



Република Србија
МИНИСТАРСТВО
ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

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



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 дефинисане мере које треба предузети, динамика и начин њихове реализације и утврђене обавезе земаља потписница тог протокола. До данас је 197 држава света, међу којима и Република Србија, ратификовало Монреалски протокол и преузело обавезу да постепено укину производњу и потрошњу супстанци које оштећују озонски омотач.

Елиминацијом CFC супстанци 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 чиниоца у области RAC технике / RAC сектора.

Овај приручник је резултат сарадње Озонске канцеларије Републике Србије и UNIDO-вог експерта Васила 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 додатно 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 флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште („Службени гласник РС”, број 24/2016).

Садржај плана и програма обуке за сервисне техничаре		Категорија				Планирано време за тему
Обука: Т – Теорија, П - практична- показна		АI	АII	АIII	АIV	
1. ОСНОВЕ ТЕРМОДИНАМИКЕ						
T1.01	Познавање основних SI јединица (Међународни систем јединица) за температуру, притисак, масу, густину и енергију	9	Т	Т		Т
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 услед компресије, енталпија, део расхладне инсталације под високим притиском, потхлађивање течне фазе, карактеристике и термодинамичке трансформације расхладних флуида, укључујући и идентификацију зеотропских смеша и стања флуида	11	Т	Т		
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 флуида; приказ дијаграма расхладног циклуса са једностапеном компресијом	16	Т	Т		
T1.04	Опис рада главних делова инсталације (компресора, испаривача, кондензатора, термостатских експанзионих вентила) и термодинамичке трансформације расхладног флуида	19		Т		
T1.05	Познавање функције следећих делова који се користе у расхладним инсталацијама и њихова улога и значај у спречавању и откривању цурења расхладног флуида: (а) вентили (лоптасти, мембрански, неповратни, сигурносни), (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) сакупљачи течности-рисивери, (з) одвајачи течности и уља	21	Т			

Садржај плана и програма обуке за сервисне техничаре		Категорија				Планирано време за тему
Обука: Т – Теорија, П - практична- показна		Страна у Приручнику	AI	AII	AIII	
2. УТИЦАЈ РАСХЛАДНИХ ФЛУИДА 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	22	Т	Т	Т	Т
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 флуидима, 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)	34	Т	Т	Т	Т

3. ПРОВЕРА ПРЕ ПУШТАЊА У РАД, НАКОН ДУЖЕГ ПЕРИОДА НЕКОРИШЋЕЊА, НАКОН ОДРЖАВАЊА ИЛИ ПОПРАВКЕ, ИЛИ ТОКОМ РАДА						
P3.01	Извршити пробу на притисак одређених делова инсталације (страна ниског притиска, страна високог притиска)	37	П	П		
P3.02	Извршити пробу на притисак инсталације да би се проверила непропусност	38	П	П		
P3.03	Коришћење вакуум пумпе	38	П	П		
P3.04	Вакуумирање инсталације да би се елиминисао ваздух и влага из ње у складу са принципом добре праксе	39	П	П		
T3.05	Уношење података у евиденциону књигу опреме и попуњавање извештаја о једном или више тестова и проверама извршеним током испитивања	41	Т	Т		

4. ПРОВЕРЕ ИСТИЦАЊА - ЦУРЕЊА						
T4.01	Познавање потенцијалних тачака цурења у расхладној и климатизационој опреми и топлотним пумпама	42	Т	Т		Т
T4.02	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	46	Т	Т		Т

Садржај плана и програма обуке за сервисне техничаре		Категорија				Планирано време за тему
Обука: Т – Теорија, П - практична- показна		Страна у Приручнику	AI	AII	AIII	
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)	47	П	П		П
П4.04	Провера заптивености инсталације –цурења 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 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	47	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	47	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 у Уредби о поступању са флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште, као и о условима за издавање дозвола за увоз и извоз тих гасова	47	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	48		П		П
П4.08	Коришћење електронских уређаја за детекцију цурења	48	П	П		П
П4.09	Уношење података у евиденциону књигу опреме	49	Т	Т		Т

Садржај плана и програма обуке за сервисне техничаре			Категорија				Планирано време за тему
Обука: Т – Теорија, П - практична- показна		Страна у Приручнику	AI	AII	AIII	AIV	
5. ПРАВИЛНО ПОСТУПАЊЕ СА СИСТЕМОМ И РАСХЛАДНИМ ФЛУИДИМА ТОКОМ МОНТАЖЕ, ОДРЖАВАЊА, СЕРВИСИРАЊА ИЛИ САКУПЉАЊА							
П5.01	Прикључивање и раздвајање манометарске групе и прикључних црева уз минимално цурење расхладног флуида	50	П	П			
П5.02	Пражњење и пуњење вертикалних цилиндричних посуда под притиском расхладним флуидом у течном стању и у стању паре	52	П	П	П		
П5.03	Коришћење комплета опреме за сакупљање расхладног флуида уз минимално цурење	53	П	П	П		
П5.04	Издвајање загађеног уља из инсталације са супстанцама које оштећују озонски омотач или флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште	56	П	П	П		
П5.05	Утврђивање агрегатног стања расхладног флуида (течност, пара) и стања (потхлађен, засићен или прегрејан) пре пуњења, како би се обезбедила исправна метода и количина пуњења. Пуњење система расхладним флуидом (и у течној фази и у фази паре) без губитка расхладног флуида	57	П	П			
П5.06	Коришћење вага за мерење масе расхладног флуида	58	П	П	П		
Т5.07	Попуњавање евиденционе књиге опреме свим одговарајућим информацијама о сакупљеном или додатом расхладном флуиду	58	Т	Т			
Т5.08	Познавање захтева и процедура за поступање, складиштење и транспорт загађених расхладних флуида и уља	58	Т	Т	Т		

6. КОМПОНЕНТЕ РАСХЛАДНЕ ИНСТАЛАЦИЈЕ: МОНТАЖА, ПУШТАЊЕ У РАД И ОДРЖАВАЊЕ КЛИПНОГ, ВИЈАЧНОГ И РОТАЦИОНОГ КОМПРЕСОРА, ЈЕДНОСТЕПЕНОГ И ДВОСТЕПЕНОГ							
Т6.01	Објашњење основне функције компресора (укључујући контролу капацитета и систем подмазивања) и ризика од цурења или ослобађања расхладног флуида које је повезано са радом компресора	59	Т	Т			
П6.02	Правилно постављање компресора, укључујући опрему за контролу и заштиту, како не би дошло до цурења или великог ослобађања расхладног флуида приликом пуштања система у рад	65	П				
П6.03	Подешавање заштитних и контролних прекидача	65	П				
П6.04	Подешавање усисних и потисних зауставних вентила	65	П				
П6.05	Провера система за враћање уља	65	П				
П6.06	Пуштање у рад и заустављање компресора и провера радних параметара, укључујући и мерење током рада компресора	65	П				

Садржај плана и програма обуке за сервисне техничаре		Категорија				Планирано време за тему
Обука: Т – Теорија, П - практична- показна		Страна у Приручнику	AI	AII	AIII	
T6.07	Писање извештаја о стању компресора у којем се наводе проблеми у раду компресора који би могли да оштете систем и доведу до цурења или ослобађања расхладног флуида ако се ништа не предузме	67	T			

7. КОМПОНЕНТЕ РАСХЛАДНЕ ИНСТАЛАЦИЈЕ: МОНТАЖА, ПУШТАЊЕ У РАД И ОДРЖАВАЊЕ КОНДЕНЗАТОРА СА ВАЗДУШНИМ И ВОДЕНИМ ХЛАЂЕЊЕМ

T7.01	Објашњење основне функције кондензатора и ризика од цурења који су повезани са радом кондензатора	68	T	T		
P7.02	Подешавање регулатора притиска кондензације који је повезан са радом кондензатора	71	П			
P7.03	Правилно постављање кондензатора, укључујући опрему за контролу и заштиту, како се не би догодило цурење или велико ослобађање расхладног флуида приликом пуштања система у рад	71	П			
P7.04	Подешавање заштитних и контролних прекидача	71	П			
P7.05	Провера потисног цевног развода и течног вода	71	П			
P7.06	Испуштање некондензујућих гасова из кондензатора уз коришћење уређаја за испуштање расхладног флуида	72	П			
P7.07	Пуштање у рад и заустављање кондензатора и провера радних параметара, укључујући и мерења током рада	72	П			
P7.08	Провера површине кондензатора	72	П			
T7.09	Писање извештаја о стању кондензатора у којем се наводе проблеми у раду кондензатора који би могли	72	T			

8. КОМПОНЕНТЕ РАСХЛАДНЕ ИНСТАЛАЦИЈЕ: МОНТАЖА, ПУШТАЊЕ У РАД И ОДРЖАВАЊЕ ИСПАРИВАЧА СА ВАЗДУШНИМ И ВОДЕНИМ ХЛАЂЕЊЕМ

T8.01	Објашњење основне функције испаривача (укључујући и систем за отапање) и ризика од цурења који су повезани са радом испаривача	73	T	T		
P8.02	Подешавање регулатора притиска испаравања у испаривачу	74	П			
P8.03	Правилно постављање испаривача, укључујући опрему за контролу и заштиту, како се не би догодило цурење или велико ослобађање расхладног флуида приликом пуштања система у рад	74				
P8.04	Подешавање заштитних и контролних прекидача	74	П			
P8.05	Провера да ли су течни вод и усисни цевовод правилно постављени	75	П			
P8.06	Провера цевовода топлог гаса за отапање испаривача	75	П			
P8.07	Подешавање вентила за регулацију притиска испаравања	75	П			
P8.08	Пуштање у рад и заустављање испаривача и провера радних параметара, укључујући и мерења током рада испаривача	76	П			

Садржај плана и програма обуке за сервисне техничаре			Категорија				Планирано време за тему
Обука: Т – Теорија, П - практична- показна		Страна у Приручнику	AI	AII	AIII	AIV	
П8.09	Провера површине испаривача	76	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 флуида ако се ништа не предузме	76	Т				

9. КОМПОНЕНТЕ РАСХЛАДНЕ ИНСТАЛАЦИЈЕ: МОНТАЖА, 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	77	Т	Т			
П9.02	Постављање вентила у исправан положај	79	П				
П9.03	Подешавање механичких и електронских ТЕВ	80	П				
П9.04	Подешавање механичких и електронских термостата	82	П				
П9.05	Подешавање вентила за регулацију притиска	82	П				
П9.06	Подешавање механичких и електронских граничника притиска	83	П				
П9.07	Провера рада сепаратора уља;	83	П				
П9.08	Провера стања филтер-сушача;	83	П				
Т9.09	Писање извештаја о стању делова у којем се наводе проблеми у раду који би могли да оштете систем и изазову цурење или ослобађање расхладног флуида ако се ништа не предузме	84	Т				
Т9.10	Друге компоненте расхладне инсталације	85	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 климатизационим инсталацијама и инсталацијама топлотних пумпи;	89	П	П			
П10.02	Прављење – провера цевовода и цевних ослонаца;	92	П	П			

Б сертификат				
Обука: Т - Теорија, П - практична- показна		Страна у Приручнику	МОДУЛ	Планирано време за тему
Б1. РАД НА КЛИМАТИЗАЦИОНИМ СИСТЕМИМА У МОТОРНИМ ВОЗИЛИМА КОЈИ САДРЖЕ СУПСТАНЦЕ КОЈЕ ОШТЕЋУЈУ ОЗОНСКИ ОМОТАЧ ИЛИ ФЛУОРОВАНЕ ГАСОВЕ СА ЕФЕКТОМ СТАКЛЕНЕ БАШТЕ, ЊИХОВ УТИЦАЈ НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ КАО РАСХЛАДНИХ ФЛУИДА И ОДГОВАРАЈУЋИ ПРОПИСИ ИЗ ОБЛАСТИ ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ				
T1.01	Основно знање о раду климатизационих система у моторним возилима	99	Т	
T1.02	Основно знање о употреби и особинама супстанци које оштећују озонски омотач и флуорованих гасова са ефектом стаклене баште који се користе као расхладни флуиди у климатизационим системима моторних возила, утицај емисија тих гасова на животну средину (редослед величина њихових GWP вредности)	102	Т	
T1.03	Основно знање о одговарајућим одредбама националних прописа којима се регулишу супстанце које оштећују озонски омотач и флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште	102	Т	
Б2. ПРАВИЛНО САКУПЉАЊЕ СУПСТАНЦИ КОЈЕ ОШТЕЋУЈУ ОЗОНСКИ ОМОТАЧ И ФЛУОРОВАНИХ ГАСОВА СА ЕФЕКТОМ СТАКЛЕНЕ БАШТЕ				
T2.01	Познавање заједничких процедура извлачења и сакупљања супстанци које оштећују озонски омотач и флуорованих гасова са ефектом стаклене баште	103	Т	
P2.02	Прикључивање вертикалне цилиндричне посуде под притиском за расхладни флуид; пуњење и извлачење	103	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	105	П	
P2.04	Примена уређаја за сакупљање расхладног флуида	105	П	
ДОПУНА ВАН УРЕДБЕ				
	Расхладни флуиди (органиски и неорганиски расхладни флуиди, утицај расхладног флуида на околину, ефекат стаклене баште – природно глобално загревање, потенцијал глобалног загревања, утицај расхладних флуида на околину, класификација)	106		
	Безбедносне мере у раду са расхладним флуидима (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 флуидима, прва помоћ у случају повреде сервисера)	115		
	Најчешће коришћени алати у сервисирању расхладне и климатизационе опреме			

1. ОСНОВЕ ТЕРМОДИНАМИКЕ

T-1.01 Познавање основних SI 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	јачина струје
Келвин	K	термодинамичка температура
Кандела	cd	јачина светлости
Мол	mol	количина супстанце

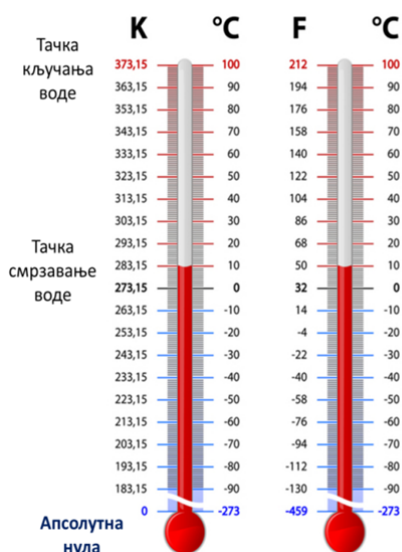
Основне јединице могу да се комбинују како би се извеле јединице за мерење осталих величина. Преглед најчешће коришћених јединица у расхлади и климатизацији дат је у следећој табели:

Име	Симбол	Физичка величина	Еквивалентна јединица SI
температура	°C	температура	T у K – 273,15
џул	J	рад, енергија, количина топлоте	kg * m ² /s ² или N * m
паскал	Pa	притисак	kg /m*s ² или N / m ²
ват	W	снага	kg * m ² /s ³ или J/s
њутн	N	сила	kg * m/s ²

Осим ових јединица, користе се и такозване сложене јединице које су настале комбинацијом основних јединица у SI 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 ³	Запремина
Килограм у кубном метру	kg/m ³	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 ² -°F	= 4,88 K cal/Hr-M ² -°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 ₂ O	= 2,54 Grams/CM ²
1 Pound	= 453,6 Grams
1 PSI	= 0,07031 Kg/CM ²
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°C + 32	°F	1.8°K-460	°R-460
°K	°C+273	$\frac{TF-32}{1,8} + 273$	°K	°R/1.8
°R	1.8°C+492	°F+460	1.8°K	°R

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

Примери који нас уводе у термотехничке прорачуне:

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

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

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. $3,5 \times 5 = 17,5 kWh$.

4. Прерачунавање температура: 0 K = -273 °C; 273 K = 0 °C = 32 °F; 100 °C = 373 K = 212 °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 конверзиони фактори.

Појмови које треба да знате при раду са расхладним флуидима

$P_{aps} = P_{amb} + P_{gauge}$ (P_{aps} - апсолутни притисак = $P_{амбијентални} + P_{манометарски}$)

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.

Атмосферски притисак (на висини мора), 1 atm = 1,01325 bar = 760 mmHg = 760.000 микрона
Дакле 1 Torr = 1 mmHg = 1000 микрона (мисли се Hg).

1. Основе термодинамике

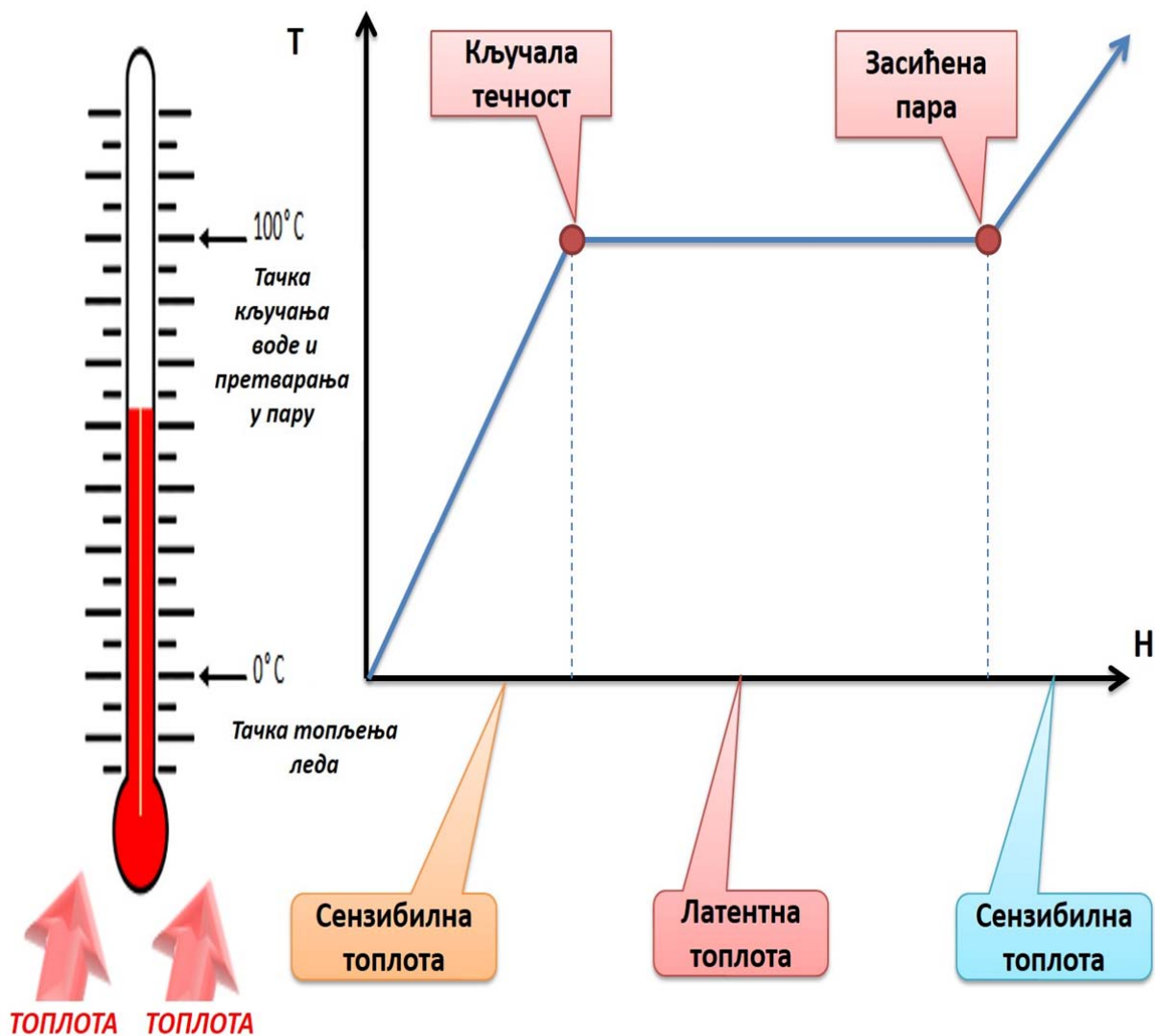
T – 1.02 Разумевање основа теорије расхладних система: основе термодинамике (главни појмови), параметри и процеси као што је прегревање, део расхладне инсталације под ниским притиском, ефекат расхлађивања, загревање услед компресије, енталпија, део расхладне инсталације под високим притиском, потхлађивање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

Топлота, или топлотна енергија Q , јесте форма размене енергије радне материје и околине при температурској неравнотежи. Мерна SI 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).

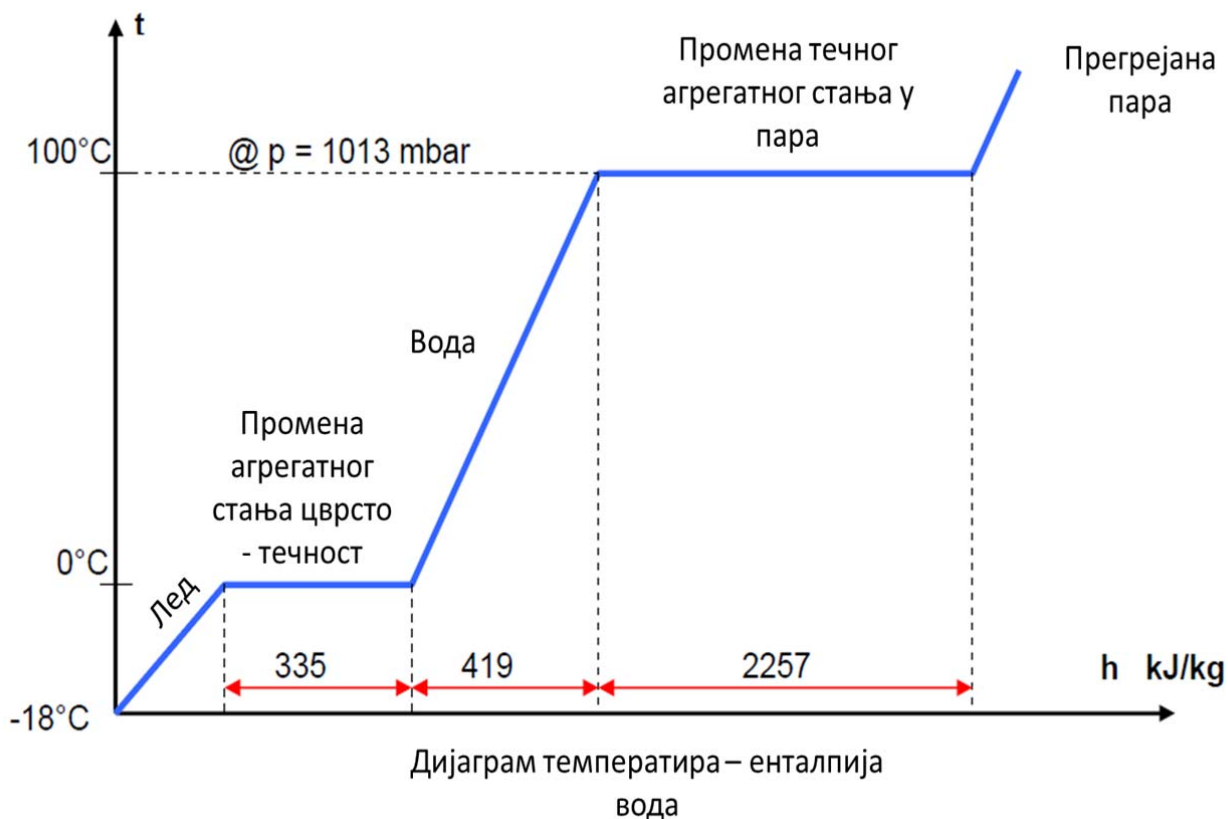
Сензибилна топлота је када њеним довођењем расте и температура тела примаоца топлоте, и обрнуто, ако се хлади, тј. одводи му се топлота, пада температура тела које одаје топлоту.

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



Врсте топлоте:

1. Чврсто агрегатно стање воде - лед (тачка 1 на слици испод) на температури од $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ грејемо до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ доводећи му сензибилну топлоту (специфична топлота леда је $2,108\text{ kJ/kgK}$).
2. И поред доведене 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 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ (специфични топлотни капацитет је 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 износи 2257 kJ/kg).
5. Када сва вода испари и пређе у облик паре, водена пара се прегрева за $T_{\text{паре}} > 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ доведеном сензибилном топлотом, а водене паре је $2,08\text{ kJ/kgK}$ (све температуре у овом примеру дате за притисак на нивоу мора). Ради упрошћења приказа није разматрана сублимација – директна промена леда у пару.



Управо овај ефекат промене агрегатног стања расхладне течности у испаривачу (при чему се истовремено одводи топлота од робе у комори – absorb heat = gain heat) у гасовито агрегатно стање користе расхладни уређаји (клима-уређаји, топлотне пумпе,...) као и кондензацију расхладног флуида у кондензатору, тј. промену из парног у течно агрегатно стање. Из претходног примера видимо да је у том делу дијаграма највећа размењена количина топлоте при испаравању/кондензацији

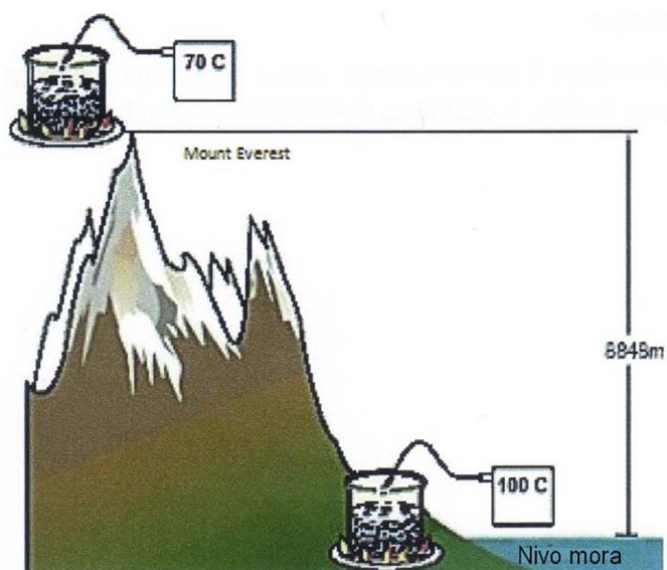
Напоменимо овде ради илустрације да је за расхладни флуид R134а, на температури од $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$, специфична латентна топлота испаравања / кондензације $220,2\text{ kJ/kg}$, а специфични топлотни капацитет на је $1,05\text{ kJ/kgK}$.

1. Основе термодинамике

Рад у процесу хлађења посматрамо као механички рад уложен у расхладни процес ради сабијања расхладног флуида, у гасовитом стању.

Енталпија – (h) јесте топлотни потенцијал расхладног флуида дефинисан притиском и температуром (p, T) у некој тачки $\log p-h$ Молијеровог дијаграма (овај дијаграм се најчешће користи у расхладној техници). Са $\log p-h$ дијаграма можемо лако да израчунамо размењену количину топлоте или уложени рад компресора као разлику енталпија крајњих тачака дефинисаних притиском и температуром у левокретним циклусима (циклуси расхладних машина).

Јединица мере на $\log p-h$ дијаграмима дефинисана је по 1 kg расхладног флуида, зато у дијаграму јединица за h износи [J/kg].



TEMP	Green R22	Light Blue R134A	Yellow Brown R401B (MP 66)	Light Brown R402A (HP 80)	Gray R403B (69L)	Orange R404A (HP62) (FX 70)	White R452A
°C	Bar	Bar	Bar	Bar	Bar	Bar	Bar
-45.6	-0.21	-0.63	-0.89	0.1	0.0	0.0	0.1
-44.4	-0.16	-0.59	-0.85	0.1	0.1	0.1	0.2
-43.3	-0.12	-0.57	-0.82	0.2	0.1	0.1	0.2
-42.2	-0.09	-0.55	-0.79	0.3	0.2	0.2	0.3
-41.1	-0.07	-0.52	-0.76	0.3	0.3	0.2	0.3
-40.0	0.0	-0.50	-0.73	0.4	0.3	0.3	0.4
-38.9	0.1	-0.46	-0.69	0.5	0.4	0.4	0.5
-37.8	0.1	-0.43	-0.66	0.5	0.5	0.4	0.6
-36.7	0.2	-0.40	-0.62	0.6	0.5	0.5	0.6
-35.6	0.3	-0.36	-0.58	0.7	0.6	0.6	0.7
-34.4	0.3	-0.33	-0.54	0.8	0.7	0.7	0.8
-33.3	0.4	-0.29	-0.50	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	-0.07	-0.25	1.3	1.2	1.2	1.4
-26.7	0.9	-0.02	-0.19	1.4	1.3	1.3	1.5
-25.6	0.9	0.0	-0.13	1.5	1.4	1.4	1.6
-24.4	1.0	0.1	-0.07	1.7	1.5	1.5	1.7
-23.3	1.1	0.1	-0.01	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, док се са његовим снижавањем и температура снижава.

Пример може да буде вода. При атмосферском притиску кључање воде почиње на температури од 100 °C на нивоу мора. На врховима планинских ланаца, где је притисак нижи од атмосферског (видети слику горе), вода кључа на нижој температури.

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 високом притиску постигнутим компресијом компресора достигнемо температуру кондензације расхладног флуида изнад температуре околног ваздуха који хлади кондензатор споља. Прелазом топлоте са тела више температуре, расхладни флуид у кондензатору, предаје топлоту на спољни –

амбијентални ваздух као тело ниже температуре, мења се агрегатно стање расхладног флуида у течно (за ваздушно хлађени кондензатор).

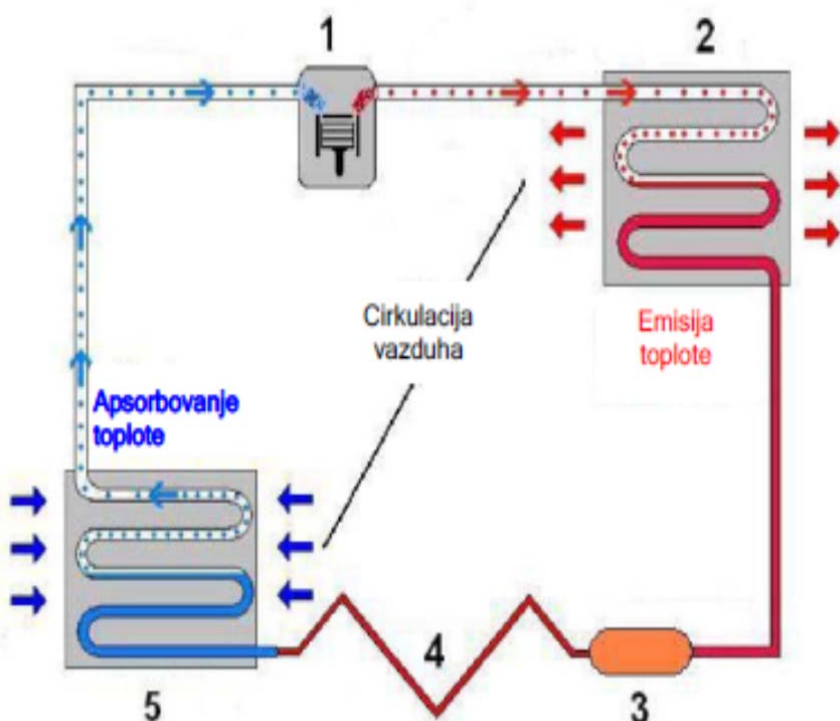
Истовремено, у цеви кондензатора, кондензује се расхладни флуид у инсталацији на температури кондензације и притиску кондензације расхладног гаса.

Код **азеотропских смеша и једнокомпонентних расхладних флуида** (пр. R134а овде) често користимо таблице за конкретни расхладни флуид, које нам дају основну везу између температуре расхладног флуида и манометарског (gauge) притиска 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 околине, на пр., преко ноћи био без употребе, цилиндар и садржај расхладног флуида су на истој температури. За чист расхладни флуид притисак у боци треба да кореспондира табличној вредности температуре расхладног флуида у боци.

Пример сервисног коришћења таблице када је инсталација у раду је:

1. У расхладној комори температура је устаљена на $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$.
2. Претпостављена температура расхладног флуида у испаривачу нижа је за $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Дакле, температура расхладног флуида је $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$.
3. Користимо таблице тако да из исечка таблице на претходној страни читамо да R134а за $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ даје на сервисним манометрима (тј. gauge) притисак од око 0 бара, при чему се усваја да је опсег нетачности $\pm 0,21\text{ бар}$.

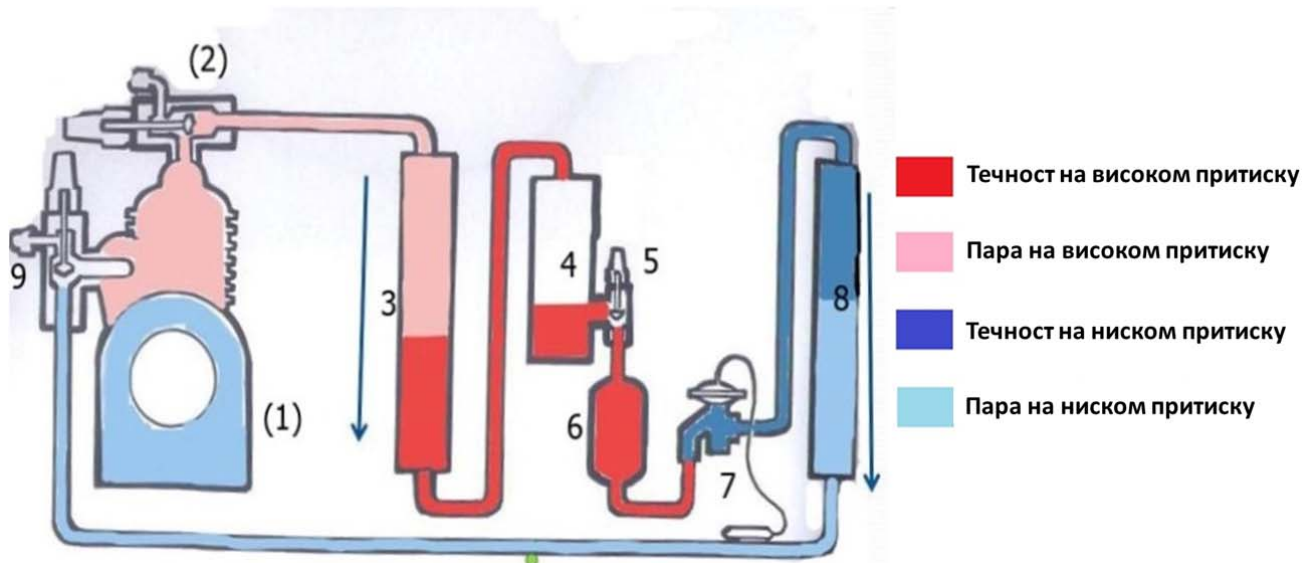


На слици поред је дат шематски приказ рада кућног фрижидера са капиларом (капиларном цеви) где је бројем 5 означен испаривач у комори фрижидера. Остале компоненте се налазе са спољне стране - фрижидера и то су:

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

1. Основе термодинамике

Подела у расхладној инсталацији на високи и ниски притисак и течну и парну фазу расхладног флуида

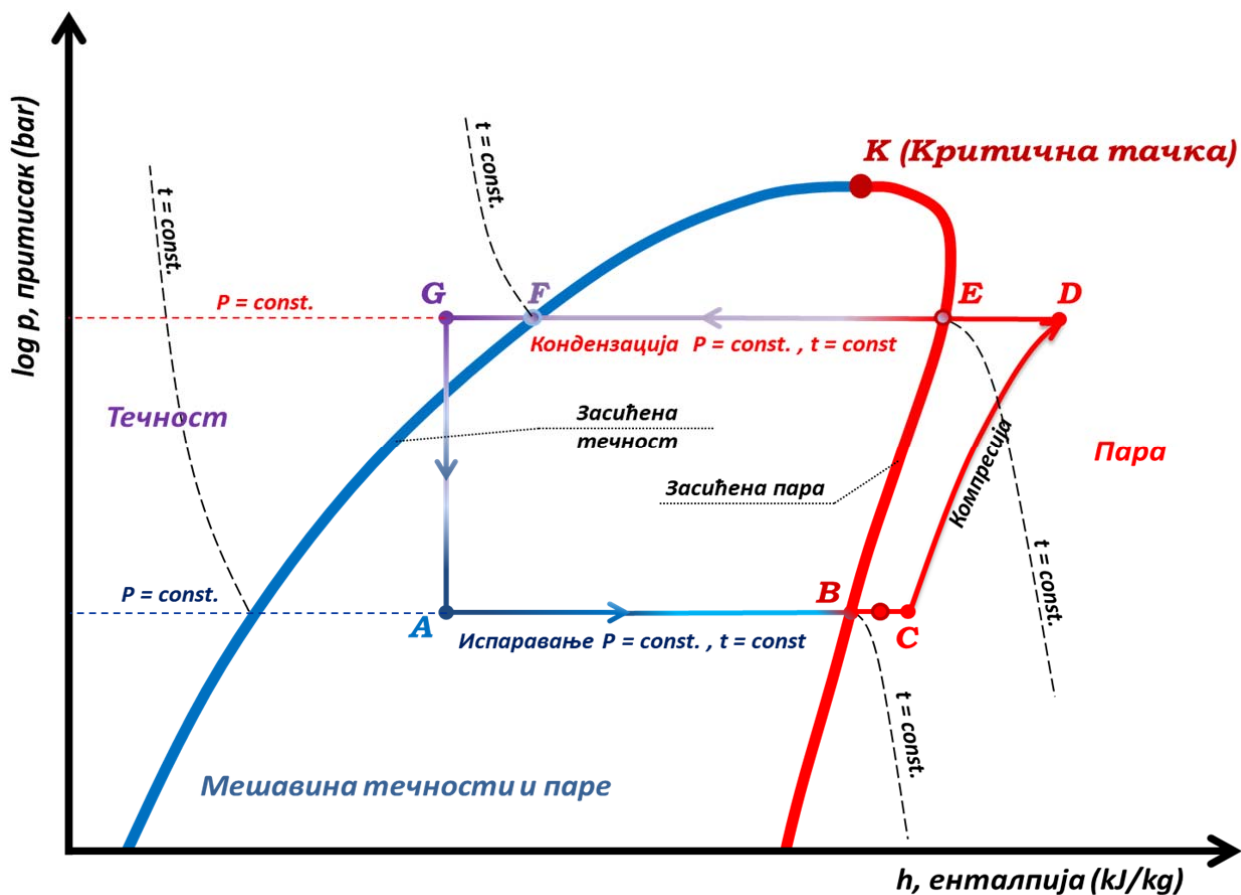


Бојама на слици означена је подела расхладне инсталације на део са течном и парном фазом и део под високим односно ниским притиском. За сервисну делатност су битни сервисни вентили на инсталацији, и то усисни сервисни вентил на компресору 9 (под ниским притиском), сервисни вентил потиса из компресора 2 (под високим притиском). Трећи сервисни вентил на рисиверу 5 (под високим притиском) је битан за извлачење течне фазе или пуњења инсталације течном фазом расхладног флуида. У односу на претходни случај (кућни фриџидер) овде су у инсталацији присутни експанзиони вентил 7 (уместо капиларе) и рисивер сакупљач 4 (за сакупљање течне фазе расхладног флуида после кондензатора). Компресор (1), кондензатор (3) и испаривач (8) јесу стандардне компоненте које се појављују на обе слике.

