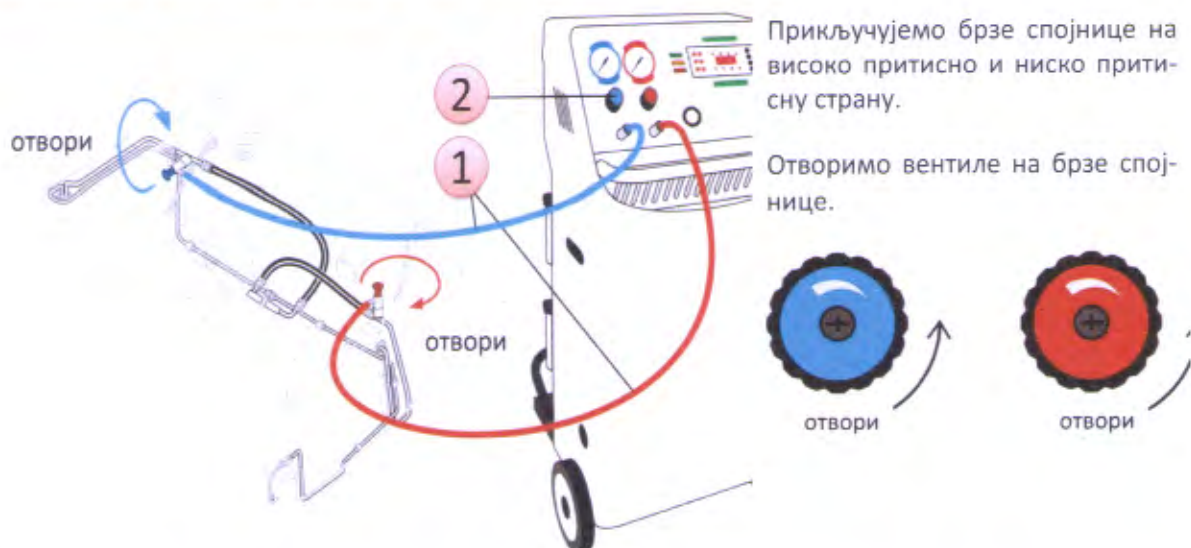
Брза спојка (*quick coupling*) за повезивање на страни ниског притиска и адаптере за прикључивање сервисних црева



- 1 – Сервисно црево за извлачење и пуњење система
- 2 – Брза спојка за прикључак на ниско притисну страну (плава)
- 3 – Сервисни цилиндар (цилиндар у коме се сакупља расхладно средство)
- 4 – Сервисно црево повезано на гасну страну сервисног цилиндра (плаво)
- 5 – Сервисно црево повезано на течну страну сервисног цилиндра са уграђеним лоптастим вентилом (црвено)
- 6 – Месингани адаптер (за прикључење сервисног црева на *quick coupling* за спољни сервисни цилиндар).



## Б2. Правилно сакупљање супстанци које оштећују озонски омотач ...



Вентил (број 2) манометарске групе остаје затворен све док не одаберемо функцију коју желимо (извлачење, вакумирање, пуњење).



Као што је већ речено, сервисна станица има опције за сакупљање и рециклирање расхладног средства из система.

Сервисна станица даје информацију и о количини расхладног средства које је извучено из система.

**Б-П2.03 Успостављање и прекидање везе апарата (комплекта, сета) за сакупљање до и од сервисних прикључака климатизационих система моторних возила који садржи супстанце које оштећују озонски омотач или флуороване гасове са ефектом стаклене баште**



Кад затворимо вентиле на брзим спојницама, можемо откачити сервисна црева, а затим враћамо заштитне капице на прикључке аута, како бисмо онемогућили цурење расхладног средства из сервисног вентила система.

Сервисну станицу укључимо да сакупи остатак расхладног средства који је остао у сервисним цревима.

Након овога радимо проверу цурења.





## РАСХЛАДНА СРЕДСТВА

Првобитно, када је концепт савременог система хлађења развијен средином 19. века, мали број флуида је коришћен као радна течност или „расхладно средство“. То су амонијак, угљен-диоксид, сумпор-диоксид, метил-хлорид и етил-етар. Међутим, због комбинације токсичности, запаљивости и проблема са притиском, та расхладна средства су у великој мери замењена са „новом“ групом флуорованих супстанци које показују мало реактивности, ниске су токсичности и нису запаљиве.

На следећој слици приказана је листа хемијских елемената који се користе у расхладним средствима.

	8	7	6	5	4	3	2	1	0
1								1 H 1.008	2 He 4.003
2		3 Li 6.941	4 Be 9.012	5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.0	9 F 19.0	10 Ne 20.18
3		11 Na 22.99	12 Mg 24.31	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
4	28 Ni 58.71	29 Cu 63.55	30 Zn 65.37	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.8
5	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
6	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209	84 Po 210	85 At (210)	86 Rn (222)

Користе се за расхладна средства  
 Нестабилни и токсични  
 Нема хемије  
 метали

Расхладна средства се деле на:

- ✓ органска и
- ✓ неорганска средства.

### Типична неорганска расхладна средства су:

Амонијак: користи се као расхладно средство у великим расхладним постројењима (индустријска примена).

Вода: користи се као средство за хлађење у системима апсорпције (LiBr-Water-absorber).

Ваздух: користи се као расхладни флуид у АС системима у авионима.

Угљен-диоксид – CO<sub>2</sub>: раније је коришћен као расхладно средство на бродовима, предстојеће расхладно средство у малим комерцијалним апликацијама и топлотним пумпама, прехранбеној индустрији, расхладно средство у супермаркетима.

Течни азот: користи се као расхладно средство на -196 °C у медицини, хемији, прехранбеној индустрији итд.

Хелијум: користи се као расхладно средство у специјалној употреби (-200 °C до -269 °C).

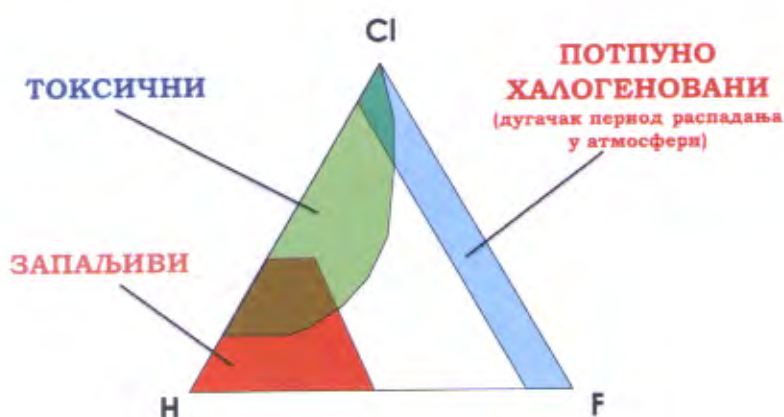
**Органска расхладна средства се класификују у следеће групе:**

- чисти угљоводоници (HC): метан, етан, пропан, бутан (рафинисан од природног гаса) и
- хемијски произведени растварачи на бази HC.

Чисти HC ће реаговати са HCl (хлороводоничном киселином) и (или) HF (флуороводичном киселином) ради стварања расхладних средстава, као што су CFC, HCFC, HFC и његове мешавине.

Почевши од чистог H, H-атоми у HC ће бити замењени Cl или F за стварање расхладних средстава.

Особине флуородеривата и хлородеривата, приказане су на следећем троуглу.



**Хемијски произведена, расхладна средства на бази HC**

Класификација:

**CFC** – хлорофлуороугљеници (супстанца која оштећује озонски омотач)

Сви H-атоми из базног HC замењују Cl и F.

