

Pozadie

Prírodné chladivá – aktuálny vývoj a trendy

od Moniky Wittovej, predsedkyne predstavenstva eurammonu, európskej iniciatívy pre prírodné chladiace prostriedky

Pri rozhodovaní o tom, ktorý chladiaci prostriedok by sa mal použiť v chladiarenskom alebo klimatizačnom zariadení, sú bezpečnosť, náklady a ochrana životného prostredia tými podstatnými kritériami. Na pozadí neustále stúpajúcich cien energie hrá ale čoraz dôležitejšiu úlohu aj množstvo energie, ktorú príslušné zariadenie spotrebuje. V ideálnom prípade by použitý chladiaci prostriedok mal mať vynikajúce termodynamické vlastnosti, vysokú chemickú stabilitu a dobré fyzické vlastnosti. Okrem toho by nemal mať žiadny alebo len nepatrný vplyv na životné prostredie a byť okrem toho k dispozícii na celom svete a za nízke náklady.

Chladiaci prostriedok, ktorý by spĺňal všetky tieto požiadavky, však neexistuje. V praxi je preto rozhodovanie pre ten najvhodnejší chladiaci prostriedok závisí od rôznych faktorov. Pritom hrá úlohu práve tak oblasť použitia a požiadavky prevádzkovateľa, ako aj stanovisko a environmentálne aspekty. Rozhodujúci vplyv na spotrebu energie má však koncept celého chladiarenského zariadenia za zohľadnenia podmienok čiastočného zaťaženia, keďže efektívnosť chladiarenského zariadenia je ovplyvňovaná silnejšie celkovým konceptom ako voľbou chladiwa. Rad aktuálnych projektov mimochodom ukazuje, že zariadenia pracujú efektívne a šetrne vzhľadom na životné prostredie vtedy, keď sa použijú chladivá prírodné.

Chlad produkovaný amoniakom presvedčuje najvyššou energetickou účinnosťou

Amoniak je chladiwo s preukázateľne najlepšimi termodynamickými vlastnosťami. Je to jediný prírodný chladiaci prostriedok, ktorého by sa priemysel kvôli vysokej efektívnosti nemal nikdy vzdať. Aj z ekologického hľadiska je amoniak neporaziteľný. Nezúčastňuje sa na odbúravaní ozónovej vrstvy ani na otepľovaní podnebia (ODP a GWP = 0) a aj bilancia TEWI je na základe vysokého COP amoniakových chladiacich zariadení priaznivá.

U priemyselných zariadení s kapacitou viac ako 500 kW je amoniak, čo sa týka energetickej a nákladovej účinnosti, neprekonateľný. A aj v menšom meradle nachádza amoniak čoraz

viac uplatnenie. Stále viac sa používa v systémoch s kapacitou menšou ako 500 kW, u ktorých sa množstvo amoniaku dá v porovnaní s voľbou iných vhodných nosičov chladu zmenšiť. Práve tu, v oblasti systémov s malými plniacimi množstvami, prebieha v súčasnosti intenzívny výskum. Cieľom vývoja sú okrem iného malé, semihermetické a hermetické kompresory s výkonom pod 100 kW. Aj vývoj výmenníkov tepla s redukovaným plniacim množstvom sa pobeží týmto smerom. Aby bola možná i realizácia DX zariadení, zaoberajú sa navyše rôzne výskumné projekty zjednodušeným olejovým hospodárstvom s rozpustnými olejmi.

Okrem toho sa amoniak dnes používa čoraz viac v oblastiach, v ktorých dosiaľ prevládali syntetické chladivá. Tak boli takmer všetky veľké veľtržné haly v Nemecku vybavené amoniakovými tekutými chladičmi klimatizácie. Aj v bankách, poisťovniach a kancelárskych budovách sa čoraz častejšie umiestňujú amoniakové tekuté chladiace články. Po tom, čo rizikové analýzy dokázali, že amoniakové zariadenia nemajú vyšší potenciál ohrozenia verejnosti či zamestnancov letiska ako roztoky so syntetickými chladivami, využívajú ich stále viac dokonca i moderné letiská. Preto bolo amoniakovými zariadeniami vybavené nielen obnovené letisko v Düsseldorfe, ale ak nový terminál 5 na londýnskom Heathrow a letisko v Zürichu. Aj prekládka na letisku Christchurch na Novom Zélande šetrí vďaka používaniu amoniaka pri chladení energiu.