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

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

T – 1.03 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 флуида; приказ дијаграма једностепене компресије



Доња гранична крива је линија кључале течности (линија почетка испаравања) расхладног флуида дефинисана за одређене парове температура и притисака (на слици изнад је плава линија лево од критичне тачке К).

Горња гранична крива је линија сувозасићене пара (линија почетка кондензације) расхладног флуида дефинисана за одређене парове температура и притисака (на слици изнад је црвена линија десно од критичне тачке К). Горња гранична крива је температура/притисак сувозасићене пара расхладног средства или тачке росе и налази се десно од критичне тачке у p - h дијаграму.

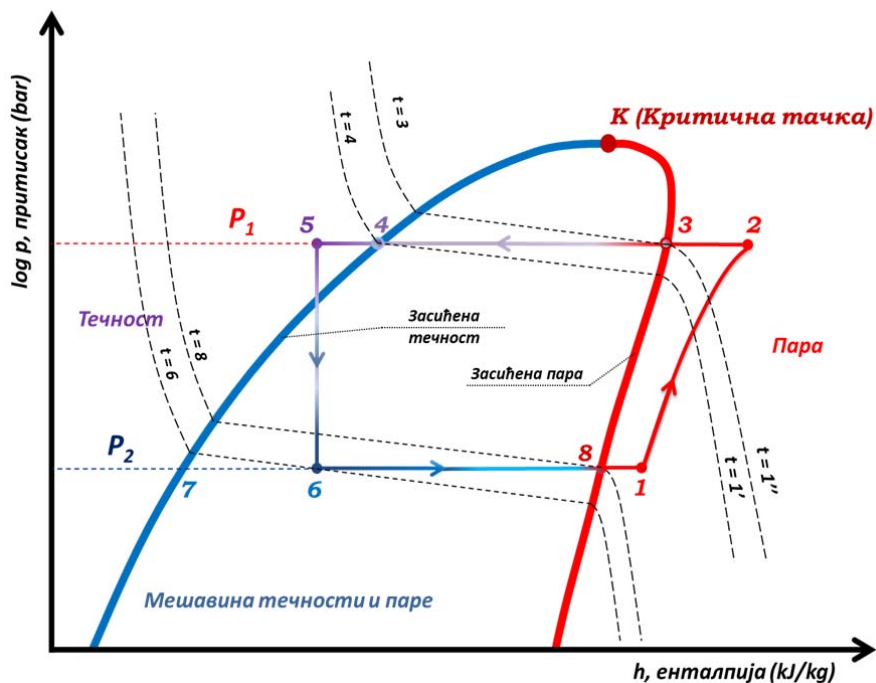
У опису процеса механичког компресорског хлађења, расхладна супстанца у испаривачу је у течној фази на ниском притиску и температури T исп. испод температуре (мање око 10°C) у расхладној комори коју хладимо, па се ваздух коморе хлади, а расхладна супстанца у испаривачу примајући латентну топлоту је на ниском притиску испаравања и температури течне фазе расхладног флуида. Долази до промене течне фазе расхладног флуида у парно стање на ниском притиску. То је на горњем дијаграму процес испаравања од тачке А до тачке В.

Пара на ниском притиску на изласку из испаривача се, под утицајем топлијег ваздуха из расхладне коморе, загрева сензибилном топлотом и долази до њеног прегревања (*superheat*) од тачке В до тачке С на претходном дијаграму. Тако прегрејану пару (*superheated vapour*) усисава компресор трошећи електричну енергију погонског мотора на извршени механички рад компресије и теоријски изентропски сабија ($s = \text{const.}$, без размене топлоте са зидом цилиндра компресора) расхладни флуид 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 дат расхладни флуид), у кондензатору се прво хлади топли гас околним ваздухом, од D до E, у даљем процесу кондензације расхладно средство од E до F, када почиње кондензација флуида која се наставља при константном притиску до тачке F (од тачке E до тачке F се флуид кондензује, тј. прелази из парног у течно

1. Основе термодинамике

агрегатно стање). У кондензатору се сем кондензације, (упрошћено посматрано на просечној средњој температури кондензације – обично за ваздушне кондензаторе узимамо $T_{\text{конд}} = T_{\text{амб}} + 15 \text{ K}$) после и додатно потхлађује течност расхладног флуида на високом притиску (subcooled liquid) од тачке F до G. Ова течност на високом притиску затим пролази кроз експанзиони вентил (процес пригушивања се одвија по изенталпи $h = \text{const}$ до температуре испаравања, односно коресподентног притиска испаравања) након чега неповратно пада притисак и температура расхладног флуида - промена од тачке G до A.

Област потхлађене течности (subcooled liquid) на дијаграму налази се лево од доње граничне криве засићене – кључале течности (saturated liquid) = линија кључале течности на разним температурама при степену сувоће влажне паре $x = 0$, састављена је од тачака кључале течности (bubble point). Тачка спајања доње и горње граничне криве је критична тачка – К (CP – *critical point*) изнад које је процес 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 да се мешавина састоји од 40 % сувозасићене паре и 60 % течности (степен сувоће, односно масени удео паре). Десна гранична крива = сувозасићена пара (*saturated vapour*) јесте и линија почетка кондензације при $x = 1$. Десно од те криве је област прегрејане паре (*superheated vapour*). Из ове области желимо да почне компресија компресора, јер у њој имамо само пару без присуства течности, како бисмо избегли хидраулички удар у компресору.



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

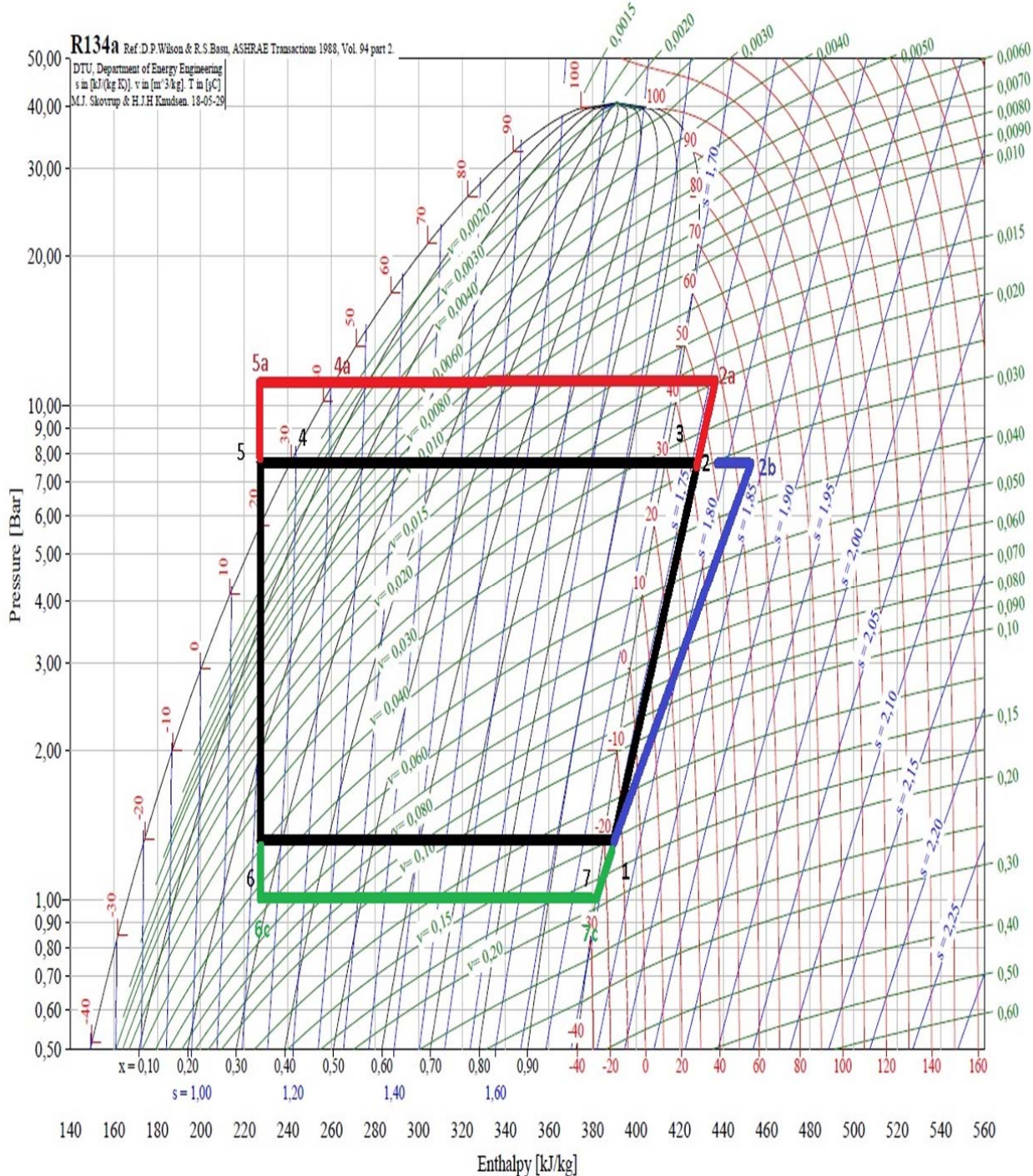
Опис слике лево за зеотропске смеси: тачка 1 – почетак компресије, 2 – завршетак компресије, 3 – почетак кондензације, 4 – завршетак кондензације, 5 – завршетак потхлађивања, 6 – улазак у испаривач, 7 – на доњој граничној кривој – температура кључања на притиску испаравања, 8 – излазак из испаривача,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

За пројектовање расхладних инсталација, које као расхладни флуид имају зеотропске смеси, које се одликују температурским клизањем при промени фазе, усваја се да је притисак кондензације расхладног флуида једнак притиску који влада на улазу у кондензатор, а температура кондензације је средња температура једнака аритметичкој средини температура на горњој и доњој граничној кривој (тачке 3 и 4 на горњој слици). Упрошћено: провера пројектоване температуре кондензације = средња температура [(улазна + излазна температура на кондензатору) / 2] на притиску кондензације.

У пројектовању се за температуру испаравања узима полузбир температуре на изласку из експанзионог вентила (6) и температуре на крају процеса испаравања (притисак испаравања у стању засићења 8).

Практично: проверити и подесити термоекспанзиони вентил на прегревање гаса на уласку у компресор ради његове сигурности - прегревање ΔT [K] се врши по табlici притисак/температура за горњу граничну криву - линију

кондензације (dew point) (описано касније код термоекспанзионих вентила). Ако видимо да се усисна цев у компресора леди при раду, треба затворити термоекспанциони вентил за пола круга.



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

1. Циклус 1-2-3-4-5-6-7-1 је стандардан расхладни процес приказан на log p-h дијаграму за R134a расхладни флуид са усвојеним потхлађивањем од 10 K (тачке 4-5) и од 5 K (тачке 7-1), за температуру коморе $T_{\text{box}} = -10^{\circ}\text{C}$, при чему је температура испаравања расхладног флуида једнака -20°C , температура околног ваздуха око ваздушног кондензатора износи $T_{\text{amb}} = 15^{\circ}\text{C}$, па је усвојена температура кондензације $T_{\text{конд}} = 30^{\circ}\text{C}$.

1. Основе термодинамике

На дијаграму је:

$h_1 - h_6 = q_0$ [kJ/kg] – специфична топлота хлађења

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

$h_5 - h_2 = q_{\text{конд}}$ [kJ/kg] - специфична топлота кондензације која се може добити и помоћу једнакости $q_{\text{конд}} = q_0 + w$

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

- масени проток $\dot{m} = Q / q_0$ [kg/s],
- теоријска снага компресора се добија из $W = \dot{m} w$ [kW],
- одведена топлота кондензације $Q_{\text{конд}} = \dot{m} q_{\text{конд}}$ [kW],
- коефицијент хлађења $\text{COP}_R = Q/W = q_0/w$ – добијена специфична топлота хлађења у односу на специфични уложени рад компресора (*Coefficient Of Performance*),
- коефицијен грејања када би ова расхладна машина радила као топлотна пумпа бисмо израчунали преко израза $\text{COP}_{\text{hp}} = Q_{\text{конд}}/W = q_{\text{конд}}/w$, тј. као предату специфичну топлоту грејања у односу на специфични уложени рад компресора.

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

$\text{EER} = Q / \sum W_i$ [kW/kW] – за хлађење или

$\text{EER}_H = Q_{\text{конд}} / \sum W_i$ – за грејање, при чему i представља број свих потрошача.

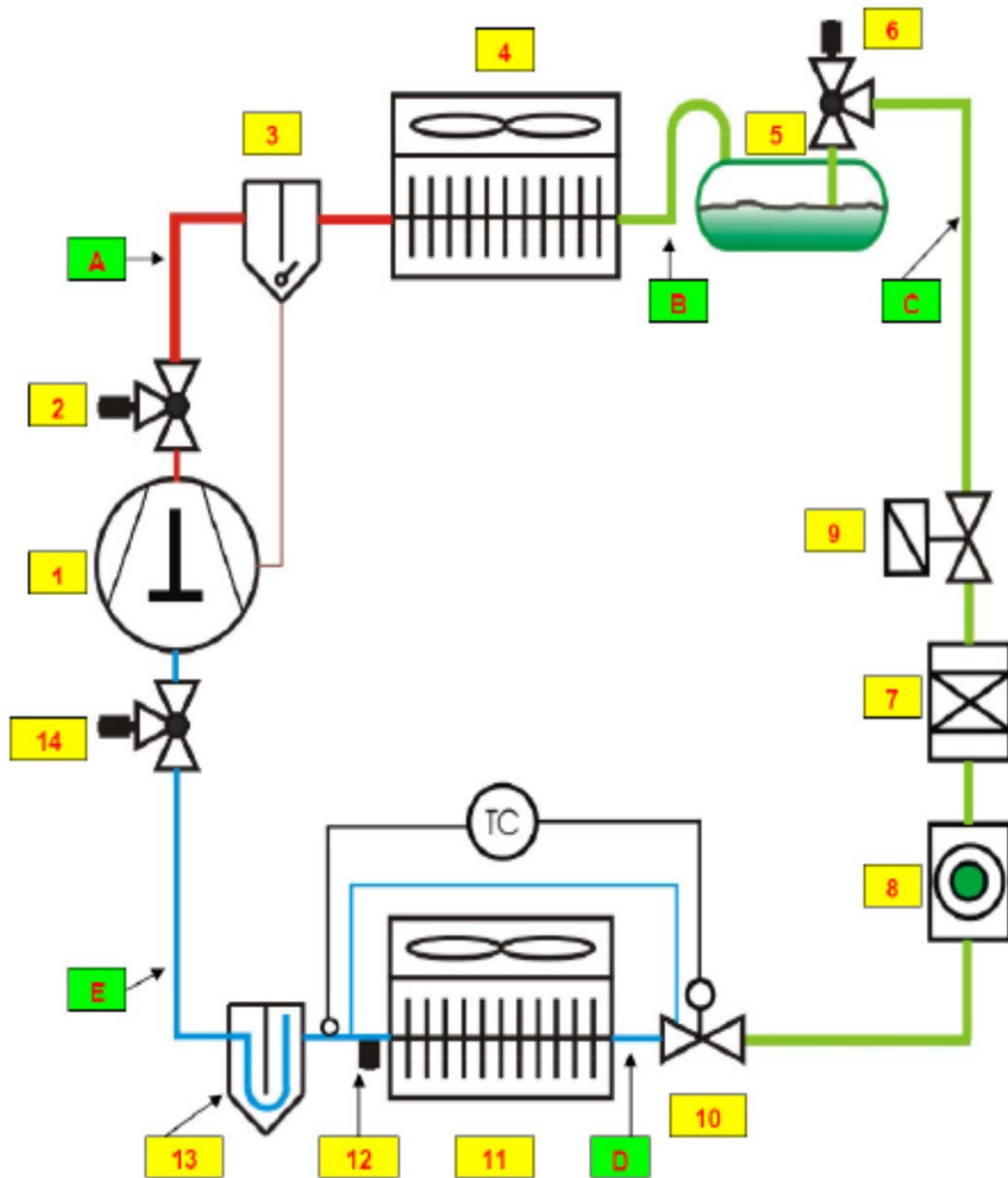
Показатељи типа SEER (*Seasonal Energy Efficient Ratio*) – сезонски показатељ енергетске ефикасности (рачунат за целу годину рада) и TEWI (*Total Equivalent Warming Impact*), који треба да обухвати и ослобођени CO₂ при производњи утрошене електричне енергије, или LCSP (*Life cycle climate performance*), који обухвата и одлагање и коначно уништавање КГХ опреме, због своје сложености и мањка стандарцизације све мање се користе и прелазе се на стандардизоване процедуре, као што је дато у ISO 16358-1: 2013.

2. Анализирајмо сада круг који чине тачке 1-2а-5а-6-1 који се добије код повишене температуре кондензације – типично за прљав кондензатор у пракси троши и увећава рад компресора за разлику тачке 2а-2 у односу на стандардни рад – дакле лошија енергетска ефикасност (*energy efficiency*). Мањи је COP.

3. Ако анализирамо прљав испаривач 1-2-3-4-5-6_c-7_c-1 лед (изолатор на испаривачу), мањи проток ваздуха кроз њега или подешеност рада на нижу жељену температуру на термостату, смањује се корисни капацитет хлађења и повећава се утрошени рад – опет је 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 расхладни флуид при усисавању није загрејало услед контакта са зидовима цилиндара – што је иначе редовна појава представљена тачкама 1-2_b-2-4-5-6-1 која и повишава температуру на крају процеса компримовања користећи усвојени **коефицијент испоруке**.

T – 1.04 Опис рада главних делова инсталације (компресора, испаривача, кондензатора, термостатских експанзионих вентила) и термодинамичке трансформације расхладног флуида;



1	Расхладни компресор	8	Контролно стакло са индикатором влаге
2	Зауставни вентил са сервисним приклучком	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 приклучком
6	Зауставни вентил са сервисним приклучком	13	Акумулатор течности
7	Филтер сушач	14	Зауставни вентил са сервисним приклучком

A	Потисна цев	D	Развод после руже на улазу у испаривач
B	Ишлазна цев из кондензатора	E	Усисни вод (<i>suction line</i>)
C	Течни вод (<i>liquid line</i>)		#

1. Основе термодинамике

Компресор - има функцију да усиса расхладну пару из испаривача, стварајући ниски притисак испаравања, и да је компримује (теоријски $s = \text{const}$ - изентропски процес) до високог притиска кондензације расхладног флуида.

Кондензатор – је размењивач топлоте који прегрејани гас на уласку у кондензатор кондензује у течну фазу расхладног флуида, у теоријски посматраном изобарском процесу $P_{\text{kond}} = \text{const}$. При томе кондензатор одаје топлоту (*gain heat*) предајући је ка околној атмосфери на нижој температури, за ваздухом хлађени кондензатор.

Пригушни експанзиони вентил – има функцију да смањи притисак са притиска кондензације на притисак испарења и да регулише количину расхладног флуида који улази у испаривач. При нагом ширењу долази и до хлађења расхладног флуида. Процес који у теорији овде посматрамо је $h = \text{const}$ тј. изенталпски.

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

T – 1.05 Познавање функције следећих делова који се користе у расхладним инсталацијама и њихова улога и значај за спречавање и откривање цурења расхладног флуида: (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 флуида у течној фази, због истицања потенцијално велике количине расхладног флуида, критичне су компоненте после кондензатора: ресивери – сакупљачи течности, видна – нивоказна стакла, обично опремљени и индикатором влажности (жуто – влажно, зелено – сув), пресостати високог притиска, сушач у течном воду и лоптасти вентили око њега који омогућавају преспајање 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 парну фазу расхладног флуида кад год је то могуће да би се смањио истицање при прикључењу или замени у односу на течну фазу расхладног флуида или су најмање опасне на истицање компоненте на страни ниског притиска расхладног флуида гасне фазе.

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

T - 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 боје који се састоји од три атома кисеоника. Настаје у горњим слојевима атмосфере 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 Међународним даном заштите озонског слоја, који се прославља широм света.

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 depletion 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, или раније, након приступања Републике Србије Европској унији.

Кјото протокол и Париски споразум

Оквирна конвенција Уједињених нација (УН) о промени климе усвојена је на Конференцији УН о развоју и животnoj 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 GHG*) 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. године 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. године. 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 одредиле 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 средње глобалне температуре значајно испод 2 °C до краја века, са тенденцијом повећања амбиција у смањењу емисија GHG како би се раст средње глобалне 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 Кигали 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 супстанци. 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 дефинисан начин утврђивања 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 смењивање 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 односу на базни ниво 2045. године.

2. Утицај раскладних флуида на животну средину и ...

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 изабрани увоза опреме и CFC флуида и ограничењу дозвола за увоз HCFC опреме и раскладних флуида („Сл. гласник РС” 114/2013) и Уредба о поступању са флуорираним 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 (пример: R22) („Сл. гласник РС” 23/2018),

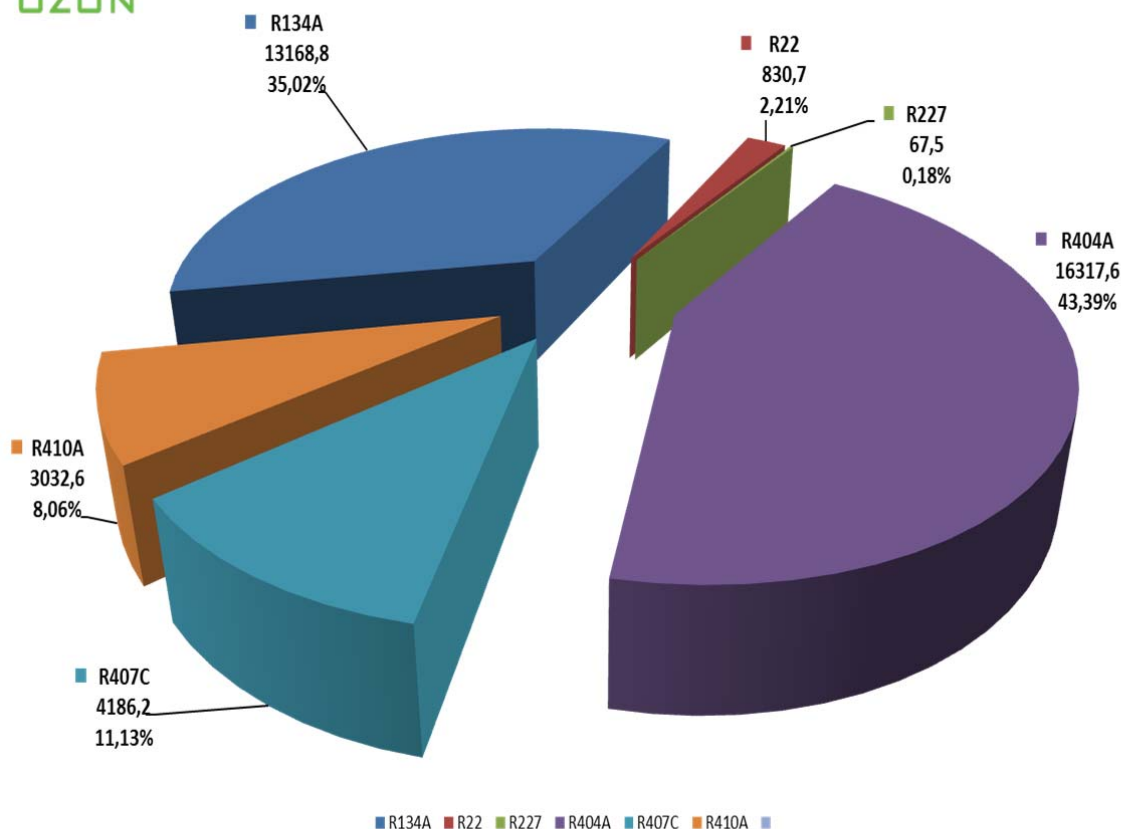
Током 2016. године рађено је истраживање (Survey on ODS alternatives) о количини HFC супстанци које се налазе у уређајима широм земље како би се добило што је више могуће података о утицају Кигали амандмана и обавеза које ће се преузети ратификацијом овог амандмана.

Према Уредби о поступању са флуорираним 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 флуида 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.



OVERVIEW OF REFRIGERANTS - DIAGRAM



TOTAL REFRIGERANT QUANTITY : 37.603,4 kg

TOTAL REFRIGERANT QUANTITY NUMBER OF RECORDED EQUIPMENT : 741

Data processed by Ozone unit Serbia

На горњој слици приказан је један од извештаја који се могу обебедити из софтвера. Током истраживања 2016. године прикупљени су подаци о 741 уређају инсталираном 2014/2015/2016. 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", број 120/13)

Оператер – корисник опреме (члан 3, став 25). Дефинисано је да је 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 доставља 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

2. Утицај расхладних флуида на животну средину и ...

РЕПУБЛИКА СРБИЈА										
HFC- "Log Book" - Образац бр. 10, Уредбе о Ф-гасовима (Сл. гласник 120/13) или										
CFC , HCFC – „Log Book” – Образац бр. 14, Уредбе ODS (Сл. гласник 114/13)										
ОБРАЗАЦ ЗА ВОЂЕЊЕ ЕВИДЕНЦИЈЕ ОПЕРАТЕРА ПРЕМА ОБАВЕЗАМА ИЗ члана 17. Уредбе о флуорованим гасовима, односно члана 33. Уредбе о супстанцама које оштећују озонски омотач										
Назив и адреса оператера:										
Име, телефон и e-mail адреса контакт особе код оператера:										
Расхладна и климатизациона опрема, топлотне пумпе или системи за заштиту од пожара:										
- Назив, модел:										
- Датум монтаже 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	Назив и адреса сервиса који је обавио делатност	Име, број телефона и e-mail 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:

- монтажа,
- 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:

- монтажа 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 запослено је код оператера.

Име и потпис одговорног лица код оператера

Код сервисера, увозника расхладних флуида или самог власника опреме, налазићемо при инспекцијском надзору расхладне флуиде у цилиндрима за једнократну употребу – што је дозвољено ако су произведени/увезени до дана приступања Р. Србије у ЕУ, а од дана приступања ЕУ дозвољено је да се смеју даље увезити само цилиндри за вишеструко коришћење. Текст на цилиндру мора да садржи информације у складу са чланом 7. тачка 5) Уредбе о Ф-гасовима.

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 увозници 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 увозу и извозу опреме доставља се Министарству на образцу бр.6, заједно са царинским декларацијама и фактуром испоручиоца до 31. децембра текуће године (члан 10).

Maschinentyp type / type de la machine:		VMK 90/1-S
Maschinennummer: no. / numéro de la machine		08120109
Kälteleistung bei: T. umgeb. / T. medium cooling capacity with: t. amb. / t. fluid capacité frigorifique lors de t. amb. / t. de fluide:	Q ₀ [W]	11200/42°C
Umgebungstemperatur max.: ambient temperature max. / température ambiante max.:	T _{a,max} [°C]	+42
zulässiger Betriebsüberdruck: admissible operating pressure / Suppression autorisée:	P _{max} [bar]	29,50
Kältemittel: Refrigerant / Fluide frigorifique:		R407C
Kältemittelmenge: quantity of refrigerant / quantité fluide frigorifique:	m ₁ [kg]	2,20
Spannung: voltage / tension:	U [V]	3/PE ~ 400
Frequenz: frequency / fréquence:	f [Hz]	50
Betriebsstrom max.: operating current / intensité maximale:	I _{max} [A]	11,30
Anschlußleistung: connected load / puissance électrique connectée:	P [kW]	6,30
Vorsicherung max.: preliminary fuse max. / fusible auxiliaire max.:	[A]	16
Gewicht: weight / poids:	m ₂ [kg]	250
Gewicht mit Wasserfüllung: weight with water filling / poids, circuit hydraulique plein:	m ₃ [kg]	360
Baujahr: year built / année de fabrication		2008

Kältekreislauf gefüllt mit: Refrigerant circuit is filled with: Le circuit réfrigérant est rempli avec:	<input type="radio"/> R134a (CF3CH2F) <input type="radio"/> R404a (CF3CH2+CF3CH3+CF3CH2F) <input checked="" type="radio"/> R407c (CH2F2+CF3CH3+CF3CHF2F) <input type="radio"/> R410a (CH2F2-CF3CH2F)
Enthält vom Kyoto-Protokoll erfasste fluorierete Treibhausgase. Contains fluorinated greenhouse gases covered by the Kyoto Protocol. Contient des gaz à effet de serre fluorés relevant du protocole de Kyoto.	

Обележавање произведених или увезених производа или опреме пре првог стављања у промет (члан. 11) треба да садржи:

- 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 расхладни флуид коришћењем скраћеног назива ANSI/ ASHRAE стандарда;
- 3) навести количину у kg расхладног флуида;
- 4) „херметички затворено“ ако одговара опису (члан 3, став 16) – са стопом испуштања мањом од 3 грама годишње, под притиском најмање једнаком четвртини максимално дозвољеног 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, писање извештаја о сервисима, 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).

Министарство додељује евиденциони број и доказ о упису у евиденцију коју води у електронском облику. Евиденциони број се додељује за:

1. увознике гасова,
2. увознике опреме,
3. инсталатере-сервисере опреме и одржавања,
4. сервисирање,
5. сакупљање,
6. обнављање,
7. обрађивање гаса или његово термичко третирање, или по образцу 12. за сервисере климатизационих система моторних возила класе M1 или N1 (члан 3. тачка 30).

2. Утицај расхладних флуида на животну средину и ...

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 монтаже, одржавања, сервисирања, провере испуштања расхладних флуида, њихово сакупљање и искључивање из употребе опреме са расхладним флуидима морају да поседују трогодишњу дозволу Министарства за рад из делатности са флуорованим гасовима (члан 16). Да би то добили, морају да имају:

- ✓ сертифициране запослене (сертификат у форми Решења, члан 7 из 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 активности:

Проверу испуштања (цурења гаса из опреме), члан 17, у расхладном систему, климама и топлотним пумпама врши сертифицирани 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, Прилога 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, F-гас, који се састоји од 2 расхладна круга, сваки 2,85 kg, није по F-гас Уредби, где треба да је испуњено за круг инсталације пуњење ≥ 3 kg, сем ако дужина инсталације није 18 метара, па за пуњење једног круга добијемо укупно = $2,85 \text{ kg} + (18-15) \times 0,05 \text{ kg} = 3,00 \text{ kg}$ HFC и тада улази у F-гас Уредбу за инспекцијску и временску сервисну контролу (слика поред).

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

- за проверу испуштања 3 kg и више гаса,
- за монтажу, одржавање и сервисирање мање од 3 kg гаса,
- за монтажу, 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) детектори 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)

Б) индиректне методе: 1) видљиво испуштање уља тј мрље уље-прашина на расхладној инсталацији, 2) мерење притиска, 3) мерење температуре, 4) мерење електричне струје, 5) мерење нивоа расхладне течности на нивоказном стаклу сакупљача течности – рисиверу, 6) мерење тежине 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 све отпадне расхладне флуиде.

ВАЖНО: Дозвола за рад издата од стране центра за рециклажу одузима се 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 га не може обновити 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 анализе“.

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 флуида 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 својствима, 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 смернице за поступање и употребу супстанци које оштећују озонски омотач (чл. 51), поступање са супстанцама са ефектима стаклене баште (чл. 52), сертификацију запослених лица у РАС 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 увози 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

2. Утицај раскладних флуида на животну средину и ...

динара за претходно. Као заштитна мера (чл. 80) прописана је забрана делатности 5 до 10 година, за 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 увози 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 дин. 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).

- Ова уредба је 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 раскладном 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 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 раскладне, климатизационе опреме и топлотних пумпи, сакупљачи супстанци које оштећују озонски омотач (рециклери флуида и компресорских уља) и раде са одређеним флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште. Важи за:

- А-1 категорије за све послове,

- А-2 категорије – сервисира раскладне уређаје са мање од 3 kg супстанци (или 6 kg супстанци за херметички затворене уређаје) и сакупља све количине раскладне супстанце, проверава на испуштање раскладне супстанце 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 раскладног круга,

– А-3 категорије – сакупља раскладне супстанце (пуњења мања од 3 kg),

– А-4 категорије – проверава испуштања (за пуњења од 3 kg или више): доњи праг је 6 kg раскладног флуида код херметички затворених инсталација без прекида раскладног круга.

– 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 читану 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 читану 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 при инспекцијском надзору у опреми напуњеној са: NH₃ - Амонијаком, CO₂ - угљен диоксидом, R290- пропаном, R600А- изобутаном, сервисери би требало да уносе у (*log book*) ради даље анализе – ивентара опреме.

Заблуда о забрани коришћења расхладних супстанци нема, већ се забрана односи на производњу супстанци, односно увоз опреме која садржи те супстанце. Забрањен је увоз CFC супстанци, док су HCFC супстанце на режиму са постепеном редукцијом квота у одређеним периодима. Забрана за увоз ових супстанца ступа на снагу од 1. јануара 2040.

Сервисирање се може вршити до количина које су сакупљене (*recovered*), рециклиране (*recycled*) или обновљене (*reclaimed*) како и налазе се у складиштима у земљи.

У продужетку је списак европских прописа из области расхладе, клима-уређаја 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 ЕУ 842/2006 је замењена са ЕУ 517/2014 – Уредба о флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште (F-гас регулатива). Суштина промене је да се провере цурења не раде према количини пуњења у систему (по расхладном кругу), већ према CO₂ еквивалентној тони која се прерачунава на основе GWP расхладног флуида и количине пуњења. Према Уредби ЕУ 517 члан 4, сада је 5 тона CO₂ еквивалента (било је 3 kg пуњења), 50 тона CO₂ еквивалента (било је 30 kg пуњења) и 500 тона CO₂ 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. P404А има GWP = 3.922) и у сервисирању и одржавању, осим обрађених (*recycle*) гасова или обновљених (*reclaim*) од стране 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.

2. Утицај расхладних флуида на животну средину и ...

– (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 – Минимални захтеви и услови 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 (EU) бр. 517/2014 Европског парламента и Савета, формат етикета за производе и опрему која садржи флуороване гасовеса 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 флуида.

- 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 флуида.

- 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 размењиваче EN 12735-2 избраздане 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, део2- материјали, 3- пројектовање, 4- израда, 5-контролисање и испитивање, 6 – од нодуларног лива, део8 – од Al и Al легура, и посебно би требало истаћи 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 течностима 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).

