

Ovlivňování klimatu nepřímým adiabatickým chlazením

Indirect dew point cooling and air-conditioning

Překlad Mgr. Z. Lajčíková
podle časopisu
Koude & Luchtbehandeling č. 10,
říjen 2002.

Tento článek popisuje vývoj nepřímého adiabatického chlazení v Holandsku. Takzvané „pouštní chlazení“ (přímé adiabatické chlazení) je známo již dlouhou dobu, ale je používáno především pro suché klima. Zařízení využívající adiabatické chlazení v mírných klimatech, byla v minulosti velmi komplikovaná a drahá. Nejnovější vývoj těchto zařízení otevírá cestu pro široké uplatnění „chlazeného větrání“ v mírných klimatech. Prezentované zařízení pracuje pouze s čerstvým vzduchem. Vzduch je chlazen průchodem přes křízový výměník tepla, jedna třetina vzduchu je následně sprchována (vlhčena) a používá se jako chladicí vzduch ve výměníku, dvě třetiny vzduchu jsou přiváděny do místnosti.

This article describes the development of indirect dew point cooling in the Netherlands. So called „Desert Cooling“ exists decades but is only widely used in dry climates. Coolers based on evaporating water, suitable for temperate climates like in the Netherlands, were in the past expensive and complex. Recent developments open the possibilities for a widely spread use in temperate climates and is now regarded as one of the most promising developments for „cooled ventilation“ in temperate climates.

CHLAZENÉ VĚTRÁNÍ

Přímé adiabatické chlazení bylo již od pradávna používáno v oblastech s převážně suchým a teplým klimatem jako tzv. pouštní chlazení („Desert Cooling“).

Při pouštním chlazení je vzduch proháněn přes zvlhčující zařízení a při tom – odpařováním vody – ochlazován. Tento ochlazený a také velmi vlhký vzduch je přiváděn do místnosti, kterou je třeba klimatizovat. V důsledku velmi suchého klimatu má v pouštních oblastech venkovní vzduch rosny bod velice nízký; hodnoty okolo 10 °C zde nejsou výjimkou. Odpařená voda spolu s ochlazeným vzduchem je v těchto suchých oblastech přiváděna do místnosti, v níž je tak zvýšený komfort díky o něco vyšší vnitřní vlhkosti jinak velmi suchého vzduchu.

V oblastech s mírným klimatem, např. v Nizozemsku, je v létě rosny bod mnohem vyšší, a proto není žádoucí přivádět do větrané místnosti ještě další vlhkost. Pokud se tak děje, vede to k velmi vysoké vnitřní vlhkosti a následně ke zvýšenému riziku tvorby plísň na stěnách, vlhnutí papíru a textilií a pod.

Také lidé pobývající v klimatizovaných prostorách s velmi vysokou vlhkostí se zpravidla cítí hůře. Voda, která se během procesu chlazení odpaří, se tedy nesmí dostat do klimatizované místnosti, naopak musí být odvedena ven. Toto se realizuje použitím dvou samostatných uzavřených okruhů.

V Nizozemsku jsou na trhu systémy založené na starém pouštním chlazení, které vlhkost přivádějí do místnosti. Jejich používání, tedy bez odvádění vlhkosti z místnosti ven, může způsobovat těžkosti (pokud se ovšem nejedná o místnosti, kde vysoká vlhkost nevadí, jako např. prádelny a umývárny).

DNEŠNÍ VÝVOJOVÉ TRENDY

I když jsou zařízení pro nepřímé adiabatické chlazení v Nizozemsku již delší dobu na trhu, zůstávalo jeho využití dosud značně omezené. Důvodem byla především složitost nabízených systémů a vysoké pořizovací náklady. Aby se toto chlazení mohlo úspěšně rozšířit, bylo nutno vyvinout zjednodušené systémy, schopné konkurovat již existujícím. Započalo se s vývojem zjednodušeného, nepřímo fungujícího adiabatického chladiče, založeného na vyš-

ších hodnotách rosného bodu a odvádění kapaliny vznikající při procesu chlazení.

V současné době existuje několik nizozemských firem, jež jsou na tomto poli aktivní – ať už se jedná o firmy, které již vstoupily na trh nebo to v dohledné době plánují, anebo o firmy, které ještě stále pracují na rozvoji takovýchto systémů.