Úspora energie a peňazí vďaka oxidu uhličitému

Záujem o chladiace zariadenia na báze CO₂ v posledných desiatich rokoch na celom svete neustále narastal. Východiskom je, že spoločnosť Nestlé ako globálne pôsobiaci koncern kontinuálne hnala dopredu vývoj kaskádových chladiacich zariadení na báze NH₃/CO₂ a dokázala ich energetickú účinnosť prostredníctvom zariadení v Európe, USA i Japonsku. Iné firmy tento príklad nasledovali. Navyše podporovali tento trend niektoré krajiny prostredníctvom štátnych fondov. Tak napríklad zaručuje Holandsko pre zariadenia na báze CO₂ výrazné daňové úľavy a v Škandinávii boli zvýšené dane na syntetické chladivá. CO₂ sa obzvlášť hodí aj na spätné získavanie tepla alebo pre aplikácie v oblasti tepelných čerpadiel. V Ázii sú tieto aplikácie už dosť rozšírené a dá sa predpokladať, že ďalšie krajiny budú nasledovať.

Koľko energie sa použitím CO₂ ako chladiva dá ušetriť, to je predovšetkým otázka teploty okolia. Tak predstihuje systém na báze CO₂ zariadenia poháňané syntetickými chladivami výrazne, pokiaľ ide o subkritickú oblasť. Ale aj v nadkritickej oblasti sa dá takéto zariadenie vzhľadom na svoju efektívnosť optimalizovať s dobrým úspechom. Potvrdila to predovšetkým spoločnosť Coca Cola Company, ktorá do svojich 550-litrových chladničiek používa tak CO₂,

ako aj R134a. Výsledok: Zariadenia poháňané CO₂ spotrebujú o 20 až 30 percent menej energie.

V režime transkritickom alebo nadkritickom (teploty > 31,2°C) sú CO₂ systémy zásadne menej efektívnejšie ako zariadenia so syntetickými chladivami. Napriek tom sú chladiarenské zariadenia na báze CO₂, čo sa týka celoročného pohľadu, často viac energeticky účinné ako tie so syntetickými chladivami. Dôvodom je, že väčšina systémov sa, predovšetkým v miernom pásme, väčšiu časť roka prevádzkuje v podkritickej oblasti.

Chladienie neutrálne voči podnebiu – pomocou uhľovodíkov

Uhľovodíky ako bután, propán a propén sa výborne hodia ako chladiace prostriedky. Bután sa napríklad s veľkou úspešnosťou používa vo viac ako 300 miliónoch momentálne prevádzkovaných chladničiek v domácnostiach. Okrem toho nachádza bután čoraz viac uplatnenie v menších komerčných chladiarenských zariadeniach. Nápojový koncern Pepsi napríklad porovnal efektívnosť malých chladničiek na nápoje s objemom chladiva do 150 g a zistil, že zariadenia s butánom spotrebujú o 27 percent menej energie ako zariadenia, u ktorých sa používa R134a. Odvtedy používa tento producent nápojov u týchto zariadení bután – a nestojí tak izolovane: aj firma Ben & Jerry použila bután prvýkrát v USA do svojich mrazničiek na zmrzlinu a bola veľmi spokojná.

Propán má termodynamické vlastnosti veľmi podobné R22. Niektoré krajiny v ázijskom priestore preto nahradili v centrálnych klimatizačných zariadeniach R22 propánom a zaznamenávajú o 10 až 30 percent menšiu spotrebu energie, a to iba pri nepatrných úpravách zariadení. Aj koncern Unilever uznal výhody propánu ako chladiaceho prostriedku: Už počas Olympijských hier v roku 2000 v Brisbane a Sydney uskutočnil koncern poľnú štúdiu s mraziakmi na zmrzlinu s objemom 360 litrov. Použité prístroje porovnávali prevádzku propánovú s prevádzkou s R404A. Propánové mraziaky pritom ušetrili v priemere asi 9 percent energie.