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 флуида, 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

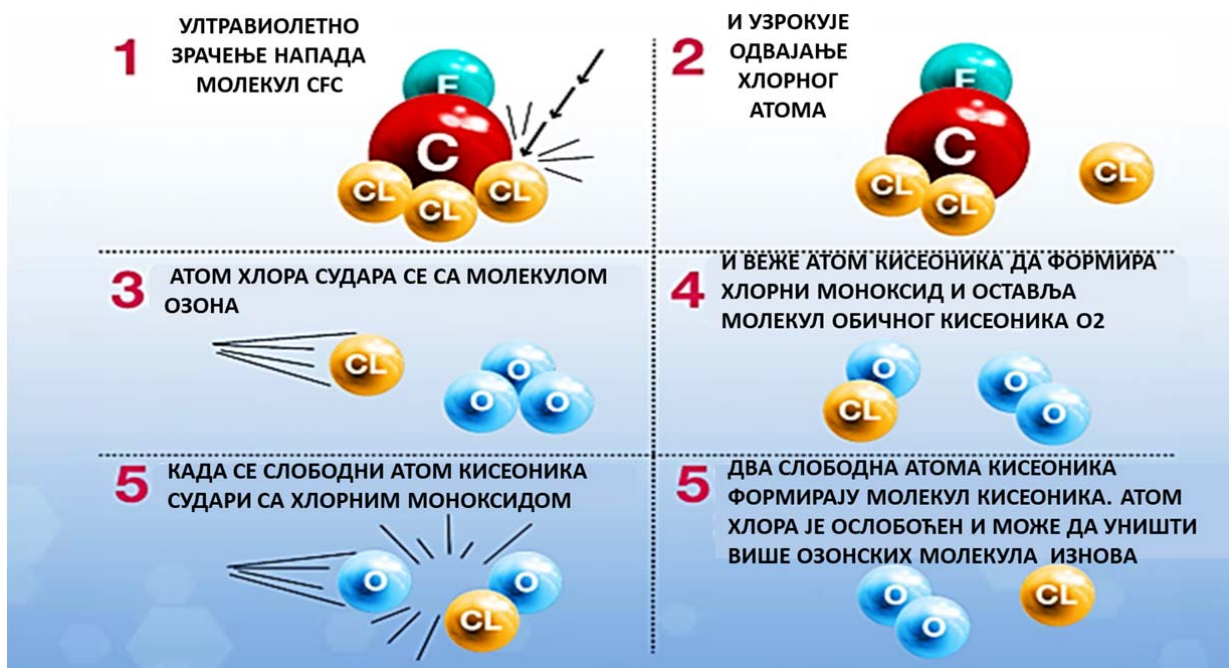
Осамдесетих година откривено је да су хемијске супстанце, које се користе у расхладним флуидима, дувачима, растварачима и слично, допринеле оштећењу озонског слоја. Предузимање акција у руковању овим супстанцама довело је до развоја Монреалског протокола 1987. године.

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

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

2. Утицај раскладних флуида на животну средину и ...

На слици испод приказан је процес смањења озонског слоја:



Раскладни флуиди који садрже молекул хлора су супстанце које оштећују озон:

- 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 раскладни флуиди су забрањени за употребу и елиминисани или су у фази елиминације широм света.

Ефекат стаклене баште - природно глобално загревање

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 би била 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 количине гасова са ефектом стаклене баште у атмосфери, попут угљен-диоксида и раскладних флуорованих супстанци које садрже флуор, 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 одговарајуће масе угљен-диоксида у одређеном временском периоду.

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

Утицај расхладних флуида на животну средину

Расхладни флуиди утичу на животну средину на следећи начин:

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

2. Утицај раскладних флуида на животну средину и ...

Својства најчешће коришћених раскладних флуида су приказана у следећој табели:

Расклад-ни флуид	хемијски тип	молекулар-на маса kg/moll	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	10900
R22	HCFC	86.4	-40.8	1355	96.1	A1	0.055	1810
R114	CFC	170.9	3.6	292	145.7	A1	1	10000
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/HC	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 ₃	17.0	-33.3	1351	132.3	B2	0	0
R744	CO ₂	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

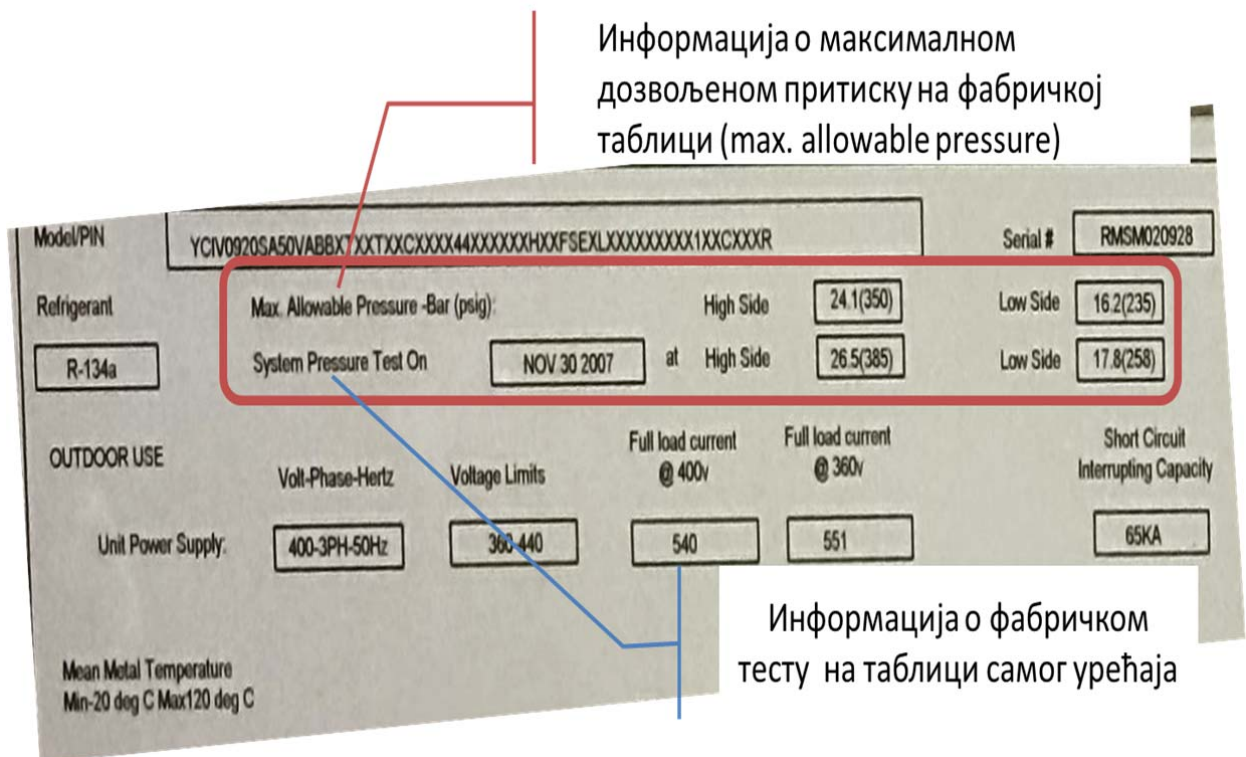
*У условима притиска од 101,3 kPa.

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 оптерећењем дела инсталације мало већим од највећим дозвољеним притиском 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.



Тест на чврстоћу комплетне инсталације зависи од: конкретне максималне околне температуре, могућег нагомилавања некондензационих гасова, подешености сигурносних вентила, начина дефростирања и намене инсталације – нпр. хлађење или грејање, утицај радијације лети или леда и нечистоћа на размењивачу зими.

Температуру коју рачунамо при прорачунима по бира пројектант – по Републичком Хидрометеоролошком заводу Србије средња максимална температура од 1981. до 2010. године износила је 28,7 °С.

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

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

Пример теста: Приликом провере чврстоће инсталације са R134a са ваздушним кондензатором, ако је по првој методи пројектант система изабрао температуру кондензације +45 °C, притисак кондензације износи 10,56 bar манометарски + 1 bar атмосферски = 11,56 bar апсолутни, тако да је испитни притисак на чврстоћу инсталације једнак $11,6 \times 1,43 = 16,6$ bar (апсолутни притисак). Притисак подижемо, повишавамо полако, у корацима од 5 bara до максимума. Тест траје минимално 5 минута до највише 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 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 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: притисак за тест на непропусност за инсталацију са R404A, са ваздушним кондензатором (+55 °C), био би 24,53 bar манометарски (25,53 bar апсолутни). Обавезно је коришћење регулатора притиска, а притисак на регулатору треба подесити пре почетка испитивања.

2. Код транспортне расхладе препорука је да се тест на цурење изводи са максималним притиском од 10,5 bara за инсталације са R134a, а 17,5 bara (манометарски) за инсталације са R404A.

П – 3.03 Коришћење вакуум пумпе

Након спроведеног теста непропусности под притиском следећи корак је вакуумирање система.

Вакуум пумпе треба бирати по капацитету-протоку који одговара величини инсталације. Код новијих расхладних флуида 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 у гасном стању или ваздух. Ако будемо изабрали превише снажну вакуум пумпу која је предимензионисана, може да дође до смрзавања воде у расхладном систему, наглим спуштањем притиска у вакуум – што ће продужити извлачење влаге. Функција вакуумирања је да се из инсталације извуку некондензовани гасови и одстрани влага која је унутар инсталације, како би припремили инсталацију за пуњење.

Пре употребе вакуум пумпе треба тестирати рад пумпе и загрејати 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

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

догодила нека велика контаминација расхладног система. Редовна замена уља у вакуум пумпи је на 20 радних сати.

Провера ефикасности вакум пумпе

Када је пумпа са загрејаним 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 и затим је искључимо. Вакуум мора да остане испод 100 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).

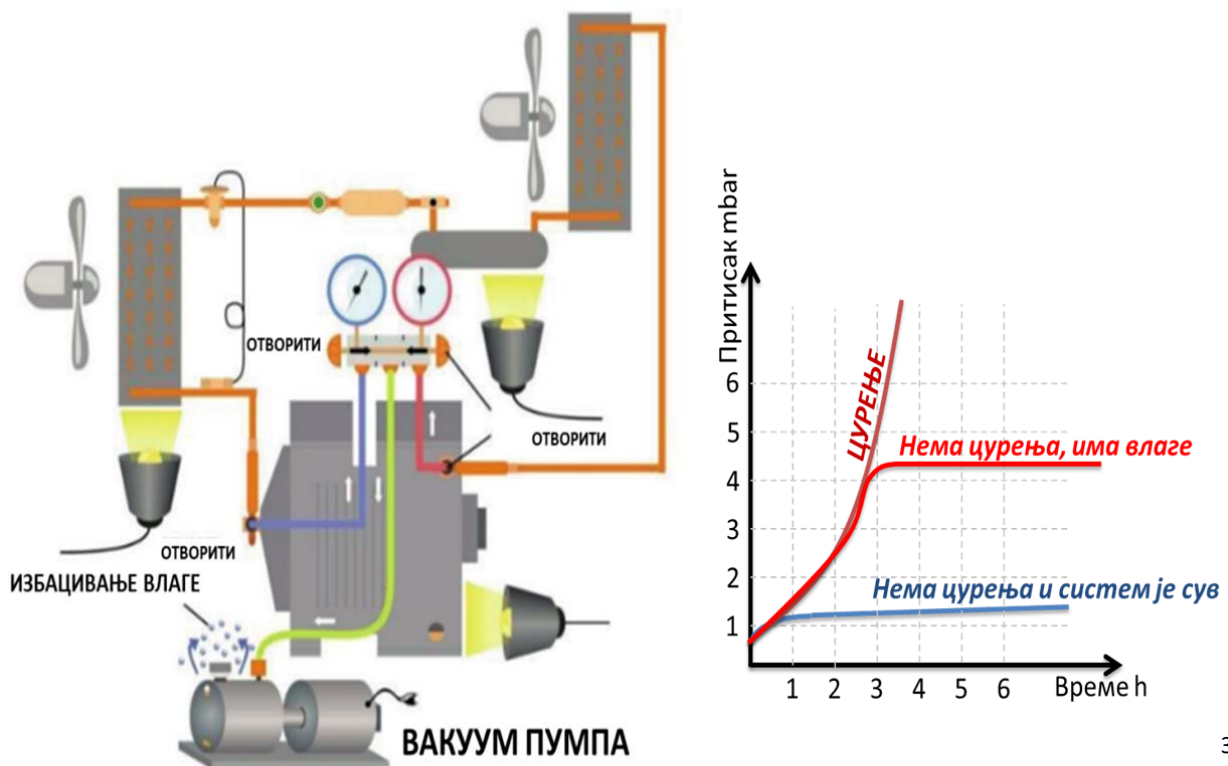
П – 3.04 Вакумирање инсталације да би се елиминисао ваздух и влага из ње у складу са кодом добре праксе

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



✓ Како би се убрзало испаравање влаге из инсталације и њених цепова, 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.

Поступак 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 недовољно добро дихтовање инсталације (ваздух ће улазити у инсталацију). Ако се вакуум притисак повећа и заустави испод атмосферског, има још нечистоће и влаге у систему и треба наставити вакуумирање.
- ✓ Ако тешко постижемо вакуум испод 1.000 микрона Hg, користимо поступак вишеструког вакуумирања са прекидом (*brake the vacuum*) сувим азотом, високе сувоће, до 0,1 до 0,3 бара притиска изнад манометарског (gauge) и тако неколико пута, уз замену сушача из течног вода. Ако постижемо 500 микрона Hg, треба задржати вакуумирање бар још 30 минута.
- ✓ Систем се оставља под вакуумом до 12 сати. Треба уочити околну температуру, $T_{амб1}$, када смо завршили вакуумирање и очитати вакуум са вакуумметра P_1 , а такође после времена мировања и тадашњу температуру $T_{амб2}$ и вакуум са вакуумметром P_2 . Ово се ради 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:

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

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 инчама 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 bar (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 ₂ O	1.013.250 microns	1.000.000 microns	1.000 microns H ₂ 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 ква- дратном инчу	15,0 psi	14,5 psi	0,015 psi

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

За транспортну расхладу се препоручује вакуумирање испод 500 микрона H₂O или 375 микрона Hg.

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

T – 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 флуидом. 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.

ПРОВЕРЕ ПРЕ ПУШТАЊА У РАД, НАКОН ДУЖЕГ ПЕРИОДА НЕКОРИШЋЕЊА, НАКОН ОДРЖАВАЊА ИЛИ ПОПРАВКЕ, ИЛИ ТОКОМ РАДА	
Назив и адреса оператера	
Име, телефон и e-mail адреса контакт особе код оператера	
Расхладна и климатизациона опрема, топлотне пумпе или системи за заштиту од пожара	
Назив, модел, произвођач опреме	
Датум монтаже 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	
ТИП ПРОВЕРЕ СИСТЕМА	
<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	

Извршена проба на притисак на одређене делове инсталације (<i>strength pressure test</i>)			
Максимално дозвољени притисак		Време трајања	
Нископритисна страна	Високопритисна страна	Гас којим се испитује	
Дозвољени	Дозвољени	Забелешке:	
Испитни	Испитни		

Извршена проба под притиском да би се проверила непропусност система			
Радни притисак система		Време трајање	
Нископритисна страна	Високопритисна страна	Гас којим се испитује	
Радни	Радни	Забелешке:	
Испитни	Испитни		

Вакумирање система			
Вакуумкоји желимо постићи		Време трајање	
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

У даљем тескту су дати најчешћи разлози појаве цурења на одређеним елементима система, као и препоруке за превенцију од цурења.

1. Зауствани вентили, сервисни вентили и лоптасти вентили



Вероватан разлог

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

Препорука

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

2. Сервисни игличасти вентили



Вероватан разлог

- Оштећење тела приликом лемљења.
- Иглица вентила није добро намештена при монтажи 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 заштина капица има о-прстен и да је намештена и затегнута.

3. Раздвојиве везе



Вероватан разлог

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

Препорука

Кад год је могуће, избегавајте коришћење раздвојиве везе. Ако се не може избећи:

- ✓ користите одговарајуће димензије холендера и цеви,
- ✓ користите професионалне алате за сечење цеви и израду конуса,
- ✓ проверите конус на 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 притезања.
- Погрешна процедура притезања елемената.
- Погрешни материјали и димензије.

Препорука

- ✓ Избегавајте коришћење РТФЕ заптивача за HFC супстанце.
- ✓ Замените заптивач на фланши. Одстраните остатке старог заптивача пре него што поставите нов.
- ✓ Притезање вијака на прирубници радите подједнаким моментом и унакрсно. Радите притезање кроз најмање три пролаза.
- ✓ Користите момент-кључ да извршите финално притезање.

5. Сигурносни вентили (PRV) 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 коме се отвара, тако да се настави цурење ресхладног флуида.

Препорука

- ✓ Заштитне чепове кад год је могуће замените сигурносним вентилом.
 - ✓ Кад год се ради провера цурења, обавезно провити ову тачку.
- PRV-pressure relief valve*
- ✓ Кад год се ради провера цурења проверити ову тачку.
 - ✓ Ако постоји цурење на сигурносном вентилу, заменити га еквивалентним, као што је онај који је уграђен.
 - ✓ Немојте никако подешевати 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

- Губитка 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 заптиваче када 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 тестирања инсталације на притисак.

Ваздушно хлађени кондензатори

- Корозија због агресивне средине (околине).
- Удар страних елемента кад ваздух пролази кроз саће кондензатора.
- Вибрације које се преносе због лоше учвршћености цеви.

Препорука

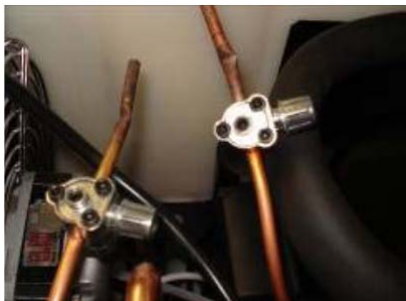
Водено хлађени кондензатори

- ✓ 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 изољује из тока расхладног флуида, обично смрт-кљештима или замени. Ако се цурење јави на више цеви, онда је најчешће лош квалитет цеви.
- ✓ Зависно од конструкције цеви треба испитати систем, и то цев по цев или у групама.

Ваздушно хлађени кондензатори

- ✓ При монтажи увек исправити ламеле кондензатора.
- ✓ Поправити или заменити неисправне вентилаторе.
- ✓ Проверити колена кондензатора и потражити трагове уља.
- ✓ Кад се мења кондензатор, направити избор пажљиво, нарочито ако ради у агресивној средини (околини) на пример на мору

8. Прикључак на бакарну цев и сервисни вентили



Вероватан разлог

- Лош фитинг или нагњечен завршетак цевовода.
- Коришћење нестандартне или погрешне димензије прикључка.
- Разлабављен поклопац сервисног вентила због вибрације у систему.

Препорука

- ✓ Користите само стандардне и одговарајуће димензије прикључка.
- ✓ Замените прикључак са цеви који само гумица заптива са лемљеним игличастим сервисним вентилом – **не остављајте прикључак на цеви.**
- ✓ Редовно контролишите цурење на овим местима.

9. Прекидачи притска - пресостати



Вероватан разлог

- Вибрације капиларе и/или цева могу довести до пуцање спојнице на пресостату.
- Оштећење спојнице.
- Оштећење као последица хидрауличних удара.
- Оштећење на вези прекидача и линије.
- Лоши ослонци на месту где је причвршћено тело пресостата.

Препорука

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

10. О-прстени – заптивачи



Вероватан разлог

- На местима где постоји опасност да се при монтажи згњечи или је изложен екстремним температурама.
- Цурење након ретрофита због различите рекација са новим уљем.
- Лош материјал или димензија.

Препорука

- ✓ Проверите округлост и еластичност кад мењате о-прстене, посебно ако желите да поново користите стари или постојећи о-прстен нарочито при ретрофиту.
- ✓ Намажите компоненте уљем пре него што их уградите.
- ✓ При замени 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 улаза у испаривач.

Препорука

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

12. Колена на кондензаторима и испаривачима



Вероватан разлог

- Корозија изазвана хемијском реакцијом на коленима кондензатора и испаривача. Пошто бакар који се користи на овим спојевима је истањен услед савијања, мала оштећења и структура материјала или агресивне средине могу изазвати појаву цурења расхладног флуида.
- Агресивна слана или кисела средина (околина) убрзавају оштећење и повећавају ризик од цурења.

Препорука

- ✓ 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 за отапање–дефроста



Вероватан разлог

- Корозија на одређене делове инсталације због сталног контакта са влагом-кондезатом.

Препорука

- ✓ Увек радите контролу истицања кад има кондензне кадице и инсталација које пролазе на тим местима.
- ✓ Тамо где је могуће замените цеви са изолационим цевима што продужава радни век цевне змије отапања.

Постоји још неколико фактора који доприносе цурењу расхладног флуида:

- ☑ Пројектовање система и квалитет материјала који је коришћен.
- ☑ Типове везе (раздвојиве или нераздвојиве – лемљене).
- ☑ Увијање цеви и њихово фиксирање.
- ☑ Вибрације током рада система.
- ☑ Квалитет изведеног теста притиском при монтажи, фабричком тесту или при првом пуњењу.
- ☑ Неправилно одржавање или одржавање од стране неквалификованих сервисера без превентивног одржавања истеклих компоненти и редовне контроле и провере.

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

Страна ниског притиска је критична када инсталација ради у вакууму, 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 F гас, образац 10 и одговарајући за ODS Уредбу – образац 14) сервисни техничар уписује податке о: а. монтажи опреме, б. првој провери након испоруке, в. редовном одржавању и сервисирању, г1. хитној поправци (по Прилогу 5, тачка 5) у року од 14 дана од уоченог истицања (чл.

17, тачка 4) и г2. накнадној провери квалитета извршене поправке у вези са истицањем – 30 дана од поправке, д. евентуалног привременог пражњењу инсталације – сезонско некоришћење у току исте године и 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, заптивака, 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 флуида, 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.

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 тачности на нивоказном стаклу и 5. тежину тренутног пуњења.

Вакумирање се не препоручује за тестирање заптивености, јер бисмо тако само увукли више нечистоћа у систем, а и део на коме је дошло до цурења можда тада боље належа, па нећемо открити одакле истиче расхладни флуид. 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 околној температури кондензације. Притисак на усису у компресор треба да кореспондира устаљеној температури у расхлађеној комори умањеној за 8 °С. Ако су оба измерена притиска на компресорским сервисним вентилима нижи од очекиваних добијених таблично – постоји основана сумња цурења флуида.

Ако је измерена струја коју утроши компресор мања од номиналне која је дата на таблици компресора, а због дужег рада систем троши више kWh електричне енергије – то је индикатор да недостаје расхладног флуида.

Ако је измерена струја коју троши компресор виша од номиналне, можда је систем препуњен, или је расхладна супстанца неодговарајућег квалитета, постоје некондензовани гасови 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 се примењују појединачно или више њих заједно: а. детекција истицања електронским детекторима (тачности од 5 грама по години), б. коришћење 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 в. коришћење сапунице и пене за откривање истицања – до тачности од 250 грама годишње.

4. Провера истицања - цурења

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 имају категорију А1, а не могу је радити сервисери који имају А сертификат – категорије 2 и 4.

Интервали провере на истицање из инсталације у Републици Србији законски су одређени 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 корона осетљивом уређају. Кад овај тип уређаја детектује 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 флуида и распадања његових молекула. Кад се молекули распадну 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 атмосфере „контаминирани“ расхладним флуидом 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 дужи временски период, да се на почетку ради калибрација уређаја и тиме се неутралише контаминација околине, па су лажни аларми сведени на минимум, не могу да се презасите расхладним флуидом 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 се на тржишту налази четврта генерација детектора, такозвани ултрасонични детектори, **ultrasonic detectors**. Не раде на принципу детектовања расхладних флуида, већ реагују на звук који расхладни флуид прави кад постоји цурење. Кад расхладни флуид цури из система, ствара се ултразвучни сигнал које људско уво не да чује. Предност ових уређаја је да реагују на притисак, а не на запреминску концентрацију расхладног флуида. Њихова мана је што не могу да разликују звукове из околине система. То је врло важно кад су системи у околини тржних центара 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 – 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 уређајем по критичним тачкама почевши од највиших места на инсталацији и лагано прелазећи и преко оних, описаних 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 F гас образац 10 и одговарајући за ODS Уредбу – образац 14), сервисни техничар уписује податке (у претходном делу Приручника дат је овај образац са упутством како се попуњавају рубрике).

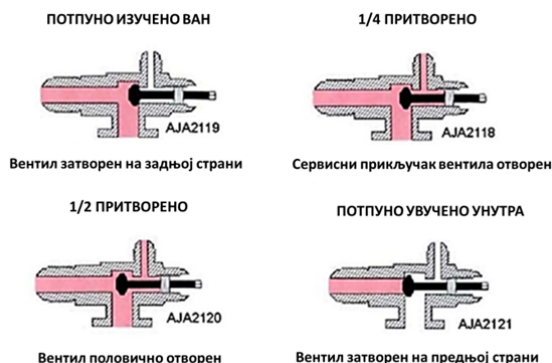
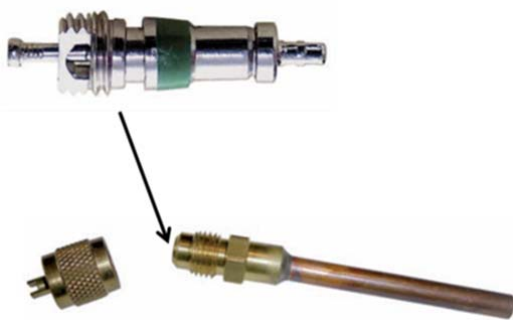
РЕПУБЛИКА СРБИЈА									
HFC- "Log Book"									
Образац бр. 10									
ОБРАЗАЦ ЗА ВОЂЕЊЕ ЕВИДЕНЦИЈЕ ПРЕМА ОБАВЕЗАМА ИЗ ЧЛАНА 17 ОВЕ УРЕДБЕ									
Назив и адреса оператера									
Име, телефон и e-mail адреса контакт особе код оператера									
Расхладна и климатизациона опрема, топлотне пумпе или системи за заштиту од пожара									
- Назив, модел									
- Датум монтаже 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 (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	Назив и адреса сервиса који је обавио делатност	Име, број телефона и e-mail адреса сервисног техничара који је обавио делатност	Потпис сервисног техничара који је обавио делатност	Коментар сервисног техничара који је обавио делатност	

5. ПРАВИЛНО ПОСТУПАЊЕ СА СИСТЕМОМ И РАСХЛАДНИМ ФЛУИДИМА ТОКОМ МОНТАЖЕ, ОДРЖАВАЊА, СЕРВИСИРАЊА ИЛИ САКУПЉАЊА

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

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 флуида онеомогућен према атмосфери.

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



Други и најчешће коришћен вентил је игличасти вентил „schreder valve”. Користи се на мањим инсталацијама и на мерним местима притиска, као и на местима где се врши повезивање сигурносних уређаја (пресостати за ниски и високи притисак, и уљни пресостат). На слици лево дат је приказ овог типа вентила и његових делова. Притиском на иглицу вентил се отвара, а федер у вентилу аутоматски затвара вентил кад се иглица ослободи притиска.

Капица сервисног вентила и осовина самог вентила су критичне тачке за цурење расхладног флуида 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 оргиналне 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 заосталог расхладног флуида у цревима које се након сервисирања најчешће испушта у атмосферу. Добра сервисна пракса предвиђа прикључивање машине за прикупљање расхладног флуида и прикупљање заосталог расхладног флуида из црева.



Стандардни прикључак на цревима (слика горе) је 1/4 SAE. Системи који раде са расхладним флуидом 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 (слика горе).



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 вакуумирање и пуњење система расхладним флуидом.



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

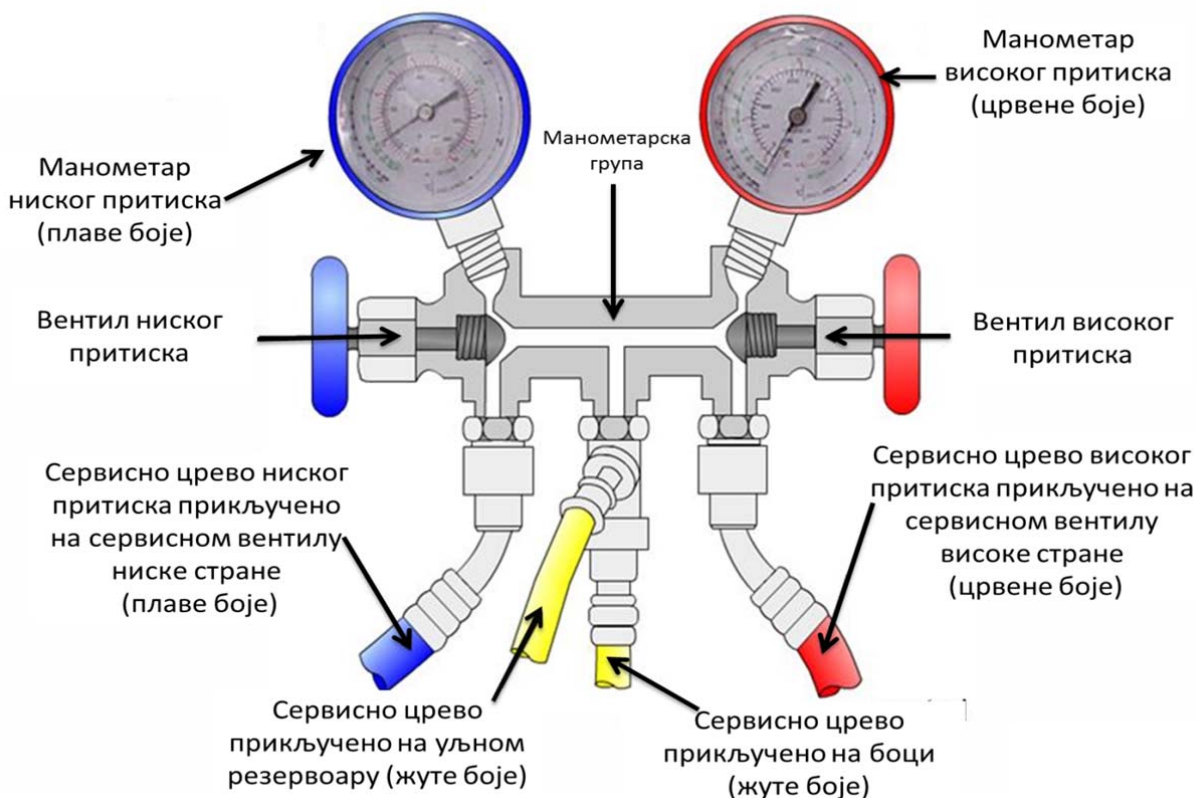
На слици лево приказана је електронска колекторска група, а на следећој испод механичка колекторска група.

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 уграђени 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. Жуту 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 вакуумирајте сервисна црева. Затворите вентиле на манометарској групи и допунски вентил на жутом сервисном цреву и искључите вакуум пумпу.

5. Правилно поступање са системом и расхладним ...

- 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.
- Прикључите допунски вентил на црвеном 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.

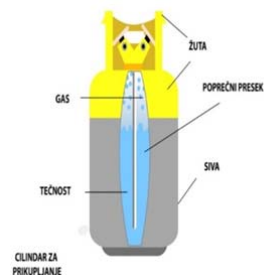
Скидање сервисних манометара

- Затворите допунске вентиле (или вентиле на самим цревама) на правом и црвеном сервисном цреву.
- Допунски вентил на жутом цреву прикључите на улазни прикључак **на уређају за прикупљање расхладног флуида**, а другим жутиим цревом прикључите уређај са цилиндром. Укључите уређај и прикупите расхладни флуид у цревима.
- Проверите да ли су сервисни вентили на уреду добро затворени, а ако нису, затворите их и тада можете да откачите сервисно црево из система. Иста је процедура и на ниској и на високој страни.

П-5.02 Пажљиво пуњење вертикалних цилиндричних посуда под притиском расхладним флуидом у течном стању и у стању паре

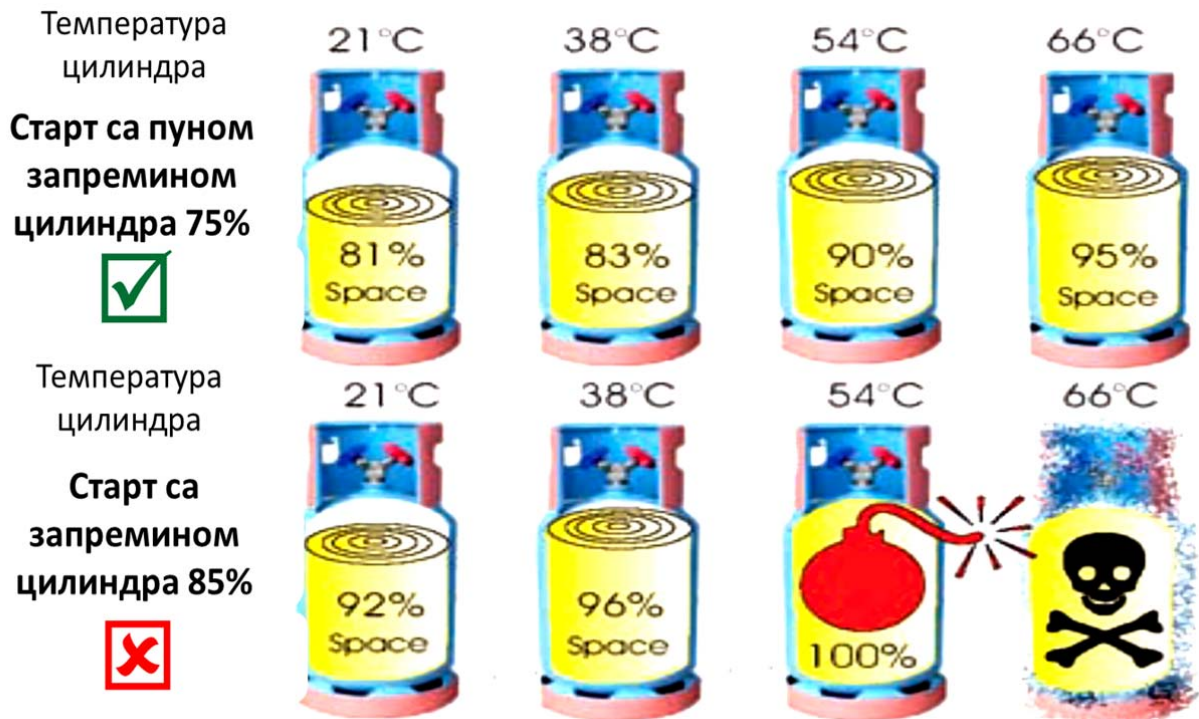
Боце за сакупљање расхладних флуида су стандардно сиве боје (слика десно), са жутом крагном (ако је гас запаљив – крагна је црвена).

Дозвољено је напунити цилиндар 75% тежински код HFC гасова. Код угљоводоника HC дозвољено је пуњење само 50% тежински. Тежинско мерење количине расхладног флуида у цилиндру је најсигурније.



