

Znalosti
Chladicí technika

Be sure. **testo**



Znalosti chladicí techniky ve 3 částech

Úvod do chladicích zařízení. Základy a hlavní komponenty chladicí techniky. Správné měření na chladicích zařízeních.

Obsah

Část 1: Úvod do chladicích zařízení	4
1.1 Ukazatele účinnosti chladicích zařízení	4
1.2 Kritéria chladiv vhodných pro praktické použití	5
1.3 Hodnocení chladiv	7
a) Hodnota GWP	7
b) Hodnota TEWI	8
1.4 Navrhování a efektivní provoz chladicích zařízení	9
Část 2: Základy a hlavní komponenty chladicí techniky	10
2.1 Termodynamika	10
2.2 Čtyři hlavní komponenty kompresního chladicího okruhu	10
2.2.1 Výparník	11
2.2.2 Kondenzátor	13
2.2.3 Kompresor	15
2.2.4 Expanzní ventil	16
2.5 Další důležité součásti chladicího okruhu	18
Část 3: Správné měření na chladicích zařízeních	19
3.1 Zaznamenávání a hodnocení důležitých parametrů	19
3.2 Podchlazení	20
3.3 Přehřátí	22

Část 1: Úvod do chladicích zařízení

Chladicí zařízení se stala nepostradatelnými v mnoha oblastech našeho každodenního života. Starají se o optimální klima budov, chladí průmyslové procesy a umožňují delší skladování a zmrazování potravin. Výhody chladicích zařízení jsou však spojeny se značnou spotřebou zdrojů, která celosvětově neustále stoupá a zatěžuje klima. Proto je stále důležitější chladicí a klimatizační techniku odborně navrhnout a efektivně provozovat. Chladicí zařízení je uzavřený, v ideálním případě hermeticky těsný potrubní systém, ve kterém obíhá chladivo. Chladivo je provozní látka, která při nízké teplotě a nízkém tlaku teplo přijímá a při vyšší teplotě a vyšším tlaku teplo vydává. Tyto takzvané kompresní chladivové okruhy se skládají z nejméně čtyř součástí, které následně stručně popíšeme. Jako provozní látky chladicího zařízení slouží chladivo a olej v kompresoru. Pro jejich výběr je určující typ zařízení a jeho použití a vliv na životní prostředí.

Při rozhodování jaké chladivo nebo olej vybrat, musíme zohlednit následující:

- konstrukci daného dílu,
- potenciální rizika pokud dojde k úniku, nebo havárii,
- spotřebu energie pro provoz zařízení,
- likvidaci zařízení po skončení jeho životnosti.

1.1 Ukazatele účinnosti chladicích zařízení

Jako srovnávací hodnotu pro tepelná čerpadla lze použít **COP (Coefficient Of Performance - topný faktor)**, pro chladicí zařízení se používá **EER (Energy Efficiency Ratio – chladicí faktor)**.

Tyto ukazatele výkonu zobrazují **poměr výkonu k dodané energii** za určitých provozních podmínek a v konkrétním časovém okamžiku.

Pokud bychom sledovali účinnost chladicího zařízení po celý rok, pak větší vypovídací hodnotu má hodnota **SEER** (**S**easonal **E**nergy **E**fficiency **R**atio – sezónní chladicí faktor). Zde kromě provozu při plném zatížení a v nadimenzovaném bodě hodnotíme také provoz chladicího zařízení při dílčím zatížení. Sledování částečného zatížení je velmi důležité z důvodu různých podmínek okolí, které se vyskytují v průběhu roku.

Efektivní regulace výkonu zásobení chladem (frekvenční měnič pro regulaci výkonu kompresoru a otáček ventilátorů kondenzátoru nebo výměníků tepla) je absolutní nutností! Další a doplňující využití zásobníků tepelných medií (např. zásobníku ledu) může vyrovnávat dílčí zatížení, resp. extrémní zatížení ve špičkách a zaručit lepší provozní spolehlivost a disponibilitu zařízení.

1.2 Kritéria chladiv vhodných pro praktické použití

Teoreticky můžeme jako chladivo použít mnoho látek. Ale ne vše, co je možné, je dovolené a smysluplné: tento výběr je značně omezen různými bezpečnostními požadavky, dostupnou technikou zařízení a ekologickými aspekty. Pro praktické použití jsou vhodné pouze takové provozní látky (zde chladiva), které při provozu v uzavřeném chladivovém okruhu splňují určitá kritéria.

Kritéria výběru chladiv

- **Tlak par chladiva** je při požadované teplotě vypařování vyšší než atmosférický tlak.
- **Vysoký kondenzační tlak** nepředstavuje nadprůměrně vysoký požadavek na odolnost proti tlaku komponent a potrubí (např. maximální pec = 25 bar při +35 °C venkovní teploty). Výjimkou jsou takzvaná vysokotlaká chladiva jako R-410A nebo R-744.
- Přehřátá pára nasátá kompresorem má při **podmínkách nasávání malé objemy**, aby bylo možno zachovat malou velikost konstrukce kompresoru (zdvihového objemu).
- **Kompatibilita s materiály** používanými v chladicí technice.
- **Co nejmenší ekologická zátěž** při výrobě a likvidaci chladiv.
- **Principiálně bezpečná manipulace** pro montážní, resp. servisní personál.