Uhľovodíky majú vynikajúce termodynamické vlastnosti. Aj preto sú chladiarenské a klimatizačné zariadenia nimi poháňané obzvlášť energeticky úsporné. Dajú sa miešať s bežnými chladiacimi olejmi a kritická teplota je pomerne vysoká. Horľavosť uhľovodíkov si síce vyžaduje hermeticky uzavreté systémy a ochranu proti výbuchu pre elektrické komponenty, ale tieto komponenty sú k dispozícii a bezpečná prevádzka sa dnes dá dobre ovládať. Na základe vysokého potenciálu úspory energie u systémov s uhľovodíkmi preto celý rad koncernov oznámil, že chce prevádzkovať chladiarenské zariadenia na báze uhľovodíkov.

Doteraz predstavuje obmedzenie plniaceho množstva pre uhľovodíky v Európe 150 gramov. Táto hodnota však bola zvolená náhodne. Preto by bolo dobré, uviesť obmedzenie plniaceho množstva do závislosti od tých-ktorých prevládajúcich podmienok. Odporúčania pre medzné hodnoty v závislosti od miesta používania by sa napríklad dali vypracovať a vyvíjať v rámci vedeckého výskumného projektu. Tak by pravdepodobne bolo možné schváliť väčšie plniace množstvá, keď sa propánová náplň nachádza vysoko hore na streche budovy ako keď je vo veľkých a dobre vetraných miestnostiach.

V USA očividne už prevláda tendencia zmeny postoja: Ak bolo používanie uhľovodíkov dosiaľ obmedzené na priemyselnú oblasť, bude toto obmedzenie v budúcnosti pravdepodobne zrušené. Americký Úrad pre životné prostredie EPA (Environmental Protection Agency), ktorý je kvôli zákonom týkajúcim sa záruky výrobkov vzhľadom na látky ohrozujúce bezpečnosť zameraný kriticky, prvýkrát schválil poľný pokus, u ktorého sa bude testovať až do 2000 mrazničiek s horľavými chladivami. To by mohlo znamenať prelom.

Chladná voda s potenciálom úspory energie až do 25 percent

Chladenie odparovaním vody sa používa odjakživa. Čo sa v ľudskom tele však deje celkom prirodzene v podobe potu, je v priemyselnom meradle výzvou. Aby sa dal doceliť dostatočný chladiaci výkon, je potrebný ohromný objemový prúd vodnej pary – a to si vyžaduje nasadenie turbokompresorov. Vhodné sú na to buď kompresory osovú s relatívne malou základnou plochou a mnohými stupňami alebo do série zapojené kompresory radiálne. Tieto však reagujú citlivo na kolísanie záťaže, čo si vyžaduje pokiaľ možno konštantnú prevádzku. Sťažujúcou okolnosťou je, že prevádzka prebieha v hlbokom vákuu, a preto je nevyhnutný absolútne utesnený systém. Oproti týmto vysokým technickým požiadavkám však stojí – v porovnaní s dnes dostupnými tekutými chladiacimi článkami na báze R134a – veľký potenciál úspory energie v hodnote asi 25 percent. Z tohto dôvodu prebieha v súčasnej dobe vo Francúzsku a v nemeckých Drážďanoch výskum prototypov tak radiálnych, ako aj osových kompresorov.

Vzduch – rýchly chlad a nepatrné náklady na energiu

Vzduch je ako chladiaci prostriedok zaujímavý vtedy, keď je potrebné dosiahnuť teploty hlboko pod -50°C . Systémy s uzavretým kolobehom vzduchu presvedčujú predovšetkým vyslovene vysokou rýchlosťou ochladenia (rapid cooling) za nízkych energetických nákladov. Že sa vzduch napriek tomu ako chladivo nedokázal širokoplošne presadiť, má príčinu v pomerne vysokých nákladoch celkového systému. Na dosiahnutie potrebnej hustoty hmotnosti toku sú potrebné drahé turbokompresory/expanderové systémy a špeciálne

tesnenia klznými prstencami na minimalizáciu netesností. Zároveň sú systémy chladené vzduchom však aj veľmi kompaktné. Z tohto dôvodu sa dnes používajú na skvapalňovanie plynov na cisternových lodiach, lebo tam sú vysoké náklady odôvodnené malou potrebou priestoru.

