

ZAŘÍZENÍ PRO TECHNICKOU ÚPRAVU PROSTŘEDÍ

Technickou úpravou prostředí se rozumí soubor technických činností, jejichž účelem je vytvořit v daném prostředí optimální podmínky pro pobyt a různé činnosti člověka. K těmto podmínkám patří zejména vhodná teplota, vhodná vlhkost vzduchu, čistota vzduchu, přiměřená intenzita osvětlení a minimální možná úroveň hluku.

Další výklad se bude zabývat pouze vytápěcími systémy, větráním a klimatizací. Osvětlovací zařízení prakticky spadá do oblasti elektrotechniky, neelektrické zdroje světla jsou v současné době výjimkou.

Vytápění

Termínem optimální teplota se rozumí teplota, která je v daném prostředí a při dané činnosti pro organismus z fyziologického hlediska nejvhodnější. Při výpočtu vytápěcích systémů je optimální teplota jedním z výchozích parametrů. Výpočtová norma jako vhodné teploty uvádí

druh vytápěné místnosti	vnitřní teplota °C
Obytné budovy	
obývací místnosti: obývací pokoje, ložnice, jídelny, dětské pokoje, pracovny	20
kuchyně	20
koupelny	24
předsíně, chodby	15
schodiště	10
Administrativní budovy	
kanceláře, zasedací síně, čekárny	20
Školní budovy	
učebny, kabinety, laboratoře, jídelny	20
učební dílny	18
tělocvičny	15
šatny u tělocvičen	20
Zdravotnická zařízení	
vyšetřovny, přípravny, koupelny	24
pokoje pro nemocné	22
operační sály	min. 25
Průmyslové provozovny	
dílny pro jemnou mechaniku	18 až 20
zámečnické dílny	16 až 18
obráběcí dílny	18
sklady	10
garáže	5

Tepelné ztráty vytápěných prostorů a volba výkonu topidel

Příčinou tepelných ztrát ve vytápěných prostorech je rozdíl teplot uvnitř a vně těchto prostorů. K úniku tepla dochází

- prostupem a sáláním stěnami
- infiltrací vzduchu mezi daným prostorem a okolím.

Pro přesný výpočet tepelných ztrát existuje postup známý z termomechaniky. K prvotnímu, informativnímu odhadu ztrát slouží přibližný propočet, založený na zkušenosti, že u prostorů obestavěných cihelnými stěnami o tloušťce 450 mm, s dvojitými nebo zdvojenými okny a dveřmi, které se neotevírají přímo do venkovního prostoru, jsou ztráty v rozmezí 35 až 41 W.m⁻³.

Základní způsoby vytápění

Základními způsoby vytápění jsou lokální, etážové, ústřední, skupinové a dálkové.

Lokální vytápění

Lokálním (místním) vytápěním se rozumí způsob vytápění, při kterém je každý prostor vytápěn vlastním zde umístěným tepelným zdrojem.

Tepelným zdrojem jsou nejčastěji

- topidla (kamna) na tuhá, kapalná nebo plynná paliva
- elektrická topidla přímá nebo akumulací.

Výhodami lokálního vytápění jsou rychlost zátopy, rychlá regulace teploty, v celkovém vyhodnocení nižší spotřeba paliva, malé pořizovací náklady.

Nevýhodou lokálního vytápění může být nižší účinnost topidla, nutnost donášky paliva (uhlí, dříví, koks), potřeba přímé obsluhy - přikládání a vybírání zbytků paliva (popel), znečištění vytápěného prostoru při manipulaci s topidlem.

Etážové vytápění

Etážovým vytápěním se rozumí způsob vytápění, při kterém jsou vytápěny všechny nebo jen určité prostory v téže etáži (podlaží) jedním tepelným zdrojem, který může být umístěn ve stejné nebo nižší etáži.

Tepelným zdrojem je kotel na pevná, kapalná nebo plynná paliva, případně elektrický zdroj. Teplo se dále rozvádí ohřátou vodou, případně vzduchem.

Etážové vytápění je přechodem mezi vytápěním lokálním a ústředním. Jeho výhodou je rovnoměrnost vytápění připojeného prostoru a soustředění obsluhy do jednoho místa.

Ústřední vytápění

Ústředním vytápěním v užším významu slova se rozumí způsob vytápění, při kterém jsou vytápěny všechny nebo jen určité prostory v jedné až třech budovách. Z výkonového hlediska sem patří zařízení do výkonu 1,5 MW.

V širším významu jsou pod termínem ústřední vytápění chápány i větší systémy, tj. skupinové a dálkové vytápění.