Пример: R12 –  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$

**HCFC** – хлорофлуороугљоводоници (супстанца која оштећује озонски омотач)

Нису сви H-атоми из базног HC замењени Cl и F, минималним H-атомом у молекулу.

Пример: R22 –  $\text{CHF}_2\text{Cl}$

**FC** – флуорокарбон (супстанца која не оштећује озонски омотач, али имају велики потенцијал глобалног загревања)

Сви H-атоми из основног HC замењују F.

Пример: R14 –  $\text{CF}_4$

**HFC** – флуороугљоводоници (супстанце које не оштећују озонски омотач, али имају велики потенцијал глобалног загревања)

Нису сви H-атоми из основног HC замењени F, минималним H-атомом у молекулу,

Пример: R134a –  $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$



На следећој слици приказана је подела расхладних средстава.



Опште означавање расхладних средстава

R XYZ + опционални додаток

R – расхладно средство

XYZ – број расхладног средства

Опционални додаток а, б, ... – варијација структуре

B1, B2 – садржај брома

### Утицај расхладног средства на околину

Током осамдесетих година откривено је да су хемијске супстанце које се користе у расхладним средствима, дувачима, растварачима и слично, допринеле исцрпљивању озонског слоја. Предузимање акција у руковању тим супстанцама довело је до Монтералског протокола 1987. године.

Супстанце које доприносе смањењу озонског омотача називају се супстанце које оштећују озонски омотач (ODS).

**Потенцијал оштећења озонског омотача (ODS)** одређене супстанце дефинисан је као: релативна количина деградације према озонском слоју упоређена је са трихлорфлуорметаном R11, фиксираним на ODP = 1,0.

Расхладна средства која садрже молекул хлора јесу супстанце које оштећују озон. То су:

- ✓ CFC (састоји се од хлора, флуора и угљеника) и
- ✓ HCFC (састоји се од водоника, хлора, флуора и угљеника).

CFC и HCFC су елиминисани или у фазу елиминације

Због смањења озона – озонског омотача, CFC и HCFC расхладна средства су забрањена и укинута широм света.

Почетком 1990. године почела је употреба флуорованих супстанци као „алтернатива“ за супстанце које оштећују озонски омотач, и то::

✓ PFC – перфлуороугљеници представљају другу групу флуороугљеника који садржи пет различитих течности. Један од њих (R218) повремено се користи у мешавинама расхладних флуида.

✓ HFE – хидрофлуороетри, група расхладних средстава која има тенденцију да буде прилично стабилна и међу њима постоји доста широк опсег тачака кључања, иако имају тенденцију да буду течности ниског притиска. Та група једињења се може употребљавати као расхладно средство, али до данас нису широко прихваћена на тржишта из различитих разлога.

✓ HFC – засићен и HFO- не-засићен

HFC засићени расхладни флуиди су почели да се користе широко. HFC се састоје од водоника, флуора и угљеника. Они могу бити засићени или не-засићени. Најчешће засићене HFC супстанце су R134a, R32, R125 и R143a, као појединачне компоненте и као компоненте смеша, као што су R404A, R407C R410A и R507.

### **Ефекат стаклене баште – природно глобално загревање**

Природни ефекат стаклене баште је неопходан за живот човека.

Видљива Сунчева светлост претвара се у топлоту.

Делимична апсорпција ове топлоте у атмосфери угљен-диоксидом и воденом паром осигурава просечну температуру на земљи од 14 °C.

Без природног ефекта стаклене баште, просечна температура на земљи била би испод 5 °C!

Равнотежа између делимичне апсорпције топлоте у атмосфери, гасова стаклене баште и топлотног зрачења у свемир осигураће просечну температуру на Земљи.

Повећање емисије гасова са ефектом стаклене баште, попут угљен-диоксида и (или) расхладних флуорованих гасова (који садрже флуор), у атмосфери повећаће просечну температуру на Земљи и променити климатске зоне и услове.

CFC, HCFC и HFC расхладна средства одговорна су за глобално загревање јер садрже флуор.

CFC, HCFC и HFC расхладна средства имају врло стабилну хемијску структуру.

Емитована у атмосферу, та средства имају веома дуг животни век.

Век трајања флуорованог гаса R134a у атмосфери износи 15 година!

Емитовани расхладни флуор ће се проширити на целу атмосферу и створити додатну топлотну апсорпцију само својим присуством у атмосфери.

Та додатна апсорпција топлоте повећава ефекат стаклене баште као што је већ описано.



**Потенцијал глобалног загревања (GWP)**

Потенцијал глобалног загревања (GWP) јесте мерило релативног утицаја глобалног загревања различитих гасова.

Она додељује вредност количини топлоте заробљене одређеном масом гаса у односу на количину топлоте заробљене сличном масом угљеног-диоксида (CO<sub>2</sub>) у одређеном временском периоду од 100 година.

Међудржавни панел за климатске промене (IPCC) изабрао је угљен-диоксид, пошто је референтни гас и његов GWP се узима као 1.

**Утицај расхладних средстава на животну средину**

Расхладна средства утичу на животну средину наше земље на следећи начин:

- ✓ Трошење озона као последица хлорних расхладних средстава који се емитују у атмосферу;
- ✓ директно глобално загревање (ефекат стаклене баште) као последица флуора који садрже хладњаке који се емитују у атмосферу;
- ✓ индиректно глобално загревање сваког расхладног флуида као последица угљендиоксида емитованог у атмосферу потрошњом енергије у расхладном постројењу.

**Класификација расхладних средстава у сигурносне групе**

Расхладна средства се класификују у смислу два општа сигурносна критеријума:

- запаљивост и
- токсичност.

Према различитим међународним и националним безбедносним стандардима, расхладним средствима се може доделити једна од шест класификација према токсичности и запаљивости. Класификација се даје алфанумеричким ознакама. Велико слово одговара токсичности, а цифра запаљивости. У суштини "А" означава нижу токсичност, а и "Б" за већу токсичност. Не постоје расхладна средства који нису токсична.

Класификација запаљивости је: незапаљиво "1", мање запаљиво „2“ или већа запаљивост „3“.

После вишегодишњег истраживања, ASHRAE 34 је 2010. године представио нову поделу у категорији „2“ којом се у оквиру те категорије уводе категорије A2L и B2L.



Када се говори о безбедности употребе расхладних средстава и ограничењима, употребе у одређеним случајевима, у европски стандард EN 378-1: 2016, осим класификације сигурности расхладних средстава, уведен је још један додатак који треба узети у обзир приликом избора расхладних средстава према попуњености простора.

Локације су класификоване у погледу сигурности особа које могу бити директно погођене у случају истицања расхладног средства. Разматрање сигурности у расхладним системима обухвата локацију, број и обученост људи који се налазе на тој локацији, и дели их у категорије заузетости простора. Машинске собе се сматрају са одобреним приступом обучених сервисера-оператера.

Према овом стандарду, постоје три врсте заузетоста простора.

➤ Општа заузетост – класа А

Место на коме људи могу да спавају или где је слободан приступ свима, а лица у том простору нису упозната са мерама заштите и личне сигурности.

ПРИМЕРИ: болнице, затвори, старачки домови, позоришта, супермаркети, транспортни терминали, хотели, предавачке сале, станови, ресторани, ледене дворане

➤ Делимична заузетост – класа Б

Просторије, делови зграда или зграде где може да борави само ограничен број људи, од којих су неки обавезно упознати са општим мерама безбедности.