Tento výčet však představuje pouze výběr důležitých vlastností. V současnosti neexistuje žádné chladivo, které by bylo ideální pro všechna použití. Vždy jsou tedy nutné určité kompromisy.

V posledních letech – ne však teprve od nabytí účinnosti regulativních opatření (jako např. nařízení EU o F-plynech z roku 2014) – se silně zvýšil význam přírodních chladiv. Mezi ně patří kromě oxidu uhličitého (R-744) především uhlovodíkové plyny jako isobutan (R-600A) a propan (R-290). A dále čpavek (R-717), který je již dlouhá léta rozšířený v průmyslovém chlazení.

Jak z pohledu termodynamiky, tak i v klimatické bilanci se přírodní chladiva jeví jako dlouhodobá a ekologická pracovní média. Tyto kladné vlastnosti umožňují použití v oblastech, které mají zčásti výrazně vyšší požadavky na techniku zařízení a maziva. CO₂ a propan se tak např. používají v oblasti chlazení supermarketů.

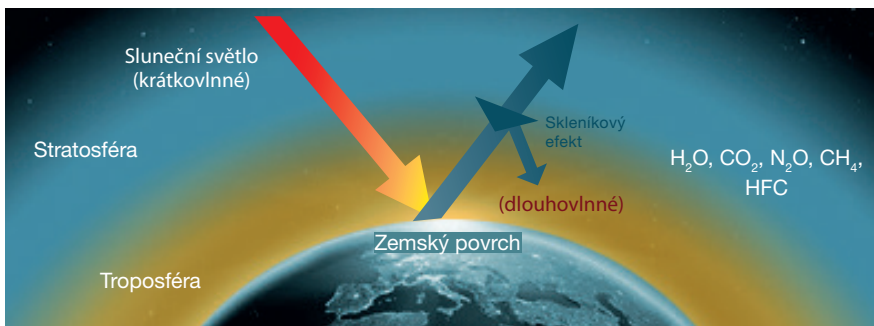
1.3 Hodnocení chladiv

a) Hodnota GWP

Potenciál globálního oteplování (**G**lobal **W**arming **P**otential - **GWP**) je číselná hodnota, která popisuje vliv látky na atmosféru Země a tím její vliv na skleníkový efekt a globální oteplování. Základem je CO₂ s číselnou hodnotou 1. Hodnota GWP říká, jaký vliv na globální oteplování Země má v atmosféře 1 kg chladiva ve srovnání s 1 kg CO₂. Hodnota GWP je tedy zobrazením ekvivalentu CO₂.

Například R-12 tak má 10.900x větší vliv než účinnost než CO₂.

Chladivo	GWP
R-12	10.900
R-502	4.657
R-507A	3.985
R-404A	3.922
R-407A	2.107
R-22	1.810
R-407C	1.774
R-134a	1.430
R-32	675
R-290 (propan)	3.3
R-600a (isobutan)	3
R-1270 (propylen)	1.8
R-774 (CO₂)	1
R-717 (čpavek)	0



Hodnoty GWP známých chladiv a jejich účinek na atmosféru

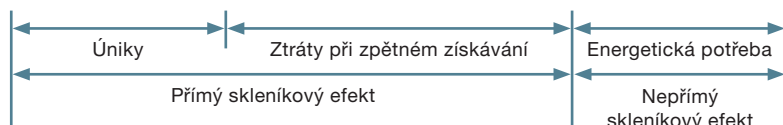
a) Hodnota TEWI

V hodnotě **TEWI** (**T**otal **E**quivalent **W**arming **I**mpact – celkový dopad chladicího zařízení na skleníkový efekt) je navíc obsaženo ekologické hodnocení zařízení. S její pomocí můžeme popsat celkové zatížení životního prostředí při provozu chladicího zařízení s např. různými provozními látkami (chladiivy).

Hodnota TEWI zohledňuje součet přímých a nepřímých emisí skleníkových plynů. Metoda je velmi dobrá pro okamžité a srovnávací hodnocení. Z výše uvedených ekologických důvodů vyplývá naléhavá nutnost vyrábět chladicí techniku, pokud možno

bez škodlivých skleníkových plynů. Abychom co nejvíce zabránili emisím chladiv do atmosféry, je nutné vyrábět chladicí okruhy co nejtěsnější. Hodnota TEWI však popisuje také primární energii, která je nutná pro zásobení chladem a která má, podle druhu své výroby rovněž dopad na zatížení životního prostředí. Proto je smysluplné navrhovat a vyrábět energeticky šetrná zařízení, která pro požadovaný chladicí výkon potřebují co možná nejméně primární energie.

$$\text{TEWI} = (\text{GWP} \times \text{L} \times \text{n}) + (\text{GWP} \times \text{m} [1 - \alpha_{\text{recovery}}]) + (\text{n} \times \text{E}_{\text{annual}} \times \beta)$$



GWP:	Global Warming Potential	[-]
L:	Míra ztráty	[kg/a]
n:	Provozní doba	[a]
m:	Množství náplně chladiva	[kg]
α_r:	Podíl zpětného získávání při likvidaci	[-]
E_a:	Roční spotřeba energie	[kWh/a]
β:	Emise CO ₂ ze spotřeby energie	[kg/kWh]