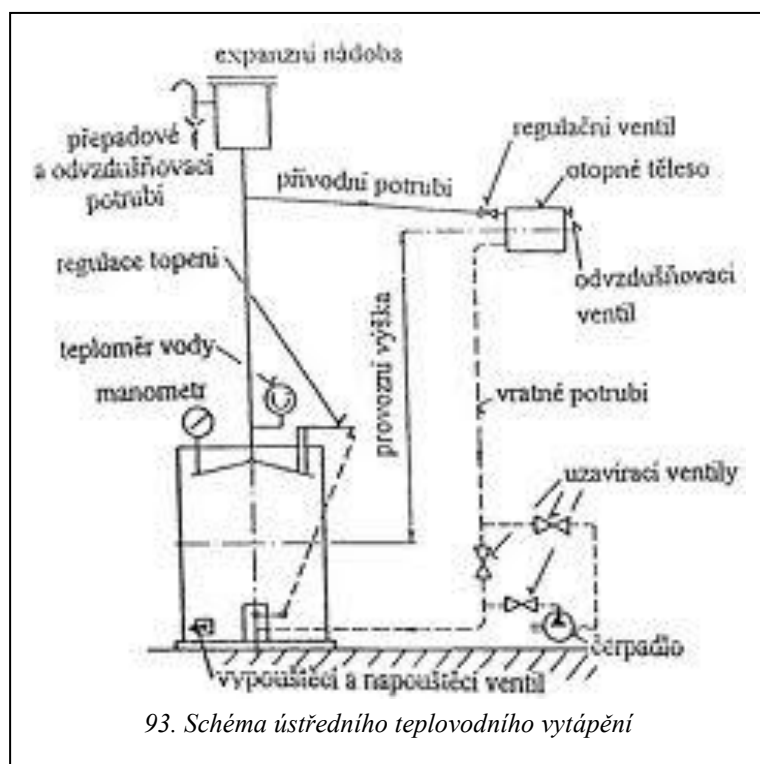
Výhodami ústředního vytápění je, kromě výhod uvedených již u vytápění etážového, možnost instalace větších a složitějších kotelních jednotek s vyšší účinností spalování a možností spalování horších paliv.

Systém ústředního vytápění tvoří

- zdroj tepla, kterým je kotel na pevná, kapalná nebo plynná paliva, přímotopný elektrický kotel, teplo akumulované ve velkoobjemových elektricky vyhřívaných nádržích nebo tepelný výměník
- otopná tělesa, která předávají teplo vytápěnému prostoru
- rozváděcí systém, kterým je teplotonosná látka vedena od zdroje tepla k otopným tělesům
- regulační, bezpečnostní a provozní vybavení kotle.

Podle druhu použité teplovodní látky jsou systémy ústředního vytápění rozdělovány na soustavy

- vytápěné teplou vodou
- vytápěné parou
- teplovzdušné.



Soustavy vytápěné teplou vodou

Teplotonosnou látkou je většinou voda.

V případech přerušovaného vytápění, kdy by v době přerušení mohlo dojít k zamrznutí vodní náplně, je jako teplotonosná látka užita nemrznoucí směs (Fridex).

Maximální provozní teplota teplotonosné látky je u otevřených vodních systémů 95 °C. U uzavřených systémů je maximální provozní teplota 110 °C a provozní tlak 0,4 Mpa.

Podle způsobu dosažení proudění vody mohou být soustavy

- s přirozeným oběhem vody
- s nuceným oběhem vody.

U soustav s přirozeným oběhem vody dochází k jejímu proudění v důsledku rozdílu hustoty teplé vody vystupující z kotle a chladné vody vracící se od otopných těles zpět do kotle. Protože funkce oběhu je samočinná, je jeho provoz bezpečnější. Pořizovací náklady jsou nižší o cenu oběhového čerpadla,

ale trubky rozváděcího systému musí mít větší světlost a proto jsou dražší. Doba roztopení systému je delší. Tento způsob je vhodný pro menší objekty, zejména rodinné domky. U větších budov může dojít k jejich nerovnoměrnému vytápění.

Soustavy s nuceným oběhem vody mají do oběhu zařazeno oběhové čerpadlo poháněné elektromotorem. Pro případ přerušení dodávky elektrického proudu, kdy by mohlo dojít k přetopení kotle, je do systému zařazeno zabezpečovací zařízení, které v daném případě propojí oběh mimo čerpadlo. Rychlost zátopy je vyšší než u přirozeného oběhu. Snadněji se zde dosahuje rovnoměrného rozvodu tepla i v rozsáhlých objektech. Je možno užít rozvodných trubek menší světlosti.