ПРИМЕРИ: лабораторије, места за општу производњу, пословне зграде

➤ Рад само на основу одобреног приступа – класа Ц

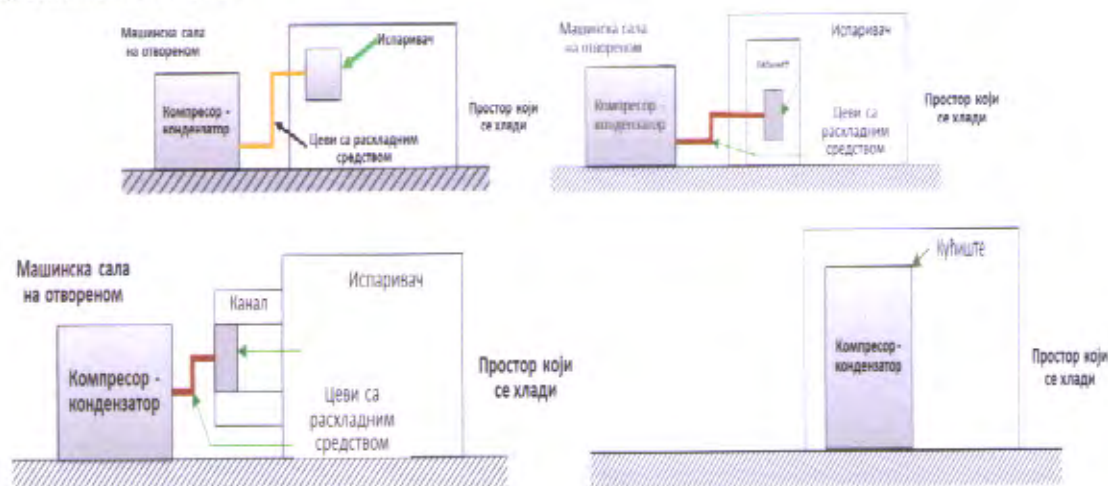
Просторије у које приступ имају само овлашћена лица. Овлашћена лица су упозната са општим мерама безбедности у установи (на пример, објектима индустријске производње).

### Типови система

Европски стандард EN378-1: 2016 објашњава типове расхладних система као директне и индиректне системе. Ово је повезано са врстама заузетости простора.

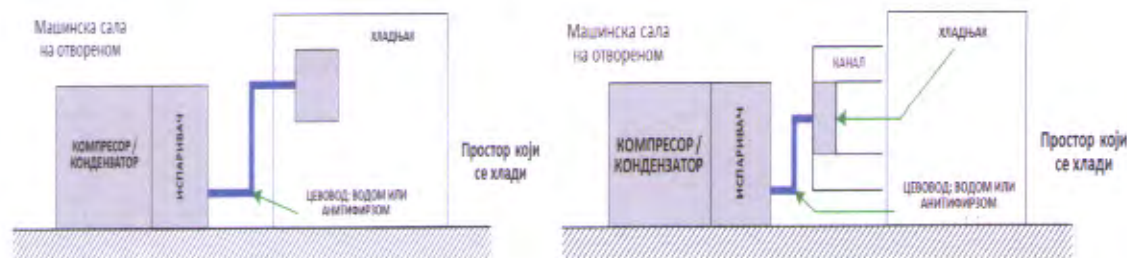
Типови система приказани су на следећој слици.

### Директни системи





## Иниректни системи



## Избор расхладног средства

При избору расхладних средстава треба обратити пажњу на више ствари. Оно што је важно за произвођаче система не мора да буде у интересу сервисера опреме. За производњу опреме за хлађење и климатизацију (RAC), избор расхладног флуида је теоретски комплексан, узимајући у обзир огроман број параметара. Расхладно средство треба да има одређена својства, као што су:

- ✓ није штетан за озонски омотач (без оштећења озона, без хлора),
- ✓ мали ефекат стаклене баште,
- ✓ да буде нетоксичан (није штетно ако се удише или проспе по кожи) и неотрован,
- ✓ да буде неексплозивно,
- ✓ да буде некорозиван,
- ✓ да буде стабилан гас.

На слици испод приказане су остале карактеристике на кој треба обартити пажњу:



Кад користимо смеше, требало би обратити пажњу на њихов састав.

У табели је приказан састав расхладних средстава у зеотропским смешама (R4XX).

	R22	R32	R124	R125	R134a	R142b	R143a	R152a	R218	R1270	RC318	R290	R600a
R401A	53		34					13					
R401B	61		28					11					
R401C	33		52					15					
R402A	38			60								2	
R402B	60			38								2	
R403A	75								20			5	
R403B	56								39			5	
R404A				44	4		52						
R405A	45					5,5		7			42,5		
R406A	55					41							4
R407A		20		40	40								
R407B		10		70	20								
R407C		23		25	52								
R407D		15		15	70								
R408A	47			7	46								
R409A	60		25			15							
R409B	65		25			10							
R410A		50		50									
R410B		45		55									
R411A	87,5							11		1,5			
R411B	94							3		3			
R412A	70					25			5				
R413A					88				9				3
R416A			39,5		59								1,5
R417A				46	50								4

Расхладна средства састављена од HFCs супстанце.

У табели је приказан састав расхладних средстава у азеотропским смешама (R5XX).

расхладно средство	компонента А	компонента Б	температура кључања у °C на притиску од 1 bar
R500	73,8% R12	26,2% R22	-33,5
R501	75% R22	25% R12	-41,5
R502	51,2% R115	48,8% R22	-45,5
R503	59,9% R13	40,1% R23	-87,9
R504	48,2% R32	51,8% R115	-57,2
R505	78% R12	22% R31	-29
R506	55% R31	45% R114	-12,4
R507A	50% R125	50% R143a	-46,5
R508A	39% R23	61% R116	-85
R508B	46% R23	54% R116	-88

Једна од компонента је CFCs који је забрањен.



У следећој табели су приказане су карактеристике најчешће коришћених расхладних средстава

Хемијска формула и састав	R22	R134a	R290	R404A	R407C	R410A	R507	R600	R600a	R717	R744
	$\text{CHClF}_2$	$\text{CH}_2\text{FCF}_3$	$\text{C}_3\text{H}_8$	$\text{R125/143e/134a (44/52/4)}$	$\text{R32/125/134a (23/25/52)}$	$\text{R32/125 (50/50)}$	$\text{R125/143a (50/50)}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	$\text{CH(CH}_3)_3$	$\text{NH}_3$	$\text{CO}_2$
Група	HFC	HFC	HC	HFC	HFC	HFC	HFC	HC	HC	Natural	Natural
Моларна маса [kg/mol]	86,5	102	44,1	97,6	86,2	72,6	98,9	58,1	58,1	17	44
Нормална тачка кључања [°C], на притиску од 101,3 [kPa]	-40,8	-26,2	-42,1	-46,6/-45,7	-43,8/-36,7	-51,6/-51,5	-46,7	0	-12	-33	-78 <sup>1)</sup>
Критична температура [°C]	96,2	101,1	96,7	72,1	86,1	70,2	70,8	150,8	135	133	31
Критични притисак [bar]	49,9	40,6	42,48	37,4	46,3	77,7	37,2	34,9	36,45	106,43	73,77
Потенцијал оштећења озонског омо-тача (ODP)	0,055	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Потенцијал глобалног загревања (GWP)/100 год.	18±0	1430	3	3922	1774	2088	3985	3	3	0	1
Сугурњосна група	A1	A1	A3	A1	A1	A1	A1	A3	A3	B2	A1

1) Тројна тачка, притисак 5,18 bar и температура -56,6 °C.

**Компресорско уље** треба користити према препорукама произвођача опреме – компресора:

- Минерално уље – МО или алкилбензинска уља (АВ) користило се код R12, R22, а само сада код амонијака.
- Синтетичко уље је коришћено код R500, R502,. HCFC.
- PAG – полиестергликол – само код клима у аутомобилима.
- POE – естер уље, на свим HFC расхладним средствима у расхлади и већим климатизерима, чилерима, ...
- PVE су поливинил – естерска уља, користимо нпр. климе са R410A.