Výpočet hodnoty TEWI

1.4 Navrhování a efektivní provoz chladicích zařízení

Přesné měření a jeho správné vyhodnocení je pro správné navrhování a efektivní provoz chladicích zařízení nezbytné. Zvýšení vypařovací teploty o 1 K, resp. snížení kondenzační teploty o 1 K mají za následek zlepšení ukazatelů výkonu chladicího zařízení o 2-3 %. Převáděné množství tepla z chlazeného média také silně ovlivňuje přehřátí výparníku. Zbytečně vysoké hodnoty přehřátí (zpravidla $R > 8$ K) nebo nestabilní signály přehřátí mají za následek zaplavování výparníku a tím pádem také nižší chladicí výkon.

Při měření se mohou vyskytnout různé chyby, jako např.:

- nedostatečná přesnost měřicích přístrojů a jejich čidel
- matematické chyby při výpočtu ukazatelů
- chyba paralaxy při odečítání z analogových měřicích přístrojů
- vzdálenost měřicího senzoru od požadovaného bodu měření

Analogové přístroje pro zaznamenávání tlaků v zařízení (tzv. manometrové baterie) jsou svou konstrukcí málo chráněné proti vibracím a změnám okolních teplot. Je téměř nemožné ochránit je proti náhlým změnám prostředí. Navíc při náhlých změnách atmosférického tlaku, se baterie musí ručně nakalibrovat. Elektronické servisní přístroje, jako testo 550, spojují vysoce přesné měření tlaků a přesné zobrazení naměřených parametrů v jasném digitálním formátu. Chybné interpretace jsou tak téměř nemožné.

Část 2: Základy a hlavní komponenty chladicí techniky

2.1 Termodynamika

1. zákon termodynamiky říká ve zjednodušené formě, že energie se neztrácí, ale pouze mění na jinou formu energie. Tento základ je důležitý především při sledování proudů energie v chladicí a klimatizační technice. Energetická bilance musí být v rovnováze. Při zjednodušeném sledování můžeme vidět, že k tepelné energii přijaté na výparníku se přidává ještě zhruba 1/3 jako příkon z kompresoru. Tato celková energie musí být na vysokotlaké straně chladicího zařízení opět vydána nebo v ideálním případě dále využita (využití odpadního tepla, resp. regenerace tepla).

2. zákon termodynamiky nemá v chladicí technice příliš velký význam. Říká, že (tepelná) energie je přirozenou cestou předávána vždy pouze z teplejšího tělesa chladnějšímu tělesu. Pokud však přidáme další energii, můžeme tento efekt také obrátit, jak ukazuje např. celkový tok energie ze zemního tepelného čerpadla, kde je energie z chladných vrstev země využívána pro účely vytápění. Jednotlivé přenosy energií se však vždy řídí principem: „**Z teplého na studené!**“

3. zákon termodynamiky je odvozen z 2. zákona. Pokud teplo přirozenou cestou „proudí“ vždy z teplého ke studenému, pak z toho vyplývá: Absolutní nulová teplota není, alespoň termodynamickými prostředky, dosažitelná. Tato je definována jako teplota 0 K nebo -273,15 °C a popisuje zastavení pohybu částic.

2.2 Čtyři hlavní komponenty kompresního chladicího okruhu

Kompresní chladivový okruh můžeme obecně definovat 4 hlavními komponentami:

- 1) Výparník
- 2) Kondenzátor
- 3) Kompresor
- 4) Expanzní ventil

Obrázek zobrazuje tyto hlavní komponenty chladivového okruhu. Ukazuje cyklus ve směru hodinových ručiček, ve kterém chladivo cirkuluje v uzavřeném okruhu a přitom projde dvěma změnami skupenství.

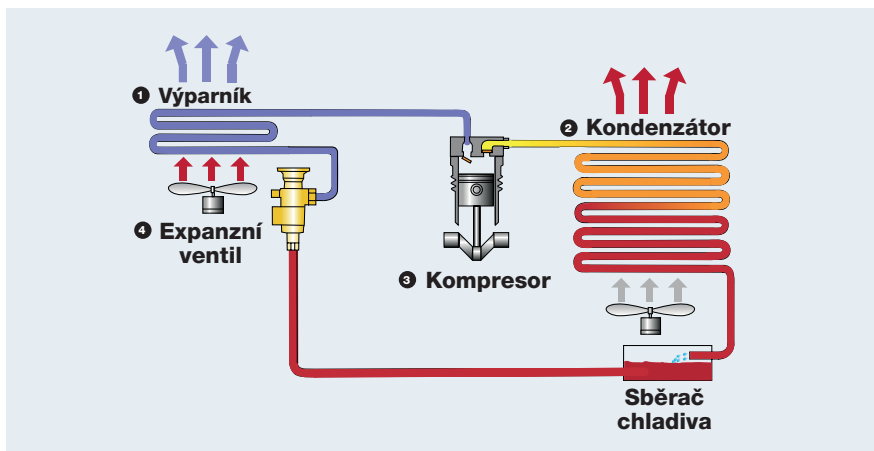
2.2.1 Výparník

Velmi důležitou součástí chladivového okruhu je výparník. Tvoří něco jako „rozhraní“ mezi chladicím zařízením a chlazeným médiem. Výparník může mít různá provedení:

- lamelový výměník tepla: ochlazovaným médiem je např. vzduch.