Přitom vznikají dva hlavní typy:

- Systémy založené na plně umělohmotných výměnících tepla, jejichž výhodou je to, že vůbec nepodléhají korozii.
- Systémy s měděnými/hliníkovými výměníky tepla, které se vyznačují kompaktní strukturou a lepším přenosem tepla.

Dále jsou zde rozdíly v tom, jakým způsobem vzduch chladičem prochází, a to jako např. křízový proud, souproud nebo protiproud. Rovněž existují rozdíly ve způsobu zvlhčování a regulace správného množství kapaliny na povrchu chladiče.

Kombinace „volného chlazení“ (freecooling, chlazení výlučně vzduchem zvenčí) s nepřímo adiabatickým chlazením je nasnadě. Existují systémy, jež chladí výhradně prostřednictvím vypařování vody, ale také kombinované systémy, u nichž je chlazení zajišťováno zčásti adiabatickým chladičem a zčásti tradičním klimatizačním zařízením.

Myšlenka, že se zde vlastně jedná o odedávna známý systém, který je třeba jen trochu přizpůsobit nizozemským poměrům, se ukázala být poněkud zjednodušující. Vývoj také neprobíhal bez potíží. Náklady s ním spojené byly vyšší než se předpokládalo a vedly dokonce k bankrotu několika firem. Řešení, na která nyní pohlížíme jako na naprostou samozřejmost, musela být také nejprve promyšlena a vyzkoušena.

Důležitou roli při tom hrál zejména způsob zvlhčování, správné průtoky ve dvou samostatných proudech vzduchu, vliv připojeného externího systému rozvodu vzduchu a celková regulace. Mnohé muselo být vyzkoušeno v praxi.

Vliv kvality vody a znečištění vzduchu na práci chladičů byl při tom naštěstí jen omezený. Nyní však už máme k dispozici dostatek zkušeností a znalostí a rada zařízení funguje k plné spokojenosti.

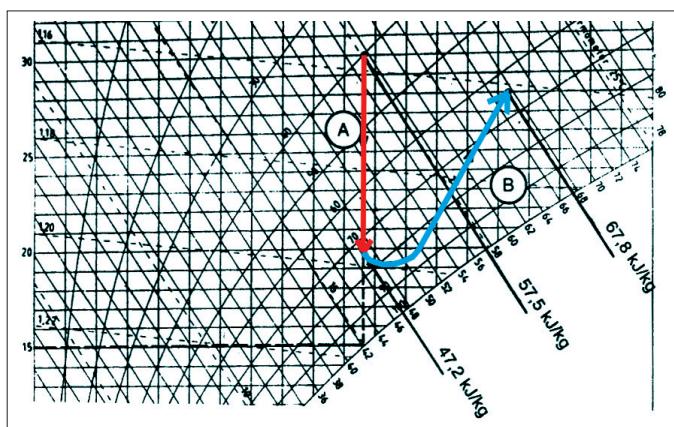
NEPŘÍMÉ ADIABATICKÉ, ANEBO MECHANICKÉ CHLAZENÍ?

Pro tradiční klimatizační zařízení je charakteristické to, že chladící kapacita je silně závislá na teplotě nasávaného vzduchu. Čím vyšší je venkovní teplota, tím vyšší je kondenzační teplota, a tím i spotřeba energie.

Oproti tomu u adiabatického chladiče není už spotřeba energie závislá na teplotě nasávaného vzduchu, nýbrž jen na průtoku vzduchu a na nastavení ventilátorů.

Jelikož adiabatické chlazení pracuje obecně s větším průtokem vzduchu a často s přetlakovým větráním, je výkonnost ventilátorů větší než u tradičního systému.

„Chladicí zařízení“, které jinak spotřebovává největší díl energie, zde většinou vůbec není (a tedy žádnou energii nespotřebovává) (viz obr. 1).



Obr. 1 – Průběh ochlazování v Mollierově diagramu

A – ochlazován vzduch přiváděný do místnosti, B – procesní vzduch používaný k chlazení a následně odvedený ven

Optimální klima v pracovních místnostech vyžaduje jak odvádění přebytečného tepla, tak výměnu vydýchaného vzduchu. V praxi lze však tyto dva požadavky spojit jen velmi obtížně.