Podle způsobu předávání tepla z teplotnosné vody do vytápěného prostoru jsou soustavy

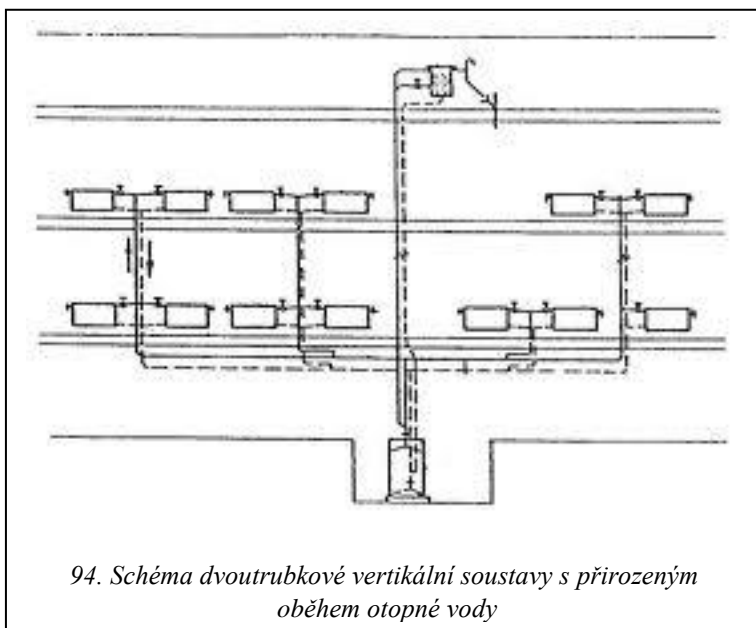
- s otopnými tělesy
- velkoplošné.

Otopná tělesa jsou podle svého tvaru a konstrukce

- článková, nazývaná radiátory, jejichž články mohou být odlity z litiny nebo vylisovány z plechu
- desková, nazývaná panely, která jsou vylisována vcelku z plechu
- skříňová, nazývaná konvektory, která jsou složena z jedné nebo dvou paralelně spojených trubek s přivařenými žebry (lamelami) pro zvýšení teplosměnné plochy a z odnímatelného pláště
- trubková, vytvořená ve tvaru hadovitě zohýbané trubky nebo ve tvaru registru, tj. soustavy vodorovných nebo svislých trubek příčně spojených rozváděcí trubkou; jednotlivé části těchto těles mohou být pro zvýšení teplosměnné plochy propojeny žebry.

Sdílení tepla z otopných těles do vytápěného prostoru probíhá prouděním a sáláním.

Velkoplošné soustavy jsou tvořeny hady trubek uloženými v podlaze, stropu nebo stěnách vytápěné místnosti. Teplota teplotnosné vody je nižší než u soustav s radiátory, 40 až 60 °C. Teplo prostupuje krycími vrstvami a místnost vytápí převážně sáláním.



Rozvod teplé vody je proveden potrubím. Podle způsobu připojení otopných těles může být rozvod

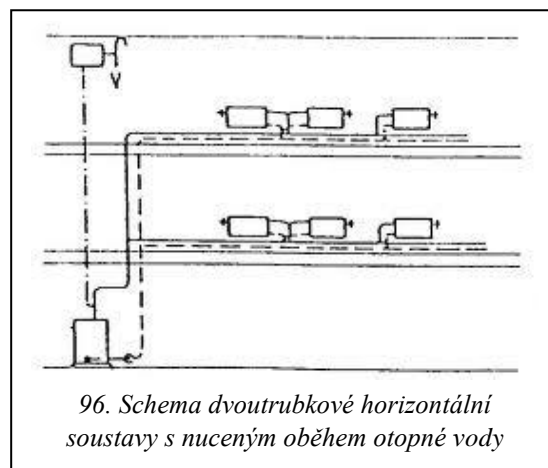
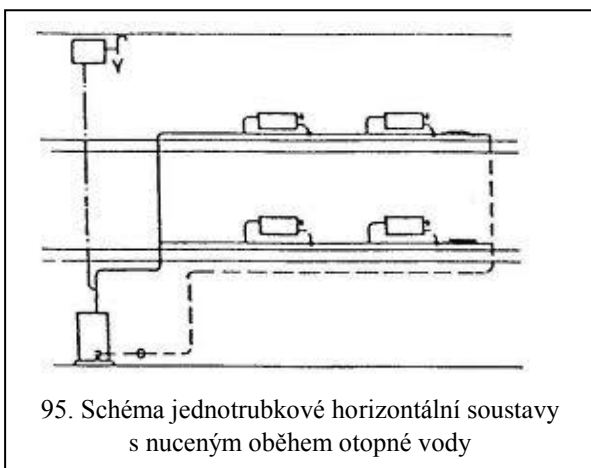
- dvoutrubkový, u kterého jsou vstupy do těles připojeny k jedné trubce a výstupy k druhé trubce
- jednotrubkový, u kterého jsou tělesa svým vstupem i výstupem připojena k téže trubce.

Podle polohy rozvodných trubek může být rozvod

- vertikální, u kterého rozvodné trubky spojují tělesa umístěná v jednotlivých podlažích nad sebou
- horizontální, u kterého rozvodné trubky spojují tělesa umístěná v témže podlaží vedle sebe.