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

Због ширење расхладног флуида унутар цилиндра при повећању температуре, веома је битно да се цилиндри не препуњавају. На следећој слици приказано је ширење расхладног флуида 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 цилиндра за сакупљање са заштитом од препуњавања

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

П-5.03 Коришћење комплекта опреме за сакупљање расхладног флуида уз минимално цурење

Према дефиницији у стандарду појам **сакупљање (recovery)** дефинисан је као **извлачење расхладног флуида 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 флуида, због мешања уља. **Новија генерација уређаја за сакупљање је безуљна.**

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

Постоје три начина прикупљања расхладног флуида из система:

- ✓ прикупљање расхладног флуида у парној фази – парном агрегатном стању,
- ✓ прикупљање расхладног флуида у течној фази – течном агрегатном стању,
- ✓ такозвана метода "PUSH-PULL"

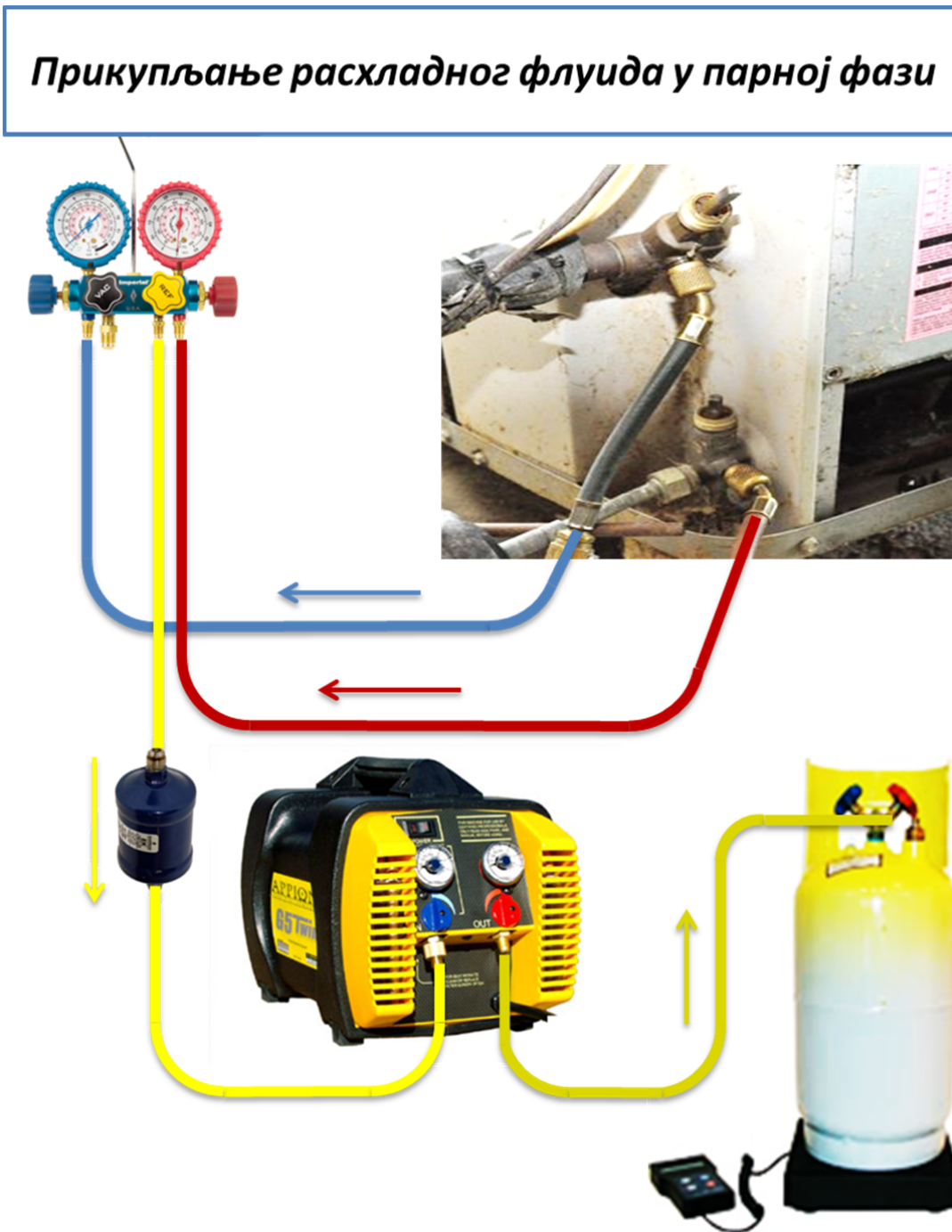
НАПОМЕНА: Коришћење ваге је добра сервисна пракса. Пре почетка сакупљања меримо празан цилиндар. По завршетку сакупљања меримо пун цилиндар. Ту информацију, осим датума и типа расхладног флуида уписујемо на етикети на самом цилиндру (слика испод).



ДАТУМ: _____ ТИП РАСХЛАДНОГ ФЛУИДА: _____ КОЛИЧИНА: _____

Прикупљање расхладног флуида у парној фази – парном агрегатном стању

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



Жуто црево повезујемо на једној страни са манометарском групом, а на другом крају прикључујемо улазни део филтера – сушача. Користимо још једно жуто црево да бисмо повезали излаз из филтера – 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 парну фазу кратка цев).

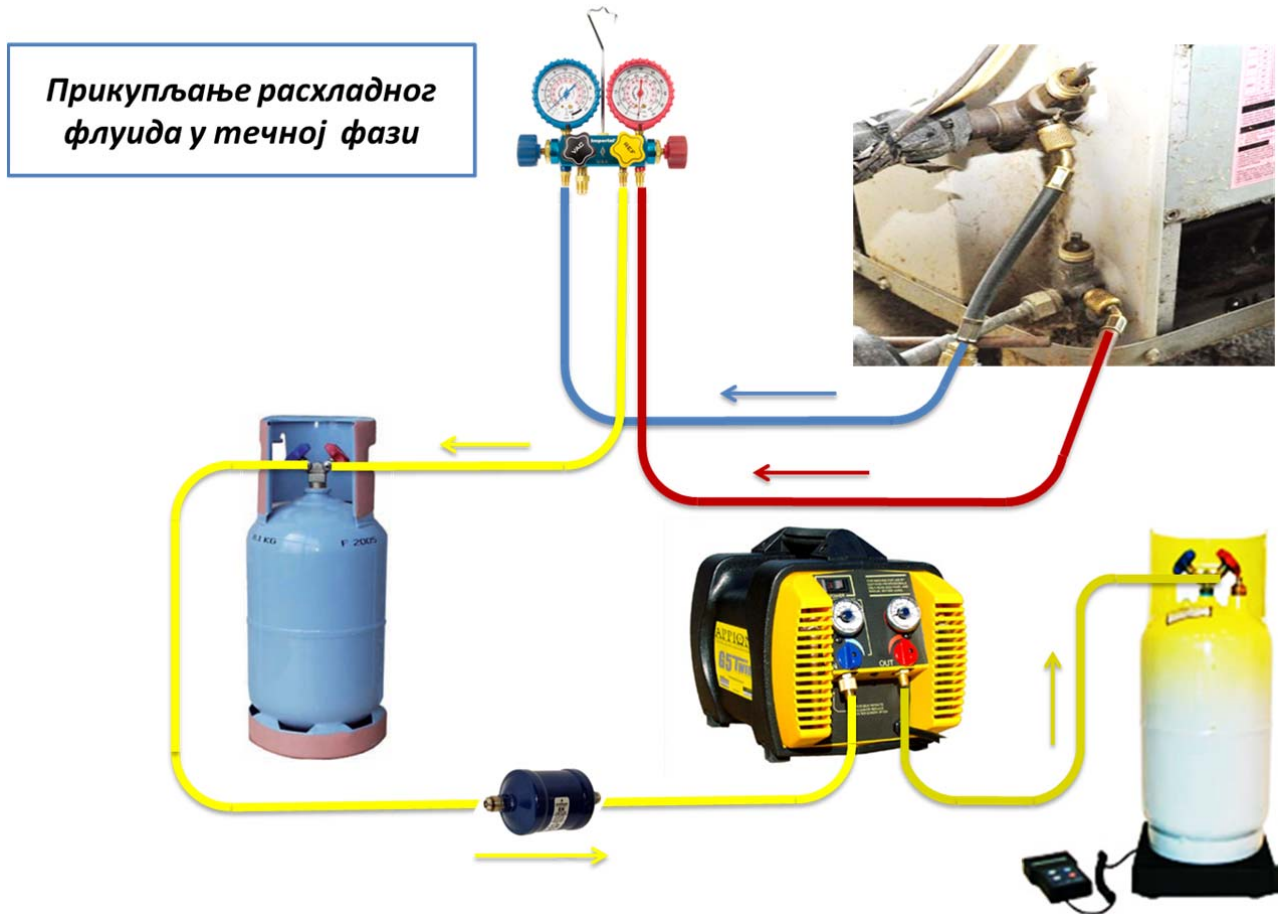
Важна напомена: евентуално отпадно или контаминирано уље из инсталације остаје у првој боци. Овај поступак користимо и код уређаја за извлачење (recovery) са уљним компресором да би га поштедели мешања са уљем из расхладног система.

На високопритисном манометру пратимо притисак у инсталацији.

Прикупљање расхладног флуида у течној фази – течном агрегатном стању

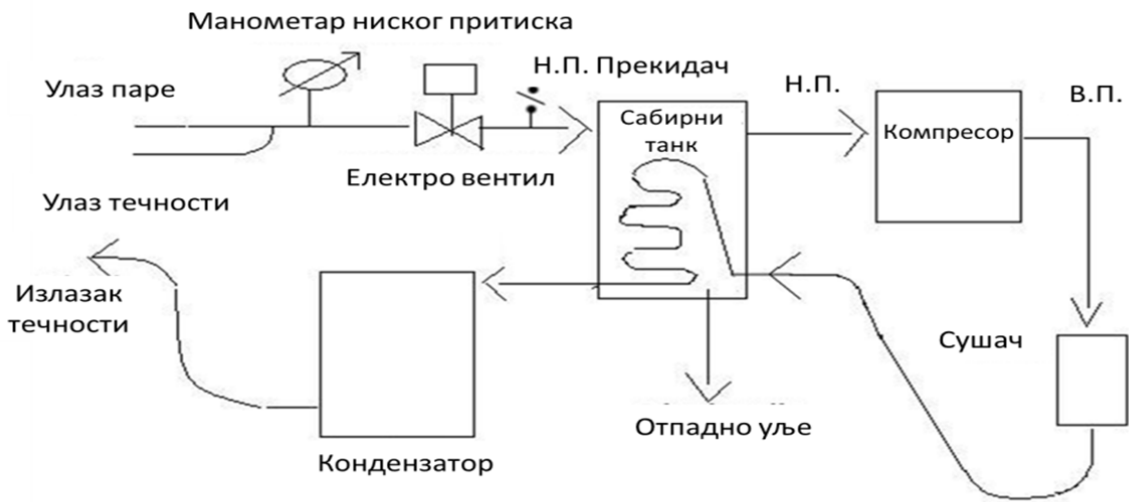
Тај начин прикупљања примењује се у систему са великим пуњењима и за смеше.

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



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

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



ШЕМА РАДА УРЕЂАЈА СТ99

5. Правилно поступање са системом и расхладним ...

Оне станице за прикупљање које користе безуљни компресор и **CPR вентил** (*crankcase pressure regulator*) могу да прикупљају флуид у течном агрегатном стању (постоји прикључак „liquid in“). Тада прикључујемо течну фазу из расхладног уређаја у прикључак „liquid in“ – на пример из рисивер боце – сабирника. Истовремено са потисом и уисом компресора можемо преко сервисних манометара објединити улаз у станицу за прикупљање на „varor inlet“. Излаз из станице за прикупљање повезујемо са цилиндром са два вентила на црвену – течну страну.

Метода **PUSH-PULL**

Повезујући инсталацију као на слици доле, пара из боце се кроз уређај за извлачење враћа на ниску страну расхладног система који је хаварисан и не ради. Пара који долази из уређаја за извацивање потискује расхладни флуид у течној фази из рисивера расхладног уређаја ка цилиндру, на прикључку у течној фази. Напомена је да ако је расхладни уређај у радном стању, можемо га покренути и убрзати извлачење расхладног флуида.



Push-Pull процедура омогућава, у расхладном систему који ради, брже прикупљање расхладног расхладног флуида у течној фази, усисавајући пару изнад течности у боци за сакупљање. То је есенцијално за велике системе из којих треба извадити расхладну супстанцу. Требало би да увек прво проверимо дијаграме и шеме конкретних система из кога узимамо расхладну супстанцу и отвореност свих електровентила.

Ограничења у примени важе за следеће случајеве:

1. Систем садржи мање од 4,5 kg расхладног флуида – због економичности и брзине тада користимо стандардни поступак.
2. Систем ради као 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 флуида.

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

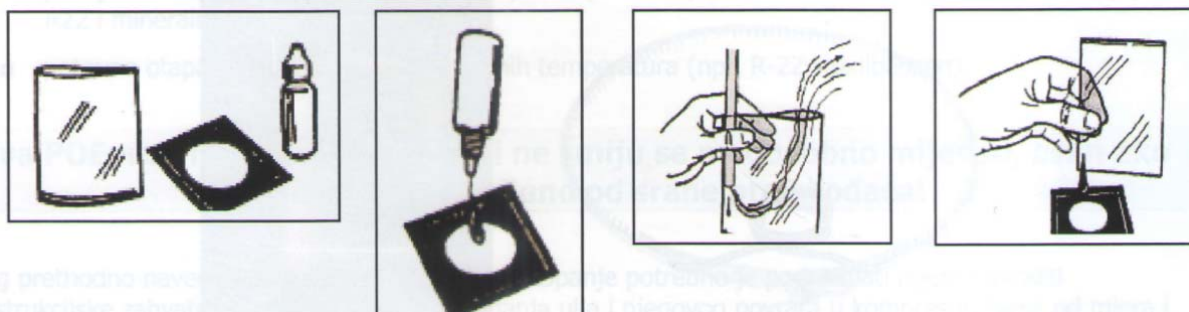
Користимо оно уље по врсти и вискозности које је већ било у инсталацији и то исте марке коју је препоручио произвођач опреме – расхладног система (нпр. Bitzer).

Боја узорка расхладног уља казује нам следеће: ако је црна, значи да је било ваздуха у инсталацији, метални сиви опилци 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 указује на присуство влаге у систему – без влаге је зелено).



Тестери минералних и алкилбензин, РОЕ уља, тест заостатка минералног уља при ретрофитингу CFC у HCFC, којег треба да буде мање од 5% после замене са РОЕ приказани су на слици горе.

Процедура узимања узорка уља „из расхладног флуида“ у кесицу – довољна је једна кап да га помешамо са тестером (слика испод).



П-5.05 Идентификовање агрегатног стања расхладног флуида у цилиндру за транспорт расхладне течности (течност, пара) и стања (потхлађен, zasiћен, прегрејан) пре пуњења, како би се обезбедила исправна метода и количина пуњења. Пуњење система расхладним флуидом (и у течной и у парној фази) без губитка.

За расхладне флуиде који су једнокомпонентни пунимо и допуњавамо инсталацију у парној фази расхладног флуида (примери: R22, R134a, R32) како је приказано на слици доле.

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

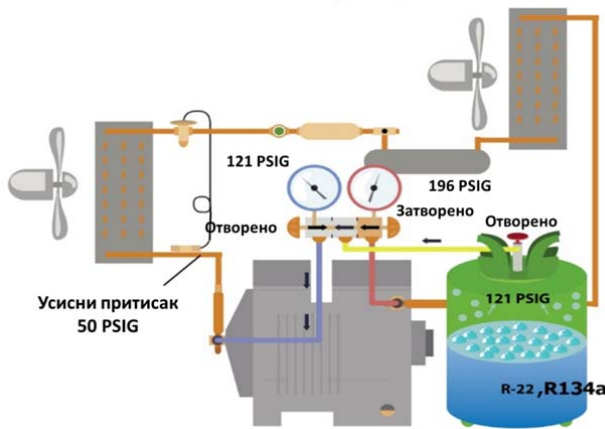
Новије смеше, **зеотропске, R4XX**, врло су остетљиве на декомпозицију смеше на супстанце од којих су састављене. Због тога се инсталација пуни расхладним флуидом **искључиво у течной фази** да не би дошло до декомпозиције смеше како је приказано на слици доле.

Практична напомена: Да не би дошло до хидрауличног удара и оштећења на компресору уколико допуњавамо расхладну супстанцу преко усисног сервисног вентила компресора у течной фази (при томе послушните да компресор није постао прегласан), дозвољено је на притисак код усиса без пуњења додати увећање до 1,75 bar (25 psi).

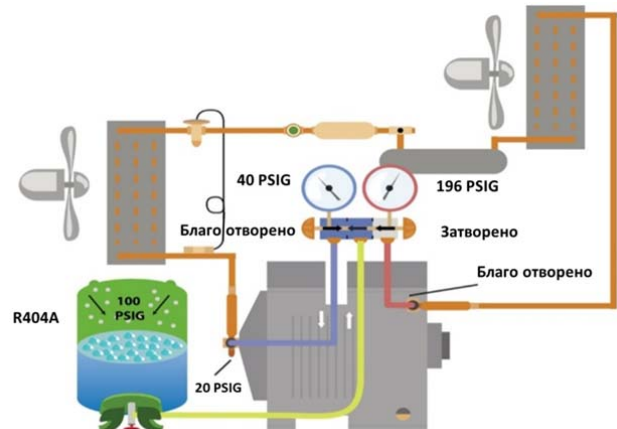
5. Правилно поступање са системом и расхладним ...

R 404A – ознака „A“ смеше се односи 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 парном фазом R22 или R134a



Пуњење течном фазом за R404A

П - 5.06 Коришћење ваге за мерење расхладног флуида

Најтачнији метод пуњења расхладног флуида је помоћу ваге (видети слику испод): а. опружна на коју се окачи цилиндар, б. електронска која показује измерену масу цилиндра са расхладним флуидом, 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 флуида се користе мале електричне ваге, у грамама, са **навртањем патроне HC флуида** (на пример, R290 у супротном смеру од казаљке на сату – јер је то сигурносни захтев код запаљивих расхладних флуида).



T-5.07 Попуњавање евиденционе књиге опреме свим одговарајућим информацијама о сакупљеном или додатом расхладном флуиду

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 флуида 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. КОМПОНЕНТЕ РАСХЛАДНЕ ИНСТАЛАЦИЈЕ: МОНТАЖА, 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 флуида који су повезани са радом компресора 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 расхладни флуид у парном стању.

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 парном 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 (видети слику испод).

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

➤ Отворени компресори – електромотор и компресор су одвојени, пренос се врши ременицама или погонском спојницом.



Херметички
клипни компресор



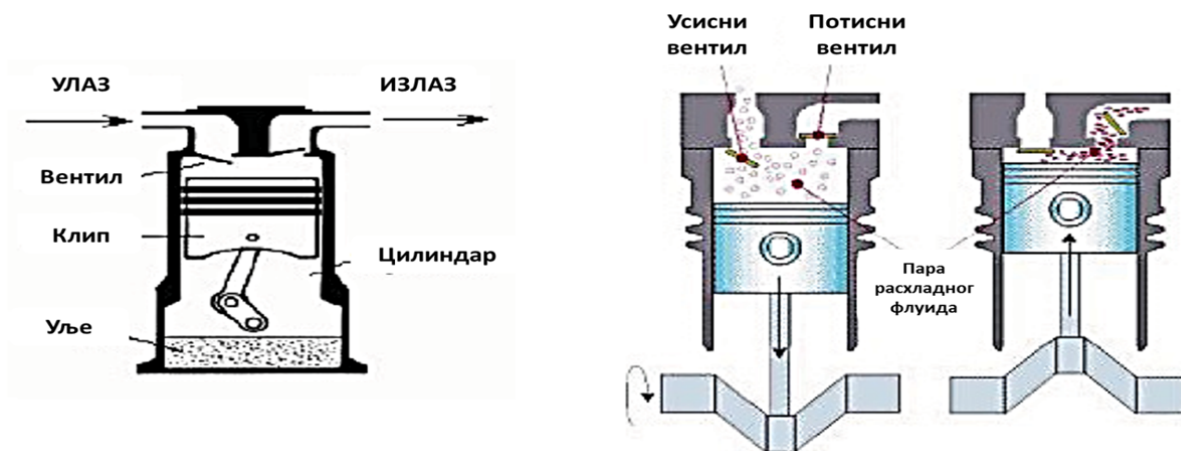
Полухерметички
клипни компресор



Клипни компресор
отвореног типа

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 (видети следећу слику).

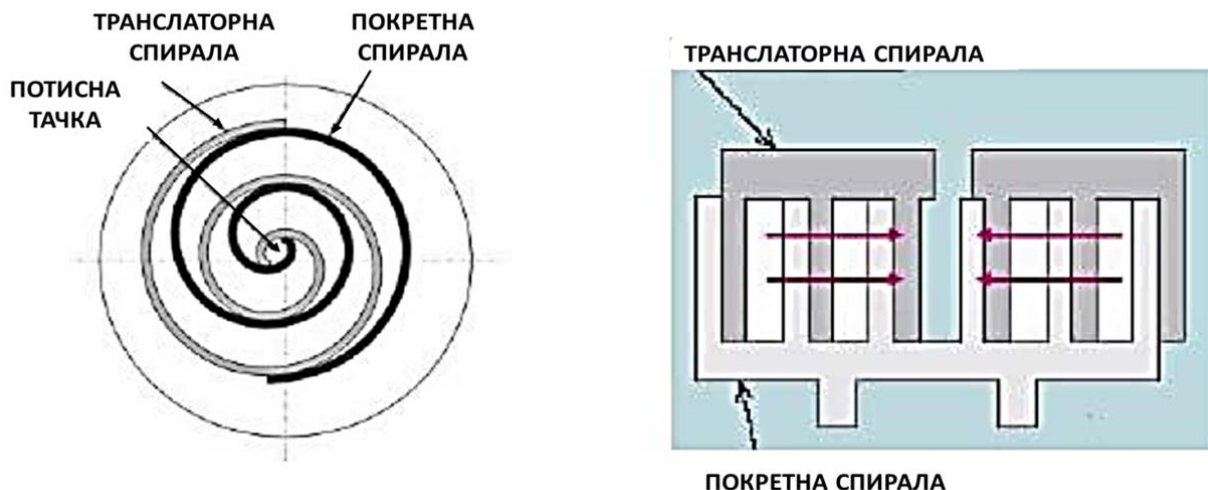


Вентили се, за разлику од оних код мотора, сами отварају и затварају под дејством промене притиска у цилиндру. Компресија и потискавање расхладног флуида у гасовитом стању изазива наизменично кретање клипа горе и доле.

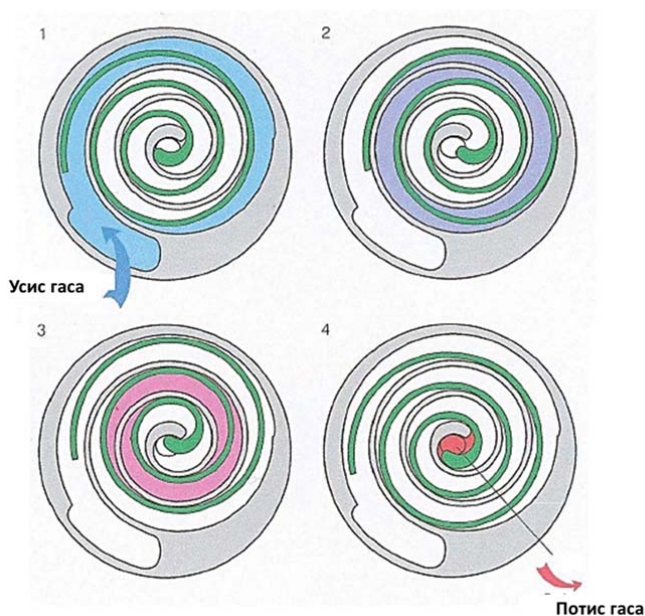
Неки клипни компресори користе подмазивање у уљном купатилу. Јединице са великим капацитетом имају пумпе за уље које се покрећу преко вратила и системе за подмазивање под притиском. Клипни компресори се производе у херметичној и полухерметичној варијанти, као и отвореног типа. Полухерметички и отворени типови се могу сервисирати. Препоручљиво је користити их 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 (видети следећу слику). 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 усисава 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 као што је приказано на следећој слици. 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.

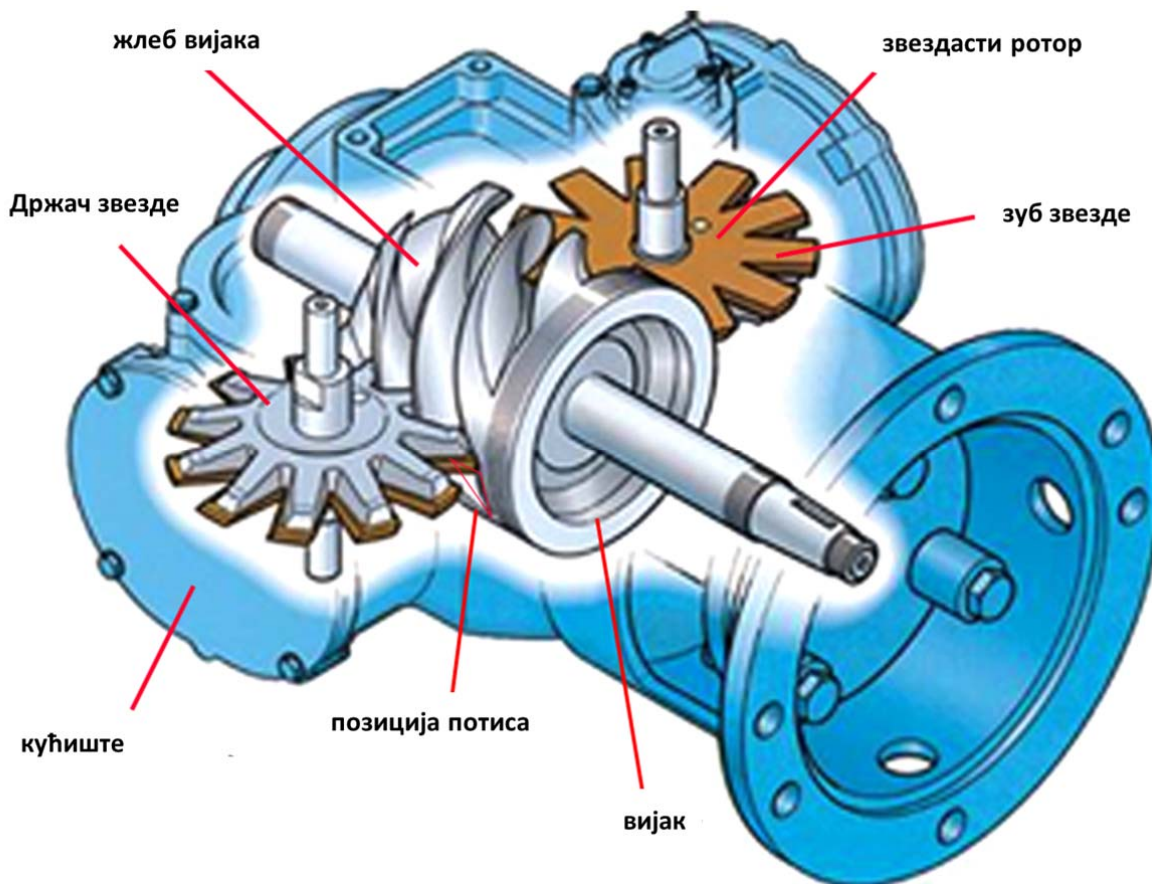


Вијчани (screw) компресори

Током последних 25 година дошло је до убрзаног развоја вијчаних (screw) компресора. Овај тип компресора налазу 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 слици доле је приказан вијчани компресор са једним вретеном (mono screw).

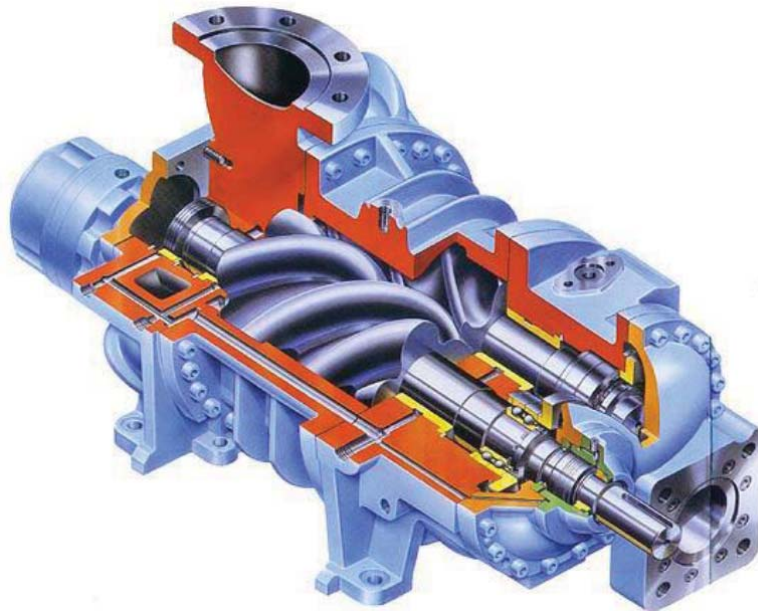


Код вијчаног компресора који има два вретена (twin), главни ротор има конвексне брегове (зубе), а помоћни (гоњени) ротор има конкавне брегове. Типична савремена конструкција савременог вијчаног компресора има 4 брега на главном и 6 брегова на споредном ротору.

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 потискавање, као што се види на слици доле). Како се вијци један у односу на други заптивају уљем, велика количина уља улази у коло. У већини случајева оно се задржава унутрашњим одвајачем уља и/или додатним системом за враћање уља.



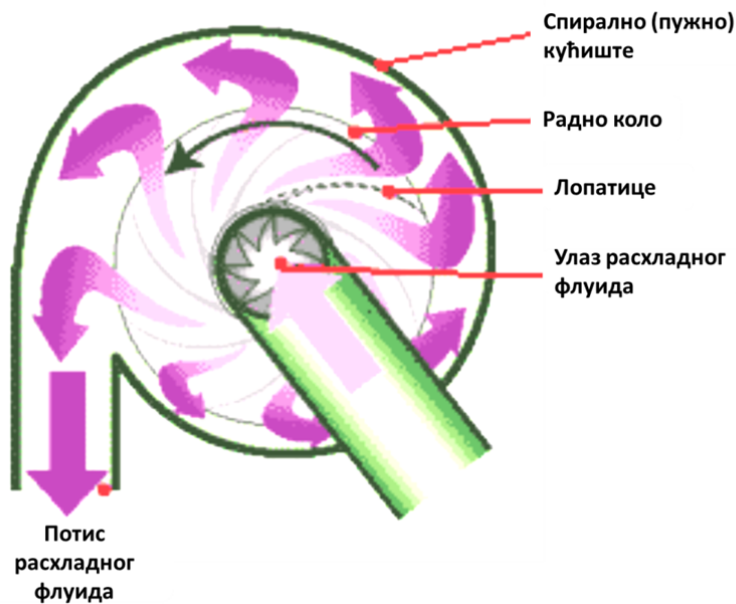
Пресек вијчаног компресора приказан је на слици испод



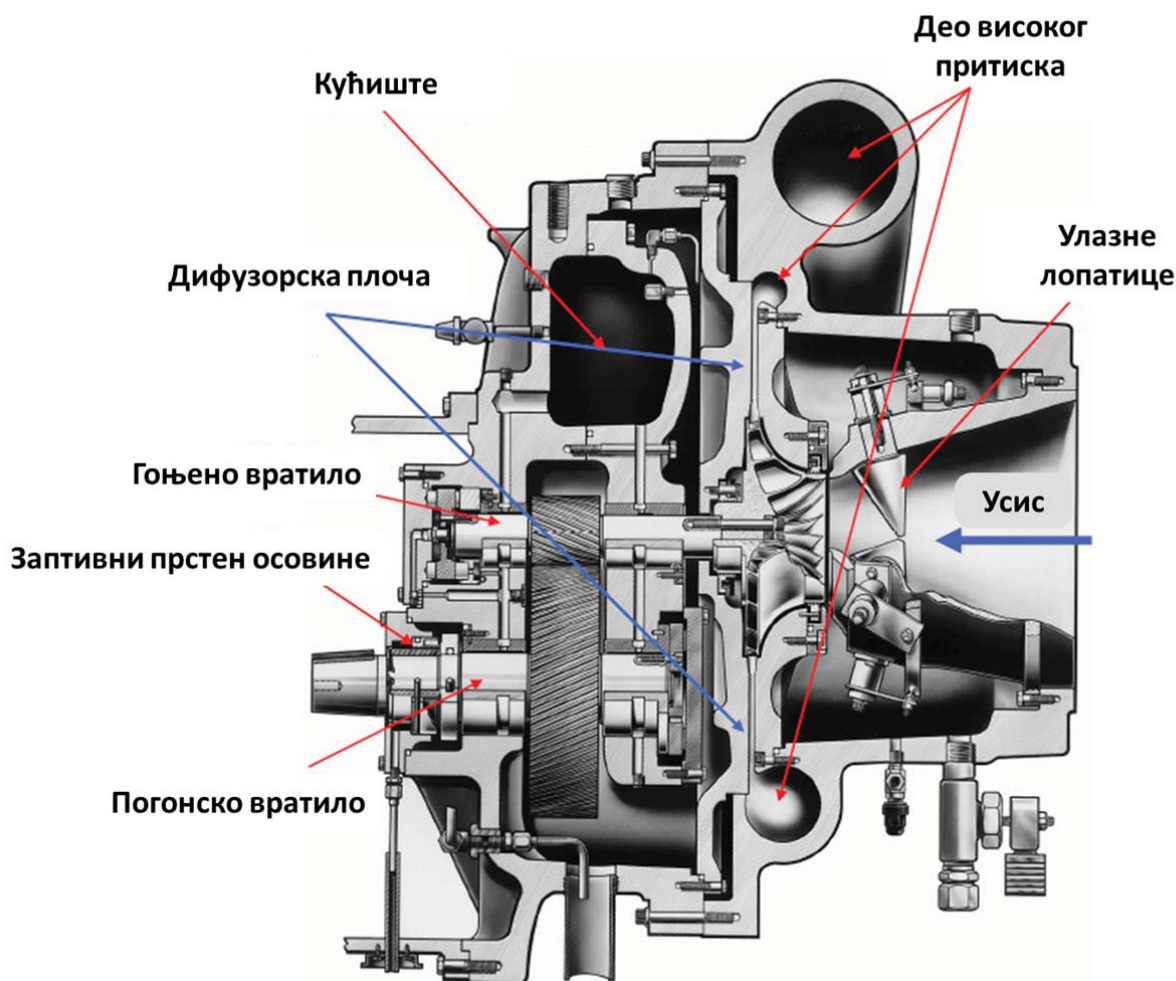
Центрифугални компресор

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

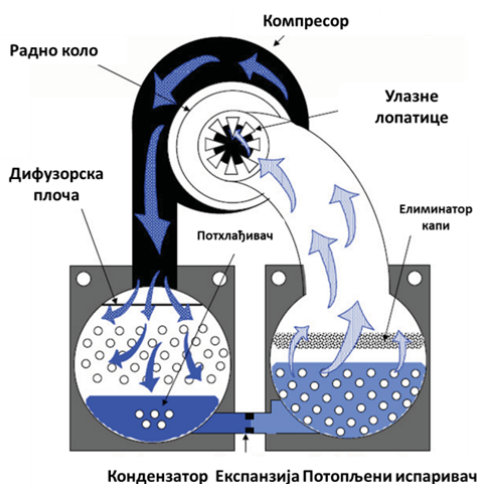
Притисак на расхладном флуиду расте зато што је притеран уз стране спиралног кућишта. Центрифугални компресори су погодни за компримовање великих количина расхладног флуида на релативно ниском притиску. Сила компресије коју производи радно коло компресора је мала, тако да чилери који користе центрифугалне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



Пресек центрифугалног компресора приказан је на слици доле



Центрифугални компресори су погодни за употребу због једноставне конструкције 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). Ово омогућава чилеру да оствари најбоље перформансе и када ради са делимичним оптерећењем, јер постоји могућност да се прецизно прилагоди понашање мотора чилера тренутном нивоу оптерећења.



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

Најчешће изведбе система су са водено хлађеним кондензатором 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 компресора, в - док озбиљније конструкције су обавезно са уљном пумпом 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. Додавање уља је само кад истече, када је то индикатор истицања и расхладног флуида.

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 флуида приликом пуштања система у рад

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

Регулација рада код клипних расхладних компресора, углавном сведена на смањење његовог капацитета, односно смањењем његовог волуметријског протока и то кроз искључење из рада, прекидом погона на радилицу компресора или смањењем броја обртаја радилице фреквентним и сличним регулаторима. Остаје осетљива тема минималне брзине расхладног флуида да би се уље кретало кроз инсталацију, бајпасовање цилиндара тако да се усис једног цилиндра „храни“ потисом другог (у пракси се дешава да бајпас вентил запекне због слабог подмазивања на виском притиску), пригушивање на усису у компресор – такозвану модулацију новим електронским ETV-electronic throttling valve- пригушним вентилом.

Вијчани компресори расхладни капацитет регулишу засуном уздужно дуж зуба ротора, чиме се 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 електро инсталацији.

Заштитни прекидачи су електропрекидно - 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 никако у пуштању не треба да је затворен проток у потисном компресорском сервисном вентилу. Ни усисни вентил не сме да буде у раду дуго затворен јер ће вакум који се ствара у компресору запалити компресорско уље на високом вакуму.

У случају да потисни и усисни плочасти вентил на вентилској плочи у компресору не затварају добро, долази до мешање притисака и не постизање компресије, што ће се видети на сервисним манометрима, како и не држању притисака при заустављању компресора.

П-6.05 Провера система за враћање уља

Код отворених и полу отворених 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 / дефроста јер је 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 потребан манометар за уље, 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. Провера притиска пре пуштања у даљи рад је обавезна после генералне оправке и упоређивање са спецификацијом произвођача.

Сепаратори уља се уграђују у већим инсталацијама (задњих година и у транспортној расхлади код свих скупљих модел и у најмањем моделу палете производа од 2 kW расхладне снаге). Они враћају компресорско уље одвојено из потисног вода у картер компресора. Мењају се при испирању инсталације обавезно, јер их је немогуће испрати.