Dvojaká výhoda pre životné prostredie a bilanciu podnikov

Prírodné chladivá sú cenovo výhodné, dostupné v neobmedzených množstvách a už dnes dokážu pokryť takmer akúkoľvek chladiarenskú aplikáciu. Okrem toho majú, v porovnaní so syntetickými chladivami, veľmi nízky skleníkový efekt (GWP). Už iba z tohto dôvodu sa ich používanie odporúča. Najmenej práve tak dôležitá je však ich vysoká energetická efektívnosť, keďže viac ako 80 percent skleníkového efektu u chladiarenských a klimatizačných zariadení nepramení z netesností, ale zo spotreby energie týmito zariadeniami. V súčasnej dobe asi 15 percent celosvetovo využíwanej elektrickej energie pripadá na výrobu chladu – a to je ohromný potenciál na úsporu. Opatrenia na úsporu energie po celú životnosť chladiarenských zariadení získavajú preto stále viac na význame a môžu podstatne prispieť k odbremeneniu životného prostredia. Na tomto pozadí poskytuje používanie prírodných chladiacich prostriedkov pre podniky dvojaký stimul – znížením spotreby energie nielen že znížia vlastné náklady, ale sú zároveň šetrné voči životnému prostrediu. A tak hovorí v ekologickom i ekonomickom zmysle slova všetko pre to, aby sme v budúcnosti používali prírodné chladiace prostriedky, a tým si dlhodobo zaistovali tak investície, ako aj životné prostredie!

Zariadenia

Amoniak (NH₃)

Amoniak (čpavok) sa úspešne používa ako chladiaci prostriedok v priemyselných chladiacich zariadeniach už vyše 130 rokov. Je to bezfarebný, pod tlakom skvapalnený plyn s ostrým zápachom. Ako chladiaci prostriedok je amoniak známy pod chladiarenským označením R 717 (R = refrigerant) a pre použitie v chladiacej technike sa vyrába synteticky. Amoniak nemá deštruktívny vplyv na ozón (ODP = 0) a žiadny priamy skleníkový efekt (GWP = 0). Pre vysokú energetickú efektívnosť je aj jeho nepriame prispievanie ku skleníkovému efektu porovnateľne nízke. Amoniak je za určitých okolností horľavý. Energia potrebná na jeho zapálenie je však 50krát väčšia ako pri zemnom plyne a bez podporného plameňa amoniak ďalej sám nehorí. Zohľadnenie vysokej afinity amoniaku ku vlhkosti vzduchu viedlo k jeho zaradeniu medzi ťažko zápalné látky. Amoniak je jedovatý, má ale charakteristický ostrý zápach s vysokým varovným účinkom. Vo vzduchu je vnímateľný už od koncentrácie 3 mg/m³, čo znamená, že jeho varovný účinok pôsobí dlho pred zdraviu škodlivou koncentráciou (> 1 750 mg/m³). Amoniak je ďalej ľahší ako vzduch, a preto rýchlo stúpa nahor.

Oxid uhličitý (CO₂)

Oxid uhličitý je v chladiacej technike známy pod označením R 744 a má v nej dlhú tradíciu, siahajúcu až do 19. storočia. Je to bezfarebný, pod tlakom skvapalnený plyn so slabým kyslastým zápachom respektíve kyslastou chuťou. Oxid uhličitý nemá deštruktívny vplyv na ozón (ODP = 0) a pri použití v uzavretých obehoch má zanedbateľný priamy skleníkový efekt (GWP = 1). Nie je horľavý, je chemicky neaktívny a ťažší ako vzduch. Na človeka pôsobí omamujúco a dusivo až pri vysokých koncentráciách. Keďže je energetická efektívnosť oxidu uhličitého oproti iným chladiacim prostriedkom nižšia, pracuje sa v poslednej dobe obzvlášť na optimalizovaní techniky zariadenia pre špecifickú aplikáciu a zároveň sa vyvíjajú neustále efektívnejšie chladiace zariadenia, aby sa táto medzera vyplnila. Oxid uhličitý je v prírode prítomný vo veľkých množstvách.