Rozvod může být proveden jako

- spodní, u kterého je rozdělení proudu vody vystupující z kotle v nejnižší části soustavy, například ve sklepě



- horní, u kterého je rozdělení proudu vody vystupujícího z kotle v nejvyšší části soustavy, například v půdních prostorech.

U soustav s přirozeným oběhem vody je možno použít pouze dvoutrubkový vertikální rozvod, zpravidla spodní. U soustav s nuceným oběhem je možno využít i ostatní možnosti, tj. vertikální rozvod jednotrubkový, horizontální rozvod dvoutrubkový nebo jednotrubkový, vše s rozmístěním spodním nebo horním.

Horizontální části rozvodného systému musí splňovat základní požadavky:

- sklon umožňující přirozené proudění v důsledku rozdílné hustoty teplé a studené vody
- možnost odchodu vzduchu při plnění soustavy vodou a vstupu vzduchu při jejím vypouštění
- možnost vypuštění veškeré vody.

Prvnímu požadavku je vyhověno tím, že teplá voda je do tělesa přiváděna v horní části tělesa, ochlazená voda je odváděna v jeho dolní části.

Druhému požadavku je možno vyhovět několika způsoby:

- všechny horizontální vstupní části soustavy stoupají směrem ke svislé rozvodné trubce; vzduch může při plnění soustavy odcházet až do expanzní nádoby
- vstupní trubka u otopných těles v nejvyšším poschodí směrem ke svislé rozvodné trubce klesá a stejný sklon mají i připojená tělesa; v zátce umístěné v horní části protilehlé strany tělesa je odvzdušňovací a zavzdušňovací ventil, který se pootevře při plnění soustavy vodou nebo při jejím vypouštění.

Pro splnění třetího uvedeného požadavku jsou výstupní horizontální části potrubí vedeny vždy se sklonem k vratnému potrubí.

Pro rozvod jsou používány

- ocelové bezešvé trubky hladké nebo závitové; hladké trubky se svařují, závitové se spojují armaturami
- měděné trubky spojované pájením; mají vyšší životnost než ocelové trubky
- plastové trubky, spojované lepením, svařováním nebo mechanicky (například závit).

Otopná tělesa a jejich armatury se vždy připojují pomocí závitů.

Regulace teploty ve vytápěných prostorech má zpravidla tři stupně.

První stupeň regulace probíhá na zdroji tepla. Například u kotle na pevná paliva se reguluje množství vzduchu přiváděného do ohniště nebo se uzavírá průchod spalín. U kotlů na plynná nebo kapalná paliva se reguluje přívod paliva i vzduchu. Tato regulace může být prováděna ručním ovládáním nebo automaticky podle impulsu od snímače teploty ve vytápěném prostoru. Nejlépe je možno automatizovat elektrické zdroje tepla.

Druhým stupněm je trvalé nastavení dvojité regulačního kohoutu u otopného tělesa. Tato regulace má za cíl dosažení rovnoměrného vytápění všech místností s ohledem na jejich určení.

Třetí stupněm je regulace přímým ovládáním kohoutu pomocí ručního kolečka s cílem místní úpravy teploty.

Moderní termostatické kohouty mají ve své konstrukci automatické regulační zařízení nastavitelné na žádanou teplotu prostoru.

Nutným bezpečnostním vybavením soustav teplovodního ústředního vytápění je

- expanzní nádrž, do které vstupuje voda při svém rozpínání způsobeném ohřevem
- manometr, který udává výšku hladiny vody v soustavě.

Nutným provozním vybavením je

- teploměr pro kontrolu teploty vystupující ze zdroje teplé vody
- vypouštěcí kohout soustavy.

Soustavy vytápěné parou

U parního vytápění se využívá kondenzačního tepla, které je uvolňováno z páry při její kondenzaci v otopných tělesech.

Podle tlaku páry v soustavě je možno parní vytápěcí soustavy rozdělit na

- nízkotlaký systém, u kterého se užívá přetlaku páry v rozmezí od 0,005 Mpa do 0,05 Mpa
- podtlakový systém.

Nízkotlaké parní vytápění

Výhodami tohoto parního vytápění jsou

- nižší pořizovací náklady v důsledku použití potrubí menší světlosti a menších otopných těles
- rychlé vytopení místnosti v důsledku vyšší teploty teplotonosné látky.

Nevýhodami jsou

- větší ztráty tepla v rozvodech mimo vytápěný prostor
- obtížnější regulace
- rychle probíhající koroze soustavy
- vysoká teplota povrchu otopných těles a s tím spojené nebezpečí popálení a škodlivé důsledky rozkladu prachových částic obsažených ve vzduchu.

Těchto soustav se užívá zejména pro průmyslové prostory, neužívá se jich pro vytápění bytů.

Otopná tělesa u parních soustav musí být vzhledem ke zvýšenému nebezpečí koroze litinová.