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

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

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

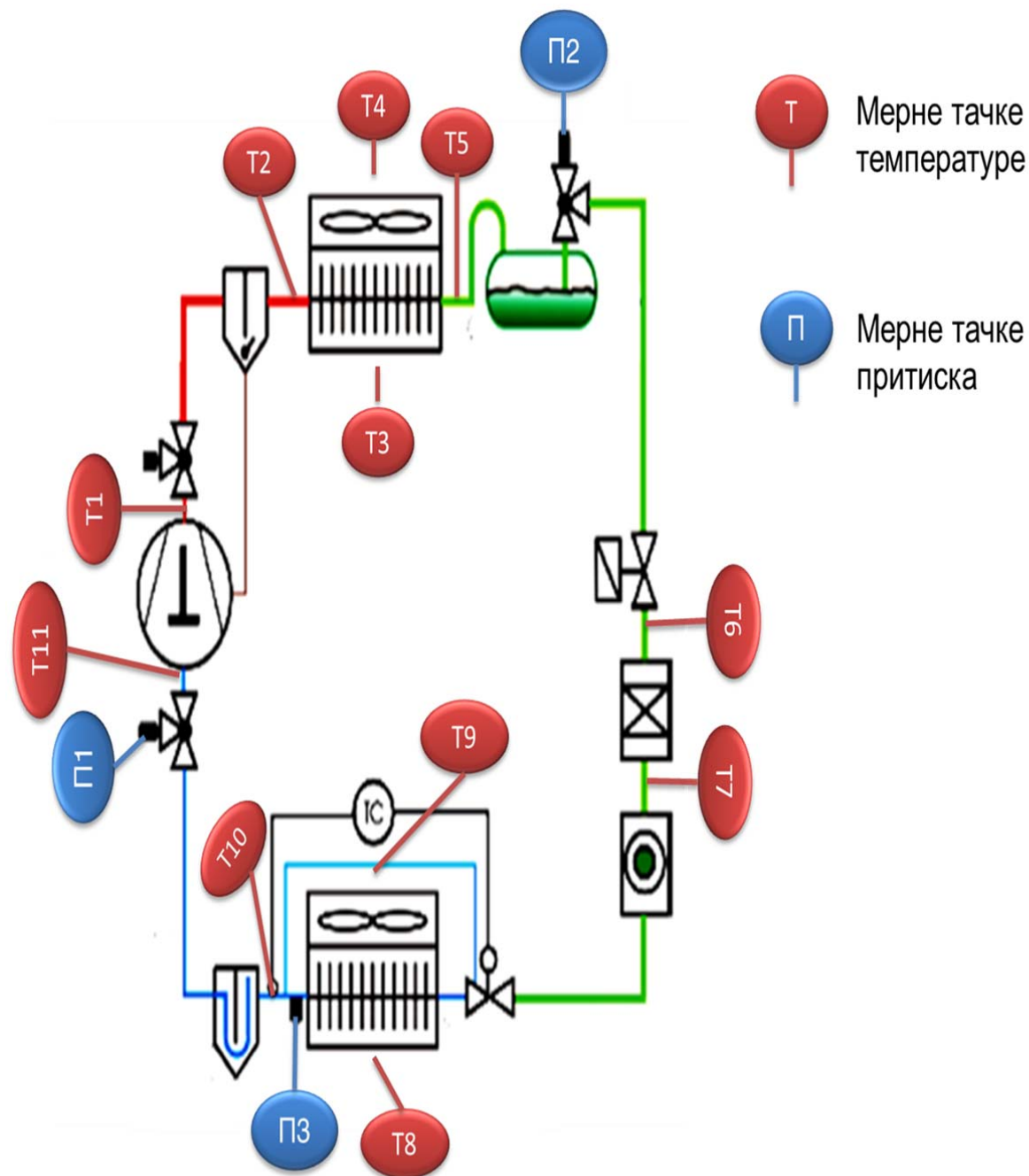
По покретању компресора, и по устаљењу рада, пратимо радне параметре да ли одговарају према захтевима које имамо у амбијенту који хладимо и наравно око кондензатора.

Амперметром са кљештима 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.

T-6.07 Писање извештаја о стању компресора у ком се идентификују проблеми при раду компресора који би могли да оштете систем и доведу до цурења или ослобађања расхладног средства ако се ништа не предузме;

Након рада сервисер треба припремити извештај у коме уписује измерене радне параметре.

На слици испод приказане су мерне тачке за контролу рада система



Извештај о пуштање у рад / сервисирање инсталације			
Сервисна радионица			
Сервисер			
Адреса			
Телефон / факс			
Број сертификата			
Информације о инсталацију			
Назив оператера			
Локација опрема			
Евидентни број опреме			
Тип уређаја		Модел и сериски бр.	
Раскладни флуид и група		Раскладни капацитет	
Даум пуштања у рад		Даум завршетка пуштања	
РАДНИ ПАРАМЕТР			
Количина пуњења			
Количина уља		Тип уља	
Уисни притисак P1		Притисак кондензације P2	
Уисни притисак из испарувачу P3			
Температура на раскладног флуида на излаз из компресора T1		Температура раскладног флуида на улаз у кондензатор T2	
Температура ваздуха на улаз у кондензатор T3		Температура ваздуха на излаз из кондензатор T4	
Температура раскладног флуида на излаз из кондензатора T5		Температура раскладног флуида на улаз у филтер / сушач T6	
Температура раскладног флуида на излазу из филтера / сушача T7		Температура ваздуха (воде) на улаз у испарувач T8	
Температура ваздуха (воде) на излазу из испарувача T9		Температура раскладног флуида на излаз из испаривача T10	
Температура раскладног флуида на излазу из испаривача T11			
LP подешени пресостат ниског притиска		HP подешени притисак на пресостату високог притиска	
ЕЛЕКТРИЧНИ ПОДАТЦИ			
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 ПОДАТЦИ			
Тип компресора		Рисивер танк - величина	
Тип кондензатора		Тип пресостата ниског притиска	
Тип испаривача		Тип пресостата високог притиска	
Примедбе:			
Потпис сервисера		Датум	

7 - КОМПОНЕНТЕ РАСХЛАДНЕ ИНСТАЛАЦИЈЕ: МОНТАЖА, ПУШТАЊЕ У РАД И ОДРЖАВАЊЕ КОНДЕНЗАТОРА СА ВАЗДУШНИМ И ВОДЕНИМ ХЛАЂЕЊЕМ

T-7.01 Објашњење основне функције кондензатора од ризика цурења који су повезани са радом кондензатора;

Основна функција кондензатора је да ослободи топлоту и преда је околина (води код водено хлађеног кондензатора или ваздуху код ваздушно хлађени кондензатор). Расхладни флуид улази у кондензатор као прегрејани гас и предавањем топлоте на околина мења своје агрегатно стање и излази као течност из кондензатора. Како би се процес размене топлоте могао извршити, температура кондензације мора да буде виша од температура околине (воде код водено хлађеног кондензатора или ваздуха код ваздушно хлађеног кондензатора). Овај процес се одвија при константном притиску.

Основна подела кондензатора је према медијуму који прима топлоту:

- Ваздух – ваздушно хлађени
- Вода – водено хлађени
- Комбиновани - хлађени водом са делимичним учешћем ваздуха.

Подела по основу конструкције кондензатора је:

- ✓ Водом хлађени - противструјни, добошаст кондензатор, коаксијални кондензатор (цев у цев), новије конструкције плочасти
- ✓ Ваздухом хлађени – са цевном змијом –пр. кућни фрижидер, са принудном циркулацијом ваздуха око кондензатора
- ✓ Комбиноване: атмосферске и евапоративне

У циљу смањења температуре кондензације, новије конструкције предвиђају орошавање размењивача воденом маглом, а најновије користе ефекат хлађења ваздуха код кондензатора са ваздушним хлађењем, при проласку ваздуха 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 флуида се доводи у унутрашњост плашта и кондензује на спољашњој површини цеви.

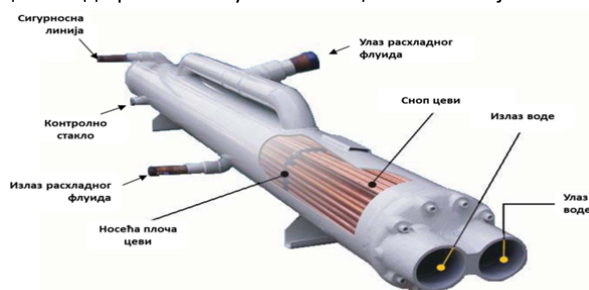
На капацитет кондензатора хлађеног водом утиче температура воде, количина воде која је протекла и температура паре расхладног флуида. Капацитет кондензатора се мења увек када се промени разлика температура расхладног флуида и воде.

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

Водено хлађени кондензатори се могу поделити у четири категорије:

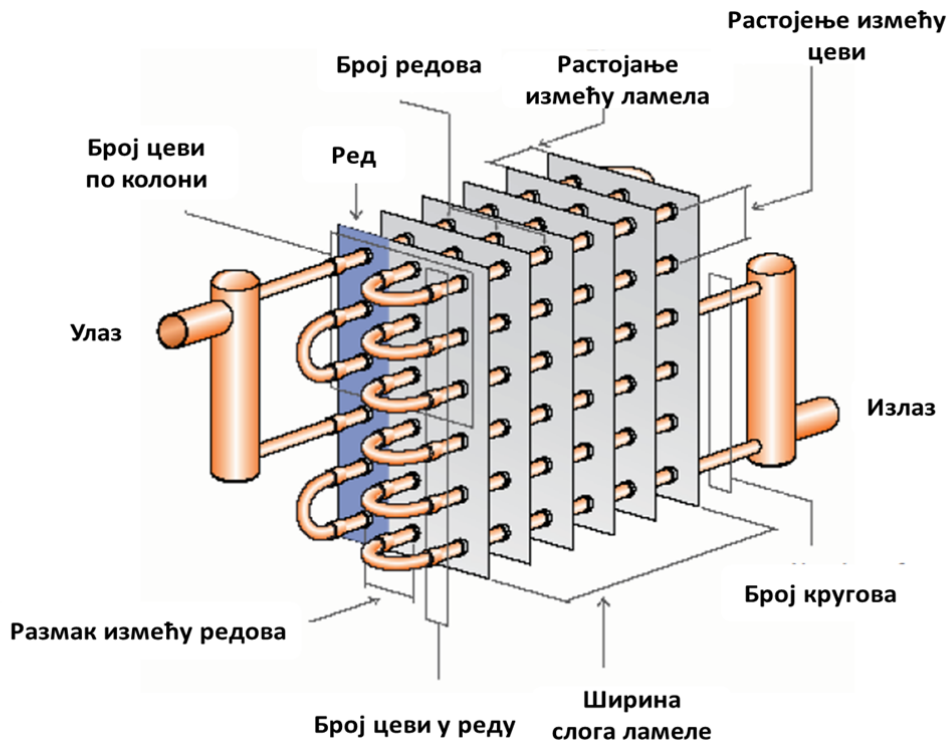
- „плашт и цев“
- „плашт и спирала“
- “цев у цев”(коаксијални) и
- добошаст

На слици испод приказани су "плашт и цев" и коаксијални кондензатор.



Кондензатор са ваздушним хлађењем

Најчешће коришћени кондензатор са ваздушним хлађењем је цевно ламеластички кондензатор. Цеве кондензатора кроз које пролази расхладни флуид су бакарне (видети слику испод), а кроз алуминијумске ламеле пролазе те бакарне цеве.



Цеве и ламеле су густо поређени како би се постигла довољно велика површина размењивача. Струјање ваздуха може да буде природним путем (код фрижидера у домаћинству) и принудним путем помоћу вентилатора.

Кондензатори са ваздушним хлађењем састоји се од три дела (слика испод)

- ✓ Први део служи за одвођење топлоте прегревања (desuperheating section).
- ✓ Други део (главни део) реализује одвођење латентне топлоте и промену агрегатног стања расхладног флуида из паре у течност – **кондензација расхладног флуида**
- ✓ Трећи део је подхлађивање течног расхладног флуида (subcooling).



На слици испод приказани су ваздушно цевни кондензатор (употреба код домаћих фрижидера), принудно хлађени индустријски и атмосферски кондензатор



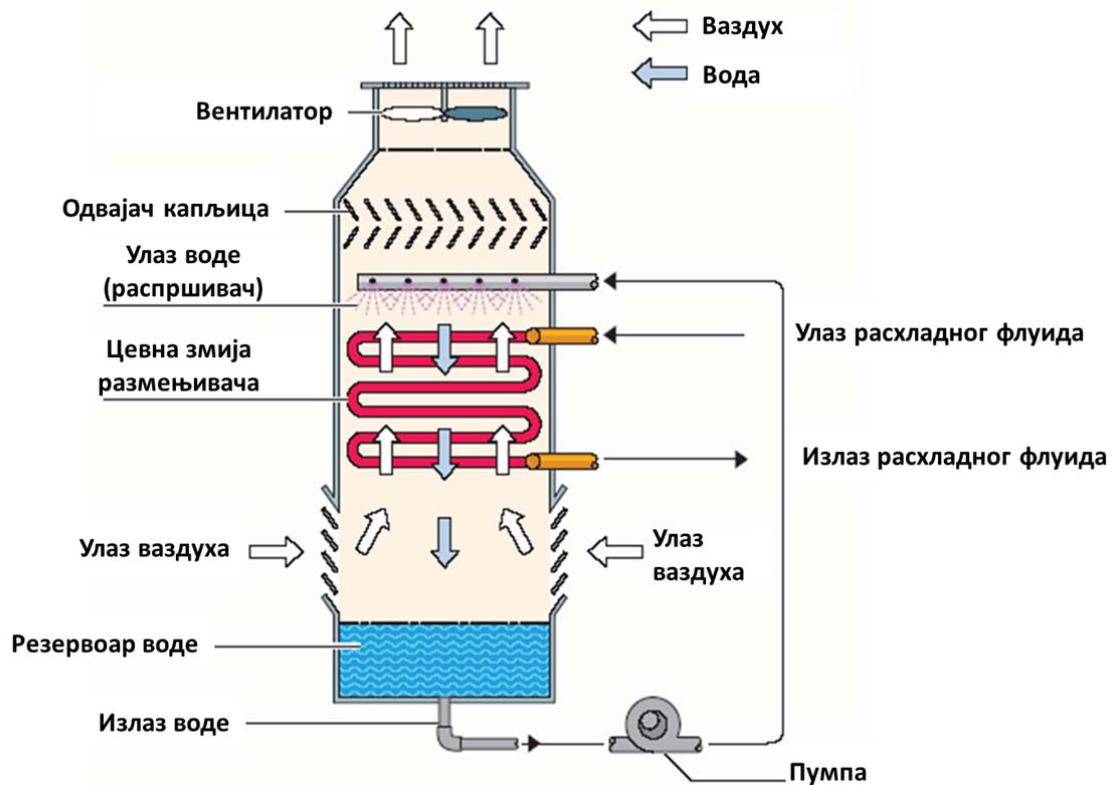
Евапоративни кондензатор

У суштини евапоративни кондензатор у једном уређају комбинује функције расхладног торња и кондензатора хлађеног ваздухом. Заправо, функционише као кондензатор хлађен ваздухом посебно када је температура сувог термометра довољно ниска.

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

Типично 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 капљица и уређаја за додавање воде. Серпентина је направљена од паралелних бакарних цеви, галванизованог челика или нерђајућек челика. Због великог коефицијента прелаза топлоте на страни на којој се распршава вода нису потребна ребра. Поред тога голе цеви (без ребра) се лакше чисте и мања је могућност да се запрљају.

На слици испод приказан је евапоративни кондензатор.



П-7.02 Подешавање регулатора притиска кондензације везаног за рад кондензатора

Притисак кондензације је врло битан пошто је директно повезан са температуром кондензације. Регулација рада ових кондензатора нарочито је битна у току зиме како не би дошло до сувише ниског притиска кондензације. Уколико уређај нема властито уграђену контролу, препорука је да монтира пресостат који ће укључивати или искључивати вентилаторе на одређеном притиску код ваздушно хлађеног кондензатора, или термо вентил који регулише проток воде код водено хлађених кондензатора. 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 флуида приликом пуштања у рад система

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

Притисци кондензације су највиши код вазухом хлађених кондензатора, а најнижи код евапоративних кондензатора.

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

Практично највиши притисци у инсталацији су у кондензатору. Потенцијално велико и брзо цурење (истицање) се појављује на страни високог притиска и пошто се у кондензатору трансформише расхладни флуид из парне у течну фазу. Спојеви на страни високог притиска су најосетљивији на потенцијална испуштања, зато посебно обратити пажњу на проверу пре пуштања у рад. Утицај корозије и атмосферски утицаји током времена остављају трагове на трајност кондензатора, па код аутомобила сада се примењују микроканални кондензатори чији радни век је ограничен хемикалијама ради отапања соли на путу и слично. Ситним размацама 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 део ретко, због смањене поузданости, могу се набавити са гаранцијом дужом од 1-2 године.

Регулација рада кондензатора се своди на регулацију протока средства за хлађење кондензатора. У случају воде као расхладног средства постиже се смањењем броја обртаја напојне пумпе, чиме одржавамо температуру кондензације у складу са температуром излазне воде. Код ваздухом хлађених кондензатора 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 у начин рада без воде - „сув“.

П-7.04 Подешавање заштитних и контролних прекидача

Потисни вод, излаз из компресора до улаза у кондензатор, као и цевни водови до улаза у термосттском експанзионом вентилу су места где се постављају заштитне и контролне прекидаче које штите расхладне уређаје или уређаје за климатизацију од великог притиска. Поред пресостата високог притиска (са и без аутоматског ресетовања), постоје и електрични прекидачи са сигурносном и/или функционалним укључењем кондензаторских вентилатора у рад при повишење 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 се апсорбују флексибилним цревом аксијално на кретање, без увијања нормално на правац осциловања компресора. Вибрације и висока темпертура на изласку из компресора узрокује у том делу инсталације могуће истицања расхладног флуида. Течни вод на излазу из сакупљача течности или подхлађени расхладни флуиди на излазу из кондензатора представља критичну тачку са становишта истицања расхладног флуида, због највишег притиска у инсталацији и течне фазе расхладног флуида. Провере на истицање при раду система, једном од директних метода, даје задовољавајуће резултете.

П-7.06 Испуштање некондензујућих гасова из кондензатора уз коришћење за то уређај за испуштање расхладног флуида

На највишој тачки кондензатора се дода цевни извод који ће надвисити кондензатор и који ће сакупити ваздух и некондензибилне супстанце (на пример гас од сагорелог компресорског уља или чак расхладни флуид који се разлаже под високим притиском или температуром). Некондензибилни гас ће подићи притисак кондензације. Самим искључењем расхладе, а наставком хлађења кондензатора, после извесног времена сав гас се кондензује и ако је и тада притисак у кондензатору виши од притиска кондензације расхладног флуида – то је индикатор да у систему постоје некондензибилни гасови. Код већих инсталација се ручно испушта некондензибилни гас до притиска кондензације из кондензатора или рисивера.

Код ауто клима, станица за прикупљање расхладног флуида, пошто их примењујемо за један гас на пример R134а, 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 из рада кондензатора и провера радних параметара, укључујући и мерења током рада кондензатора

- Притисак кондензације треба да буде таблично коресподентан средњој температури кондензације $T_{\text{конд}} = T_{\text{амб}} + 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Ако искључимо вентилатор кондензатора (или прекријемо усис ваздуха преко кондензатора), пораст притиска треба да 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 на температури околине, предходно третиран благим – некорозивним супстанцама, за скидање инсеката, мушица, прашине и друго. 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 поправити алатом пре почетка чишћења.

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

Т-7.09 Писање извештаја о стању кондензатора у ком се идентификују проблеми при раду кондензатора који би могли да оштете систем и доведу до цурења или ослобађања расхладног флуида ако се ништа не предузме;

На крају рада сваке операције сервисер треба урадити извештај о послу који је одрадио. Уколико не постоји неки формат извештаја може се користити извештај на страни 67 овог приручника.

8. КОМПОНЕНТЕ РАСХЛАДНЕ ИНСТАЛАЦИЈЕ: МОНТАЖА, ПУШТАЊЕ У РАД И ОДРЖАВАЊЕ ИСПАРИВАЧА СА ВАЗДУШНИМ И ВОДЕНИМ ХЛАЂЕЊЕМ

T-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 бити 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 течни расхладни флуид који долази из експанзионог вентила испари (зона испаравања) и да се, ако је то предвиђено, прегреје (зона прегревања).

Према начину пуњења расхладним флуидом, испариваче можемо поделити на:

- Суви (DX) испаривачи са директном експанзијом
- Преплављени (потопљени) испаривачи

Према врсти средине испаривачи се могу поделити на:

- ✓ Испариваче са ваздушним хлађењем
- ✓ Испариваче са воденим хлађењем

Испаривачи са ваздушним хлађењем

Испаривачи хлађени ваздухом по конструкцији су слични са вазушно хлађеним кондензаторима. Састоје се од бакарних цеви на које су повезане алуминијумска ребра ради повећавања спољашње површине.

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

У случају да је температура испарења испод -3°C , кондензована вода ће се замрзнути 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 је са природном циркулацијом ваздуха (мирно хлађење) и циљ је имати мали кало у намерницама које се чувају.

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

Испаривачи са течним хлађењем типа DX (суви испаривачи)

Испаривачи хлађени течношћу се обично користе у системима са индиректним хлађењем. У овим 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 размењивачима топлоте расхладног система.

Предности овог система су: једноставна регулација хлађених јединица, цурења су мање критична, исти размењивач топлоте се може користити и за грејање и за хлађење, користе се мање количине расхладног флуида, нижи су губитци притиска због краћих водова низ које циркулише расхладни флуид.

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

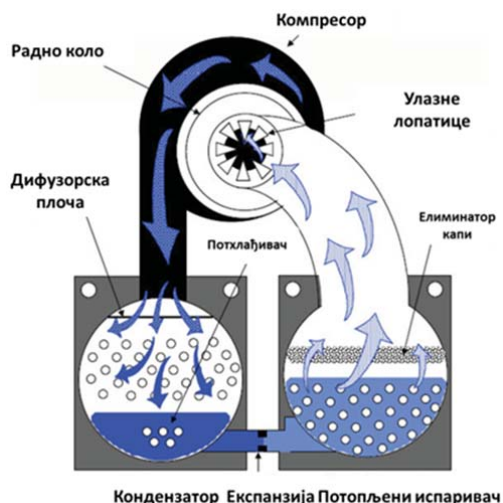
Постоји више типова, али најчешће коришћени испаривачи водом хлађени су: плочасти лемљени и цевасте – “плашт и цев” (shell and tube) или “цев у цев” (tube in tube).

На слици испод приказани су "плашт и цев" испаривач и плочасти лемљени испаривач:



Код "плашт и цев" сувог испаривача са течним хлађењем (DX shell and tube evaporator), расхладни флуид пролази кроз цеви испаривача а течност је око цеви, шта је супротно од водено хлађеног кондензатора где вода пролази кроз цев, а расхладни флуид је око цеви.

Преплављени (потопљени) испаривачи



Код система великих капацитета честа је појава коришћење такозваних преплављених - потопљених испаривача (видети слику лево). За разлику од сувих испаривача овде је расхладни флуид око цеви, а вода струји низ цеви. У случају ових испаривача јако је битна контрола нивоа течног расхладног флуида у испаривачу.

П-8.02 Подешавање регулатора притиска испаравање у испаривачу

Први приступ је да посредно користимо експанциони вентил са егализацијом који преноси информацију о притиску на излазу из испаривача. Услед прегревања у сонди затвара се експанциони 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 флуида приликом пуштања у рад система

Положај испаривача у расхлади је јако битан, јер треба обезбедити правилно опструјавање производа 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) је такође неопходност у раду са замрзнутом робом, па тацну за сакупљање кондензата и одвод кондензата (евентуално уградити грејаче) усмерити тако да са падом, кондензат гравитационо отиче.

П-8.04 Подешавање заштитних и контролних прекидача

Исто као код компресора и кондензатора подешавање заштитних и контролних прекидача је веома важно. Обично је на испаривачу пресостат – прекидач ниског притиска расхладног флуида.

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

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

Подешавање ових уређаја је у складу за препоруком произвођача.

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

Оно на шта треба обратити пажњу је да течни вод не буде изложен топлоти и да не буде испаравања течног раскладног флуида до доласка у експанзиони вентил. Препорука је изолација овог вода термоизолацијом са спољашње стране.

Још једна препорука је да усисна цев поседује U сифон за сакупљање компресорског уља да не би уље нерастворено у раскладном флуиду завршило на усису у компресор и компресиони простор изазивајући хидраулични удар и тиме пуцање вентилског склопа у компресору. На уласку у компресор је присутно флексибилно црево (suction absorber) због вибрација компресора.

П-8.06 Провера цевовода топлот гаса за отапање испаривача

Отапање (defrost) је битна операција којом чистимо наслагае иња-леда са испаривачког размењивача да би имао пун капацитет хлађења, јер лед представља изолацију која спречава интензивну размену топлоте ваздуха око робе са површином испаривача.

Један од начина отапања је **топлим гасом**. Топли гас раскладног флуида високог притиска и 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 сакупљање кондензата - воде. Даље, кондензат из тацне иде цевима под углом ка одводу ван коморе. При томе нема контроле температуре у комори, нити хлађења и вентилатори на испаривачу нису укључени. Ако се тражи убрзано отапање тада вентилатори испаривача могу да раде умањене снаге, или клапном (damper door) се затвара излаз ваздуха ка роби.

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

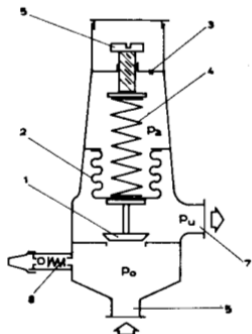
Почетак отапања и завршавање овог процеса може бити регулисано температурном сондом која се налази у сакету самог испаривача (coil temperature), праћењем пада притиска ваздуха код испаривача (air switch) или може бити временски регулисано.

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 врши регулација почетка и краја отапања.

Код временски регулисаног отапања укључивање почетка отапања се врши тајмером (на пример 4 сата ако је температура у комори око задате, 6 сати док се спушта температура ка жељеној). Крај периода отапања је опет временски дефинисан.

П-8.07 Подешавање вентила за регулацију притиска испаравања



Други приступ у односу на подешавања регулатора притиска испаравања (заглавље П-8.02 овог приручника), је регулација притиска испаравања директно вентилом константног притиска. Раст притиска испаравања отвара печурку вентила (позиција 1 на слици лево) вентила до притиска усисавања у компресор.

Подешавајућа сила опруге и атмосферског притиска P_{atm} изнад меха (кроз рупицу 3) је супростављена сили притиска испаравања. Усисни притисак у компресору делује и на мех (позиција број 2) и на печурку вентила (позиција 1).

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

Проверити да ли су ребра испаривача оштећена и исправити ако јесу искривљене алуминијумска ламеле чешљем за ребра.

Провери положај сонде термоекспанзионог вентила (детаљнији опис у заглављу П-09.02 овог приручника), и сонде термостата уз рад термостата.

Провери да ли раде грејачи на одводу кондензата и да ли је црево кондензата проходно да би функција отапања (дефроста) била задовољавајућа.

Извршити проверу на буку и вибрације при раду, чистоћу вентилатора и погонског електро мотора.

П-8.09 Провера површине испаривача

Размак између ребара (корак) зависи од температуре која се треба постићи и иде од 8 мм за позитивне температуре, до 30 мм 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 грађанства против развоја плсни, буђи, бактерија, у влажној и топлој средини.

П-8.10 Писање извештаја о стању испаривача у ком се идентификују проблеми при раду, а који би могли да оштете систем и доведу до цурења или ослобађања расхладног флуида ако се ништа не предузме;

На крају рада сваке операције сервисер треба урадити извештај о послу који је удрадио. Уколико не постоји неки формат извештаја може се користити извештај на страни 67 овог приручника.

9. КОМПОНЕНТЕ РАСХЛАДНЕ ИНСТАЛАЦИЈЕ: МОНТАЖА, ПУШТАЊЕ У РАД И СЕРВИСИРАЊЕ ТЕРМОЕКСПАНЗИОНИХ ВЕНТИЛА (ТЕВ) И ДРУГИХ ДЕЛОВА

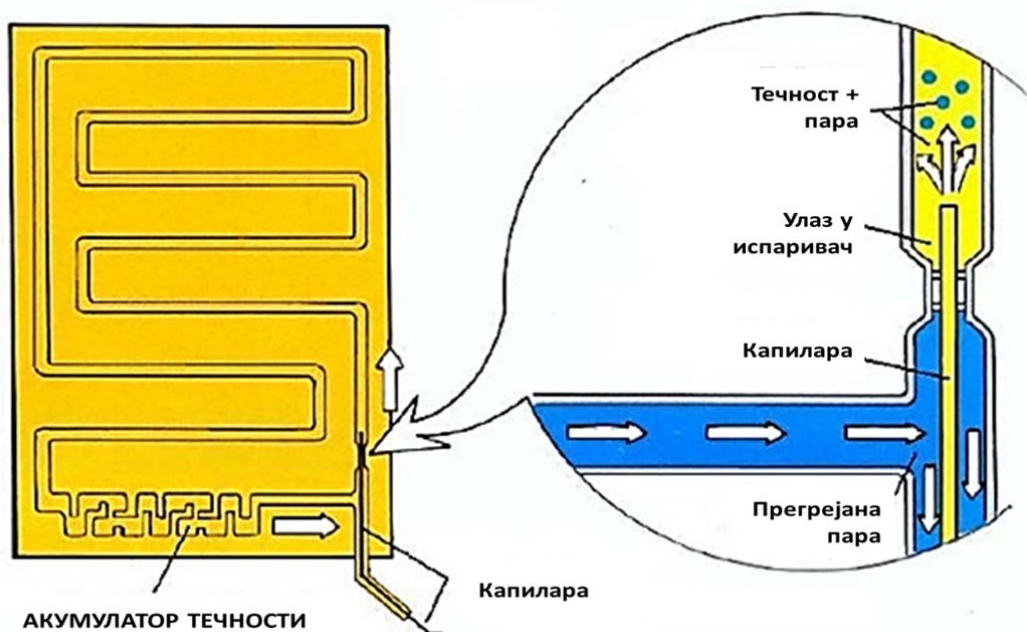
T-9.01 Објашњење основног рада различитих врста експанзионих регулатора (термо-експанзионих вентила, капиларних цеви) и ризика од цурења који су повезани са њиховим радом

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

Други задатак пригушног вентила јесте да снабдева испаривач са оноликом количином течног расхладног флуида колико може да испари у датим условима рада. Ако је испаривач презасићен расхладним флуидом, 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 прегревавање. Висока ефикасност расхладних постројења може се постићи кад расхладни флуид у потпуности испарава у испаривачу и напушта испаривач у врло мало прегрејаном стању.

Процес експанзије расхладног флуида у пригушном уређају је изенталпски, што значи да се топлотни садржај не смањује нити се повећава кад расхладни флуид 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).

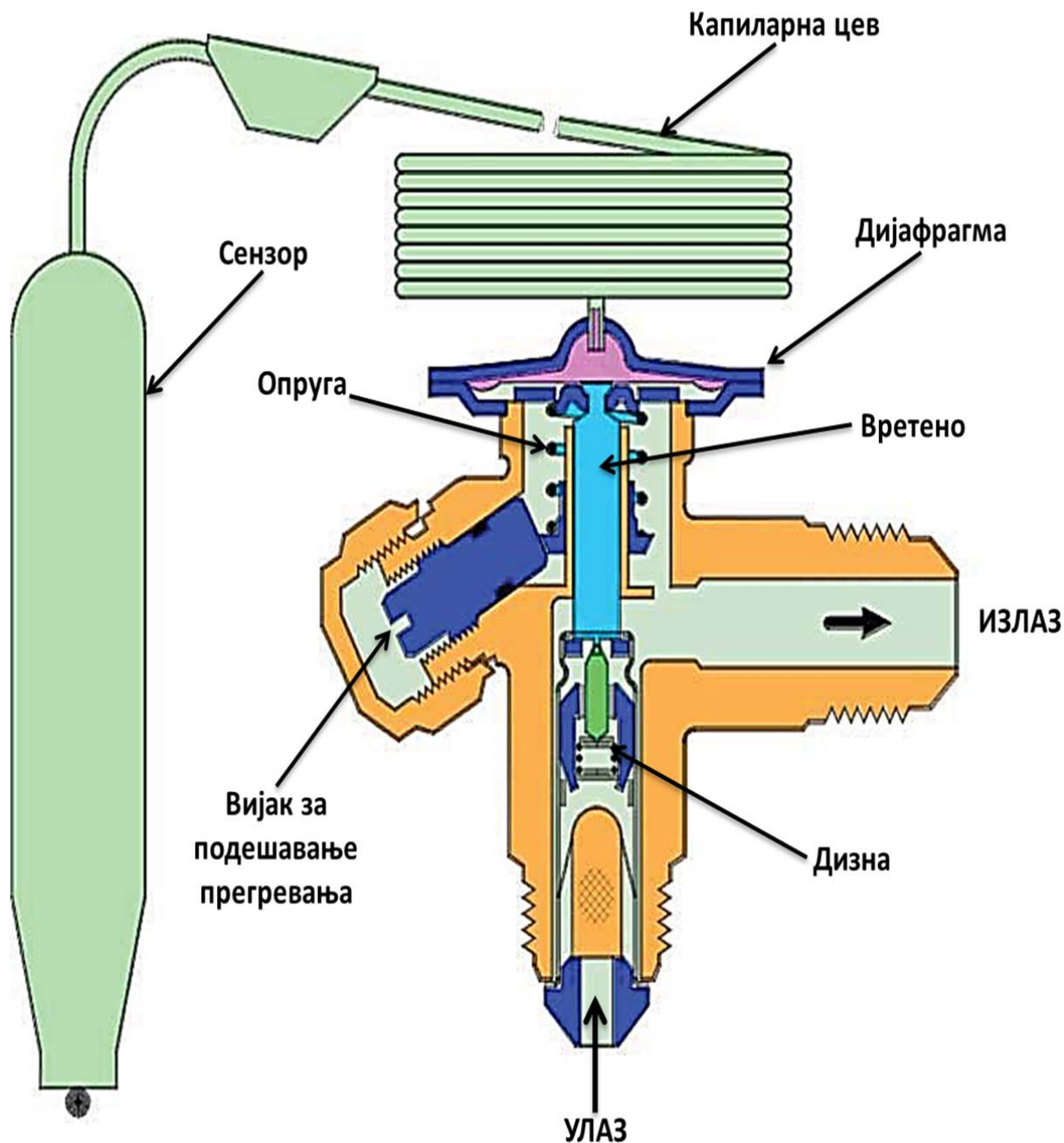


При искључењу расхладног уређаја, пошто нема усиса у компресор, расхладни флуид се расподељује у расхладном систему све до уласка у компресор, па треба уградити заштиту од уласка течне фазе расхладног флуида у усис компресора ради избегавања хидрауличног удара. Пример на претходној слици је акумулатор 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 приказан на слици испод.

Специфично подешавање термоекспанзионог вентила је неопходно за сваку радну тачку расхладног система. Како није могуће стално подешавати вентиле (а 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 флуида из испаривача у компресор. Хидраулички удар често изазива оштећење компресора.