### **Безбедносне мере у раду са расхладним средствима**

У раду, изради и пројектовању расхладних и клима система и инсталација треба се придржавати прописаних мера и норматива заштите на раду при пројектовању, а према Закону о безбедности и здрављу на раду („Службени гласник РС“, бр. 101/2005, 91/2015 и 113/2017 – др. закон)

Појам сигурности и заштите на раду примењив је на све радове око уређаја за хлађење или климатизацију. Може се применити на сигурност руководиоца, сервисера и корисника, као и на сигурност коришћења алата и опреме. Сервисери који се служе ручним и електричним алатима изложени су опасностима попут предмета који падају, материјала који могу прснути, штетне прашине, дима, влаге, паре, гаса или уља. Да би се заштитио од споменутих опасности, сервисер у раду мора носити личну заштитну опрему.

### ***САМО СИГУРАН НАЧИН ЈЕ ИСПРАВАН НАЧИН***

Посао мора обављати одговарајуће школовано особље, са алатима и опремом у добром стању и доброг квалитета.

Одржавање алата и опреме једнако је важно јер се тако повећава доступност алата и опреме у тренутку када су потребни, па је неопходно да се одржавају у радном стању. Превентивно одржавање помаже смањењу нежељених инцидентних трошкова.

### ***Лична сигурност***

Сервисер се током рада мора заштитити од повреда. Треба да носи личну заштитну опрему попут заштитних наочара, заштитних ципела, рукавица, шлема и заштитног појаса. Такође, мора да се придржава одговарајућих правила облачења. Никада не треба носити опуштени накит јер може доћи у додир с електричним спојевима или жицама и проузроковати електричне ударе.





**Поштавање ознаке о опасности на самој опреми**



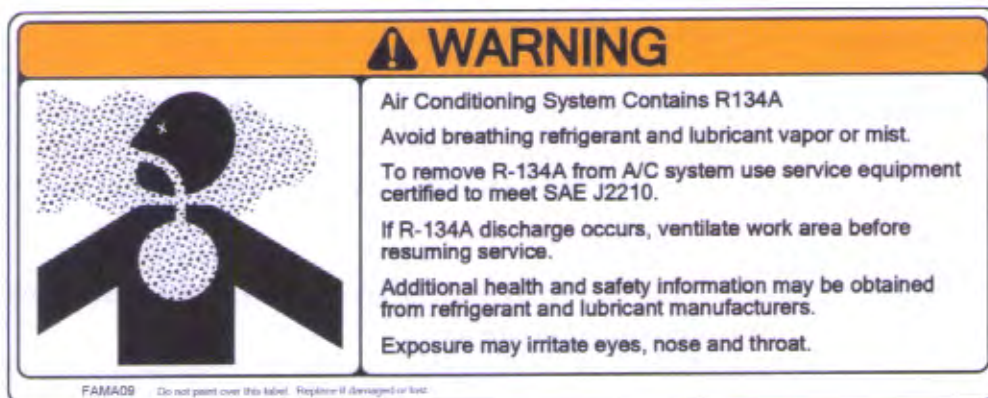
Опасност: ЗАПАЉИВО



Опасност: Напон електричне струје



Опасност: Топла површина



**Сигурност алата и опреме**

- Алати и опрема морају бити редовно одржавани и контролисани.
- За обављање посла треба користити одговарајући алат.
- Алат и опрема се морају користити у складу са упутствима произвођача.
- Оштрице тестера, ножеви, бургије за бушење и други алати морају увек бити окренути супротно од путање кретања других сервисера који раде у близини. Тупи алати могу бити опаснији од оштрих.
- Сервисери који раде с алатима и опремом преузимају одговорност за пажљиву употребу тако што усвајају одговарајуће вештине.

**Сигурност током употребе електричних алата**

- Искључите из струје алате када се њима не користите, пре сервисирања и чишћења и када мењате прибор.
- Особе које нису укључене у тренутни посао треба да буду удаљене са градилишта.
- Употребите стеге или ослонце како бисте ослободили обе руке за употребу алата.
- Не држите руку на прекидачу док носите алат који је прикључен на електрични вод.
- Алат треба да буде оштар и чист.
- Уклоните оштећен електрични алат и означите га натписом „не користити“.

- Не носите и не вуците преносни алат за кабал.
- Не користите електрични кабал да бисте подигли или спустили алат.
- Немојте искључивати алат повлачењем за кабл или црево.
- Држите каблове и црево даље од извора топлоте, уља или оштрих ивица.
- Одмах замените оштећене каблове.

### **Сигурност електричних инсталација**

- Најчешћи разлози кварова климатизационих и расхладних уређаја јесу недостаци у електричним водовима или предметима.
- Електричне жице и каблови у климатизационој или расхладној јединици морају бити уземљени без грешке. На тај се начин штитите од електричних удара, јер струја тако заобилази људско тело.
- Електрични алати и продужни каблови обично имају три рачве које су спојене на електричне жице. Те се рачве никада не смеју сећи или уклањати јер би тиме електрична жица остала огољена.
- Сервисери морају бити свесни битних опасности и мера опреза које је потребно предузети за смањење ризика од незгода.

### **Сигурност од пожара**

Апарат за гашење пожара требало би понети на радно место, односно на место сервисирања или место постављања, као сигурносну меру у случају избијања пожара. Апарати за гашење пожара разврстани су у три групе према узроку пожара који треба угасити:

- апарати за гашење групе А урађени су за гашење пожара који се јавља на дрвету, папиру или другим сличним запаљивим стварима,
- апарати за гашење групе Б урађени су за гашење пожара на запаљивим течностима попут масти, бензина или уља,
- апарати за гашење групе Ц урађени су за гашење пожара на електричним водовима.

### **Сигурност рада на климатизационим и расхладним уређајима**

Током сервисирања и уградње климатизационих и расхладних уређаја треба предузети неколико основних мера заштите.

- Приручник за сервисирање и (или) приручник за обуку морају бити при руци у случају потребе.
- Смеју се користити само препоручени резервни или заменски делови.
- Увек треба проверити исправност радног притиска расхладног средства.
- Морају се користити баждарени манометри – редукционе групе.
- Треба пунити инсталацију само кроз нископритисну страну уређаја.
- Пре отварања треба се побринути да је расхладна течност потпуно уклоњена из уређаја.

### **Руковање и складиштење посуда – боца са расхладном течношћу**

Боцама пуњеним расхладном течношћу треба руковати крајње опрезно. Боце морају бити ускладиштене у складу са упутствима.