Specifickými prvky nízkotlakých parních soustav jsou

- tlakové pojistné zařízení, omezující tlak v soustavě na přípustnou hodnotu
- odváděč kondenzátu, který pomocí termostatu otevírá průtok po přeměně páry ve vodu a zabraňuje tak proniknutí páry do vratného potrubí.

U parních soustav se užívá horního rozvodu páry.

Podtlakové parní vytápění

U podtlakového parního vytápění je v kondenzátní části soustavy pomocí vývěvy uměle snížen tlak pod hodnotu tlaku atmosférického. Tím je dosaženo snížení teploty varu vody. Povrchová teplota otopných těles pak lépe vyhovuje hygienickým požadavkům. Nevýhodou proti nízkotlakému parnímu vytápění jsou zde vyšší investiční i provozní náklady.

Teplovzdušné vytápění

Teplosnou látkou je ohřátý vzduch. Klasická varianta tohoto způsobu vytápění využívala přirozeného proudění vzduchu k tomu účelu vytvořenými průduchy v důsledku jeho rozdílné hustoty. Moderní systémy užívají k dosažení proudění vzduchu ventilátorů.

Výhodou teplovzdušného vytápění je jeho pohotovost. Zpravidla se používá k vytápění průmyslových hal a prostorů sloužících k občasnému shromáždění lidí.

Skupinové vytápění

Skupinovým vytápěním se rozumí způsob vytápění, při kterém jsou z jednoho tepelného zdroje vytápěny celé obytné bloky, až 600 bytů. Výkon blokové kotelny je uváděn do 6 MW.

Spojuje již uvedené výhody ústředního vytápění se zvýšenou účinností většího tepelného zdroje.

Dálkové vytápění

Dálkovým vytápěním se rozumí způsob vytápění, při kterém jsou z jednoho tepelného zdroje vytápěny větší obytné celky - městské čtvrti, města.

Tepelným zdrojem jsou výtopny nebo teplárny. Instalované kotle mají větší účinnost než menší zařízení.

U výtopen se užívá kotlů

- horkovodních s dosahovanou teplotou vody 110 až 200 °C a s tlakem 0,3 až 1,6 Mpa; horká voda je vedena izolovaným potrubím uloženým zpravidla v kanálech do domů, ve kterých jsou umístěny výměníky tepla; zde předává své teplo vodě vytápěcího okruhu
- parních pracujících s tlakem 0,15 až 6,5 Mpa; pára je vedena do výměníků umístěných ve vytápěných domech; zde kondenzuje a předává své teplo vodě vytápěcího okruhu; kondenzát je veden zpět do výtopny.

V teplárnách je využita vyrobená pára nejdříve k pohonu turbin a následně k dalším účelům včetně vytápění. Vodu vytápěcích okruhů ohřívá ve výměnících tepla.

Větrání

Větráním se rozumí výměna vzduchu mezi vnitřními prostory objektů a venkovním prostředím. Hygienické předpisy nařizují průtok čerstvého vzduchu podle účelu větraného prostoru od 20 do 70 m³.hod⁻¹ na osobu.

Podle způsobu dosažení proudění vzduchu se rozlišuje větrání

- přirozené neboli infiltrace, při kterém samovolně, v důsledku rozdílné teploty a tím i hustoty vzduchu nebo náporu větru, dochází k pronikání venkovního vzduchu netěsnostmi oken a dveří do vnitřního prostoru
- samočinné neboli aerace, při kterém venkovní vzduch proniká do vnitřního prostoru zvláštními k tomu určenými otvory na stejném principu jako u infiltrace
- nucené, při kterém proudí venkovní vzduch do vnitřního prostoru pomocí ventilátorů.

Nucené větrání může být

- přetlakové, při kterém ventilátor nasává vzduch zvenku a tlačí ho do místnosti; přitom může být vzduch upraven - filtrován, ohříván nebo chlazen
- podtlakové, při kterém ventilátor odsává vzduch z místnosti a vytváří zde mírný podtlak, v jehož důsledku vzduch z vnějšku netěsnostmi oken a dveří nebo zvláštními k tomu určenými otvory vstupuje do větraného prostoru; u tohoto způsobu není možno provádět žádnou úpravu vzduchu a může dojít k nasávání znečištěného vzduchu z venku.

Klimatizace

Klimatizací se rozumí úprava vzduchu ve strojním zařízení, spočívající v

- úpravě teploty, tj. ohřevu nebo ochlazení
- úpravě vlhkosti
- čištění od prachu, pachů a choroboplodných zárodků.

Klimatizační zařízení může podle své konstrukce být

- centralizované, u kterého probíhá úprava vzduchu pro všechny prostory ve společné úpravně, odkud se upravený vzduch rozvádí potrubím
- decentralizované, u kterého jsou v jednotlivých místnostech umístěny samostatné klimatizační skříně; zde odpadá rozvodné potrubí.