- deskový, resp. trubkový výměník tepla: pro chlazení kapalin.
- kontaktní výparník: při převodu tepla z pevných látek.

U všech uvedených možností je tok tepla stejný: probíhá z „teplého“ ke „studenému“. Chladivo se při nízkém tlaku (sací tlak) dostává většinou ještě v kapalném stavu do výparníku, kde se při absorpci tepla, které v ideálním případě kompletně pochází z ochlazované látky, vypaří.



Jednoduché schéma chladicího okruhu

Cílem je vstříknout do výparníku tolik chladiva, aby energie z ochlazované látky byla dostačující pro úplný přechod z kapalného skupenství na páru. Pokud možno co nejnižší přehřátí par chladiva na konci výparníku je regulováno vstříkovacím ventilem. Zároveň je tím zajištěno to, že se do kompresoru, ani při zvýšeném zatížení, nedostane žádné kapalně chladivo. Expanzní ventil a výparník musí být pro dobrý chod zařízení perfektně sladěny.

Toto sladění výrazně ovlivňuje výkon a spolehlivost zařízení. Jako míra efektivního vypařování slouží vhodná teplota vypařování a také přehřátí výparníku. Obě hodnoty můžete přesně změřit pomocí digitálních servisních přístrojů.

Proces chlazení je běžně ovládán termostatem, který chladicí místo zařízení nebo také celé chladicí zařízení vypne. Potřebné **odtávání** na výparníku představuje další přerušení v chladicím místě zařízení. Pro další přerušení chladicího procesu jsou nutná odtávání výparníku.

Tipy pro odtávání

- **Ne příliš brzo:** žádná nebo malá tvorba námrazy znamená zbytečnou ztrátu tepla a přerušení chlazení.
- **Ne příliš pozdě:** silná námraza na výparníku výrazně zhoršuje přenos tepla.
- **Ne déle než je nutné:** příliš mnoho tepla vzniklého zahříváním při odtávání musí být chladicím zařízením znovu odvedeno.
- **Co nejúčinnější:** neodtávat chladíč vzduchu jednotlivými topnými tyčemi, nýbrž využít „vlastní“ kondenzační teplo daného zařízení „zevnitř ven“ (odtávání pomocí teplé, respektive studené páry, reverze funkcí) a také využít pro chlazené médium nezbytné teplo skupenského tání námrazy.
- **Kontrolované:** odtávat pomocí inteligentních regulátorů nebo dálkového ovládání; čidlo podmínek odtávání umístit ve výparníku ve správné pozici.
- **Dobře plánovat:** odtávat pouze pokud je to potřebné.

U lamelového výparníku představuje vedení vzduchu ventilátory důležitý aspekt výkonu výměníku tepla. Dále je nutno upravit dosah proudu ventilátoru a objem proudu vzduchu podle příslušných požadavků chlazeného média. Pomocí inteligentního zapojování a odpojování ventilátorů během dob zastavení lze mj.:

- zaručit kvalitu chlazeného média
- oddálit nutnost rozmrazování
- zlepšit energetickou bilanci chladicího zařízení

2.2.2 Kondenzátor

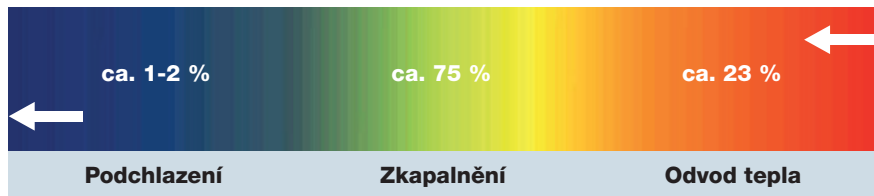
Úkolem kondenzátoru chladicího zařízení je odvést tepelnou energii přijatou chlazeným médiem a z větší části také energii dodanou kompresorem při procesu komprese chladiva. Výkon kondenzátoru je cca 1,3x vyšší než výkon výparníku (orientační hodnota). Kondenzátor může být stejně jako výparník lamelový, chlazený kapalinou nebo své teplo předávat pevné látce. Využití tepla v dalším procesu (využití odpadního tepla/regenerace tepla)

je přitom ústředním bodem navrhování energeticky efektivního zařízení.

Při něm je přehřáté, v plynném skupenství se nacházející a stlačené chladivo předáním tepla zkapalněno.

Kondenzátor lze rozdělit na tři zóny:

- zónu předávání tepla
- zónu kondenzace
- zónu podchlazování



Průběh a podíly jednotlivých zón v kondenzátoru

Největší prostor zabírá kondenzace chladiva. Přehřátá pára chladiva je v prvním kroku a po kondenzaci na příslušnou kondenzační teplotu ochlazená. V tento okamžik se v kondenzátoru objeví první kapka chladiva. Při dalším předávání tepla do okolí se tato kapka tak dlouho zvětšuje, až již není přítomno žádné chladivo ve formě páry. Nyní může, při příslušné konstrukci kondenzátoru, následovat mírné podchlazení chladiva.