### Допуна

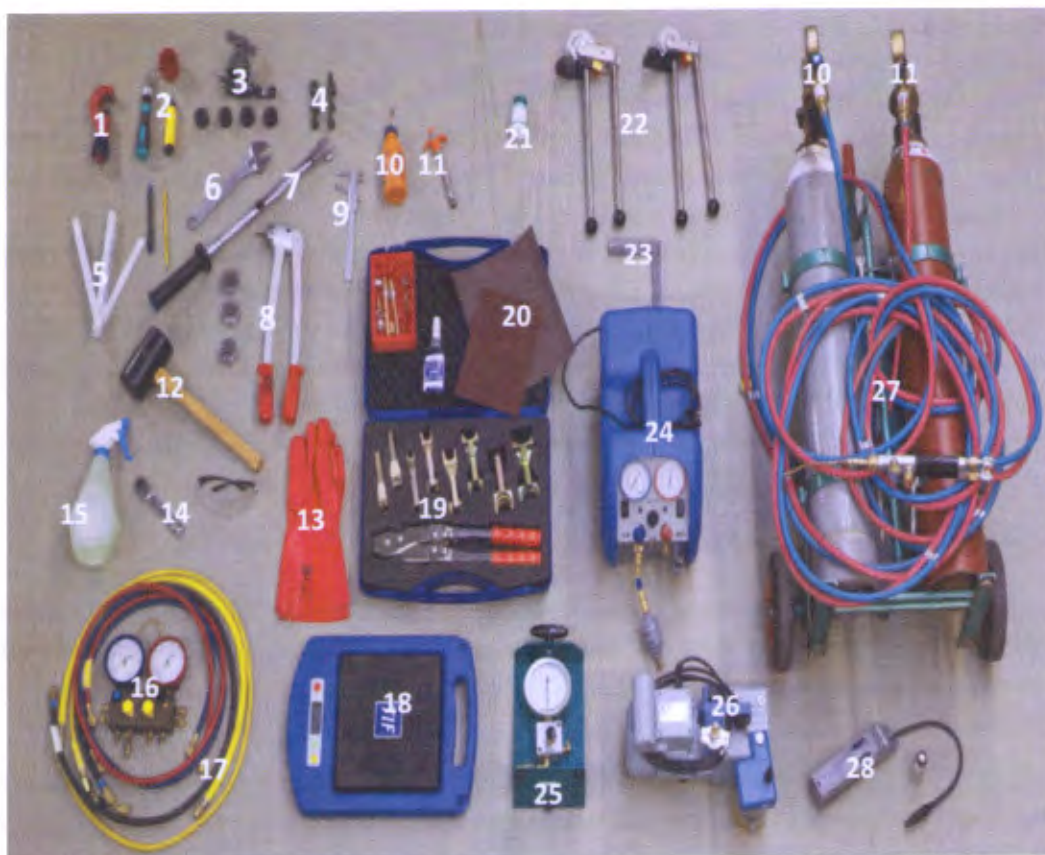
- Боца са расхладном течношћу треба да буде ускладиштена у наткривеном простору с температуром нижом од 50 °C.
- Боце морају бити удаљене од извора паљења.
- Радни простор и место чувања боца морају бити места у којима је забрањено пушење.
- Гасни аларм и водене прскалице морају бити постављени у складишном простору за расхладне течности, а нарочито за запаљиве расхладне течности.
- Идентификационе налепнице боца се не смеју уклонити ни уништити. Када се боца не користи, треба се побринути да је вентил буде сигурно затворен.
- Спремници гаса смеју бити складиштени и превожени само у усправном положају.
- Током превоза боце са гасом се не смеју бацати нити би смеле падати. Све главне електричне склопке требало би да буду постављене изван радног простора.
- Боце за прикупљање смеју бити напуњени само до 75 % укупне запремине за HFC и 50% HC гасове.

### Прва помоћ у случају повреде сервисера

У случају повреде проузроковане изливањем расхладне течности по кожи сервисера, подручје треба прекрити топлим и сувим покривачем да би се избегле промрзлине. Затим треба потражити стручну медицинску помоћ. У случају гушења, треба применити поступке оживљавања.

Ако дође до хемијских опекотина, треба уклонити тканину са подручја опекотина и (или) у близини њега, а затим опекотину опрати обичном водом. У случају повреде очију, треба их испирати непрестано 15 до 20 минута. Ако сервисер доживи електрични удар, особе у његовој близини не би га смеле дирати све док се довод струје не искључи. Потом га треба брзо лечити првом помоћи.

### Најчешће коришћени алати у сервисирању расхладне и климатизационе опреме



Опис алата са претходне слике:

1. алат за сечење бакарних цеви,
2. алат за скидање ивица, неравнина, опиљака,
3. алат за прављење конуса на крајевима цеви – пертловање цеви,
4. алат за калибрацију цеви- довођење исеченог у осу,
5. метар, фломастер за обележавање на цевима,
6. подесиви кључ као што је француски,
7. момент кључ за затезање,
8. алат за ширење цеви – прављење чашице,
9. кљунасто мерило,
10. кантица уља за алат,
11. кресиво-упаљач за бренер,
12. гумени чекић,
13. сигурносне наочаре и сигурносне рукавице,
14. сервисни кључ – четвртка,
15. боца за прскање сапунице за испитивање истицања расхладног средства,



#### Допуна

16. сервисни манометри,
17. сервисна црева 3х,
18. вага за мерење расхладног средства,
19. алат за спајање без растављања – Lokring,
20. шмиргла – абразивна крпа,
21. жица за тврдо лемљење Cu-P, жица сребрна + топител за сребрну жицу,
22. алат са точком за савијање цеви,
23. метални прави угао,
24. уређај за сакупљање и чишћење – рециклажу расхладног средства,
25. вакуум манометар,
26. вакуум пумпа,
27. ацетиленско кисеонички бренер, редуцир, црева, боце и колица са точковима,
28. електронски детектор истицања расхладног средства,





## ДЕФИНИЦИЈЕ ПОЈМОВА И СКРАЋЕНИЦЕ

Израз – скраћеница	ДЕФИНИЦИЈА
<b>CFC</b>	Хлорофлуороугљеници: група хемијских једињења која садрже хлор, флуор и угљеник.
<b>HCFC</b>	Хлорофлуороугљоводоници: група хемијских једињења која садрже водоник, хлор, флуор и угљеник.
<b>PFC</b>	Перфлуороугљеници: синтетички произведени халогеноводоници који садрже само атоме угљеника и флуора. Одликују се екстремном стабилношћу, незапаљиви су, ниска им је токсичност, потенцијал озонског оштећења је нула, али је зато висок потенцијал глобалног загревања.
<b>HFC</b>	Флуороугљоводоници: група хемијских једињења која садрже водоник, флуор и угљеник.
<b>HFO</b>	Флуоровани алкени (олефини): група једињења која садрже водоник, флуор и угљеник, као и двоструку везу у молекулу.
<b>HC</b>	Угљоводоници: група хемиских једињења која садрже водоник и угљеник.
<b>DME</b>	Диметилетар: алтернатива са HFC која се користи у пенама и аеросолима.
<b>Неоргански флуиди</b>	Неорганска једињења на пример амонијак (R717) и CO <sub>2</sub> (R744).
<b>Халогени елементи</b>	Хемијски елементи са сличним хемијским својствима: флуор, хлор, бром и јод.
<b>Банке</b>	Укупна количина супстанци које се налазе у постојећој опреми, хемијским залихама, пени и другим продуктима који још увек нису пуштени у атмосферу.
<b>Ефекат стаклене баште</b>	<p>Гасови са ефектом стаклене баште у атмосфери ефикасно апсорбују термална инфрацрвена зрачења која се емитују са Земљине површине, од стране саме атмосфере и облака. Атмосфера емитује зрачење у свим правцима, укључујући и најнижу тачку на Земљиној површини.</p> <p>Гасови са ефектом стаклене баште задржавају топлоту са површине тропосфере и подижу температуру на површини Земље. То је процес природног ефекта стаклене баште.</p> <p>Повећање концентрације гасова са ефектом стаклене баште узрокује повећање апсорпције инфрацрвеног зрачења и изазива радиоактивно зрачење или енергетски дисбаланс, који се компензује повећањем температуре на површини тропосфере и то је побољшани ефекат стаклене баште.</p>
<b>GHG</b>	<p>Гас стаклене баште.</p> <p>Гас који доприноси глобалном загревању.</p>