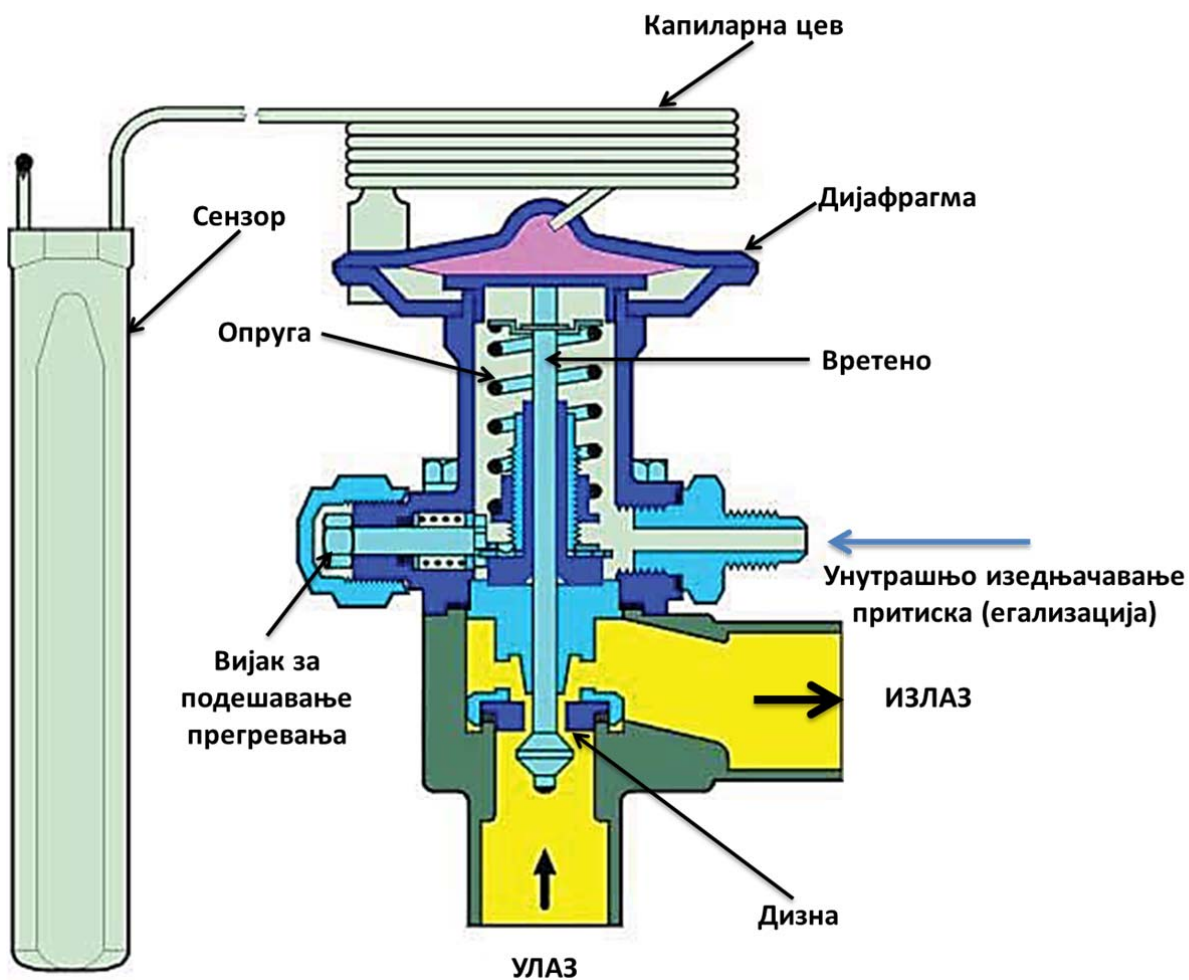


Да би се разумело како термоекспанзиони вентил функционише, треба детаљније размотрити све његове делове:

- 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
- тело вентила, са једним или више потисних вретена којима управља дијафрагма. Вретена регулишу отварање дизне кроз коју се расхладни флуид дозира у испаривачу.

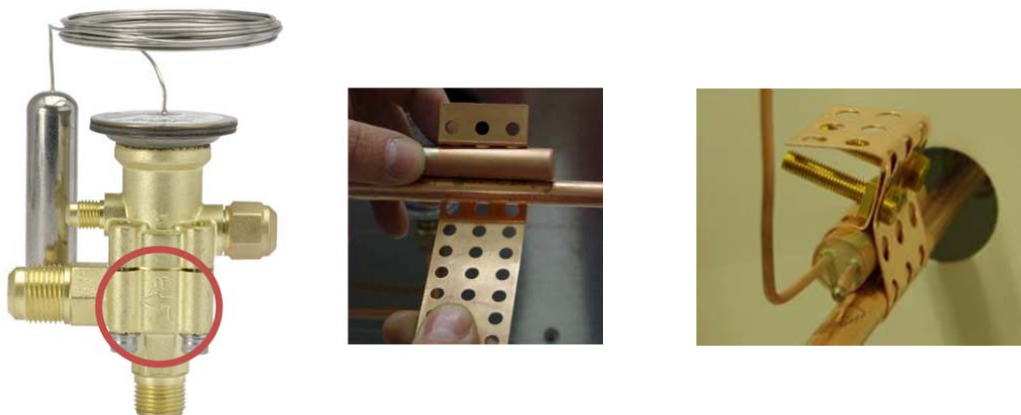
Кретање вретена зависи од притиска који на дијафрагму делује у смеру супротном од смера опруге. Сила опруге, која одређује статичко прегревање, може бити фиксна или променљива.

Термостатски експанциони вентил са унутрашњим изједначавањем притиска је приказан на следећој слици.



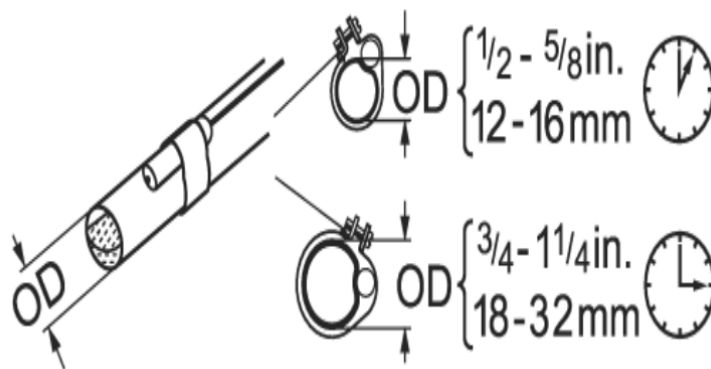
Термостатски експанциони вентил са унутрашњим изједначавањем притиска

П-9.02 Постављање термоекспанзионог вентила у исправан положај

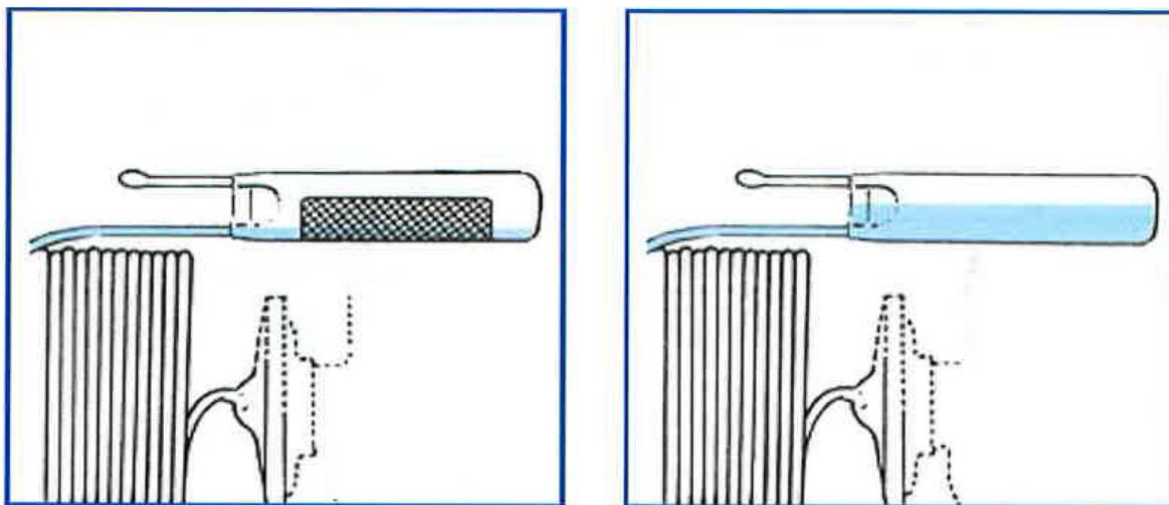


При уградњи експанзионог вентила треба обратити пажњу на ознаке смера протока раскладног флуида, које се налазе на телу вентила (претходна слика).

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 (претходна слика). 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 флуидом.



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

П-9.03 Подешавање механичких – електронских термоекспанзионих вентила

Подешавање механичког термоекспанзионог вентила

Подешавање механичког термоекспанзионог вентила се своди на подешавање прегревања подешавањем силе на опрузи термоекспанзионог вентила. Прегревање (*suction superheat*) јесте разлика стварне (измерене) температуре расхладног флуида у парном стању на изласку из испаривача и температуре испаравања (изведене од притиска испаравања). Препорука је да прегревање буде 4÷8 К. 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. 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 отапањем - дефростом**. Мерење треба вршити више пута да би се проверио и потврдио резултат.

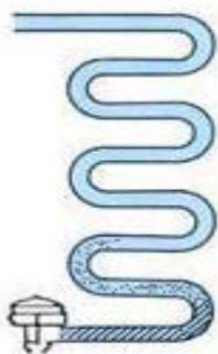
Пример: за R404A, из таблица за 1 бар (14,7 psi), $T_{исп} = -30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

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

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

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

Сликовни пример



$T_b = +10\text{ }^{\circ}\text{C}$
 $T_a = -7\text{ }^{\circ}\text{C}$

$\Delta T = 17\text{ }^{\circ}\text{C}$

Високо прегревање



$T_b = +2\text{ }^{\circ}\text{C}$
 $T_a = -4\text{ }^{\circ}\text{C}$

$\Delta T = 6\text{ }^{\circ}\text{C}$

Нормално

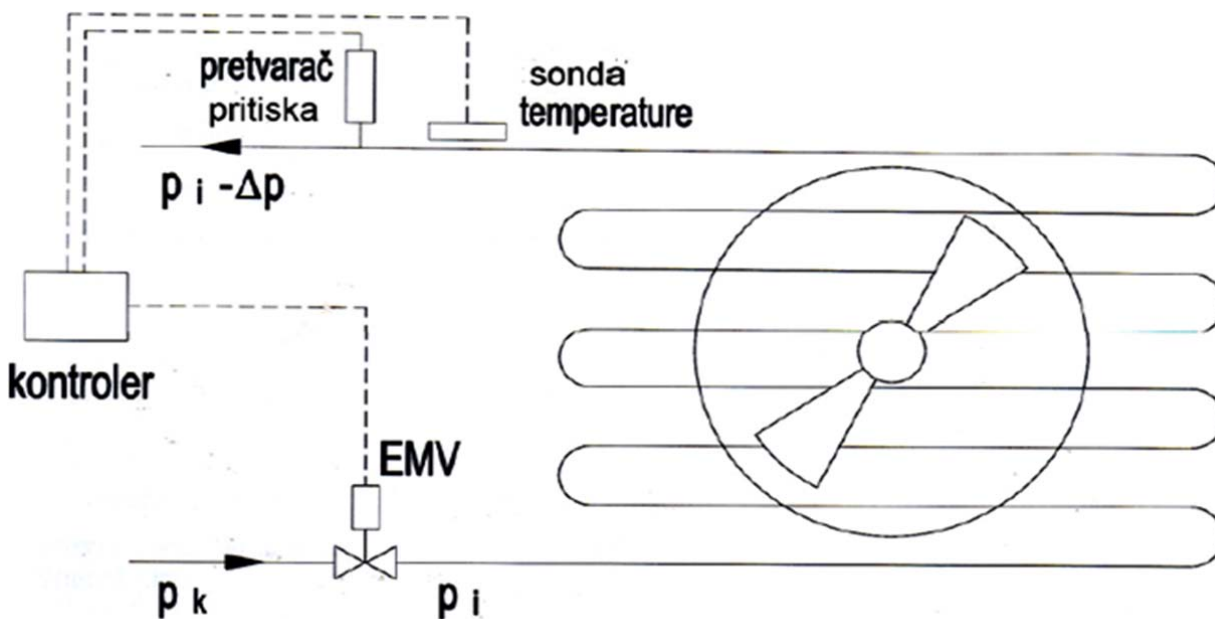


$T_b = +4\text{ }^{\circ}\text{C}$
 $T_a = +4\text{ }^{\circ}\text{C}$

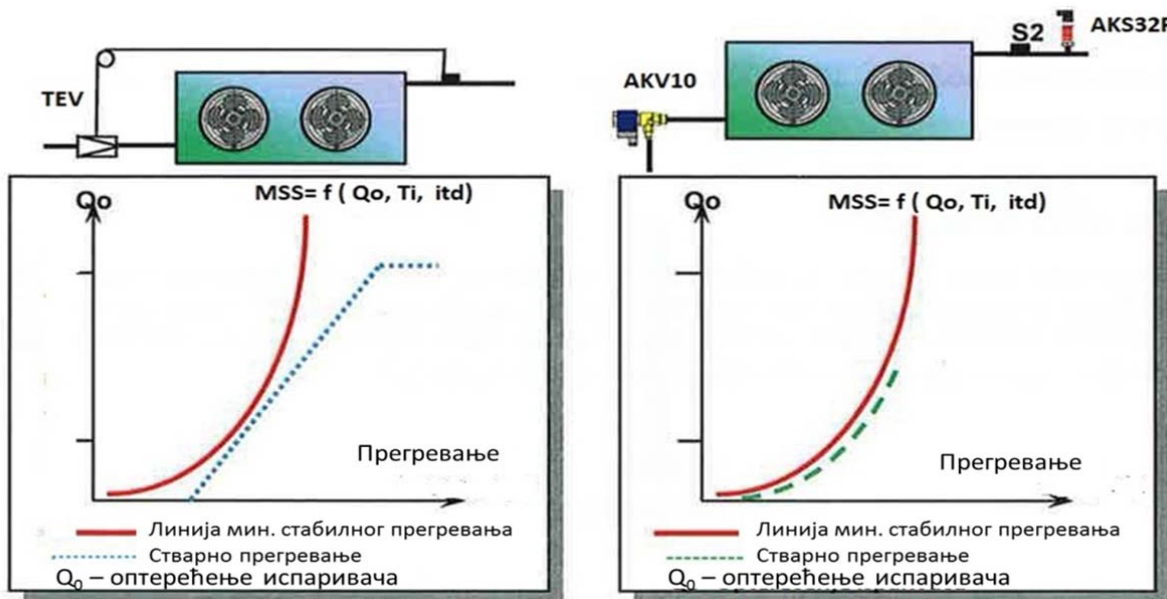
$\Delta T = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$

Ниско прегревање (нема прегревања)

Подешавање електронског TEXV

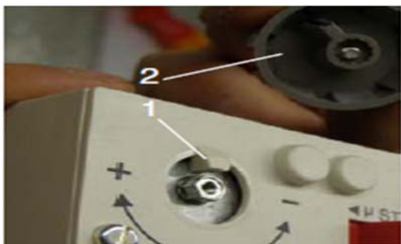


Електронски експанзионни вентил је моторни игличасти вентил (са пулсно модуларним радом), који делује као део регулационог склопа приказаног на слици горе. Контролер је микропроцесор који путем сигнала давача температуре и притиска управља пригушном иглом вентила, односно утиче на формирање проточне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

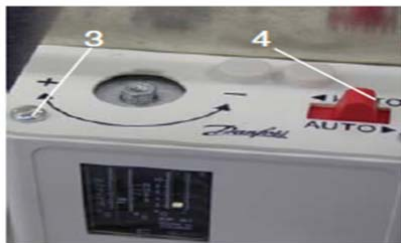


На горњој слици је приказано упоређење стандардног механичког експанзионог вентила са фиксним опсегом прегревања у дефинисаној радној тачки и електронског експанзионог вентила у зони стабилног рада, тј. десно од црвене линије која представља опсег минималног стабилног прегревања.

П-9.04 Подешавање механичких и електронских термостата



Код MT210 демо раскладног агрегата, који се користи на обуци у тренинг центрима, уграђен је Danfoss KP61 термостат. Пошто има механички осигурач од окретања (позиција 1 на слици лево), да бисмо укључили дугме за подешавање, морамо прво да извадимо осигурач. Поштујући упутство произвођача, одвијемо дугме, скинемо поклопац одвдвши 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

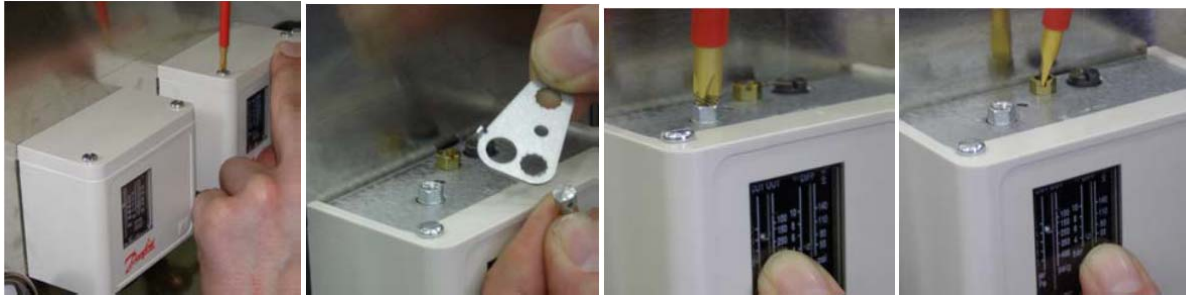
Ограничавање притиска на усису у компресор (*throttling valve, suction pressure regulator – SPR*) уграђује се на инсталације које имају дефрост – грејање топлим гасом у цевној змији испод испаривача (и у функцији је отапања испаривача или грејања – ако вентилатори испаривача раде). При отапању – грејању долази до повишења притиска на усису у компресор, што аутоматски изазива повећани притисак и температуру на потису из компресора и тај круг би 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 надкритичним CO₂ инсталацијама.

П-9.06 Подешавање механичких и електронских граничника притиска

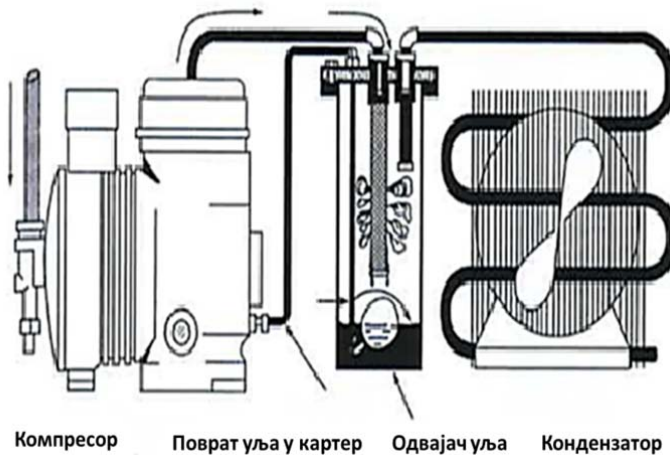
За подешавање пресостата високог и ниског притиска, механичког типа, узимамо пример демонстрационог расхладног уређаја МТ210, на којем се ради обука у тренинг центрима.



Подешавање пресостата се врши у следећим корацима (слика горе):

- 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 флуида и враћа у компресорски картер преко пловка који отвара вентил на поврату (слика лево). 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.

П-9.08 Провера стања филтер сушача

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

У зависности од конструкције филтери–сушачи (слика десно) могу бити:

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

При замени сушача јако је битно да се обрати пажња на смер расхладног флуида, код једносмерних филтера–сушача.



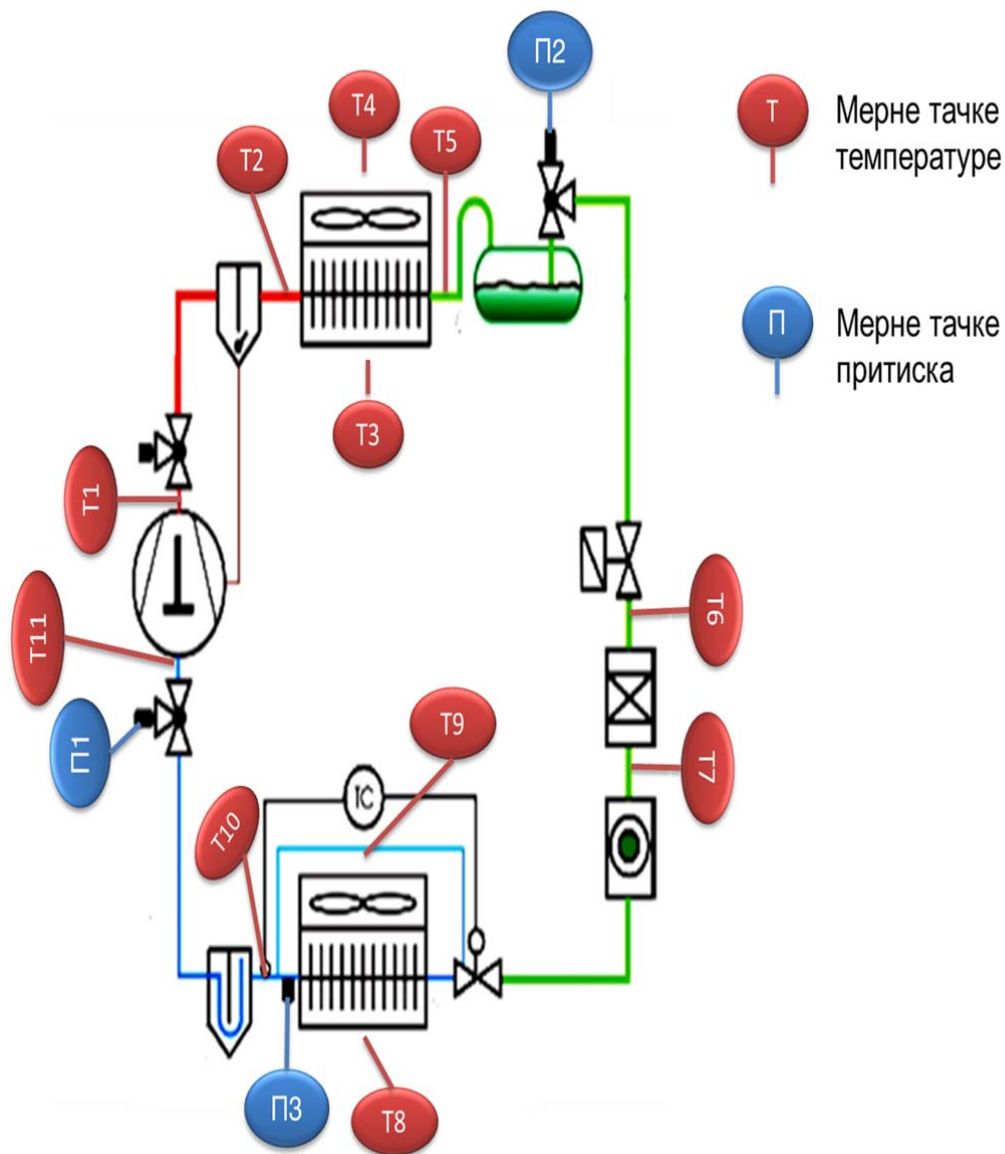


Код система са већим пуњењима широка је примена филтер-патрона који се монтирају у кућиште намењено за то (слика лево). Фланше на овим кућиштима су једна од критичних тачака за цурење.

Данас сушачи који се користе на расхладним инсталацијама обухватају широк дијапазон расхладних флуида 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 делова у којем се наводе проблеми у раду који би могли да оштете систем и изазову цурење или ослобађање расхладног флуида ако се ништа не предузме

На следећој слици приказане су мерне тачке за контролу система.



За писање извештаја можемо користити предлог листи на страни 67 овог приручника (поглавље 6 – Компресори).

T-9.10 Друге компоненте расхладне инсталације

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



- електромагнетни вентили,
- једносмерни вентили,
- интерни размењивачи 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 флуида** кроз саму компоненту. На слици лево приказан је пример електромагнетног вентила. На телу електромагнетног вентила је стрелица која означава смер кретања расхладног флуида.

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, испитни 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.

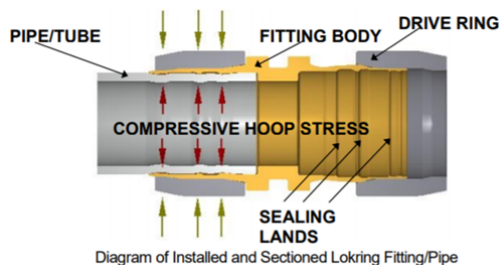
Треба обратити пажњу на то да се потпуно друга врста цеви, цеви дате у номиналној величини (NV) цевовода, не користе у расхлади већ су стандард за грејање или водовод и не смеју се користити у расхладним затвореним цевоводима. Стандардима су одређене спољне величине цеви, док су дебљине различите и називна 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 флуида. Састав цеви је такав да подносе високе притиске и чисте су са унутрашње стране, заштићене капама. Неке цеви имају и азот N₂ – инертни гас у цеви. За разлику од водоводних бакарних цеви које су за ниске притиске 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 по облику праве цеви (до 6 т дужине), а меке (жарене) испоручују се у котуровима дужине 15 или 50 т. У топлотним размењивачима се користе танкозидне оребрене цеви по SRPS EN 12735-2, намењене за термотехнику. Спољне навртке које користимо код спајања бакарних цевовода су 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 приказан на слици изнад. Посебно се развио и користи се код запаљивих угљоводоника – HC расхладних флуида јер се на цевима ради без пламена.

Код амонијачних инсталација, употреба бакарних цеви није дозволена 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 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 – CO₂ 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.

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.

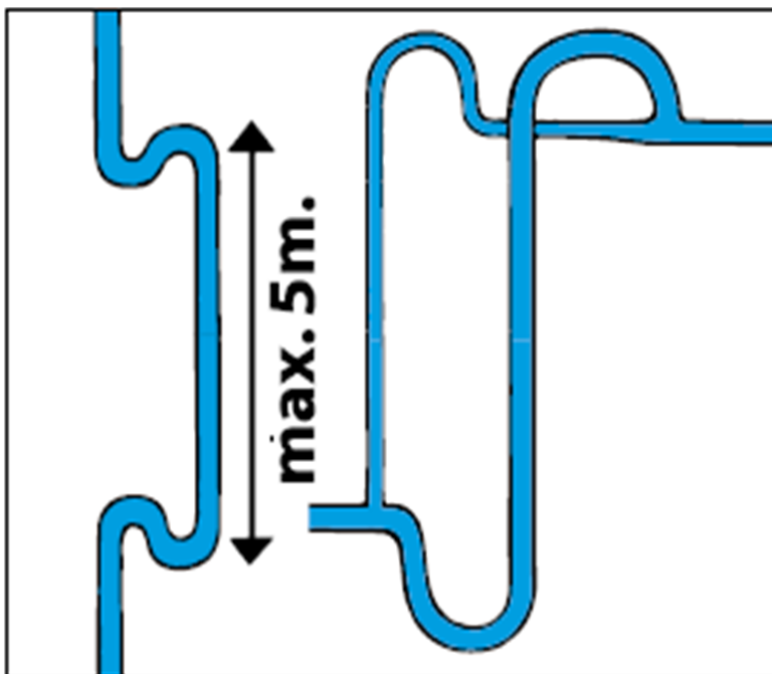
Специјалне бакарне цеви за CO₂ оплемењене су челиком, ознаке EN CuFe₂P, раде се по SRPS EN 12449:2017 као цеви од бакра и легуре бакра – опште намене. Популаран назив је **K65 цеви**. Неки производи су тестирани и до 120 bar (ускоро и 130 bar) на пример произвођач KME-TEC TUBE clips HP120. Спајање чврстим 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 CuFe₂P материјала – на пример, *Braze tech*.

Конструктивно при избору величине – пречника цеви треба строго водити рачуна о брзини кретања расхладног флуида које протиче кроз цеви ради ношења засталиг компресорског уља кроз цевоводну инсталацију. То постаје доминантна брига конструктора при смањењу волуметријског протока расхладног флуида. Препоруке су дате у следећој табели. Уобичајен је **благ и нагиб** хоризонталних цевовода **2%** (20 mm/m) због гравитационог кретања уља. Треба избегавати места могућег нагомилавања уља у инсталацији, размењивачима, сабирницама.

Препоручена брзина расхладног флуида 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

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



Формирање успонског 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 слике поред).

На десној страни слике дате су успонске обилазнице са мањим пречником цеви, ради повећања брзине расхладног флуида у њој, чиме се омогућава поврат уља у компресор. Обилазнице поставити тако да се при смањеној брзини направи уљни чеп у лиру дебље цеви и да се ту заустави проток расхладног флуида. Конструкција горњих успонских лукова у одводну цев онемогућава повратак уља уназад.

10. Цевовод: постављање непропусног цевног развода ...

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

Димензије су приказане у следећој табели.

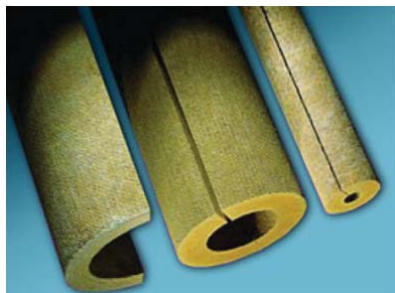
АМЕРИЧКИ СТАНДАРД Бакарни намотаји жарени		
Спољни пречник (inch)	Дужина (foot) × 0,3048m = 15,24m	Дебљина зида (mm)
1/8"	50	0,76
3/16"	50	0,76
1/4"	50	0,76
5/16"	50	0,81
3/8"	50	0,81
1/2"	50	0,81
5/8"	50	0,89
3/4"	50	0,89
7/8"	50	1,14
1 1/8"	50	1,21
1 3/8"	50	1,4
1 5/8"	50	1,52

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 именоване по спољном пречнику, димензије су 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 хладној површини изолационе конструкције не долази до кондензације влаге из спољашњег ваздуха.

Изолује се и топла страна течног вода после кондензатора да не би дошло до испаравања расхладног флуида 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 лемљени (*brazed*) – на температури изнад 450 °С,
2. варени (*welded*) спојеви на инсталацији треба да буду у складу са EN 14276-2 – цевоводи у расхлади и климатизацији. Могући су и тестови на квалитет вара ултразвучним тестом или тестом х-зрацима.

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

- лем на бази Си и Р (бакура 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 цевне спојеве на ниском притиску (на пример, експанзиони вентил и челично тело које има побакрене уводнике за спајање на Си цеви).
- петнаестопостотни користимо код цеви на страни високог притиска инсталације
- 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 артикал) и ништа се од жице не баца. У следећој табели жице од Ag легуре су наведене од другог до петог места.

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

Спецификација према EN ISO 3677	Спецификација према DIN 8513	Опсег топљења °С		Радна температура °С
		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 флукса (слика десно).



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;

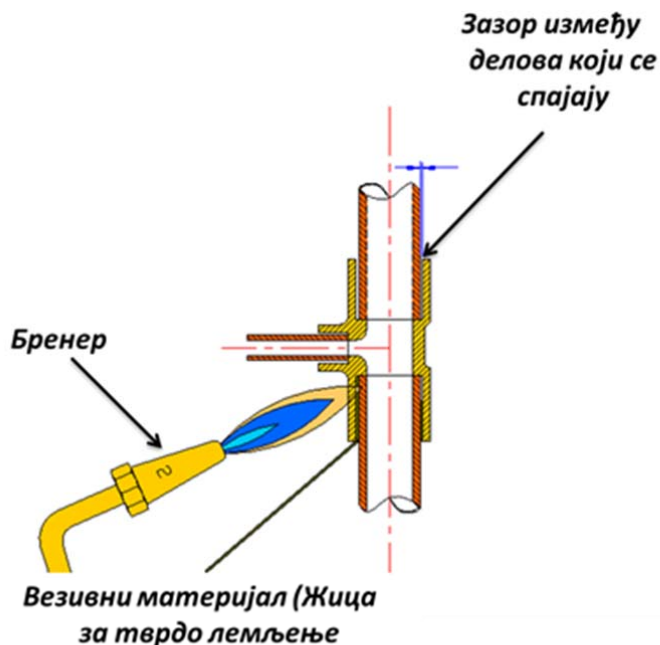
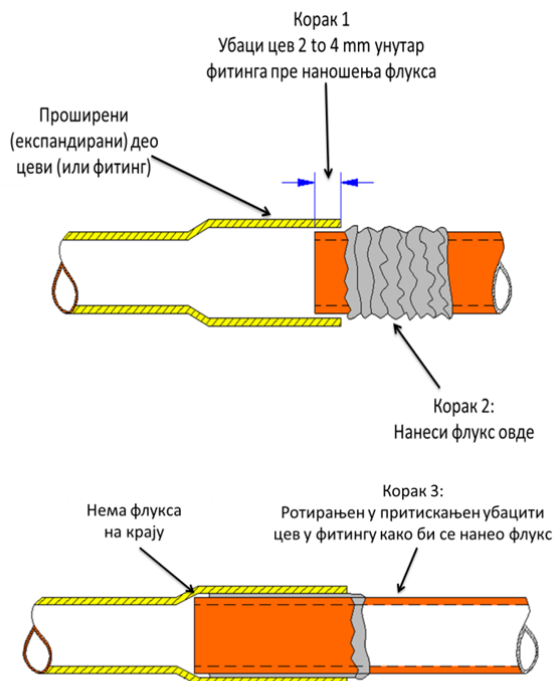
➤ мазање пасте топитеља – чистача цеви, да не буде на дну чашице, јер расхладни флуид би га растворио и повукао кроз инсталацију.

Корак 1 - Увучемо цев 2 мм до 4 ммд (видети слику горе десно).

Корак 2 – Наносимо флукс.

Корак 3 – Ротирамо и обришемо вишак топитеља који штрчи изван споја (видети слику десно).

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



Обратити пажњу да се жица за лемљење стопи од тоpline споја не од пламена бренера

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 флуидом.

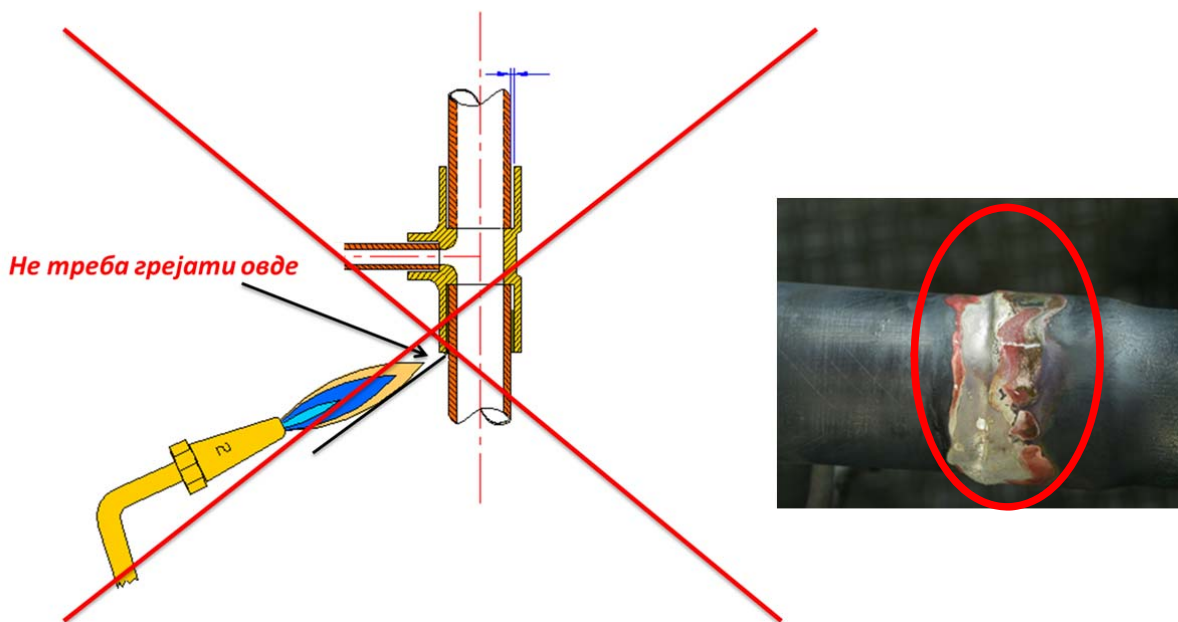
Корак 6 – Грејемо цев пламеном, стално широко померајући брнер у покрету који опонаша испривање осмице (видети слику лево).

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

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

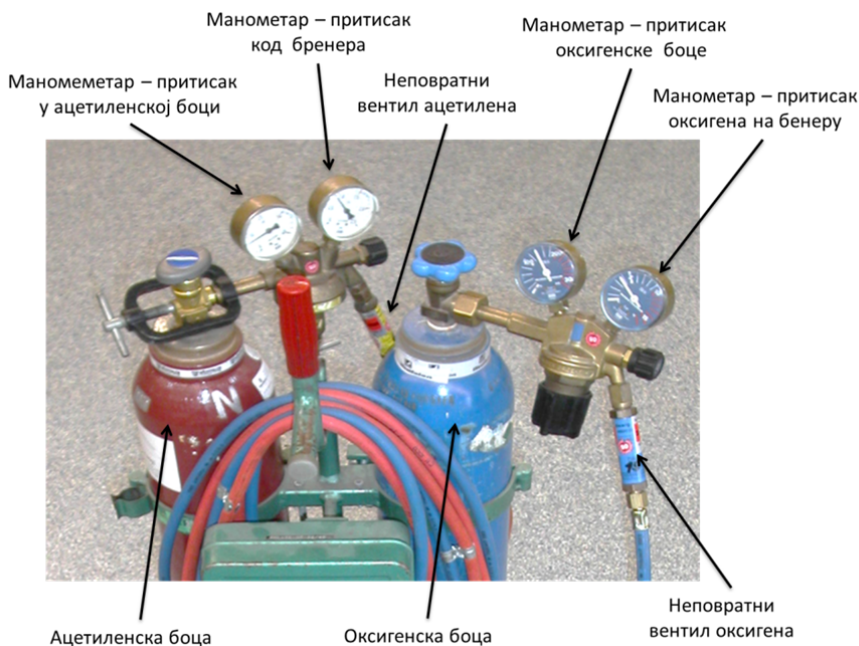
Везивни материјал треба се топити од топлоте грејаног споја, а лем ће пратити топлоту и ићи усправно ка топлијем делу цеви (видети слику десно).



