

5 CHLADIACE ZARIADENIA

Chladiaca technika je komplexný odbor, ktorý výrazným spôsobom zasahuje do riešenia podstatných problémov ľudstva.

Hlavný problém je uchovanie kvality potravín, čo je uspokojivo vyriešené asi u jednej tretiny obyvateľstva našej planéty. Z množstva potravín každoročne vyprodukovaných na celej planéte sa značné množstvo premení na odpad. Hoci chladiaca technika sa uplatňuje takmer vo všetkých priemyselných odvetviach, najväčší význam má v potravinárstve, kde umožňuje preklenúť výkyvy v zásobovaní obyvateľstva potravinárskymi výrobkami, spôsobené ich sezónnym výskytom.

Chladiace zariadenia však môžeme vidieť v chemickom a potravinárskom priemysle, metalurgii, stavebníctve, zimných športoch, klimatizácii, skúšobníctve, biológii, medicíne. Pokroky v kryotechnike významne ovplyvnili hutnú výrobu, elektrotechniku a mnohé ďalšie odbory. Od roku 1927 sa objavuje myšlienka využiť teplo odvádzané z chladiaceho zariadenia, známe dnes pod názvom tepelné čerpadlo. Účelom chladenia je odoberať teplo predmetov, alebo látok, ktoré sa tým buď ochladzujú na teploty nižšie ako okolité, alebo sa mení ich skupenstvo, poprípade sa odvádza reakčné teplo. Odoberať teplo chladiacej látke možno buď priamo chladivom (chladenie priame), alebo chladením nepriamo prostredníctvom najmenej jednej látky, ďalšej cirkulujúcej teplonosnej látky, ktorá prenáša teplo z chladiacej látky do chladiva bez toho, aby menila skupenstvo.

Chladivo je taká látka, ktorá v chladiacom obehú prijíma teplo pri nízkom tlaku a teplote a odovzdáva ho pri vyššom tlaku a teplote. Prívod a odvod tepla (okrem obehov plynových) je spojený so zmenou fázy chladiva (vyparovaním pri prívode tepla a kondenzáciou pri jeho odovzdávaní).

Ako chladivá sa používajú najmä tieto látky: voda, čpavok, oxid uhličitý, uhl'ovodíky (metán, etán, propán, etylén, propylén), halogénové uhl'ovodíky. Z posledných je najznámejší dichlórdifluórmétán známy tiež pod menom freón.

Na chladivá sa vždy kladlo mnoho požiadaviek, ktoré možno veľmi stručne formulovať ako:

- tepelné vlastnosti,
- fyzikálne vlastnosti,
- chemické vlastnosti (horľavosť, výbušnosť, pôsobenie na konštrukčné materiály),
- fyziologické pôsobenie na ľudský organizmus,
- cena.

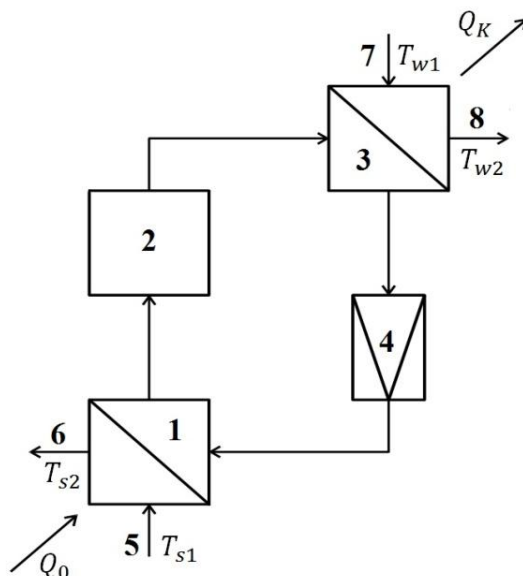
V súčasnosti je používanie halogénových uhl'ovodíkov na ústupe, hoci dobre spĺňajú požadované vlastnosti, ale sú významným činiteľom pri porušovaní ochrannej ozónovej vrstvy okolo zemegule.

Chladiaci obeh je vytvorený sledom jednotlivých procesov, po ktorých sa pracovná látka (chladivo) vracia do východiskového stavu. Obeh sa uskutočňuje v sústave strojov a zariadení prepojených potrubím, nazývaných chladiaci okruh.