Израз – скраћеница	ДЕФИНИЦИЈА
<b>GWP</b>	<p>Потенцијал глобалног загревања.</p> <p>GWP пореди утицај неког гаса на глобално загревање са утицајем CO<sub>2</sub> на глобално загревање. За CO<sub>2</sub> је дефинисано да је GWP 1.</p> <p>GWP флуороугљоводоничних једињења нису сигурно одређене вредности, а хемичари их редовно ажурирају већ последњих 20 година.</p> <p>Међувладаина комисија о климатским променама објавила је неколико комплета са GWP вредностима у својим извештајима о оцени.</p> <p>Вредности за GWP које се користе у Кигали Амандману и у основним чињеницама о Амандману из Кигалија засноване су на стогодишњим вредностима из 4. извештаја о оцени (AP4).</p>
<b>Еквиваленти CO<sub>2</sub> тона</b>	<p>Начин представљања укупног доприноса глобалном загревању изазваног одређеном количином неког GHG.</p> <p>Тона CO<sub>2</sub>e = тоне гаса * GWP</p>
<b>Утицај тоталног еквивалента загревања (TEWI)</b>	<p>Мера укупног утицаја глобалног загревања на основу емисије гасова са ефектом стаклене баште у току трајања опреме, укључујући и производњу и одлагање радних флуида и хардвера на крају радног века. TEWI у обзир узима и директну емисију и емисију енергије произведене</p>
<b>Озон</b>	<p>O<sub>3</sub> – гасовити атмосферски конституент. Ствара се у тропосфери фотохемијским реакцијама, укључујући гасове који се јављају као резултат антропогених активности (смог).</p> <p>Озон у тропосфери делује као гас са ефектом стаклене баште. У стратосфери озон се ствара интеракцијом између соларног ултравиолетног зрачења и молекуларног кисеоника (O<sub>2</sub>). Озон у стратосфери има значајну улогу баланса радиоактивности. Његова највећа концентрација је у озонским слојевима.</p>
<b>Озонски омотач</b>	<p>Слој у стратосфери где је концентрација озона највећа. Слој се протеже од око 12 km до 40 km, а до осиромашења овог слоја долази услед емисије антропогених једињења гаса, као што су хлор и бром.</p> <p>Сваке године у току пролећа на јужној хемисфери стварају се велика оштећења озонског омотача изнад Антарктика.</p> <p>Ова оштећења узрокована су антропогеним једињењима хлора и брома у комбинацији са специфичним метеоролошким условима овог региона. Такав феномен познат је под називом <b>антарктичка озонска рупа</b>.</p>
<b>ODS</b>	<p>Супстанца која оштећује озонски омотач.</p> <p>Гас који може да изазове оштећења стратосферског озонског омотача.</p>
<b>ODP</b>	<p>Потенцијал оштећења озонског омотача</p> <p>ODP пореди утицај неког гаса на озонски омотач са утицајем CFC-11 на озонски омотач. За CFC-11 је дефинисано да је ODP 1.</p>



Израз – скраћеница	ДЕФИНИЦИЈА
ODP тона	Начин представљања укупног оштећења озона изазваног одређеном количином неке ODS. ODP тоне = тоне гаса x ODP
Живот у атмосфери	Мера просечног времена у коме молекул опстаје када се ослободи у атмосферу.
UN FCCC	UN FCCC ( <i>United Nation Framework Convention on Climate change</i> ), Оквирна конвенција Уједињених нација о климатским променама.
Климатске промене	Климатске промене подразумевају статистички значајне разлике, било да се односе на климатске прилике или на климатске варијабле, које трају дуже време (обично годину или дуже). Климатске промене могу бити последица природних интерних процеса или спољних сила, или сталних антропогених промена у композицији земљишта или саставу атмосфере. Климатске промене се дефинишу у Оквирној конвенције Уједињених нација о климатским променама, у члану 1, као „промене које су узроковане директно или индиректно људским активностима, које мењају састав глобалне атмосфере“. UN FCCC тако прави разлику између климатских промена узрокованих људским активностима које мењају састав атмосфере и климатских промена насталих услед природних узрока.
Емисије гасова	Ослобађање гасова у атмосферу изнад одређеног подручја и у одређеном периоду времена.
Фосилна горива	Горива на бази угљеника која потичу из геолошких (фосилних) наслага угљеника. Фосилна горива су: угаљ, нафта, природни гас итд.
Контролисане супстанце	У складу са Монреалским протоколом, све супстанце које оштећују озонски омотач и које су предмет контролних мера, као што је „захтев за постепено укидање“.
Постепено укидање	Забрана производње и потрошње свих супстанци које су под контролом Монреалског протокола.
Монреалски Протокол	Монреалски протокол о супстанцама које оштећују озонски омотач усвојен је у септембру 1987. Након открића озонских рупа на Антартику крајем 1985, владе су препознале потребу за увођењем снажних мера за смањење производње и потрошње бројних CFCs (CFC-11, -12, -113, -114 и -115) и неколико халона (1211, 1301, 2402). Протокол је тако сачињен да апарати нове генерације могу слободно да замене старе, на основу периодичних научних и технолошких процена. Протокол је прилагођен са циљем да убрза распоред постепеног укидања ( <i>phase-out</i> ) из 1990. (Лондон), 1992. (Копенхаген), 1995. (Беч), 1997. (Монреал) 1999. (Пекинг), и поново Монреал 2007.
Земље члана 5	Земље у развоју, потписнице Монреалског протокола, чија је годишња потрошња и производња супстанци које оштећују озонски омотач (ODS) мања од 0,3 kg по глави становника, у складу са контролним мерама протокола.



Израз – скраћеница	ДЕФИНИЦИЈА
<b>Земље члана 2</b>	Развијене земље, потписнице Монреалског протокола које нису обухваћене обавезама у складу са чланом 5
<b>Кјото Протокол</b>	Кјото протокол уз Оквирну конвенцију Уједињених нација о промени климе (UN FCCC) усвојен на трећем заседању конференције (COP) у оквиру UN FCCC 1997. у Кјоту (Јапан). Протокол обухвата правну обавезу поред оних које су у оквиру UN FCCC. Земље укључене у Анекс Б Протокола сложиле су се да треба да умање емисију антропогених гасова са ефектом стаклене баште (посебно угљен-диоксида, метана, азот-оксида, хидрофлуорокарбона, перфлуорокарбона и сумпорхексафлуор), најмање 5% испод нивоа из 1990, за период од 2008. до 2012. Кјото протокол ступио је на снагу 16. фебруара 2005.
<b>Мултилатерални (вишестрани) фонд MLF</b>	Механизам финансија донесен у оквиру Монреалског протокола. Мултилатерални фонд је основан одлуком другог састанка потписника Монреалског протокола у Лондону у јуну 1990, а почела је са радом 1991. Главни циљ тог фонда је да помогне чланицама потписницама чија је годишња, производња и потрошња ODS, по глави становника, мања од 0,3 kg.
<b>Расхладно средство</b>	Флуид (течност) – користи се за пренос топлоте у системима за хлађење. Апсорбује топлоту на ниској температури и ниском притиску и одбацује топлоту при вишим температурама и вишем притиску који по правилу садржи промене стања флуида.
<b>Апсолутни притисак</b>	Стварни притисак, где је стварни вакуумнулте вредности, а просечни ваздушни притисак износи 1.013 бар.
<b>Релативни (gauge) притисак</b>	Притисак чија је вредност једнака разлици између апсолутног и атмосферског притиска.
<b>Максимални дозвољени притисак</b>	Максимални притисак за који је опрема дизајнирана по спецификацији произвођача.
<b>Максимални радни притисак</b>	Максимални притисак за који је опрема дизајнирана по спецификацији произвођача.
<b>Атмосферски притисак</b>	Такође, познат као барометарски притисак. То је притисак који ствара Земљина атмосфера која се налази изнад површине земље. Просечан атмосферски притисак измерен на нивоу мора износи око 101.3 kPa (килопаскала).
<b>Смеше</b>	Смеша две или више чистих течности (флуида). Смеша се користи за постизање својстава која одговарају различитим наменама. На пример, смеша супстанце високог и ниског притиска која одговара притиску друге супстанце. Смеше се могу поделити у две категорије: азотропне и зеотропне смеше.
<b>Азеотропне смеше</b>	Смеша састављена од једног или више расхладних флуида различите испарљивости, којој се битно не мења састав или температура када кључа (испарава) или када се кондензује под сталним притиском. Расхладној смеси додељен је R5XX серијски број ознаке, према ISO 817.