Přítom záleží, zejména u vzduchem chlazených kondenzátorů, na čistotě ploch výměníku tepla. Nečistoty zhoršují převod tepla a tím účinnost výměníku tepla. To zase vede ke snižujícím se výkonnostním číslům, nižší dostupnosti zařízení nebo dokonce k výpadkům chladicího zařízení.

Využití tepelné energie je nejen nutností při každém navrhování zařízení, nýbrž také smysluplným dovybavením stávajících zařízení. Teplo pro odmrazování lze zpravidla (velmi účinně a efektivně) využít k vytápění místností, ohřevu pitné vody nebo v rámci jiného technického procesu. Právě při vytápění místností nebo ohřevu vody je z energetického pohledu výhodné využít pouze tu tepelnou energii, která je v momentální situaci k dispozici bez dalších opatření (např. zvýšení tlaku). Při přerušovaném provozu chladicího zařízení se také vyplatí využít akumulčních zásobníků. Teplou pitnou vodu bychom však z hygienických důvodů neměli skladovat, nýbrž pouze v případě potřeby ohřát v takzvaných průtokových ohřivačích od topné vody. Takto ohřátou vodu nelze z hygienických důvodů používat jako vodu pitnou, ale pouze jako vodu užitkovou.

2.2.3 Kompresor

Kompresor je ta součást chladivového okruhu, které potřebuje většinu energie. Navrhování zařízení by proto mělo být zaměřeno především na jeho účinné využití. Obecně rozeznáváme tři různé druhy konstrukce pláště:

- **Plně hermeticky uzavřený kompresor**

Hermeticky uzavřený kompresor, nižší výkony, elektromotor a kompresor nejsou zvenčí přístupné, elektromotor je chlazen studenou nasátou párou (chlazení nasátou párou) a/nebo olejem (olejové chlazení).

- **Polohermeticky uzavřený kompresor**

Střední a vysoké výkony, elektromotor a kompresor jsou ve skříni spolu pevně spojené, motor je chlazen studenou nasátou párou nebo vestavěným ventilátorem, elektromotor lze vyměnit a ventilové desky kompresoru jsou v případě servisu volně přístupné.

- **Otevřený kompresor**

Kompresor a pohon jsou zpravidla vzájemně spojeny hřídelí nebo magneticky. Chladivo neproudí skrze elektromotor, nýbrž je přímo nasáváno kompresorem, spojení s převodovkou pomocí příruby je možné, ventilové desky kompresoru jsou v případě servisu rovněž volně přístupné. Elektromotor je zároveň aktivně nebo pasivně chlazen okolním vzduchem.

Úkolem kompresoru v chladivovém okruhu je nasávat přehřátou páru ze sacího potrubí (sací tlak) a tuto páru stlačit na úroveň vysokého tlaku.

Tato úroveň vyplývá z poměru výkonu kondenzátoru při příslušných podmínkách prostředí a aktuálního zatížení zařízení a neustále se mění. Výkyvy zatížení a sezónní výkyvy ve dne/v noci nebo z důvodu vyšších/nížších teplot v průběhu roku jsou pouze některé z ovlivňujících veličin.

Takzvaný tlakový zdvih na kompresoru a tím také zatížení a účinnost jsou tudíž variabilní. Obzvlášť při nízkých okolních teplotách existuje nebezpečí, že výkon vzduchem chlazeného kondenzátoru bude z důvodu nižších venkovních teplot až příliš vysoký.

Zde musíme provést regulaci výkonu. Nejjednodušší možností je frekvenčně ovládaná regulace otáček ventilátoru. U chladicích zařízení, která mohou být kvůli nízké okolní teplotě na delší dobu vypnuta, musí být instalováno rovněž ovládání tlaku sběrače. Tímto způsobem se lze vyhnout zapínání/vypínání kompresoru nebo poruše způsobené nízkým tlakem při náběhu. Při kompresi přehřátých par chladiva, jsou tyto páry dále zahřívány. V závislosti na druhu chladiva mohou teploty na výtlaku z kompresoru dosáhnout teplot + 100 °C. Tyto teploty tudíž vyžadují také speciální oleje v kompresoru, neboť nesmí ani při nízkých teplotách vypařování ztrácet své mazací schopnosti.

2.2.4 Expanzní ventil

Důležitým úkolem expanzního ventilu v chladicím nebo klimatizačním zařízení je vstříknout do výparníku tolik tekutého chladiva, aby se v jeho trubkách mohlo co nejvíce chladiva vypařit. Chladivo potřebuje k vypaření mnoho energie, která je odebírána chlazenému médiu. Nejčastější typy expanzních orgánů jsou:

- kapilára
- automatický expanzní ventil
- termostatický expanzní ventil
- elektricky ovládaný expanzní ventil

Kapilára je nejjednodušším způsobem škrcení. Výrobce zařízení ji předem přesně vypočte; zpravidla rovněž prověří průtok. Délka stejně jako vnitřní průměr jsou proměnné, čímž lze dosáhnout požadovaného dynamického tlaku. Zde se jedná o cenově velmi výhodné řešení, které však pracuje pouze v nadimenzovaném bodě. Tento způsob konstrukce expanzních orgánů proto nacházíme často např. u chladniček.