Strojní chlazení

Účelem strojního chlazení je snížit teplotu v určitém prostoru pod teplotu okolí.

Strojní chlazení se používá

- ve strojírenství při výzkumu chování materiálů za snížených teplot, tepelném zpracování, mechanickém spojování součástí
- ve stavebnictví pro potřeby klimatizace a speciální stavební postupy spojené se zmrazováním stavebních materiálů
- v chemickém průmyslu například při výrobě některých plastů, léčiv, kyslíku, dusíku, čpavku
- ve zdravotnictví například k výrobě a uchování léků, uchování krve pro transfúze
- v potravinářském průmyslu například při výrobě mražených potravin, čokolády, piva
- v obchodě například pro uchování potravin, vychlazení nápojů
- v domácnostech k uchování potravin.

Strojní chlazení je založeno na poznatku, že při vypařování, tj. přeměně kapaliny na páru, je třeba látce dodat velké množství tepla z jejího okolí. Tím dojde k výraznému snížení teploty prostředí, tvořícího okolí látky.

K chlazení je možno využít také termoelektrického jevu: při zahřívání spoje dvou různých kovů mezi nimi vzniká potenciální rozdíl. Jestliže dva vodiče z různých kovů spojíme na obou koncích a každý spoj vložíme do prostředí s jinou teplotou, vytvoří se elektrický obvod. Jestliže naopak do stejného zapojení dvou různých vodičů umístěného v jediném prostředí zavedeme stejnosměrný elektrický proud, jeden ze spojů svoji teplotu zvýší, druhý sníží. Tento způsob chlazení patří do oblasti elektrotechniky a nebude dále popisován.

Látka, které se v systému strojního chlazení užívá, se nazývá chladivo. Musí vyhovovat určitým fyzikálním, chemickým a technickým požadavkům:

- musí mít velké výparné teplo, aby jednotka množství této látky ke svému vypaření spotřebovala co nejvíce tepla a tím k dosažení žádaného efektu stačilo užití malého množství látky
- její bod varu při atmosférickém tlaku musí být pod 0 °C, aby při vypařování došlo ke zmrazení chlazeného prostoru
- její páry musí být snadno zkapalnitelné při teplotě blízké 25 °C
- nesmí negativně působit na materiál chladicího zařízení, se kterým přichází do styku
- nesmí být hořlavá nebo výbušná, aby při jejím případném úniku nedošlo k nebezpečí požáru
- nesmí být jedovatá, aby při jejím případném úniku nedošlo ke znehodnocení obsahu ochlazovaného prostoru
- nesmí narušovat životní prostředí, aby při jejím případném úniku nedošlo k jeho poškození.

Známymi chladivy jsou

- kyslíčník uhličitý CO₂, jehož teplota varu při atmosférickém tlaku je - 78,5 °C
- kyslíčník siřičitý SO₂, jehož teplota varu při atmosférickém tlaku je - 10 °C
- čpavek NH₃, jehož teplota varu při atmosférickém tlaku je - 33,35 °C.

Dříve hodně používané freony současným požadavkům nevyhovují, protože při jejich úniku dochází k narušení ozónové vrstvy atmosféry.

Chladicí oběhy

Z hlediska principu činnosti jsou v praxi užívány nejčastěji chladicí oběhy

- kompresorový
- sorpční (také nazývaný absorpční).

Poznámka: slovo „sorpce“ znamená přechod plynu, kapaliny nebo rozpuštěné látky na rozhraní dvou látek různého skupenství do jiné fáze. Slovo „absorpce“ obecně znamená pohlcování, vstřebávání; v tomto užití se rozumí odnímání čili vstřebávání tepla z daného prostředí chladivem. Z hlediska podstaty činnosti popisovaného chladicího zařízení je proto přesnější užití slova „sorpční“.

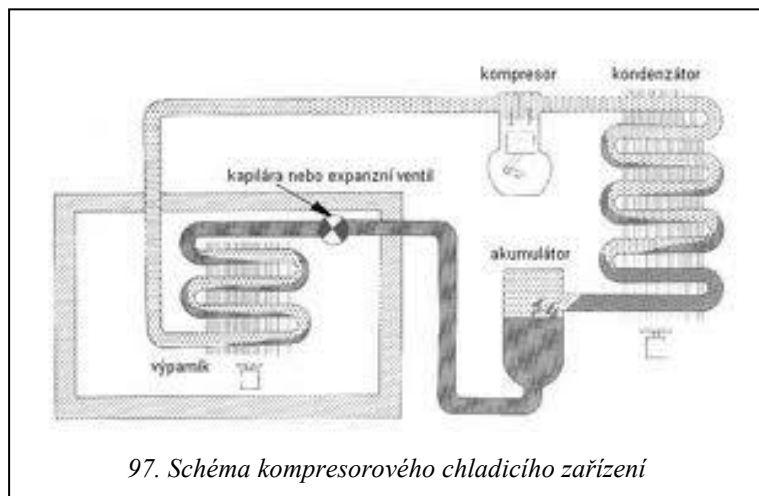
Podle umístění chlazeného prostoru vzhledem k vlastnímu chladicímu zařízení je chlazení

- přímé

- nepřímé.