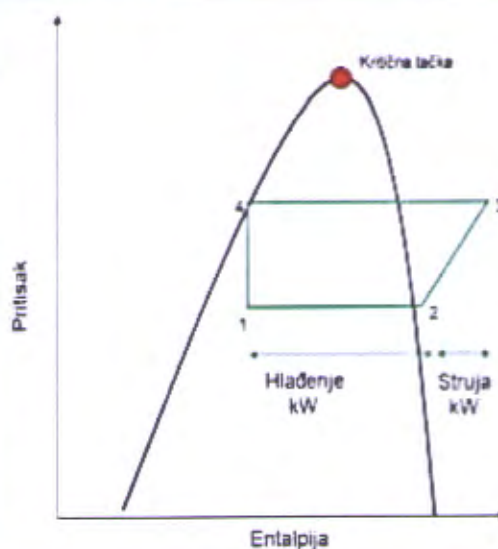
Израз – скраћеница	ДЕФИНИЦИЈА
<b>Климатизација</b>	То је процес контролисања температуре, влажности, састава и дистрибуције ваздуха ради постизања људске удобности или за посебне потребе индустријских процеса, као што су фармацеутски, текстилни и сл. или за друге примене.
<b>МАС</b>	Мобилна климатизација Односи се на било који систем за климатизацију који се користи у возилима, укључујући МАС у аутомобилима, аутобусима или возовима.
<b>Хлађење</b>	Процес снижавања температуре материје или простора са циљем постизања жељене температуре на основу врсте примене.
<b>Систем за хлађење</b>	Комбинација међусобно повезаних елемената – делова, који садрже расхладни флуид и чине један затворен систем, у коме циркулише расхладни флуид ради хлађења и грејања.
<b>Сервисирање</b>	Све врсте послова које може обавити техничко лице, од инсталирања, инспекције, поправке, корекције, редизајна и повлачења опреме из употребе до руковања, складиштења, опорављања и рециклирања расхладних флуида. У сервисирање се убраја и вођење евиденције.
<b>Компетенција</b>	Способности за вршење задовољавајућих активности у оквиру занимања.
<b>Одржавање</b>	Све врсте послова које може да обавља техничар за одржавање, а првенствено се односи на обезбеђивање добрих услова за рад расхладних система, као и вођење евиденције.
<b>Одлагање</b>	Одлагање производа на неко друго место, обично за уништење.
<b>Топлота</b>	Облик енергије која се преноси са једног на друго место у зависности од температурне разлике између њих. Топлота се преноси из једног облика енергије у други.
<b>Потенцијална топлота</b>	Количина топлоте потребна да промени стање чисте супстанце при чему температура остаје константна.
<b>Одговарајућа топлота</b>	Количина топлоте која узрокује промену температуре у супстанци без промене њеног стања. Може се оценити путем уређаја за читање температуре.
<b>Измењивач топлоте</b>	Део система за хлађење који се користи за широк пренос топлоте, укључујући кондензаторе, евапораторе (испариваче) и интеркулере.
<b>Тачка кључања</b>	Температура засићености расхладног флуида под одређеним притиском, тачка на којој течност кључа.
<b>Страна високог притиска</b>	Део система за хлађење који ради притиску кондензатора или гасног хладњака.
<b>Страна ниског притиска</b>	Део расхладног система који приближно ради на притиску евапоратора.
<b>RACHP</b>	Расхладни уређаји, климатизација и топлотне пумпе.

Израз – скраћеница

ДЕФИНИЦИЈА

Дијаграм притисак-енталпија (P-h дијаграм)

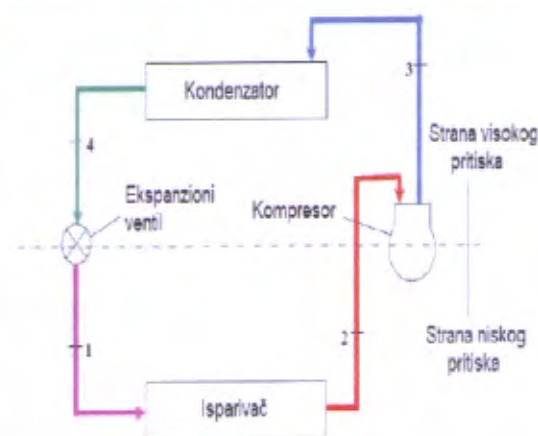
Дизајнери RACHP опреме често користе P-h дијаграме да представе циклус расхлађивања и илуструју параметре учинка. Вертикална оса показује притисак, а хоризонтална оса енталпију, која је у вези са енергетским садржајем расхладног флуида. Сваки расхладни флуид има јединствен P-h дијаграм, при чему црна крива приказује



границу између течности и паре. Расхладни флуид испод криве је смеша течности и паре. Врх криве се назива критична тачка. Зелена линија на P-h дијаграму представља циклус расхлађивања сабијањем паре (видети дефиницију и дијаграм испод, који користи иста четири броја да представи различите делове циклуса). Разлика у енталпији између тачака 1 и 2 представља количину хлађења које се изводи, а разлика у енталпији између тачака 2 и 3 представља струју коју користи компресор.

Циклус сабијања паре

Највећи број система за расхлађивање и климатизацију ради са циклусом сабијања паре. Најједноставнији дизајн се састоји од четири главне компоненте приказане на дијаграму. Течни расхладни флуид ниске температуре (при ниском притиску) шаље се у испаривач (тачка 1). Он обезбеђује хлађење, док течност кључа и испарава (тачка 2). Ова пара се сабија (тачка 3), те је након тога у стању да отпусти топлоту у кондензатору, прелазећи из гасовитог у течног стање (тачка 4). Течност под високим притиском пролази кроз уређај за експанзију, где притисак и температура падају (и један део течности испарава у пару). Циклус се потом понавља.