PARNÝ OBEH

Pri parnom obehú sa chladiaci účinok dosahuje vyparovaním chladiva a na vyvolanie žiadaného tlaku pri vyparovaní i na stlačenie chladiva sa používa kompresor poháňaný

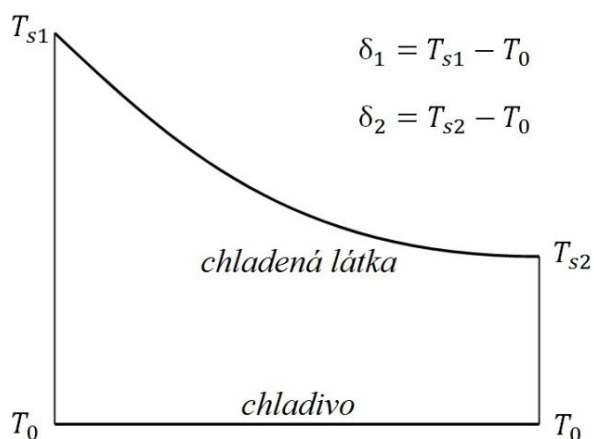
mechanicky. Na obrázku 5.1 je schéma parného obehu, skladajúceho sa z výparníka, kompresora, kondenzátora a škrtiaceho orgánu.



Obr. 5.1. Schéma parného obehu [9]:

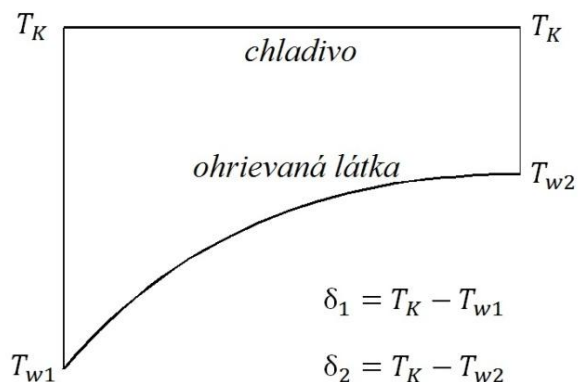
1 – výparník, 2 – kompresor, 3 – kondenzátor, 4 – škrtiaci orgán, 5 – vstup chladenej látky, 6 – výstup chladenej látky, 7 – vstup chladiacej látky, 8 – výstup chladiacej látky

Prívodom tepla Q_0 do výparníka sa chladivo vyparuje a odsáva kompresorom. Výparník je výmenník tepla, pri ktorom ak chceme dosiahnuť žiadanú teplotu chladenej látky na výstupe T_{s2} (obr. 5.2), musí byť vyparovacia teplota T_0 nižšia o rozdiel teplôt δ_2 , potrebný na prechod tepla.



Obr. 5.2. Diagram priebehu teplôt vo výparníku [9]

Po stlačení pár chladiva prichádzajú tieto do kondenzátora, kde sa im chladiacou látkou odníma teplo Q_K , takže kondenzujú. Kondenzátor je výmenník tepla, v ktorom výšku kondenzačnej teploty (a teda aj tlaku) určuje výstupná teplota chladiacej (ohrievanej) látky. T_{w2} a rozdiel teplôt δ_2 (obr. 5.3), ktorý je potrebný pri danej teplovýmennej ploche, aby teplo Q_K prešlo z chladiva do chladiacej látky.

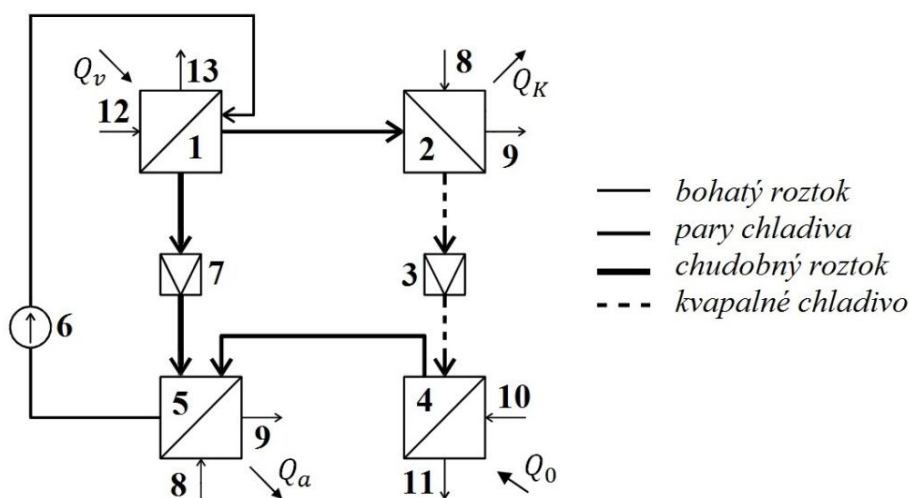


Obr. 5.3 Diagram priebehu teplôt v kondenzátore [9]

Kvapalné chladiivo z kondenzátora prichádza do škrtiaceho orgánu, kde sa jeho tlak zoškrť a kvapalina sa premení na mokrú paru. Škrtiacim orgánom býva ventil alebo kapilárna trubica.