Automatický expanzní ventil (lépe: expanzní ventil s konstantním tlakem) se používá vzácněji, protože se snaží výhradně o to, aby tlak vypařování zůstal konstantní. Tyto ventily lze používat pouze u zařízení s malými výkyvy zátěže.

Termostatický expanzní ventil

je v současnosti ještě standardem u komerčních chladicích zařízení.

Tento ventil, na rozdíl od automatických ventilů, funguje tak, že udržuje určené přehřátí par chladiva na výparníku.

Pro správnou funkci zařízení je velice důležité, aby byl ventil přesně nastavený.

Při výkyvech zatížení se mění oblast přehřátí ve výparníku a tím také teplota přehřáté páry na výstupu z výparníku.

To je regulační veličina a ventil nyní mění vstřikované množství chladiva. Změnou předřazeného tlaku (vysokého tlaku) před termostatickým expanzním ventilem a změnou teploty chladicí tekutiny (podchlazení) lze však výkon ventilu výrazně změnit. Na to musíme dbát již při návrhu zařízení!

Elektricky spouštěný expanzní ventil

(nazývaný často také elektronický expanzní ventil) má nejvyšší kvalitu regulace uvedených expanzních orgánů. Cílem je prostřednictvím pomocné energie (elektrické spouštění) optimálně upravit poměr přehřátí ve výparníku jednak daleko přesněji a za druhé také při výkyvech zatížení.

Principiálně rozeznáváme dva druhy spouštění: Pulzně šířkovou modulaci a stálý pohon přes krokový motor.

U pulzně šířkové modulace je pulzně spouštěn určitý druh magnetického ventilu. Šířka pulzu je zpravidla 6 vteřin. O tom jak dlouho zůstane během této doby ventil otevřený, rozhoduje nadřazený regulátor vstřikování na základě informací z různých čidel na a kolem výparníku.

Tyto ventily se z důvodu přerušovaného proudu hmoty hodí lépe u takzvaných **víceokruhových zařízení** (několik chladicích jednotek na jednom chladivovém okruhu). Důležitým bodem je zde dimenzování kapalinového potrubí, aby se zabránilo tlakovým rázům. Elektricky spouštěné expanzní ventily poháněné a ovládané krokovým motorem jsou často nejlepší volbou pro náročná chladicí zařízení. Vstříkují kapalné chladivo do výparníku kontinuálně, a protože elektronický ovladač, který je jejich součástí, neustále kontroluje optimální stupeň naplnění výparníku a v případě potřeby ho doplňuje, jsou tyto ventily nejlepší volbou zejména v případě měnících se podmínek zatížení.

2.5 Další důležité součásti chladicího okruhu

Úkolem sběrače chladiva je kromě zadržování kapalného chladiva pro expanzní orgány také oddělení případných bublinek páry od tekutiny kondenzátu v kapalinovém potrubí. Při volbě konstrukce se doporučuje upřednostnit **vertikální sběrač** před horizontálním sběračem. Vertikální sběrače mají vyšší sloup tekutiny a tím možnost lepší kontroly stavu naplnění a dále dosažení podchlazení.

Dehydrátor – je zabudovaný v kapalinovém potrubí a slouží pro odstranění zbytkové vlhkosti ze zařízení. Případná přítomná zbytková vlhkost může ve spojení s chladivem, olejem a teplem vést ke vzniku kyseliny, která mj. může poškodit měděný lakovaný drát kompresoru. Obsah kyselin v okruhu je dále možno minimalizovat pomocí příslušných aditiv. Další filtr z netkané tkaniny zabraňuje vniku cizích částic jako špon nebo troudu k magnetovému, resp. expanznímu ventilu. Při každém zásahu do chladivového okruhu je nutno tento dehydrátor vyměnit.

Průhledítko umožňuje „pohled“ na protékající chladivo. Pokud je průhledítko naistalováno přímo před expanzním ventilem, pak lze snadno identifikovat předvypařování chladiva z důvodu vysokých poklesů tlaku v kapalinovém potrubí a také příliš nízké podchlazení nebo nedostatek chladiva.

Část 3: Správné měření na chladicích zařízeních

3.1 Zaznamenávání a hodnocení důležitých parametrů

Základem komplexního hodnocení zařízení a korektního nastavení chladicího nebo klimatizačního zařízení jsou exaktně naměřené hodnoty a odborné znalosti. Pouze tak je možné zachytit rozhodující provozní stavy, resp. parametry.

K důležitým parametrům, které je nutno kontrolovat, patří mj.:

- **Přehřátí výparníku:** pro optimální náplň výparníku a kontrolu aktuálního přehřátí expanzního ventilu.
- **Přehřátí nasávané páry:** pro provoz kompresoru v rámci rozvrhu jeho nasazení, pro např. zajištění chlazení nasáté páry kompresoru a tím zamezení možné karbonizace oleje.
- **Způsob práce interního výměníku tepla tekutin/nasávané páry:** pro kontrolu, jak velké je další podchlazení a přehřátí při použití takového výměníku tepla.
- Takzvaný **hnací rozdíl teplot** na výměníku tepla: pro zlepšení nebo nové posouzení účinnosti výměníku tepla.