Израз – скраћеница	ДЕФИНИЦИЈА
<b>Компресор</b>	Главни део сваког расхладног уређаја. Компресор је уређај у којем се механички сабија гас из простора нижег притиска у простор вишег притиска, на основу чега расхладно средство циркулише и мења агрегатно стање. Улога компресора који покреће мотор у расхладном систему јесте да сабија гас (пару расхладног флуида) на виши притисак.
<b>Херметички компресор</b>	Комбинација компресора и електричног мотора, оба смештена у истом кућишту без спољних заптивних врата. Електрични мотор ради на принципу смеше уља и расхладних испарења
<b>Кондензатор</b>	Кондензатори су измењивачи топлоте у којима се кондензује пара расхладног флуида, коју сабија компресор. У кондензатору, док се сабија пара расхладног флуида, дешава се процес одузимања топлоте од расхладног флуида.
<b>Температура кондензације</b>	Кондензација водене паре у расхладним средствима под одређеним притиском; температура на којој се водена пара расхладног средства кондензује.
<b>Уређај за експанзију</b>	Уређај као што је експанзивни вентил веома је важан елемент расхладне инсталације. Он затвара или успорава проток расхладног флуида и пропорционално га регулише кроз испаривач, зависно од топлотног оптерећења испаривача, одржавајући приближно константан проток флуида. Променљивост протока расхладног флуида повећава искоришћеност испаривача, чиме се омогућава правилан и безбедан рад расхладног уређаја. Овај елемент се користи у расхладним постројењима са клипним компресором и са сувим испаривачом као и у постројењима са више испаривача, при температурама од $-50^{\circ}\text{C}$ до $0^{\circ}\text{C}$ .
<b>Испаривач или Евапоратор</b>	Испаривач је елемент расхладних инсталација у коме испарава течни расхладни флуид, одузимајући топлоту медију који треба да се хлади (води или ваздуху), што је и сврха комплетног расхладног система. У испаривачу нагло пада притисак расхладног флуида, и он почиње да хлади, односно да одузима топлоту другом медију. У испаривачу се одвија неколико процеса: струјање флуида, испаравање флуида, прелазак топлоте.
<b>Изолациони вентил</b>	Вентил који спречава проток у било ком смеру када се затвори.
<b>Спирална цев</b>	Део расхладног система направљен од савијених или правих цеви или од адекватно повезаних цеви, које служе за размену топлоте („испаривач“ или евапоративни кондензатор) .
<b>Коефицијент перформанси (COP)</b>	Мера енергетске ефикасности расхладних система. Коефицијент корисног ефекта (топлоте) која се емитује. Корисни ефекат је стопа хлађења у случају RAC система и стопа грејања топлотних пумпи. COP првенствено зависи од радног циклуса и нивоа температуре (испаривања – кондензације), као и од карактеристика расхладног средства (дизајна и величине система).



Израз – скраћеница	ДЕФИНИЦИЈА
Каскадни систем	Два или више независних расхладних кола, где кондензатор једног система директно усмерава топлоту на испаравач другог система.
Јединица за кондензовање	Комбинација једног или више компресора, кондензатора, пријемника течности (када су потребни) и прописне пратеће опреме.
Спој	Веза између два дела
Цевовод	Све цеви или цевоводи (укључујући црева, дувалице и сл.) за међусобно повезивање различитих делова система за хлађење.
Залемљени (заварени) спојеви	Спој добијен спајањем металних делова са легурама које се топе на температури вишој од 450°C, али нижој од температуре топљења спојених делова.
Уређај за ослобађање притиска	Вентил за ослобађање притиска, дизајниран тако да аутоматски ослобађа прекомерни притисак.
Вентил за ослобађање притиска (сигурносни вентил)	Активни притисак одржава (сигурносни вентил – помоћу опруга или диска), а дизајниран је тако да аутоматски ослободи (ублажи) велики притисак, отварањем подешеног притиска и затварањем вентила након што притисак падне испод подешеног притиска.
Сакупљање расхладног средства (recovery)	Прикупљање и складиштење у спољни контејнер контролисаних супстанци из машина, опреме и сл. у току сервисирања или пре одлагања, без нужног тестирања или прераде на било који начин.
Рециклирање расхладног средства (recycling)	Смањење контаминирајућих материја у коришћеним расхладним флуидима одвајањем уља, одстрањивањем некондензујућих флуида и коришћењем уређаја као што су филтери за сушење који смањују влагу, киселину и честице прашине. Циљ рециклаже је да поново опорави расхлађиваче и да их допуни назад у опрему, где се већина радова одиграва се на лицу места.
Обнављање расхладног средства (reclaim)	Дорада и побољшање измењених контролисаних супстанци путем механизма филтрирања, сушења, дестилације и хемијског третирања са циљем обнављања супстанце према одређеним стандардним перформансама. Хемијском анализом се утврђује да ли је одговарајућа спецификација производа испуњена.
Drop in замена	Замена CFC или HCFC расхладних флуида онима који нису CFC или HCFC у постојећим постројењима за хлађење, климатизацију и грејање. Те процедуре се обично називају адаптацијом система, будући да су неопходне мање измене, као што су промена мазива (лубриканта), увођење савременијих уређаја и адсорпционих материјала.



Израз – скраћеница	ДЕФИНИЦИЈА
<b>Усисно потисни метод (<i>Push-pull</i> метод)</b>	Метод за сакупљање и рециклажу расхладних флуида из система, који са једне стране користи негативни притисак ( <i>suction</i> – усисавање) да би извукао старе расхладне флуиде, док с друге стране пумпа рециклирану расхладну пару како би померио расхладни флуид кроз систем.
<b>Машинска сала</b>	Потпуно затворен простор, или соба са механичком вентилацијом, доступан само овлашћеним лицима, који је намењен за инсталацију компоненти расхладних система или за цео расхладни систем. Друга опрема се, такође, може инсталирати, али под условом да је компатибилна са безбедносним захтевима расхладних система.
<b>Заузет (окупирани) простор</b>	Потпуно затворен простор у коме бораве људи дуже време. Заузет простор може бити доступан јавности (на пример, супермаркет), или само обученим лицима. У овом простору инсталирани су делови система за хлађење или цео систем за хлађење.
<b>Детектор расхладног средства</b>	Уређај који реагује на унапред подешену концентрацију расхладног гаса у окружењу.
<b>Херметичан систем</b>	Херметички затворен систем.
<b>Затворени (запечаћени) системи</b>	Систем за хлађење у коме су сви расхладни делови направљени чврстим варењем или тврдим лемљењем.
<b>Секундарни (индиректни) системи за хлађење</b>	Систем који користи течност, која преноси топлоту из производа или простора да би се охладила или грејала, или из неког другог система за хлађење или грејање без компресије или ширења течности.
<b>Тона хлађења (TR)</b>	Јединица која се обично користи за капацитет система за хлађење и климатизацију. Дефинише се као стопа енергије потребне да се истопи тона леда на 0 °C за 24 сата. 1 тона расхладних флуида (TR) = 3.517 kW = 12,000 bth/h.

## Коришћена литература:

1. Manual for refrigeration servicing technicians, UNEP DTI/1040/PI
2. Good Practices in refrigeration, GIZ, 2010.
3. Good servicing practices: Phasing out HCFCs in the refrigeration and Air conditioning sector UNEP
4. International standards in refrigeration and air conditioning, UNEP DTIE
5. Добра сервисна практика во системите за ладење и климатизација, Министерство за животна средина – Канцеларија за заштита на озонската обвивка, Република Македонија
6. Приручник за сервисере расхладних и клима-уређаја, Агенција за заштиту животне средине – Канцеларија за заштиту озонског омотача, Република Црна Гора
7. Bundesfachschule Kälte Klima Technick, lectures
8. Расхладни уређаји, Машински Факултет, Београд, 1984.
9. Проф. др. Франц Коси, Теоријска настава обуке сервисера расхладне технике, предавање, Нови Београд, септембар 2016.
10. Милан Стојановић, и Милорад Робинац, Практична обука сервисера расхладне технике – предавање и пракса, Нови Београд, септембар 2016.
11. Стеван Шамшаловић, Расхладни уређаји и инсталације, СМЕИТС, Београд, 2012.
12. СРПС ЕН 378:2016 – делови 1, 2, 3 и 4
13. Уредба о сертификацији лица која обављају одређене делатности у вези са супстанцама које оштећују озонски омотач и одређеним флуорираним гасовима са ефектом стаклене баште, „Службени гласник РС“, бр. 24/16 од 11. Марта 2016.
14. Уредба о поступању са супстанцама које оштећују озонски омотач, и забрану увоза опреме и расхладних средства CFC и ограничења дозволама увоза HCFC опреме и расхладних средства, „Службени гласник РС“, бр 114/2013.
15. Уредба о поступању са флуорираним гасовима са ефектом стаклене баште, као и о условима за издавање дозвола за увоз и извоз тих гасова, „Службени гласник РС“, бр. 120/2013.
16. „Службени гласник РС“, 36/2009 и 10/2013.