SORPČNÝ OBEH

Základným princípom je nahradenie kompresie tepelným procesom, v ktorom sa chladiivo za nízkeho tlaku pohlcuje vhodnou látkou (absorbentom) (obr. 5.4), potom sa roztok dopravuje do ohrievača (vypudzovača), kde sa prívodom tepla z roztoku uvoľňuje (vypudzuje).



Obr. 5.4. Schéma absorpčného obehu [9]:

- 1 – vypudzovač, 2 – kondenzátor, 3 – škrtiaci ventil RV1, 4 – výparník,
- 5 – absorbér, 6 – čerpadlo, 7 – škrtiaci ventil RV2, 8 – vstup chladiacej látky,
- 9 – výstup chladiacej látky, 10 – vstup chladenej látky, 11 – výstup chladenej látky,
- 12 – vstup látky na ohrev vypudzovača, 13 – výstup látky na ohrev vypudzovača,

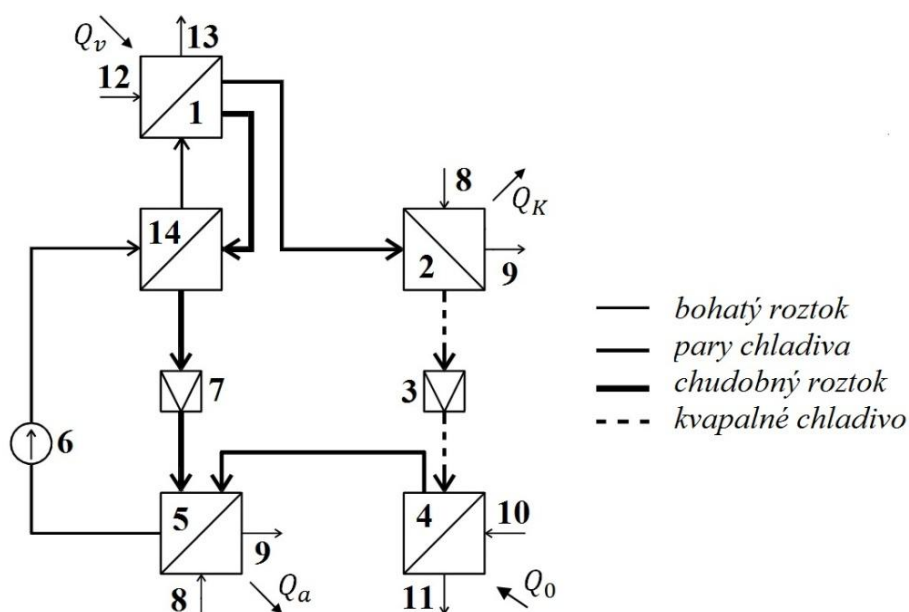
Zhodne s parným obehom prebiehajú deje, počínajúc výstupom pary chladiiva z vypudzovača. Para sa v kondenzátore skvapalní a cez škrtiaci ventil RV1 sa vedie do výparníka, kde sa pri nízkom tlaku prívodom tepla Q_0 z chladenej látky vyparuje. Para z výparníka sa pohlcuje v absorbéri absorbentom, ktorý však nie je celkom čistý, obsahuje malý podiel rozpusteného chladiiva, a preto sa nazýva chudobný roztok, po absorbovaní s ním vytvára tzv. bohatý roztok. Absorpčné teplo Q_a vznikajúce pri absorpcii treba odvádzať chladiacou vodou.

Bohatý roztok sa potom čerpadlom dopravuje do vyhrievaného vypudzovača (varníka), vrie a varom sa rozdeľuje na dve fázy:

- paru, zloženú z veľkej časti chladiva, ale aj istého podielu absorbentu (vodnej pary),
- chudobný roztok, obsahujúci prevahu vody.

Para sa vedie do kondenzátora a chudobný roztok cez škrtiaci ventil RV2 späť do absorbéra.

Opísaný chladiaci obeh nepracuje s dostatočne vysokou účinnosťou, pretože horúci chudobný roztok z vypudzovača sa musí v absorbéri vodou ochladzovať kým je schopný pohlcovať paru, a naopak studený bohatý roztok sa musí najprv ohrievať do stavu varu. Tento nedostatok sa dá odstrániť zaradením výmenníka tepla (obr. 5.5), čím sa dosiahne zníženie spotreby vykurovacieho tepla i spotreby vody pre chladenie absorbéra.