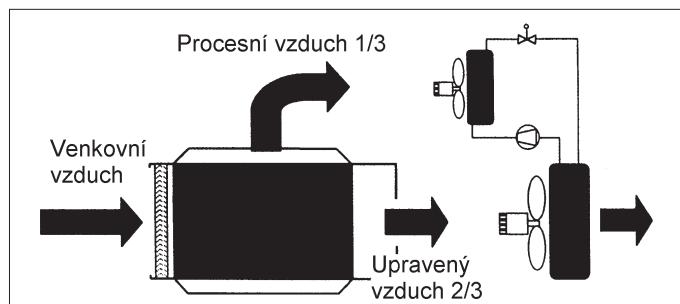
Proto byly klimatizační systémy v zásadě navrhovány za účelem chlazení vzduchu v místnostech s vysokým tepelným zatížením. Výměna vzduchu je u mnoha klimatizačních zařízení možná jen v omezené míře. To platí zejména v teplých dnech, neboť čím více relativně teplého venkovního vzduchu je do místnosti přivedeno, tím větší chladicí výkon je zapotřebí, a tím větší je – beztak už značná – spotřeba energie. Mechanické větrací systémy používají pouze venkovní vzduch. Tyto systémy obvykle vzduch vyměňují dobře, a je-li teplota venkovního vzduchu dostatečně nízká, zajišťují navíc i osvěžení – dokud se i venku neudělá teplo.

Vlastně je každá tradiční forma ošetřování vzduchu výsledkem kompromisu mezi chlazením a větráním. S nepřímým adiabatickým chlazením se tento rozpor mezi chlazením a větráním stává minulostí. Tento systém úpravy vzduchu zajišťuje konstantní obnovování vzduchu v místnosti chlazeným venkovním vzduchem. V závislosti na relativní vlhkosti tohoto vzduchu zůstává teplota v klimatizované místnosti o 4 až 6 K nižší než venku.

Úprava vnitřního klimatu kombinací volného chlazení a nepřímého adiabatického chlazení je ekologická a energeticky úsporná, takže lze klidně zase otvírat okna a dveře.

Rovněž v kombinaci s již existujícím klimatizačním zařízením nabízí nepřímé adiabatické chlazení velkou úsporu energie.

V nizozemském podnebí výkonnost systému po většinu roku bohatě stačí. Když je tepelné zatížení největší, lze následně připojit i klimatizační zařízení. To ovšem nemusí realizovat celý proces od vysokých teplot venku k nízkým teplotám uvnitř. Největší část tohoto procesu již totiž obstarala kombinace volného chlazení a nepřímého adiabatického chlazení. Je dokonce možné chladit kondenzátor klimatizačního zařízení procesním vzduchem adiabatického chladiče (viz obr. 2). Teplota tohoto vzduchu je totiž mnohem nižší než teplota venkovního vzduchu, kterým je kondenzátor jinak chlazen. Energetická spotřeba klimatizačního zařízení se tímto zapojením také sníží.



Obr. 2 – Nepřímé adiabatické chlazení v kombinaci s tradičním chladicím zařízením

Nízké provozní náklady, žádné potíže s předpisy o chladivech

Provozní náklady chlazeného větrání kombinací volného chlazení a nepřímého adiabatického chlazení jsou mimořádně nízké. Jelikož se nepracuje s tradičními chladicími prostředky, odpadá povinnost vyhovovat předpisům o kontrole chladiv. Díky tomu a rovněž díky absenci chladicího zařízení jsou náklady na údržbu ve srovnání s tradičním klimatizačním zařízením nízké.

Také úspora energie se díky absenci chladicího zařízení může vyplhat, v závislosti na odporu v kanálovém systému, na 70 až 80 %. Se 135 W příkonem ventilátorů a čerpadla a jedním litrem vody může být v závislosti na prostorové (vzdušné) vlhkosti cca. 400 m³ vzduchu ochlazeno z 30 na 20 °C.

Voda

Tím, že se proces odpařování děje v nepřímém okruhu, přičemž se žádná kapalina nemůže dostat do klimatizovaného přiváděného vzduchu, se předchází nežádoucímu růstu bakterií. U systémů, které pracují se zvlhčujícím souborem, nejsou v odváděném vlhkém vzduchu přítomny žádné aerosoly. Tim se v tomto vzduchu využuje přítomnost legionelly.