Důležité při uvádění chladicích zařízení do provozu:

Pokud uvádíme chladicí zařízení do provozu, pak nastavení provedená v rámci uvedení do provozu, zůstávají dlouho nezměněná. Chybné nebo nepřesné nastavení přehřátí tudíž může poškodit kompresor.

- **Příliš nízké hodnoty přehřátí** způsobují vymílání ložisek, mohou způsobit závitový zkrat nebo vypěnění oleje.
- **Příliš vysoké hodnoty přehřátí** způsobují mj. ztráty výkonu, silnější námrazu na výparníku a tím delší doby odtávání.

Efektivita zařízení a ekologická bilance se zhoršují, zákazník je nespokojený a následkem jsou zbytečné servisní zásahy.

Důležité v případě servisu:

V případě servisu je často důležité, aby servisní technik **rychle získal důležité parametry**. Takzvaná manometrová baterie je nejdůležitějším měřicím přístrojem servisních techniků. Tento nepostradatelný měřicí přístroj je však často v autě a na stavbě vystaven mechanické a teplotní zátěži. Analogové provedení, tedy manometr s ručičkami, je velice citlivý na okolní vlivy a může díky tomu měřit nepřesně. Kromě toho nemůžeme přímo odečítat rozhodující hodnoty jako **přehřátí** (viz kap. 3.2) a **podchlazení** (viz kap. 3.3). Při manuálním výpočtu uvedených hodnot vždy existuje riziko výskytu nejen chyb paralaxy, ale také i matematických chyb. Jinak je tomu u elektronických servisních přístrojů. Zde můžeme tlaky zařízení a k nim patřící teploty evidovat pro zjištění přehřátí nebo podchlazení **souběžně a velmi přesně**. Paralaxa je stejně jako matematická chyba nemožná.

Osvětlení displeje, doladění tlaku okolí a také ukládání naměřených údajů jsou užitečné doplňky, díky nimž může servisní zásah probíhat rychle a efektivně. Proto si dnes kufřík s nářadím odborníka na chladicí a klimatizační techniku nedokážeme bez elektronických přístrojů na měření parametrů chladicích zařízení, jako např. digitálního servisního přístroje testo 550 představit.

3.2 Podchlazení

Podchlazení kapalného chladiva lze v principu nejlépe zjistit před expanzním ventilem. Výpočet podchlazení před kondenzátorem nebo za (stojícím) sběračem je relevantní pouze pro sledování jednotlivých úseků. Rozhodující je však, v jakém stavu je chladivo před expanzním ventilem.

Podchlazení je velmi důležitá veličina při měření účinnosti chladicího zařízení. Pokud se v chladivovém okruhu později vyskytuje další podchlazení (např. prostřednictvím externího dochlazovače) musí být zkontrolovány, resp. dopočítány veškeré složky kapalinového potrubí.

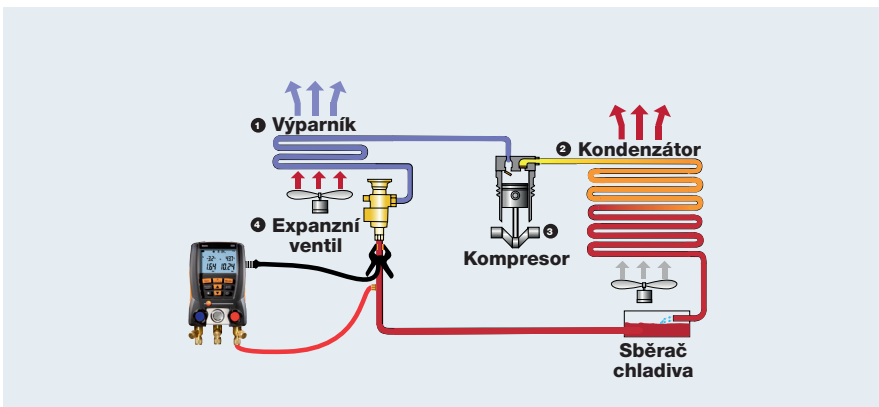
Podchlazení vede jednak k zisku entalpie a tím ke zvýšení množství tepla, které může výparník přijmout.

Na druhé straně je nutné pro překonání tlakových ztrát v kapalinovém potrubí bez předvypařování.

Důležité:

- Podchlazení na povrchu tekutiny ve sběrači **je vždy OK.**
- Další podchlazení musí být generováno vždy **přímo za sběračem.**
- U **vzduchem chlazeného kondenzátoru** jsou možnosti podchlazení spíše omezené.
- **Zvýšení výkonu** expanzního ventilu, magnetického ventilu a ve výparníku, ke kterému dochází souběžně s podchlazením, musí být zohledněno již při dimenzování.

- **Příliš vysoké podchlazení** může způsobit chybějící tlumení při otevírání magnetických ventilů a tím hydraulické rázy v kapalinovém potrubí.
- Přímo za sběračem chladiva jsou z fyzikálních důvodů možné jen nízké hodnoty, které závisí na **okolní teplotě, typu konstrukce** sběrače (vertikální/horizontální), na případném existujícím **vstupním podchlazování** chladiva ve sběrači a také na **aktuálním stavu naplnění** sběrače chladiva (geodetická výška).