Kompresorový chladicí oběh

Činnost kompresorového chladicího zařízení je založena pouze na fyzikálním principu, výměně tepla v tepelném



97. Schéma kompresorového chladicího zařízení

oběhu. Kompresor nasává sytou páru chladiva o stavu 1 s tlakem p_1 . Adiabaticky páru stlačuje do oblasti přehřáté páry na stav 2 s tlakem p_2 . Přehřátá pára vstupuje do výměníku tepla, kondenzátoru, ve kterém je vzduchem nebo vodou izobaricky ochlazena nejdříve na páru sytou ve stavu 3 a pak přes oblast mokré páry až do stavu syté kapaliny. Kapalné chladivo, jehož stav odpovídá bodu 4, prochází škrticím ventilem, tj. zúženým místem trubice. V termomechanice bylo dokázáno, že při škrcení zůstává entalpie tekutiny konstantní. Ze škrticího ventilu vystupuje chladivo jako mokrá pára o stavu 5 s tlakem p_5 . Vstupuje do výparníku, kde se vzhle-

dem ke svému sníženému tlaku rychle vaří a vypařuje až do stavu 1. K varu ovšem potřebuje teplo, které odnímá svému okolí. V bodě 1 je cyklus uzavřen a opakuje se.

Z popisu funkce zařízení vyplývá, že výparník se umísťuje do prostoru, ve kterém chceme snížit teplotu. U domácí chladničky je to prostor pro uložení potravin. Kondenzátor je se umísťuje v místě, kde je možno zajistit odvod tepla. U domácí chladničky je to na zadní nebo spodní části vnějšku skříně.

U domácí chladničky je chladivo chlazeno prouděním vzduchu kolem žeber a trubek kondenzátoru. Z toho důvodu je nutno umístit chladničku tak, aby bylo proudění vzduchu kolem kondenzátoru účinné.

Efekt činnosti chladicího zařízení se posuzuje podle tzv. chladicího faktoru označovaného ε_{ch} . Je to poměr množství tepla přivedeného chladivu q_p , tj. tepla odvedeného z chlazeného prostoru, k velikosti práce dodané do oběhu kompresorem w_k . Platí

$$\varepsilon_{ch} = \frac{q_p}{w_k} \quad [1]$$

Energetická bilance kompresorového chladicího zařízení je dána vztahem

$$q_p + w_k = |q_o| \quad [2]$$

kde q_o je teplo odvedené z oběhu. Protože je zvykem označovat odvedené teplo jako záporné, je v energetické bilanci uvažována jeho absolutní hodnota.

Z prvního zákona termodynamiky

$$dq = di + dw_i = di - v \cdot dp \quad [3]$$

vyplývá pro izobarické vypařování ve výparníku

$$p = \text{konst.} \Rightarrow dp = 0 \Rightarrow q_p = \int_5^1 di = i_1 - i_5 \quad [4]$$

a pro izobarickou kondenzaci v kondenzátoru

$$q_o = \int_2^4 di = i_4 - i_2 \quad [5]$$

$$|q_o| = -q_o = i_2 - i_4 \quad [6]$$

takže pro práci dodanou do oběhu kompresorem z rovnice [2] vyplývá

$$w_k = |q_o| - q_p = i_2 - i_4 - i_1 + i_5 = i_1 - i_2 \quad [7]$$

protože $i_4 = i_5$.