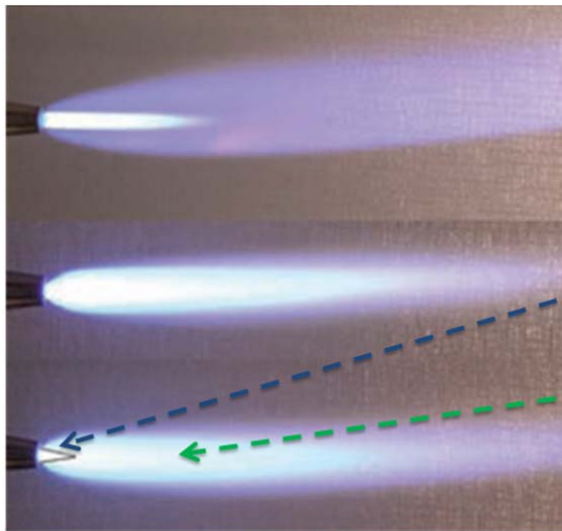


Корак 9 – Хлађење споја. Спој остављамо да се охлади природно и кад се охлади, чистимо га од остатака топитеља. Важно је одстранити делове флукса јер изазивају појаву корозије.

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 (видети слику десно) може се добити температура до $+3.320\text{ }^{\circ}\text{C}$, а пропан-бутан гасом око $1.100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Из овог разлога не препоручује се коришћење пропан-бутан гаса за домаћинства јер не гарантује температуру која је потребна за тврдо лемљење.



Подешавање пламена

Подешавање бренера
смањењем пламена

Плави пламен

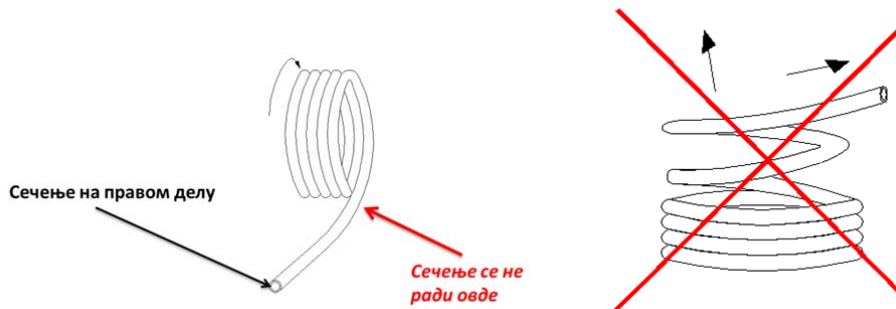
Зелено "перо"

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 положи квалификациони испит Тврдо лемљење, који се у Србији тестира и сертифициује у на пример Заводу за заваривање, а.д., Београд.

П-10.02 Прављење – провера 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 (видети слику горе). Пресек дела треба да буде прав и округло (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.



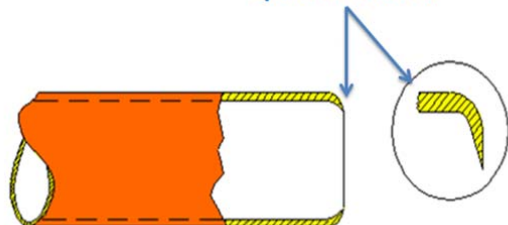
Сечење цеви до 2 инча ради се алатом – ножем за сечење (слика доле), а изнад 2 инча тестером за метал (32 зуба по инчу, слика горе).

За капиларне цеви користимо клешта за сечење капиларне цеви.



На унутрашњем делу остаје „зуб“ како је приказано на слици испод, који треба одстранити ножићем за ту намену (reamer).

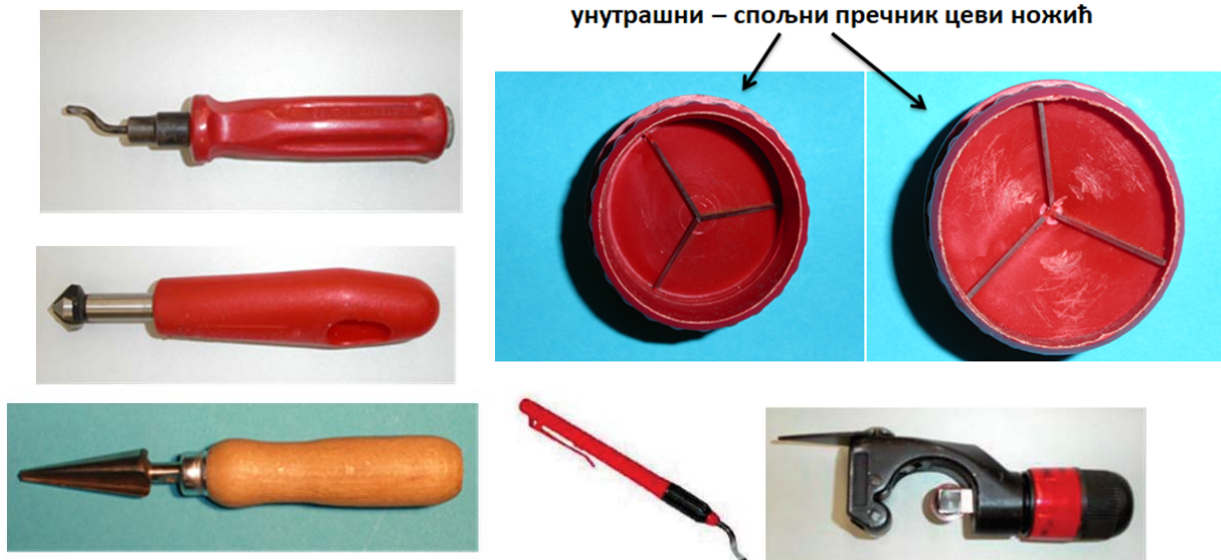
„зуб“ на крају реза након сечење цеви са ножем



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



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

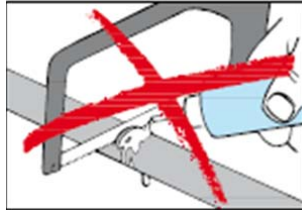
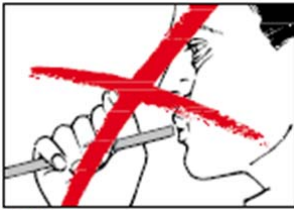


унутрашњи – спољни пречник цеви ножић

очишћена цев припремљена за претловање / лемење

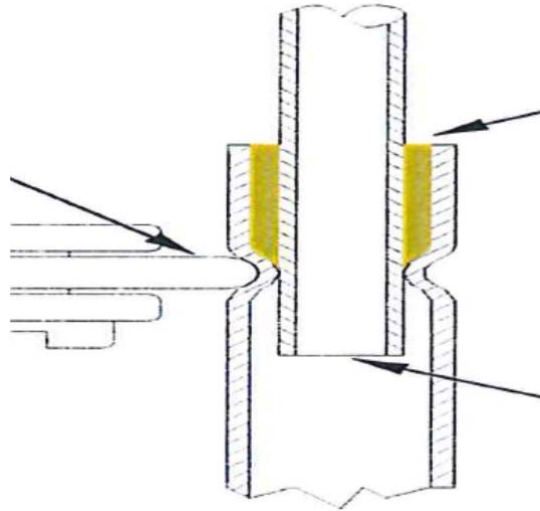
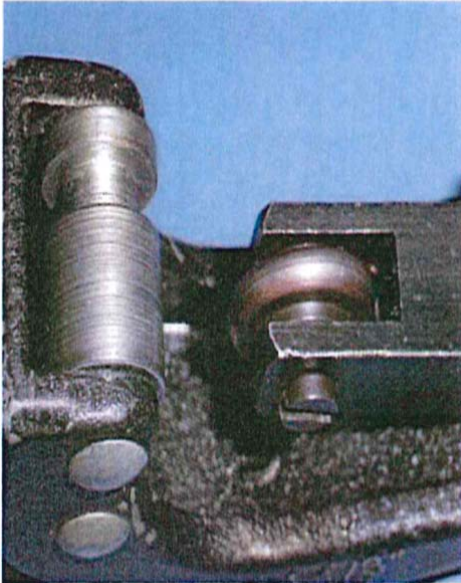


10. Цевовод: постављање непропусног цевног развода ...



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).

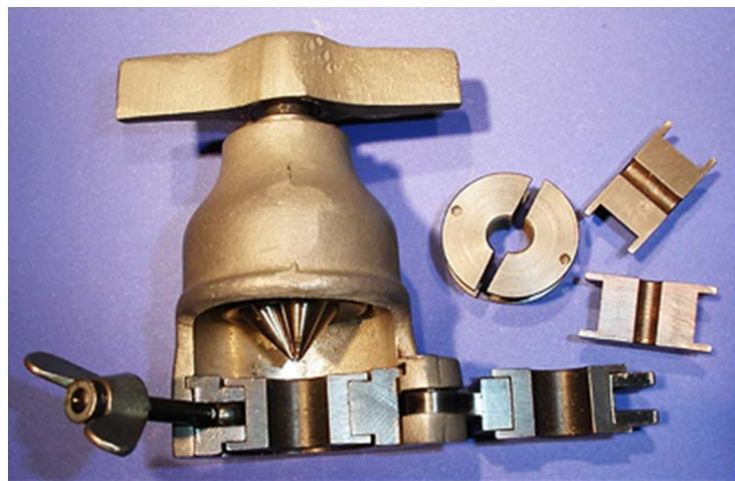
Заменом оштрог ножића на алату за сечење **са точкићем за утискивање** (видети слику испод) можемо припремити „старију“ цев у коју смо увукли „млађу“ да бисмо их касније спојили тврдим лемљењем.



Растављиве везе (*flared connections*)

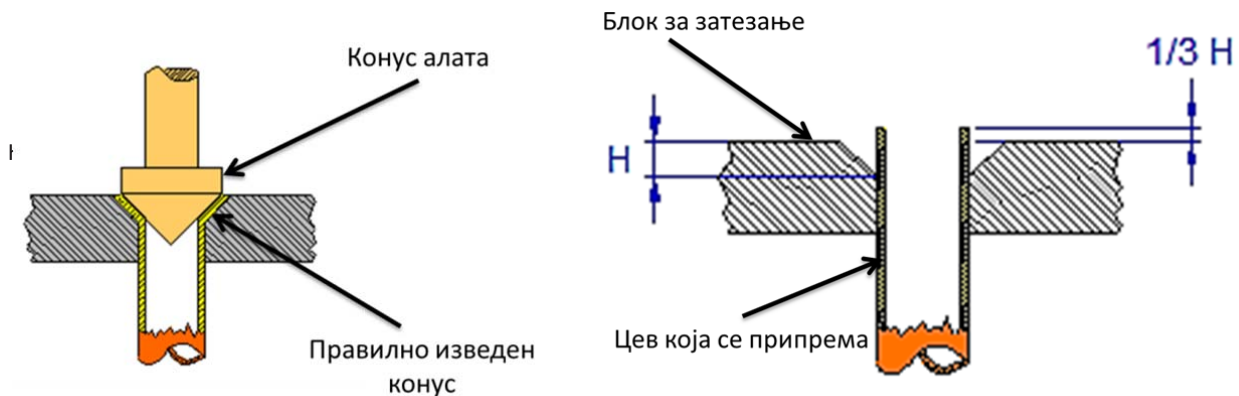
Те везе се користе за спајање компоненти система за хлађење и климатизацију са бакарним **цевима мањих димензија (највише до 18 mm)**. Раде се са меким бакарним цевима.

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

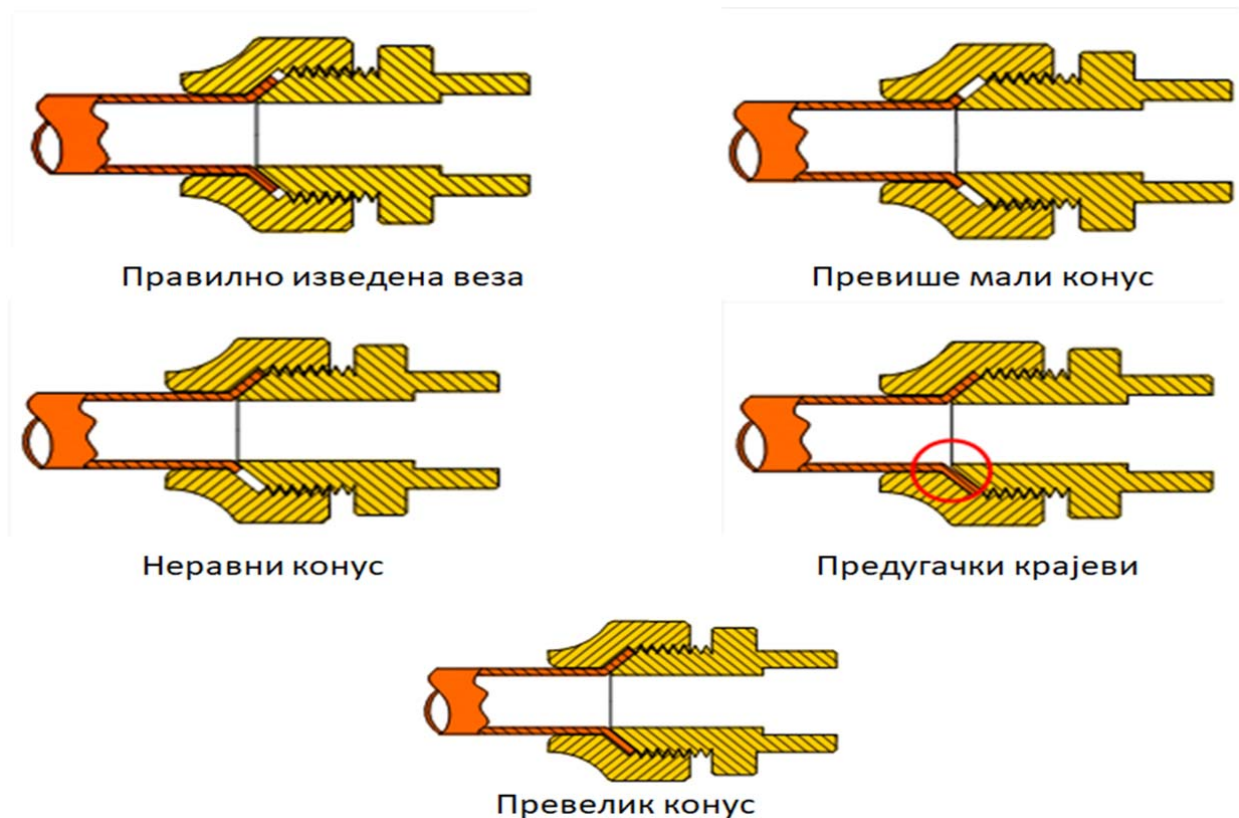


Растављиве везе конусним налегањем – тврдим налегањем (*flared connections*) критичне су тачке за цурење расхладног флуида.

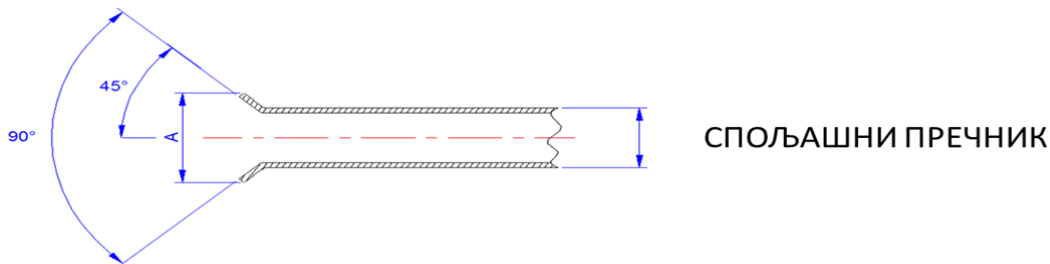
Да бисмо правилно извели конус, цев треба да изађе изнад затегача који стеже цев за $1/3$ висине конуса (слика доле).



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



Провера конуса према спољашњем пречнику цеви врши се мерењем. Димензије правилно изведеног конуса (видети слику испод) 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 европском 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 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 цеви. На слици су приказани прикључци за ове методе повезивања.



Савијање бакарних цеви

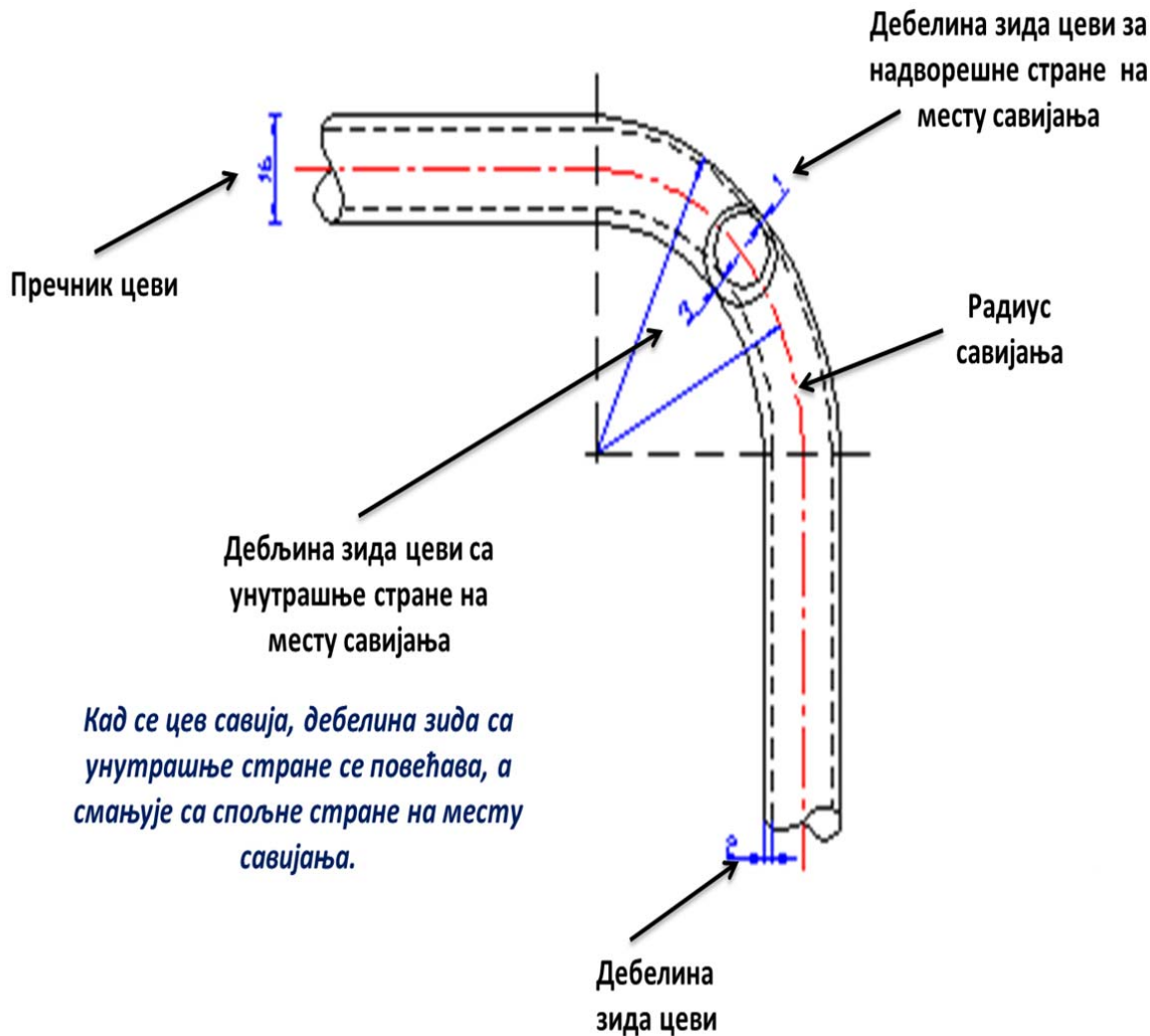
Савијање бакарних цеви користимо да бисмо смањили број места спајања и употребе допунског фитинга јер су места механичког спајања критичне тачке где постоји опасност од цурења расхладног флуида.



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 (видети слику испод). То радимо само уколико постоји простор на лицу места.



10. Цевовод: постављање непропусног цевног развода ...

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

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

Номинални спољни пречник (према стандарду EN 12375-1 и EN 12375-2)		Минимална дебљина зида (mm)	Момент притезања (Nm)	
Метричка мера (mm)	Америчка мера (in)			
	(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

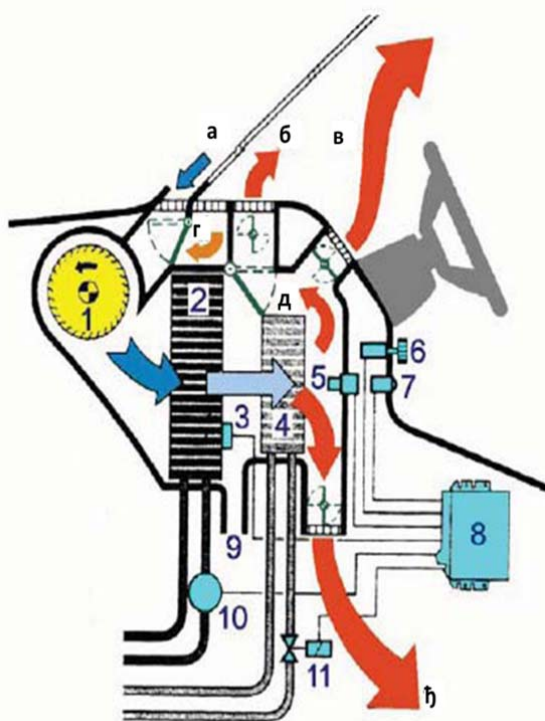
Б1. Рад на климатизационим системима који садрже супстанце које оштећују озонски омотач или флуороване гасове са ефектом стаклене баште у моторним возилима, њихов утицај на животну средину као расхладних флуида и одговарајући прописи из области заштите животне средине

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 флуиду.

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

Механизам и управљачки уређај фабрички 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 – дренарања 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

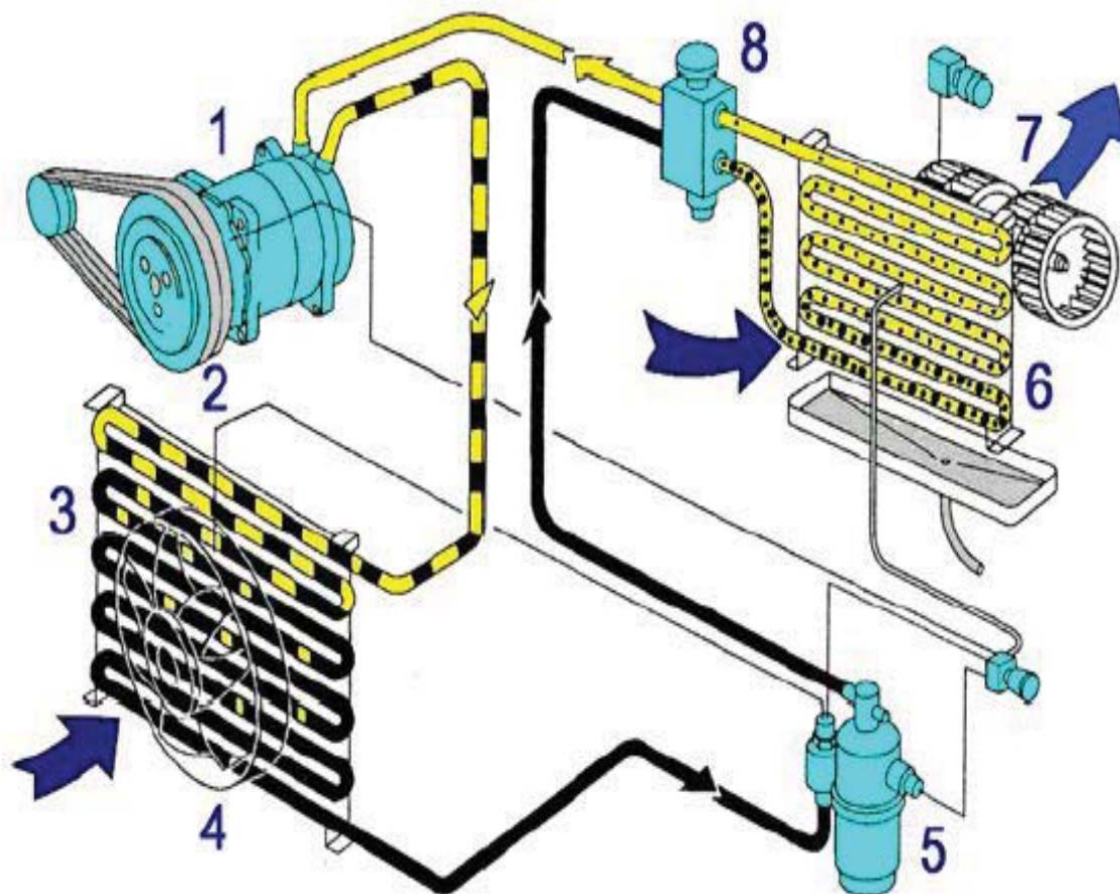
Аутоматска регулација аутомобилског клима уређаја

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 течни расхладни флуид из кондензатора стиже у ресивер, где се суши и филтрира. Након тога, он преко експанзионог уређаја прелази у испаривач, где испарава и апсорбује топлоту. Испарени расхладни флуид 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		

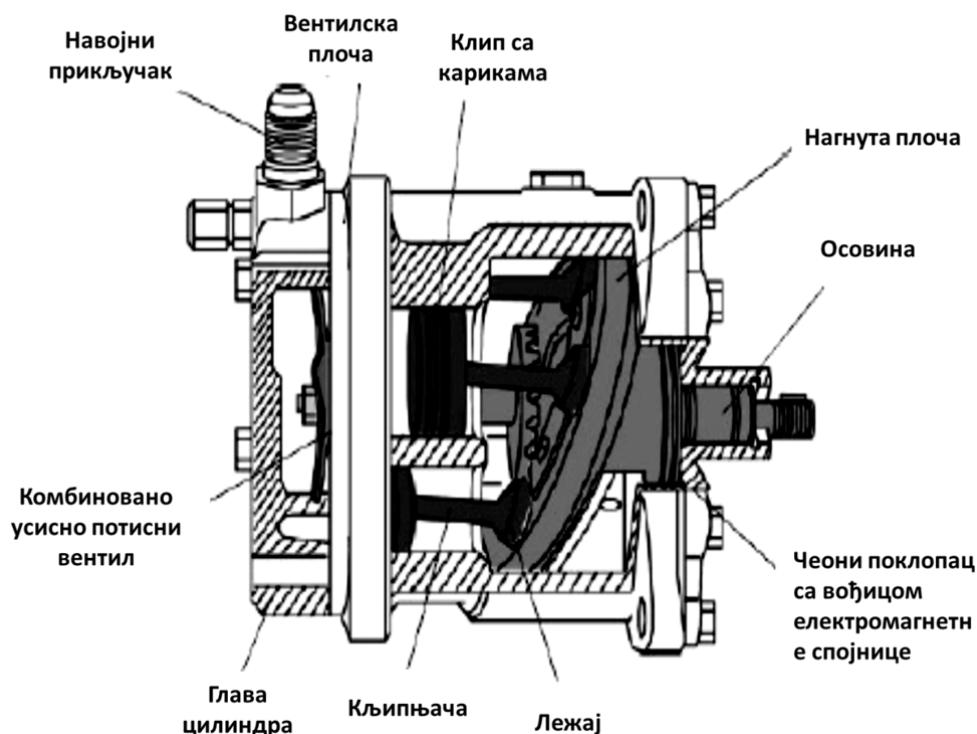
Сви клима-уређаји у аутомобилима садрже пет основних компоненти:

- ✓ компресор,
- ✓ кондензатор,
- ✓ рисивер – сушач или акумулатор,
- ✓ експанзиони вентил или пригушну цевчицу
- ✓ 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 флуида. Климатизациони систем је подељен на два дела, страну високог притиска и страну ниског притиска (потисна и уисна страна респективно). Улазна или уисна страна вуче расхладни гас са излаза испаривача. У неким случајевима то се врши преко акумулатора у инсталацији. Када расхладни флуид дође на уисну 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 слика доле приказан је на слици испод.



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 флуидом. 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 померање 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. Иако су јефтине, њихова замена подразумева прикупљање расхладног флуида, 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 флуида у испаривач.

Испаривач

Постављен у унутрашњост возила, служи као компонента да уклони 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. Расхладни флуид улази у доњи део испаривача као течност под ниским притиском. Топли ваздух који прелази преко ребара испаривача изазива кључање расхладног флуида. Када расхладни флуид почне да кључа, може апсорбовати велике количине топлоте. Та топлота која се одводи расхладним флуидом 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 расхладни флуиди 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 расхладни флуид користио CFC – R12 (GWP 10900). Следећи корак је био HFC – R134a (GWP 1430) који је 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 Mercedes ради на томе да у својим аутомобилима користи CO₂ (GWP 1) као расхладни флуид.

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: Директива ЕУ 2006/40 и Регулатива ЕУ 307/2008.

У Србији Министарство заштите животне средине издаје сервисеру Сертификат 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 (у складу са чл. 9-12. Уредбе о сертификацији, „Сл. Гласник РС, број 24/16). Ова Уредба прописује листу неопходног алата за практични део обуке (Прилог 3), као и програм обуке сервисера (Прилог 4).

Трајање добијеног Сертификата Б је пет година, са могућношћу обнављања – продужења.

Сертификат Б се може одузети на предлог инспектора заштите животне средине уколико носилац не испуњава услове прописане Законом о заштити ваздуха и ове уредбе. Сервисери клима за аутомобиле М1 и комбије Н1 не обавештавају Министарство о залихама на крају године и прометима за претходну годину до краја фебруара текуће године, на Обрасцу 11.

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.

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.



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

- сакупљање и рециклирање расхладног флуида из система,
- мери количину расхладног флуида који је извучен из система,
- мери количину уља која је извучена из система,
- вакуумира систем и припрема га за пуњење,
- пуни уље према задатој количини,
- пуни расхладни флуид према задатој количини,
- врши тест клима-система.

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

Б-П2.02 Прикључивање вертикалне цилиндричне посуде под притиском за расхладни флуид, пуњење и извлачење

У аутомобилским клима-уређајима се користи много врста сервисних вентила. Уопштено 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 (следећа слика) и на себи имају зауставни вентил тако да R134a остаје у цреву сервисних манометара (1/4" SAE).

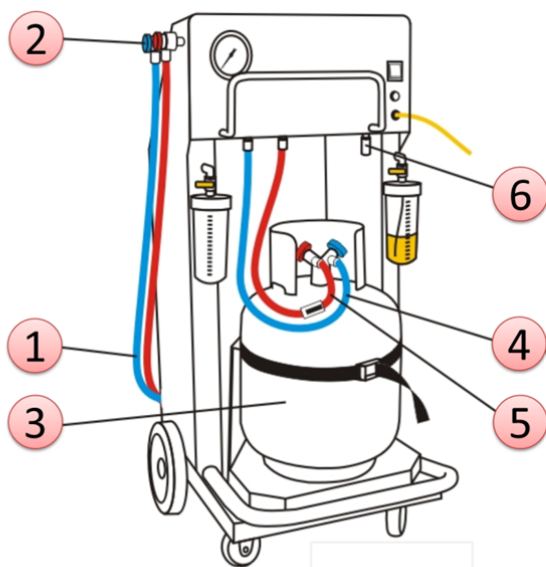
У најновијим HFO – R1234yf прикључци на страни компресора клима путничког возила (или места које је предвиђено за приступ расхладном флуиду) имају специфичне димензије, различите од R134a, али је систем и даље *quick coupling* модел везивања (1/2" UNF) приказано на слици испод.

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

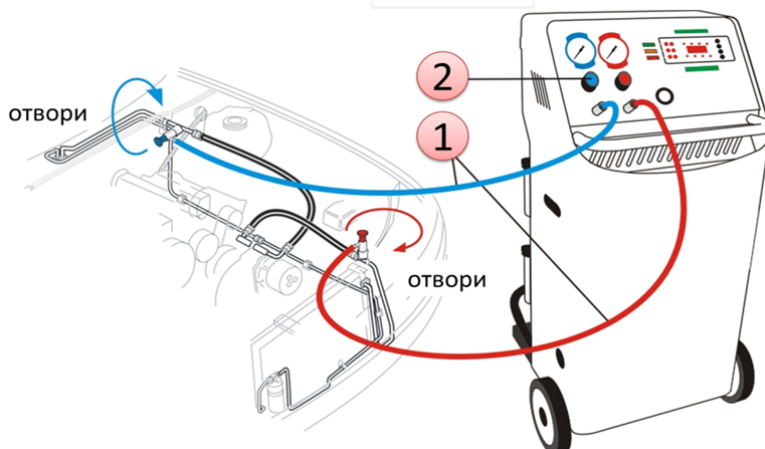


Брза спојка (*quick coupling*) за повезивање на страни високог притиска и адаптери за прикључивање сервисних црева

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

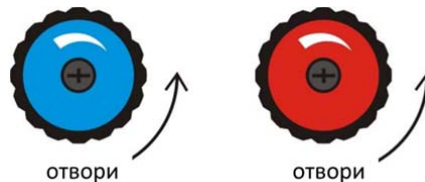


- 1 – Сервисно црево за извлачење и пуњење система
- 2 – Брза спојка за прикључак на ниско притисну страну (плава)
- 3 – Сервисни цилиндер (цилиндер у коме се сакупља расхладни флуид)
- 4 – Сервисно црево повезано на гасну страну сервисног цилиндра (плаво)
- 5 – Сервисно црево повезано на течну страну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



Прикључујемо брзе спојнице на високо притисну и ниско притисну страну.

Отворимо вентиле на брзим спојницама.



Б2. Правилно сакупљање супстанце које оштећују озонски омотач ...

Вентил (број 2 на претходној слици) 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 флуида из система.

Сервисна станица даје информацију и о количини расхладног флуида 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 флуида из сервисног вентила система.

Сервисну станицу укључимо да сакупи остатак расхладног флуида који је остао у сервисним цревима.

Након овога радимо проверу цурења.

РАСХЛАДНИ ФЛУИДИ

Првобитно када је концепт савременог система хлађења развијен средином 19 века, мали број флуида је коришћен као радна течност или "расхладни флуид". То су амонијак, угљен-диоксид, сумпор-диоксид, метил-хлорид и етил-етар. Међутим, због комбинације токсичности, запаљивости и проблема са притиском, ти расхладни флуиди су у великој мери замењени са "новом" групом флуорованих супстанци које показују мало реактивности, ниске токсичности и нема запаљивости.

На слици испод приказана је листа хемијских елемената који се користе у расхладним флуидима

	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 расхладне флуиде

Нестабилни и токсични

Не постоји могућност за хемике везе

метали

Расхладни флуиди се деле на:

- ✓ Органске и
- ✓ Не-органске флуиде

Типични не-органски расхладни флуиди су:

Амонијак: користи се као расхладни флуид у великим расхладним постројењима (индустријска примена)

Вода: користи се као флуид за хлађење у системима апсорпције (LiBr-Water-absorber)

Ваздух: користи се као расхладни флуид у АС -системима у авионима

Угљендиоксид – CO₂: у некадашњим временима кориштен као расхладни флуид на бродовима, предстојећи расхладни флуид у малим комерцијалним апликацијама и топлотним пумпама, прехранбеној индустрији, расхлади и у супермаркетима.

Течни азот: користи се као расхладни флуид на -196 °C у медицини, хемији, прехранбеној индустрији итд.

Хелијум: користи се као расхладно флуид у специјалној употреби (-200 °C до -269 °C)

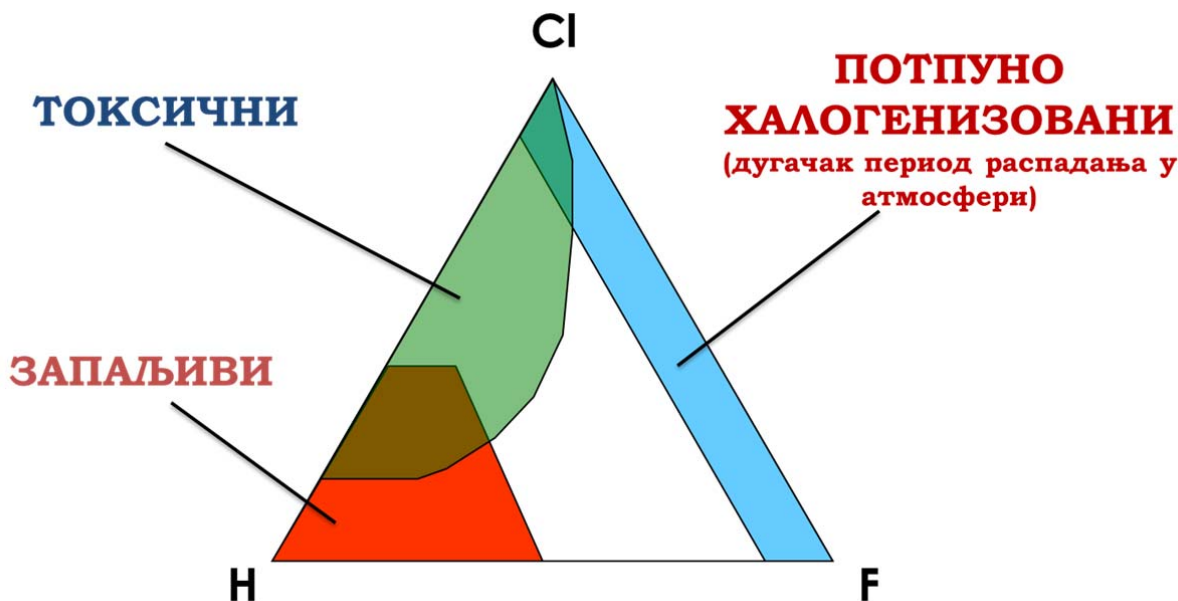
Органски расхладни флуиди се класификују у следеће групе:

- Чисти угљоводоници (НС): метан, етан, пропан, бутан, ... (рафинисан од природног гаса)
- Хемијски произведени растварачи на бази НС:

Чисти HC ће реаговати са HCl (хлороводонична киселина) и / или HF (флуороводична киселина) ради стварања расхладних флуида, као што су CFC, HCFC, HFC и њихове мешавине.