Uhl'ovodíky

Chladiace zariadenia s uhl'ovodíkmi ako propán (C₃H₈), ktorý je v chladiacej technike známy aj pod označením R 290, alebo bután (C₄H₁₀), známy pod označením R 600a, sú celosvetovo v prevádzke už dlhé roky. Uhl'ovodíky sú pod tlakom skvapalnené, bezfarebné plyny skoro bez zápachu, ktoré nemajú deštruktívny vplyv na ozón (ODP = 0) ani väčší

priamy skleníkový efekt ($GWP = 3$). Vďaka ich vynikajúcim termodynamickým vlastnostiam sú uhľovodíky obzvlášť energeticky úspornými chladiacimi prostriedkami. Sú ťažšie ako vzduch a pri vysokých koncentráciách pôsobia omamujúco a dusivo. Uhľovodíky sú horľavé a so vzduchom môžu tvoriť explozívne zmesi. Vďaka existujúcim bezpečnostným predpisom sú však straty na chladiacich prostriedkoch prakticky nulové. Uhľovodíky sú celosvetovo cenovo výhodne dostupné a vďaka svojim ideálnym chladiacim vlastnostiam sa používajú obzvlášť pri zariadeniach s nízkym plniacim množstvom.

Potenciál narušovania ozónu a skleníkového efektu chladiacich prostriedkov

	Ozone Depletion Potential (ODP)	Global Warming Potential (GWP)
Amoniak (NH ₃)	0	0
Oxid uhličitý (CO ₂)	0	1
Uhl'ovodíky (propán C ₃ H ₈ , bután C ₄ H ₁₀)	0	3
Voda (H ₂ O)	0	0
Halogénované uhl'ovodíky (FCKW)	1	4,680-10,720
Čiastočne halogénované uhl'ovodíky (H-FCKW)	0,02-0,06	76-2,270
Perfluóvané uhl'ovodíky (P-FKW)	0	5,820-12,010
Čiastočne halogénované fluóvané uhl'ovodíky (H-FKW)	0	122-14,310

Ozone Depletion Potential (ODP)

Poškodenie ozónovej vrstvy je spôsobené predovšetkým zlúčeninami chlóru, fluóru a brómu, ktoré sú schopné štiepiť molekuly ozónu (O₃), a tým ničiť ozónovú vrstvu. Potenciál narušovania ozónu (ODP) určitej zlúčeniny sa udáva ako ekvivalent chlóru (ODP jednej molekuly chlóru = 1).

Global Warming Potential (GWP)

Skleníkový efekt vzniká v dôsledku schopností látok obsiahnutých v atmosfére odrážať naspäť teplo vyžiarené zo zeme. Priamy potenciál skleníkového efektu (GWP) určitej zlúčeniny je meraný ako ekvivalent CO₂ (GWP jednej molekuly CO₂ = 1).

O iniciatíve eurammon

eurammon je spoločná európska iniciatíva podnikov, inštitúcií a jednotlivcov, angažujúcich sa za zvýšenie používania prírodných chladiacich prostriedkov. Ako centrálnu sféru činnosti v oblasti používania prírodných chladiacich prostriedkov v chladiarenskej technike vidí iniciatíva svoju úlohu v poskytovaní základne pre informácie a ich výmenu a pri zvyšovaní znalostnej úrovne a akceptácii prírodných chladiacich prostriedkov. Cieľom je podpora ich používania v záujme zdravšieho životného prostredia a ďalší rozvoj dlhodobých trendov v chladiacej technike. eurammon informuje odborníkov,

politikov a širokú verejnosť dôkladne o všetkých aspektoch prírodných chladiacich prostriedkov a je všetkým zainteresovaným k dispozícii ako kompetentný kontaktný partner. Užívateľom a plánovačom chladiarenských projektov poskytuje eurammon konkrétne projektové skúsenosti, ako aj rozsiahly informačný materiál a poradi pri všetkých otázkach spojených s plánovaním, schvaľovaním a prevádzkou chladiacich zariadení. Iniciatíva bola založená v roku 1996 a je k dispozícii európskym podnikom a inštitúciám, ale aj jednotlivcom pracujúcim v oblasti prírodných chladiacich prostriedkov, a to aj v oblasti vedy a výskumu.

Internetová adresa: www.eurammon.com

Kontakt

Kontaktná osoba eurammon

eurammon

Dr. Karin Jahn

Lyoner Straße 18

D-60528 Frankfurt

Tel.: +49 (0)69 6603-1277

Fax: +49 (0)69 6603-2276

E-mail: karin.jahn@eurammon.com

Kontaktná osoba pre tlač

FAKTOR 3 AG

Andreas Reich

Kattunbleiche 35

D-22041 Hamburg

Tel.: +49 (0)40 679446-34

Fax: +49 (0)40 679446-11

E-mail: eurammon@faktor3.de