U adiabatického chlazení hraje důležitou roli tvrdost vody. Čím tvrdší voda, tím častěji je třeba teplosměnné plochy čistit. V oblastech s vápenitou vodou se často doporučuje instalovat změkčovač vody. Používání velmi měkké vody nepředstavuje žádný problém pro umělou hmotu, avšak u mědi může způsobovat korozii.



Přetlakové větrání se 100 % venkovního vzduchu

Pro zaplavovací větrání v kombinaci s nepřímým adiabatickým chlazením je

Obr. 3 – Adiabatické chladicí zařízení v provedení z plastu

typické, že vzduch přiváděný do místnosti před sebou jakoby vytlačuje vzduch v místnosti přítomný. Nedochází zde k témuž žádnému míšení a k žádné recirkulaci. V místnosti je přitom lehký přetlak. Díky tomuto přetlaku se odváděný vzduch dostává mřížkami ve zdech a u zdrojů tepla rovnou ven. Teplota, které se v místnosti uvolňuje konvekcí, je přímo odváděno tímto vzduchem, aniž by se mísilo s přiváděným vzduchem.

Při dostatečném průtoku přiváděného vzduchu se, také vzhledem k minimálnímu míšení se vzduchem v místnosti přítomným, teplota v místnosti stabilizuje na hodnotě jen o pár stupňů vyšší, než je teplota přiváděného vzduchu.

Pachy a nepřijemné výpary

Využití přetlaku rovněž znamená, že se nikde – s výjimkou toalet, sprch a kuchyní – nemusí používat odsávání, a že se tak ušetří náklady. Jelikož je 100% vzduchu přiváděného vzduchem čerstvým, jsou nepřijemné výpary a pachy, které vznikají např. v chemických čistírnách, při výrobních procesech nebo v gastronomických zařízeních, odváděny přímo ven. S tímto druhem větrání se „pasivní kouření“ např. v barech či tanečních klubech stává minulostí.

Mají tyto systémy vůbec nějaké nevýhody?

- U systémů tohoto typu jsou doprovázané průtoky vzduchu velké a velké musí být i kanály, jimž je vzduch veden. Ta znamená, že především u již stojících budov není zavedení téhoto systému většinou možné.
- Adiabatické chlazení se hodí výlučně k odvádění citelného tepla. Odvádění vlhkosti takovými systémy možné není, vyjma kombinace s tradičním chladicím zařízením či jinou formou odvádění vlhkosti.

- Velikost ochlazení ji silně závislá na rosném bodu či na vlhkosti venkovního vzduchu. Zejména při teplém a dusném počasí chladicí schopnost silně klesá. Uživatel ví, že několik dní v roce bude chladicí schopnost nižší, avšak odměnou mu je velmi nízký účet za energii.

Redukce přebytečných skleníkových plynů

Výzkum v rámci nizozemského programu ROB (Redukce přebytečných skleníkových plynů), adiabatické chlazení představuje jednu z nejpodstatnějších možností, jak redukovat produkci CO₂.

Již existující „volné chlazení“

Již existující větrací systémy založené na volném chlazení lze jednoduchým způsobem dodatečně opatřit nepřímým adiabatickým chlazením. Tovární haly, zábavní a taneční prostory, a dokonce i nákupní centra tak mohou být chlazena s velkou úsporou energie. Nepřímý adiabatický chladič je vhodný pro nizozemské podmínky. Chladiče budou běžně užívány jako plnohodnotné doplnění volného chlazení či kombinace volného chlazení s mechanickým chlazením. Volné chlazení se tím stává opravdu „chlazeným větráním“ a otvírá nové možnosti a oblasti užití.

Shrnutí:

Vyvinutí nepřímého adiabatického chlazení pro mírné klima, jaké je v Nizozemsku, v kombinaci s volným chlazením a větráním zaplavováním, umožňuje existenci chlazeného větrání. A to v místech, kde chlazení dosud (z energetických důvodů) nepřicházelo v úvahu. Nepřímé adiabatické chlazení poskytuje nové možnosti a otevírá nový trh. Neprímé adiabatické chlazení lze uplatnit rovněž v kombinaci s tradiční klimatizací. ■