Obr. 5.5. Absorpčný obeh so zlepšeným chladiacim faktorom [9]:
 1 – vypudzovač, 2 – kondenzátor, 3 – škrtiaci ventil RV1, 4 – výparník,
 5 – absorbér, 6 – čerpadlo, 7 – škrtiaci ventil RV2, 8 – vstup chladiacej látky,
 9 – výstup chladiacej látky, 10 – vstup chladenej látky, 11 – výstup chladenej látky,
 12 – vstup látky na ohrev vypudzovača, 13 – výstup látky na ohrev vypudzovača,
 14 – výmenník tepla

CHLADIACE APARÁTY

Chladiaca technika v širšom zmysle zahŕňa oblasť dosahovania teplôt od asi 20 °C teoreticky do absolútnej nuly a delí sa na dve samostatné oblasti so svojimi špecifikami:

- oblasť *vlastnej chladiacej techniky*, ktorá v potravinárstve sa delí na konzerváciu *chladením* (schladzovanie, skladovanie, doprava) a konzerváciu *mrazením* (zmrazovanie, skladovanie, doprava). Hranicou je teplota bodu mrznutia bunkových štiav, ktorý sa nachádza v rozmedzí $-0,2$ až $-1,2$ °C,
- oblasť *kryotechniky*, v ktorej sa pracuje s teplotami okolo 120 K (-153 °C).

Ak zahrnieme do tohto prehľadu aj tepelné čerpadlá, rozširuje sa celá teplotná oblasť do približne 100 °C (s výhľadom na ekonomicky únosné zvýšenie ohrevu).

Podľa požiadaviek na dosahované teploty, podľa jednotlivých technológií a spôsobu odoberania tepla výrobku, delíme chladiace zariadenia na:

- *chladenie vzduchom,*
- *chladenie vychladenou (imerznou) kvapalinou,*
- *chladenie vriacou kvapalinou,*
- *chladenie dotykom.*

Pri chladení *vzduchom* proces prebieha obehom chladiaceho vzduchu, zabezpečeného ventilátormi. Teplo a vlhkosť z tovaru prechádza do vzduchu, ktorý ho odovzdáva chladiču vzduchu (výparníku), kde sa z inovate vytvára postupne námraza. Ochladený a vysušený vzduch sa vracia do chladiaceho priestoru. Energia potrebná na pohyb vzduchu sa odpormi mení na teplo, ktoré sa ako stratové musí tiež odvádzať chladiacim zariadením. Zvyšovaním rýchlosti prúdiaceho vzduchu sa súčiniteľ prestupu tepla z tovaru do vzduchu zväčšuje, no odpory rastú s druhou mocninou rýchlosti. Rýchlosť vzduchu býva 4 až 10 m. s⁻¹.

Z konštrukčného hľadiska sa tento spôsob odvodu tepla realizuje v tuneloch, pásových zariadeniach a fluidných zariadeniach.

Priestor tunela tvorí izolovaná, zväčša murovaná chodba o niečo väčšia, ako sú rozmery dvojkřídlových mraziarenských dverí. Dĺžka tunela býva od 5 do 20 m. Pováčšine sa združuje niekoľko tunelov vedľa seba. Na oboch stranách tunela alebo skupiny tunelov sú chladné manipulačné miestnosti (predtunelie), ktorými sa znižuje veľký teplotný rozdiel medzi teplými prevádzkami a tunelmi.

Pásové chladiace zariadenia sú vytvorené ako dopravné pásy (článkové, pletivové, z plastických látok), na ktorých je tovar položený priamo, na táčňach, plošinách a pod. Tento spôsob je vhodný najmä na drobnejšie produkty.

Fluidné chladiace zariadenia sa používajú najmä na zmrazovanie drobných potravín (bobuľoviny, drobné kôstkové ovocie, rozkrájaná zelenina a pod.) pri ktorých iné spôsoby zmrazovania nie sú vhodné pre značné vzduchové medzery. Zmrazovací čas sa pohybuje od 3 do 10 minút, fluidná vrstva býva vysoká 25 až 100 mm.

ZOZNAM SYMBOLOV

Q_a	– množstvo tepla odvedeného z absorbéra	(J)
Q_v	– množstvo tepla privedeného do vypudzovača	(J)
Q_K	– množstvo tepla odvedeného v kondenzátore	(J)
Q_0	– množstvo tepla privedeného do výparníka	(J)
T_{s1}	– teplota chladenej látky na vstupe do výparníka	(K)
T_{s2}	– teplota chladenej látky na výstupe z výparníka	(K)
T_{w1}	– teplota chladiacej látky na vstupe do kondenzátora	(K)
T_{w2}	– teplota chladiacej látky na výstupe z kondenzátora	(K)
T_0	– vyparovacia teplota chladiacej látky	(K)
δ	– rozdiel teplôt	(K)