Měření podchlazení před expanzním ventilem

3.3 Přehřátí

Přehřátí je stejně jako podchlazení jednou z nejdůležitějších veličin hodnocení aktuálního výkonu zařízení. Principiálně však musíme rozlišovat, na jakém místě v chladivovém okruhu má být výpočet přehřátí proveden:

- 1) přehřátí výparníku
- 2) přehřátí v sacím potrubí
- 3) přehřátí na sání kompresoru
- 4) přehřátí v kompresoru

ad 1)

Přehřátí výparníku se zjišťuje ihned za výparníkem na začátku sacího potrubí. Na stejném místě se nachází tykavka termostatického expanzního ventilu nebo čidlo přehřátí elektricky spouštěných expanzních ventilů.

ad 2)

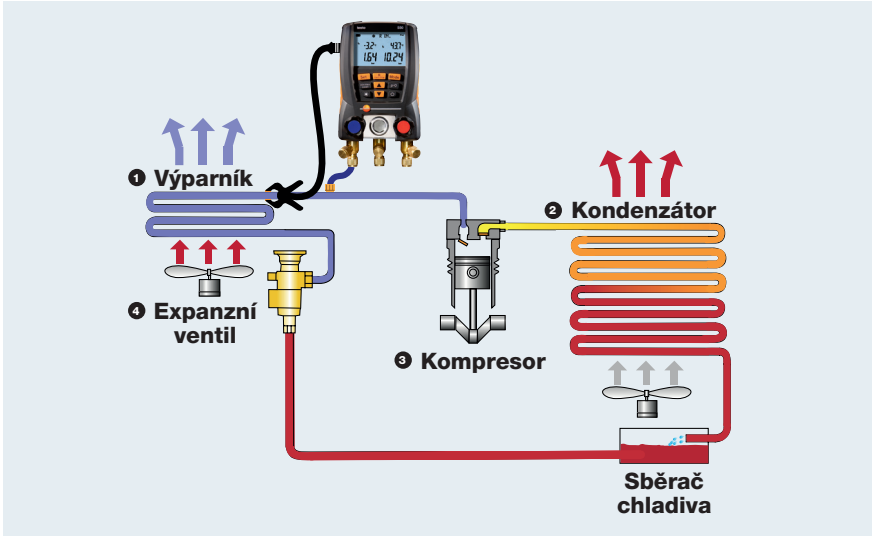
Přehřátí v sacím potrubí vzniká zpravidla průnikem tepla okolí izolací sacího potrubí. Tento průnik tepla je normálně a u optimálně naplánovaných a provedených zařízení nežádoucí, neboť chladicí okruh musí toto teplo také odvést. Pokud jsou v sacím potrubí zapojeny další výměníky tepla, které například jako takzvané „interní výměníky

tepla“ zaručují tepelné spojení sacího a kapalinového potrubí, pak se však v součtu jedná o velmi kladný a výkon zvyšující efekt (kromě u R-717 a R-22). ad 3)

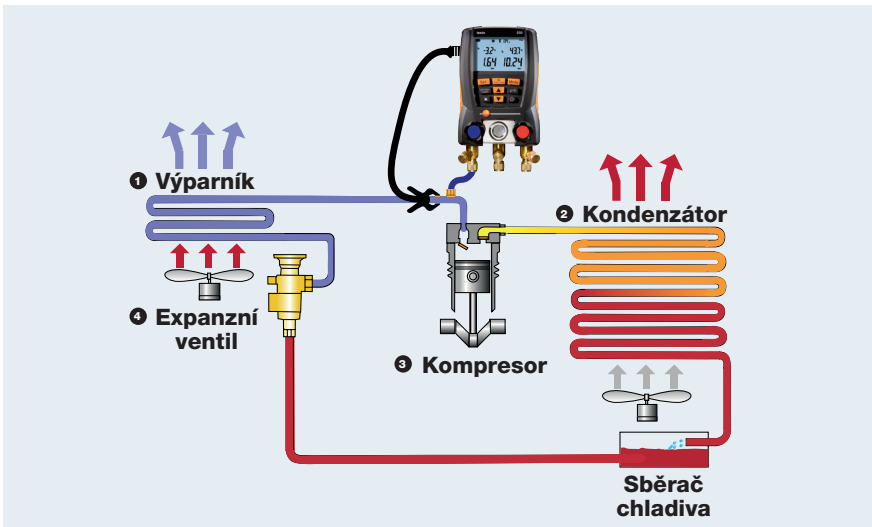
Přehřátí na sání kompresoru, zjištěné přímo před vstupem přehřáté nasávané páry do kompresoru, vyplývá ze součtu přehřátí výparného a sacího potrubí včetně případně přítomného interního výměníku tepla.

ad 4)

Další přehřátí vyskytující se na kompresoru nelze v praxi téměř zjistit a nemá proto pro servis skoro žádný význam. Toto přehřátí je z maximální části způsobeno chlazením nasáté páry kompresoru a je specifické pro jednotlivé výrobce.



Měření přehřátí výparníku



Měření přehřátí na sání kompresoru



EKOTEZ, spol. s r.o.
Koněvova 857/47
130 00 Praha 3
telefon: 603 517 456
e-mail: obchod@ekotez.cz

www.ekotez.cz