Почевши од чистог H, H-атоми у HC ће бити замењени Cl или F за стварање расхладних флуида.

Ако погледамо особине Флуоро-, Хлоро-деривата, сагледаћемо са следећег троугла



Хемијски произведени, расхладни флуиди на бази HC

Класификација:

CFC - Хлорофлуороугљеници (супстанца која оштећује озонски омотач)

Сви H-атоми из базног HC замењују Cl и F

Пример: R12-CF₂Cl₂

HCFC - Хлорофлуороугљоводоници (супстанца која оштећује озонски омотач)

Нису сви H-атоми из базног HC замењени Cl и F, остаје минимални број H-атома у молекулу

Пример: R22 – CHF₂Cl

FC - Флуоро-карбон (супстанце које не оштећују озонски омотач, али имају велики потенцијал глобалног загревања)

Сви H-атоми из основног HC замењују F

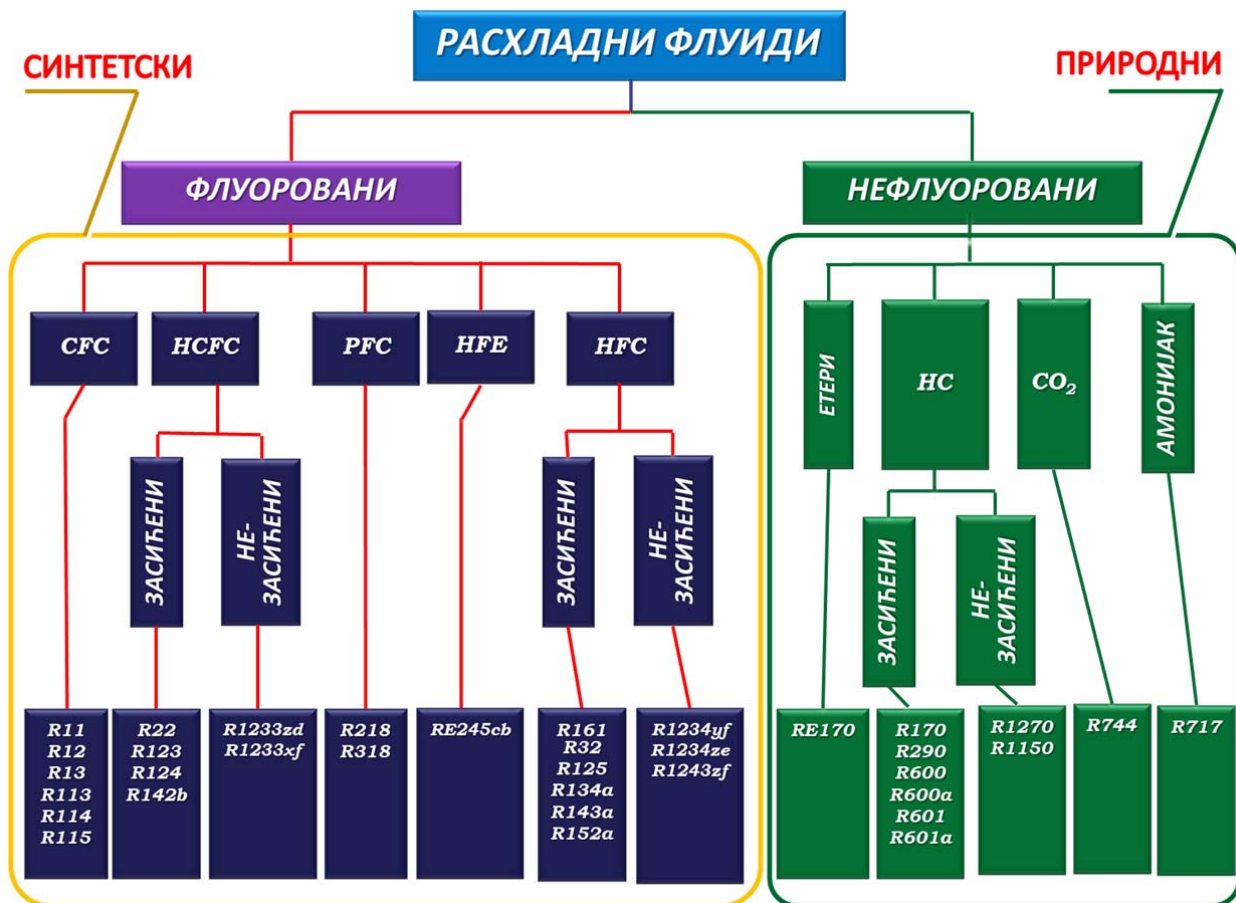
Пример: R14-CF₄

HFC - Флуороугљоводоници (супстанце које не оштећују озонски омотач, али имају велики потенцијал глобалног загревања)

Нису сви H-атоми из основног HC замијењени F, остаје минимални број H-атома у молекулу

Пример: R134a – C₂H₂F₄

На слици испод приказана је подела расхладних флуида



Опште означавање расхладних флуида

R XYZ + опционални додаток

R - расхладни флуид

XYZ - број расхладног флуида

Опционални додаток а, б, ... - Варијација структуре

B1, B2 - Садржај брома

Утуцај расхладног средства на околини

Током осамдесетих година откривено је да су хемијске супстанце које се користе у расхладним флуидима, дувачима, растварачима и слично, допринеле исцрпљивању 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 омотач (ODS).

Потенцијал оштећења озонског омотача (ODS) одређене супстанце дефинисан је као: Релативна количина деградације према озонском слоју упоређена је са трихлорфлуорметаном R11, фиксираном на ODP = 1,0.

Расхладни флуиди који садрже молекул хлора су супстанце које оштећују озон. Ови расхладни флуиди су:

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

CFC и HCFC су елиминисани или у фази елиминације.

Због смањења озона - озонског омотача, CFC и HCFC расхладни флуиди су забрањени и укинати 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 која садржи пет различитих течности. Један од ових (R218) повремено се користи у мешавинама расхладних флуида.
- ✓ HFE - Хидрофлуороетри, група расхладних флуида која има тенденцију да буде прилично стабилна и међу њима има прилично широк опсег тачака кључања, иако имају тенденцију да буду течности ниског притиска. Ова група једињења се може употребљавати као расхладни флуид, али до данас нису постигле широко прихватање на тржишту из различитих разлога.
- ✓ HFC - засићен и HFO - незасићен
- ✓ Распрострањена је употреба HFC флуида. 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 унутар мешава, као што су R404A, R407C, R410A и R507.

Ефекат стаклене баште - природно глобално загревање

Природни ефекат стаклене баште је неопходан за људско биће.

Видљива светлост од Сунца претвара се у топлоту.

Делимична апсорпција ове топлоте у атмосфери угљен-диоксидам и воденом паром осигурава просечну температуру на Земљи од 14 °C.

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

Баланс између парцијалне апсорпције топлоте у атмосфери, гасова стаклене баште и топлотног зрачења у свемир ће осигурати просечну температуру на земљи.

Повећање емисије гасова са ефектом стаклене баште, попут угљен-диоксида и/или расхладних флуорованих гасова (који садрже флуор), у атмосфери ће повећати просечну температуру на земљи и променити климатске зоне и услове.

CFC, HCFC и HFC расхладни флуиди одговорни су за глобално загревање јер садрже флуор.

Хемијска структура CFC, HCFC и HFC расхладних флуида је врло стабилна.

CFC, HCFC и HFC расхладни флуиди емитовани у атмосферу имају веома дуг животни век атмосфере.

Век трајања флуорованог гаса R134a у атмосфери износи 15 година!

Емитовани расхладни флуид ће се проширити на целу атмосферу и створити додатну топлотну апсорпцију у атмосфери само својим присуством у атмосфери.

Ова додатна апсорпција топлоте повећава ефекат стаклене баште као што је горе описано.

Потенцијал глобалног загревања (GWP)

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

Она додељује вредност количини топлоте заробљене одређеном масом гаса у односу на количину топлоте заробљене сличном масом угљен-диоксида (CO₂) у одређеном временском периоду од 100 година.

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

Утицај расхладних флуида на животну средину

Расхладни флуиди утичу на животну средину наше земље на следећи начин:

- ✓ *трошење озона као последица хлорних расхладних флуида који се емитују у атмосферу;*
- ✓ *директно глобално загревање (ефекат стаклене баште) као последица флуорованих расхладних флуида који се емитују у атмосферу;*
- ✓ *индиректно глобално загревање сваког расхладног флуида као последица угљендиоксида емитованог у атмосферу потрошњом енергије у расхладном постројењу.*

Класификација разладних флуида у сигурносне групе

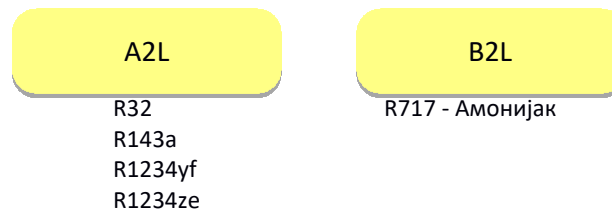
Раскладни флуиди се класификују у смислу два општа сигурносна критериума:

- Запаљивост
- Токсичност

Према различитим међународним и националним безбедносним стандардима, раскладним флуидима се може доделити једна од шест класификација према токсичности и запаљивости. Класификација се даје алфанумеричким карактеристикама. Велико слово одговара токсичности и цифру на запаљивост. У суштини "А" означава нижу токсичност "В" за већу токсичност. Не постоје раскладна средства који нису токсични.

Класификација запаљивости је: незапаљиво "1", мања запаљивост "2" или већа запаљивост "3".

После вишегодишњег истраживања у 2010. години, ASHRAE 34 је представио нову поделу у категорији "2" која дели ову категорију и уводи категорије A2L и B2L.



Према ASHRAE 34 класификација раскладних флуида приказана је на слици лево



Када се говори о безбедности употребе раскладних флуида и ограничења употребе раскладног флуида у одређеним случајевима, у европски стандард EN 378-1: 2016, поред класификације сигурности раскладних флуида уведен је још један додаток који треба узети у обзир приликом избора раскладних флуида, а то је према попуњености простора.

Локације су класификоване у погледу сигурности особа које могу бити директно погођене у случају истицање раскладног флуида. Разматрање сигурности у раскладним системима узима у обзир 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 заузетост простора:

- Општа заузетост - класа А

Место на коме људи могу да спавају или где је присутан 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 В

Просторије, делови зграда или зграде, где се може боравити само ограничен број људи, од којих су неки обавезно упознати са општим мерама безбедности.

ПРИМЕРИ: лабораторије, места за општу производњу, пословне зграде

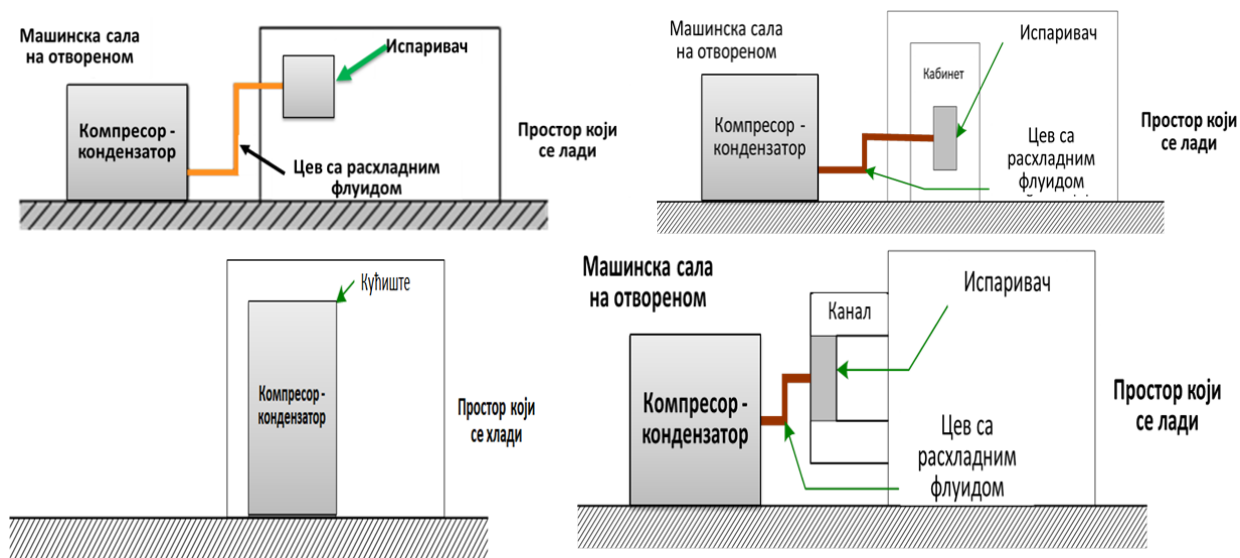
- Рад само одобреним приступом - класа С

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.

Директни системи



Индиректни системи



Избор расхладног флуида

При избору расхладних флуида треба обратити пажњу на више ствари. Оно што је важно за произвођаче система не значи да је то исто од интереса сервисера опреме. За производњу опреме за хлађење и климатизацију (RAC), избор расхладног флуида је теоретски комплексан, узимајући у обзир огроман број параметара. Расхладни флуид треба да има одређена својства, као што су:

- ✓ Није штетан за озонски омотач (без оштећења озона, без хлора).
- ✓ Мали ефекат стаклене баште
- ✓ Треба да буде нетоксичан (није штетан ако се удише или проспе по кожи) и неотрован.
- ✓ Требало би да буде неексплозиван.
- ✓ Требало би да буде не-корозиван.
- ✓ Требало би да буде стабилан гас

На слици испод приказане су остале карактеристике на кој треба обартити пажњу:



Кад користимо смеше требали би обартити пажњу на састав смеше:

И таблци испод приказани је састав расхладних флуида код зеотропских смеша (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

Расхладни флуиди састављени од HFC супстанце.

И таблци испод приказан је састав расхладних флуида код азеотропских смеша (R5XX):

Расхладни флуид	компонента А	компонента Б	температура кључања у ОС 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 табlici испод су приказани карактеристике најчешће коришћених рехладних флуида:

	R22	R134a	R290	R404A	R407C	R410A	R507	R600	R600a	R717	R744
Хемијска формула и састав	CHClF ₂	CH ₂ FCF ₃	CH ₃ CH ₂ CH ₃	R125/143a/134a (44/52/4)	R32/125/134a (23/25/52)	R32/125 (50/50)	R125/143a (50/50)	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	CH(CH ₃) ₃	NH ₃	CO ₂
Група	HCFC	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	-781
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 омотача (ODP)	0.055	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Потенцијал глобалног загревања (GWP)/100 год.	1810	1430	3	3922	1774	2088	3985	3	3	0	1
Сугурносна група	A1	A1	A3	A1	A1	A1	A1	A3	A3	B2	A1

1 Тројна тачка, притисак 5.18 bar и температура -56.60S.

Компресорско уље треба користити по препорукама произвођача опреме / компресора:

- Минерално уље – МО или алкил-бензинска уља -АВ користили су се код R12, R22 а сада код Амонијака само.
- Синтетичко уље је коришћено код R500, R502,.... HCFC
- PAG – полиестергликог – само код аутомобилских клима.
- POE- естер уље , на свим HFC расхладним флуидима у расхлади и већим климатизерима, чилерима,...
- PVE су поли- винил – естерска уља, користимо на пр. климе са R410A.

Безбедносне мере при раду са расхладним средствима

При 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. Потребно је носити личну заштитну опрему попут заштитних наочара, заштитних ципела, рукавица, шлема и заштитног појаса (видети слику испод). Морају се следити одговарајућа правила облачења. Никада не носите опуштени накит јер може доћи у додир с електричним спојевима или жицама и проузроковати електричне ударе.



Поштавање ознаке о опасности на самој опреми



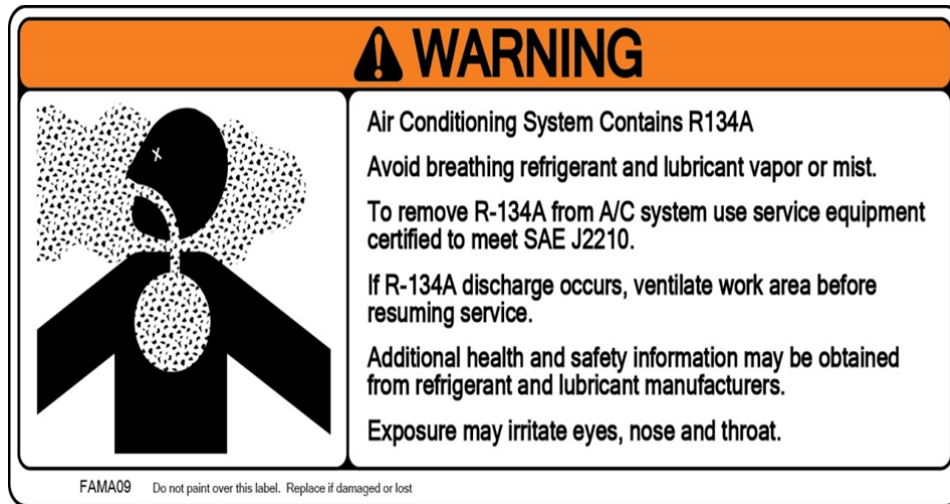
Опасност: ЗАПАЉИВО



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 требају бити 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 бити 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 подigli или спустили алат.
- Немојте искључивати алат повлачењем за кабал 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 су 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, као 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 је потребно 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 В урађени су за гашење пожара на запаљивим течностима попут масти, бензина или уља
- апарати за гашење групе С урађени су за гашење пожара на електричним водовима.

Сигурност рада на климатизационим и расхладним уређајима

Током сервисирања и уградње климатизационих и расхладних уређаја потребно је предузети неколико основних сигурносних мера:

- 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 флуид.
- Морају се користити баждарени манометри / редукционе групе.
- Треба пунити инсталацију само кроз нископритисну страну уређаја.
- Пре отварања треба се побринути да је расхладна течност у потпуности уклоњена из уређаја.

Руковање и складиштење судова – боца са расхладном течношћу

Боцама пуњеним расхладном течношћу потребно је руковати крајње опрезно. Боце морају бити ускладиштене у складу са упутствима:

- Боца са расхладном течношћу треба бити ускладиштена у наткривеном простору с температуром нижом од 50 °С.
- 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 уништене. Када се боца не користи, треба се побринути да вентил буде сигурно затворен.
- Спремници гаса смеју бити складиштени и превозени само у усправном положају.
- Током превоза боце са гасом се не смеју бацати нити би смеле падати. Све главне електричне склопке требале би бити постављене изван радног простора.
- Боце за прикупљање смеју бити напуњене само до 75 % укупне запремине за HFC и 50% HC гасове.

Прва помоћ у случају повреде сервисера

Код 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, примените поступке оживљавања.

Ако дође до хемијских опекотина, треба уклонити тканину са подручја опекотина и/или у близини њега, а затим опекотину опрати обичном водом. Ако дође до 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 исључи. 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- ала француски
7. момент кључ за притезање
8. алат за ширење цеви- прављење чашице
9. кљунасто мерило

10. кантица уља за алат
11. кресиво-упаљач за брeнер
12. гумени чекић
13. сигурносне наочаре и сигурносне рукавице
14. сервисни кључ - четвртка
15. боца за прскање сапунице за испитивање истицања расхладног флуида
16. сервисни манометри
17. сервисна црева 3х
18. вага за мерење расхладног флуида
19. алат за спајање без растављања –Lokring
20. шмиргла – абразивна крпа
21. жица за тврдо лемљење Cu-P, жица сребрна + топитељ за сребрну жицу
22. алат са точком за савијање цеви
23. метални прави угао-
24. уређај за сакупљање и чишћење - рециклажу расхладног флуида
25. вакуум манометар
26. вакуум пумпа
27. ацетиленско кисеонички брeнер, редуцир, црева, боце и колица са точковима
28. електронски детектор истицања расхладног средства

ДЕФИНИЦИЈЕ ПОЈМОВА И СКРАЋЕНИЦЕ

ИЗРАЗ - СКРАЧЕНИЦА	ДЕФИНИЦИЈА
CFC	Хлорофлуороугљеници: група хемијских једињења која садрже хлор, флуор и угљеник
HCFC	Хлорофлуороугљоводоници: група хемијских једињења која садрже водоник, хлор, флуор и угљеник
PFC	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.
HFC	Флуороугљоводоници: група хемијских једињења која садрже водоник, флуор и угљеник
HFO	Флуоровани алкени (олефини): група једињења која садрже водоник, флуор и угљеник, као и двоструку везу у молекулу
HC	Угљоводоници: група хемиских једињења која садрже водоник и угљеник
DME	Диметилетар: алтернатива са HFC која се користи у пенама и аеросолима
Неоргански флуиди	Неорганска једињења на пример амонијак (R717) и CO ₂ (R744)
Халогени елементи	Хемијски елементи са сличним хемијским својствима: која флуор, хлор, бром и јод.
Банке	Укупна количина супстанци које се налазе у постојећој опреми, хемијским залихама, пени и другим продуктима који још увек нису пуштени у атмосферу.
Ефекат стаклене баште	<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. Ово 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 ово је побољшани ефекат стаклене баште.</p>
GHG	<p>Гас стаклене баште</p> <p>Гас који доприноси глобалном загревању</p>
GWP	<p>Потенцијал глобалног загревања</p> <p>GWP пореди утицај неког гаса на глобално загревање са утицајем CO₂ на глобално загревање. За CO₂ 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 комплекта са GWP вредностима у својим извештајима о оцени.</p> <p>Вредности за GWP које се користе у Амандману из Кигалија и у основним чињеницама о Амандману из Кигалија засноване су на стогодишњим вредностима из 4-тог Извештаја о оцени (AP4).</p>
Еквиваленти CO₂ тона	<p>Начин представљања укупног доприноса глобалном загревању изазваног одређеном количином неког GHG.</p> <p>Тона CO₂e = тоне гаса * GWP</p>
Утицај тоталног еквивалента загревања (TEWI)	Мера укупног утицаја глобалног загревања на основу емисије гасова са ефектом стаклене баштеу току трајања опреме, укључујући и производњу и одлагање радних флуида и хардвера на крају радног века. TEWI у обзир узима и директну емисију

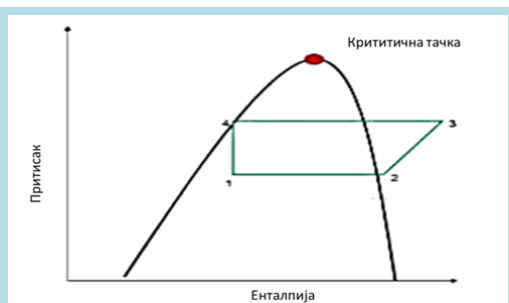
Озон	<p>O₃ – гасовити атмосферски конституент. Ствара се у тропосфери фотохемијским реакцијама укључујући гасове који се јављају као резултат антропогених активности (смог). Озон у тропосфери делује као гас са ефектом стаклене баште. У стратосфери озон се ствара интеракцијом између соларног ултраљубичастиг зрачења и молекуларног кисеоника (O₂). Озон у стратосфери има значајну улогу баланса радиоактивности. Његова највећа концентрација је у озонским слојевима.</p>
Озонски омотач	<p>Слој у стратосфери где је концентрација озона највећа. Слој се протеже од око 12 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. Овакав феномен познат је под називом антарктичка озонска рупа</p>
ODS	<p>Супстанца која оштеђује озонски омотач</p> <p>Гас који може да изазове оштећења стратосферског озонског омотача.</p>
ODP	<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>
ODP тона	<p>Начин представљања укупног оштећења озона изазваног одређеном количином неке ODS.</p> <p>ODP тоне = тоне гаса X ODP</p>
Живот у атмосфери	<p>Мера просечног времена у коме молекула опстаје када се ослободи у атмосферу.</p>
UN FCCC	<p>UN FCCC (United Nation Framework Convention on Climate change), Оквирна конвенција Уједињених Нација о климатским променама</p>
Климатске промене	<p>Климатске промене подразумевају статистички значајне разлике, било да се односе на климатске прилике или на климатске варијабле, које трају дужи временски период (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.</p> <p>Климатске промене се дефинишу у Оквирној конвенцији 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.</p>
Емисије гасова	<p>Ослобађање гасова у атмосферу изнад одређеног подручја и у одређеном периоду времена.</p>
Фосилна горива	<p>Горива на бази угљеника која потичу из геолошких (фосилних) наслага угљеника. Фосилна горива су: угаљ, нафта, природни гас, итд.</p>
Контролисане супстанце	<p>У складу са Монреалским протоколом, све супстанце које оштеђују озонски омотач и које су предмет контролних мера, као што је “захтев за постепено укидање”.</p>
Постепено укидање	<p>Забрана производње и потрошње свих супстанци које су под контролом Монреалског протокола.</p>
Монреалски протокол	<p>Монреалски протокол о супстанцама које оштеђују озонски омотач усвојен је у септембру 1987. Након открића озонских рупа на Антарктику крајем 1985., владе су препознале потребу за увођењем снажних мера поводом смањења 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 да убрза распоред постепеног укидања (phase-out) из 1990 (Лондон), 1992 (Копенхаген), 1995 (Виена), 1997 (Монреал), 1999 (Пекинг), и поново Монреал 2007.</p>

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.
Земље члана 2	Развијене земље, потписнице Монреалског протокола које нису обухваћене обавезама у складу са чланом 5
Кјото Протокол	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 - Јапану. Протокол обухвата правну обавезу поред оних које су у оквиру UN FCCC. Земље укључене у Анекс В Протокола сложиле су се да треба да умање емисију антропогених гасова са ефектом стаклене баште(посебно угљен-диоксида, метана, азот-оксида, хидрофлуорокарбона, перфлуорокарбона и сумпор- хексафлуор), најмање 5% испод нивоа из 1990, за период од 2008 до 2012. Кјото Протокол ступио је на снагу 16. Фебруара 2005.
Мултилатерални (вишестрани) фонд MLF	Механизам финансија донесен у оквиру Монреалског протокола. Мултилатерални фонд је основан одлуком другог састанка потписница Монреалског Протокола у Лондону у јуну 1990., и почела је са радом 1991. Главни циљ овог фонда је да помогне чланицама потписницама чија је годишња по глави становника, производња и потрошња ODS мања од 0,3 кг .
Расходни флуид	Флуид (течност) – користи се за пренос топлоте у системима за хлађење. Флуид апсорбује топлоту на ниској температури и ниском притиску и предаје топлоту при вишим температурама и вишем притиску који по правилу садржи промене стања флуида.
Апсолутни притисак	Стварни притисак, где је стварни вакум нулте вредности, а просечни ваздушни притисак износи 1.013 бар.
Релативни (gauge) притисак	Притисак у којем је вредност једнака разлици између апсолутног и атмосферског притиска.
Максимални дозвољени притисак	Максимални притисак за који је опрема пројектована по спецификацији произвођача,
Максимални радни притисак	Максимални притисак за који је опрема пројектована по спецификацији произвођача
Атмосферски притисак	Такође, познат као барометарски притисак.То је притисак који узрокује Земљина атмосфера која се налази изнад површине земље. Просечан атмосферски притисак измерен на нивоу мора износи око 101,3 kPa (килопаскала).
Смеше	Смеша два или више чисте 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: азетропне и зеотропне смеше
Азеотропне смеше	Смеша састављена од једног или више расхладног флуида различите испарљивости, којој се битно не мења састав или температуре када кључа (испарава) или када се кондензује под сталним притиском. Расхладној смеси додељен је R5XX серијски број ознаке, према ISO 817.
Климатизација	То је процес контролисања температуре, влажности, састава и дистрибуције ваздуха у циљу људске удобности или за посебне потребе индустријских процеса, као што су фармацеутски, текстилни и сл. или за друге примене.
MAC	Мобилна климатизација. Ово се односи на било који систем за климатизацију који се користи у возилима, укључујући MAC у аутомобилима, аутобусима или возовима.
Хлађење	То је процес снижавања температуре материје или простора у циљу постизања жељене температуре на основу врсте примене.
Систем за хлађење	Комбинација међусобно повезаних елемената - делова, који садрже расхладни флуид и чине један затворен систем, у коме циркулише расхладни флуид у циљу хлађења и грејања.
Сервисирање	Све врсте посла 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.
Компетенција	Способности за вршење задовољавајућих активности у оквиру занимања.
Одржавање	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.
Одлагање	Одлагање производа на неко друго место, обично за уништење.
Топлота	То је 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.
Латентна топлота	Количина топлоте потребна да промени стање једнокомпонентне супстанце где температуре остаје константна.
Осетна (сува) топлота	Количина топлоте која узрокује промену температуре у супстанци без промене њеног стања. Може се оценити путем уређаја за читање температуре.
Размењивач топлоте	Део система за хлађење који се користи за пренос топлоте, укључујући кондензаторе, евапораторе (испариваче) и интеркулере.
Тачка кључања	Температура засићења расхладног флуида под одређеним притиском, тачка на којој течност кључа.
Страна високог притиска	Део система за хлађење који ради на притиску кондензатора или гасног хладњака.
Страна ниског притиска	Део расхладног система који приближно ради на притиску евапоратора
RACHP	Расхладни уређаји, климатизација и топлотне пумпе

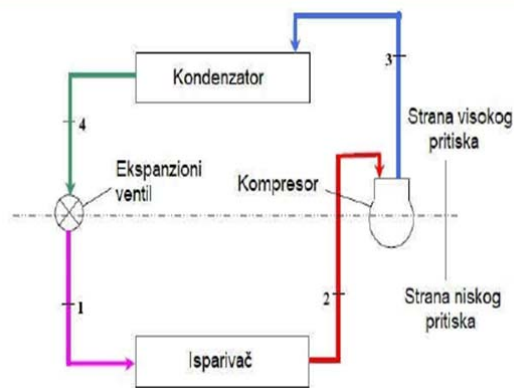
Дијаграм притисак-енталпија (P-h дијаграм)

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 4 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 систем коју користи компресор.



Циклус сабијања паре

Највећи број система за расхлађивање и климатизацију раде са циклусом сабијања паре. Најједноставнији систем се састоји од 4 главне компоненте приказане на дијаграму. Течни расхладни флуид ниске температуре (при ниском притиску) шаље се у испаривач (тачка 1). Он обезбеђује хлађење, док течност кљуђа и испарава (тачка 2). Ова пара се сабија (тачка 3), те је након тога у стању да ослободи 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.



Компресор	Главни део сваког расхладног уређаја. Компресор је уређај у којем се механички сабија гас из области нижег притиска у област вишег притиска, на основу чега расхладни флуид циркулише и мења агрегатно стање. Улога компресора кога покреће мотор у расхладном систему је да сабија гас (пару расхладног флуида) на виши притисак.
Херметички компресор	Комбинација компресора и електричног мотора, оба смештена у истом кућишту без спољних заптивних елемената. Електрични мотор ради на принципу смеше уља и расхладних испарења.
Кондензатор	Кондензатори су размењивачи топлоте у којима се кондензује пара расхладног флуида, коју сабија компресор. У кондензатору дешава се процес одузимања топлоте од расхладног флуида.
Температура кондензације	Кондензација водене паре у расхладним флуидом под одређеним притиском; температура на којој пара расхладног флуида кондензује.
Уређај за експанзију	Уређај као што је експанзиони вентил је веома важан елемент расхладне инсталације. Он затвара или успорава проток расхладног флуида и пропорционално га регулише кроз испаривач у зависности 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 испаривачем као и у постројењима са више испаривача, при температурама од -50 °C до 0 °C.
Испаривач или Евапоратор	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 расхладном флуиду притисак нагло пада, и он почиње да хлади, односно да одузима топлоту другом медију. У испаривачу се одвија неколико процеса: струјање флуида, испаравање флуида, прелазак топлоте
Зауставни (стоп) вентил	Вентил који спречава проток у било ком смеру када се затвори.
Спирална цев	Део расхладног система, направљен од савијених или правих цеви или од адекватно повезаних цеви, које служе за размену топлоте ("испаривач" или евапоративни кондензатор) .
Коефицијент перформанси (COP)	Мера енергетске ефикасности расхладних система. Коефицијент корисног ефекта (топлоте) која се емитује. Корисни ефекат је коефицијент хлађења у случају RAC система и коефицијент грејања топлотних пумпи. COP првенствено зависи од радног циклуса и нивоа температуре (испаривања / кондензације) као и од карактеристика расхладног флуида (дизајна и величине система).
Каскадни систем	Два или више независних расхладних кола, где кондензатор једног система директно усмерава топлоту на испаривач 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, пројектован тако да аутоматски ослобађа прекомерни притисак.
Вентил за ослобађање притиска (сигурносни вентил)	Активни притисак одржава (сигурносни вентил -помоћу опруга или диска), а пројектован је тако да аутоматски ослободи (ублажи) велики притисак, отварањем вентила на подешеном притиску и затварањем вентила након што притисак падне испод подешеног притиска.

Сакупљање расхладног флуида (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 флуида (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 вечина радова одиграва се на лицу места.
Обнављање расхладног флуида (reclaim)	Дорада и побољшање измењених контролисаних супстанци кроз механизам филтрирања, сушења, дестилације и хемијског третирања у циљу 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. Ове процедуре се обично називају адаптацијом система, будући да су неопходне мање измене, као што је промена мазива (лубриканта), увођење савременијих уређаја и адсорпционих материјала.
Усисно потисни метод (Push - Pull метод)	Метод за сакупљање и рециклажу расхладних флуида из система, који са једне стране користи негативни притисак (suction-усисавање) да би извукао старе расхладне флуиде, док на другој страни пумпа рециклирану расхладну пару како би померио расхладни флуид кроз систем
Машинска сала	Потпуно затворен простор или соба са механичком вентилацијом, доступан само овлашћеним лицима, који је намењен за инсталацију компоненти расхладних система или за цели расхладни систем. Друга опрема се, такође, може инсталирати, али под условом да је компатибилна са безбедносним захтевима расхладних система.
Заузет (окупирани) простор	Потпуно затворен простор у коме бораве људи дужи временски период. 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.
Детектор расхладног средства	Уређај који реагује на унапред подешену концентрацију расхладног гаса у окружењу.
Херметичан систем	Херметички затворен систем
Затворени (запечаћени) системи	Систем за хлађење у коме су сви расхладни делови направљени са чврстим варењем или тврдим лемљењем.
Секундарни (индиректни) системи за хлађење	Систем који користи течност, која преноси топлоту из производа или простора, или из неког другог система за хлађење.
Тона хлађења (TR)	Обично коришћена јединица за капацитет система за хлађење и климатизацију. Дефинише се као количина 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 Technik, lectures
8. Расхладни уређаји, Сава Вујић, 1984 год., Машински Факултет, Београд.
9. Проф.Др. Франц Коси, дипл.маш.инг- Теоријска настава обуке сервисера расхладне технике- предавање, Н. Београд, 09-2016,
10. Милан Стојановић, дипл. маш.инг и Милорад Робинац, дипл. маш. Инг. -Практична обука сервисера расхладне технике-предавање и пракса, Н. Београд, 09-2016.
11. Стеван Шамшаловић, Расхладни уређаји и инсталације, 2012, СМЕИТС, Београд
12. СРПС ЕН 378:2016 – делови 1, 2, 3 и 4
13. Службени гласник РС 24/16 од 11.03.2016 - Уредба о сертификацији лица која обављају одређене делатности у вези са супстанцама које оштећују озонски омотач и одређеним флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште
14. Службени гласник РС 114/2013 - 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
15. Службени гласник РС 120/2013 - Уредба о поступању са флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште, као и о условима за издавање дозвола за увоз и извоз тих гасова
16. Службени гласник РС 36/2009 и 10/2013 - Закон о заштити ваздух