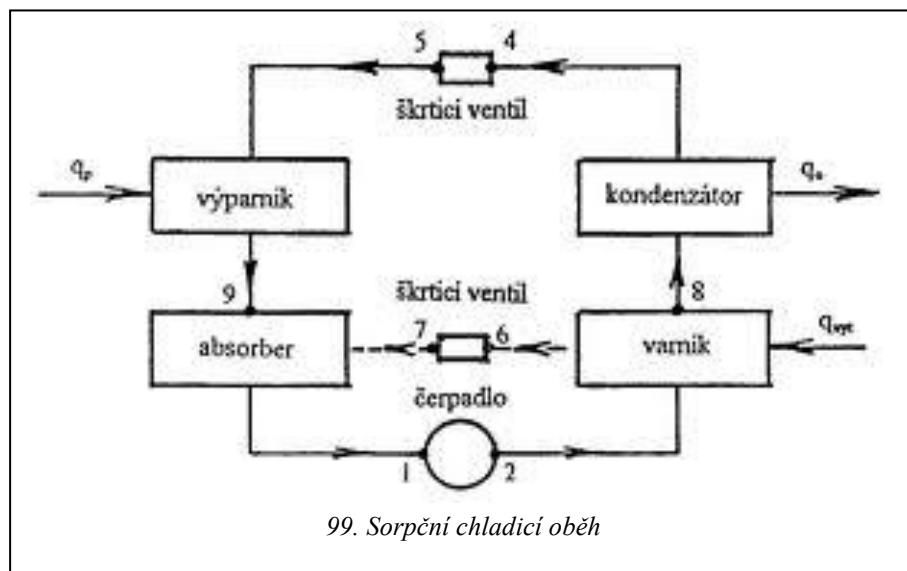
Chladicí faktor pak je

$$\varepsilon_{ch} = \frac{i_1 - i_5}{i_2 - i_1} \quad [8]$$

Sorpční chladicí oběh

Činnost sorpčního chladicího zařízení je založena na fyzikálněchemickém principu, výměně tepla v tepelném oběhu spojené s pohlčováním a vypuzováním par chladiva absorbentem. U sorpčního chladicího zařízení jsou místo kompresoru do oběhu zařazeny absorbér neboli pohlčovač a varník neboli vypuzovač. Jsou zde dva okruhy - vlastní chladicí okruh a sorpční okruh. Absorbentem je zpravidla voda.

Čerpadlo nasává absorbent s vysokým obsahem par chladiva (bod 1) a tlačí ho do varníku (vypuzovače) vytápěného teplem q_{vyt} přivedeným z jiného zdroje. Z varníku (bod 8) vstupují uvolněné páry do kondenzátoru a zkapalňují. Ve škrticím ventilu (4 až 5) se snižuje tlak syté kapaliny chladiva, ve výparníku dochází k prudkému varu



chladiva a přeměně mokré páry na sytou. Sytá pára je pohlčována absorbentem (bod 9) a s ním je nasávána čerpadlem. Absorbent ochuzený o chladivo po uvolnění jeho par ve varníku prochází škrticím ventilem (6 až 7), kde se snižuje jeho tlak, aby byl schopen pohltit páry chladiva přicházející z výparníku.

U sorpčního chladicího zařízení se užívá také varianta bez čerpadla, kde se vyrovnává tlak ve výparníku přítomností třetí látky v plynném skupenství.

ství. Zpravidla je to vodík.

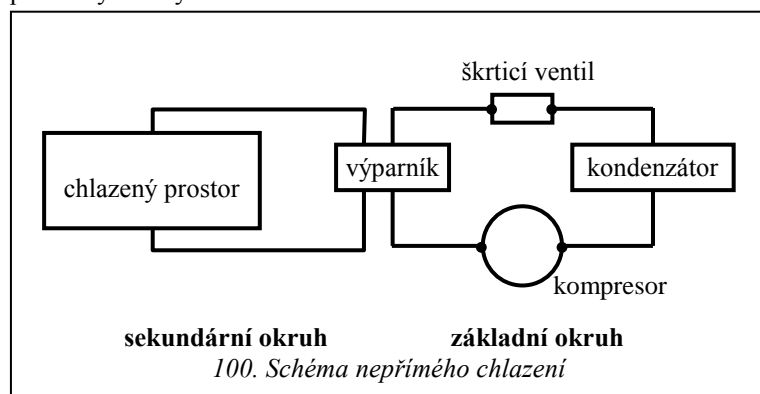
Srovnání chladicích oběhů

Kompresorové chladicí zařízení má menší spotřebu energie. Kompresor, jehož pohyblivé části podléhají opotřebení, může být ale zdrojem poruch.

Sorpční chladicí zařízení mají větší životnost. Provedení bez čerpadla pracuje zcela nehlukně. Jeho spotřeba energie je větší než u zařízení kompresorového, ale u plynových chladniček mohou být vzhledem k nižší ceně topného plynu celkové provozní náklady nižší.

Přímé a nepřímé chlazení

Při přímém chlazení je výparník umístěn v chlazeném prostoru, to jest v prostoru, v němž jsou uloženy chlazené předměty a látky.



Nepřímé chlazení se skládá ze dvou okruhů - základního, který je shodný s okruhem přímého chlazení, a pomocného. Ve výparníku základního chladicímu okruhu se odebrá teplo teplotonosné kapalině sekundárního okruhu, která je pak teprve vedena do chlazeného prostoru. Těto soustavy se užívá v případech, kdy

- není možno umístit výparník do chlazeného prostoru (například chlazení kluzišť)

- je nutno zabránit znehodnocení obsa-

hu chlazeného prostoru při úniku chladiva (například při chlazení potravin)

- je třeba jedním základním chladicím zařízením obsluhovat více prostorů.

Požadavkem kladeným na teplotonosnou látku sekundárního okruhu je její nízká teplota tuhnutí. Pro běžné teploty bývá užíván vodní roztok některé vhodné soli (například CaCl_2), nazývaný solanka, pro nižší teploty například propylenglykol nebo methanol.