

Chladivový systém pro přímý ohřev a chlazení ve vzduchotechnice – základní zásady návrhu

Refrigeration System for Direct Heating and Cooling in HVAC – the Basic Design Principles

Recenzent
Ing. Marcel Kadlec

Používání chladivových zařízení – tepelných čerpadel pro vytápění rodinných i bytových domů je dnes již běžnou záležitostí. Pouze správně navržené a provozované zařízení zajistí požadované technické parametry a přinese úspory energií, včetně dlouhé životnosti. Zásadně odlišné jsou však provozní podmínky chladivového zařízení (tzv. přímý výpar), které bude použito jako zdroj chladu, popřípadě i jako zdroj tepla pro vzduchotechnickou jednotku. Negativní zkušenosti s některými již realizovanými zařízeními jsou toho důkazem. Jedná se zejména o zimní provoz při nulových a podnulových teplotách venkovního vzduchu, ale i při chlazení v přechodném a letním provozu. Autor se v článku pokusil předat své osobní zkušenosti s navrhováním, realizací i provozem těchto zařízení do chladicího výkonu cca 150 kW, které představují rozhodující podíl na našem trhu.

Klíčová slova: chladivový systém pro VZT – přímý odpar

The use of refrigeration systems – heat pumps for heating of family houses and apartment buildings is nowadays common practice. Only the appropriately designed and operated systems provide required technical parameters, bring energy savings and assures their long life-time. However, fundamentally different are operational conditions of refrigeration system (with so called direct evaporation) which will be used as a cold source and eventually as a heat source for air-handling unit. This has been proved by negative experience with some already installed systems, which concerns especially winter season operation during zero and sub-zero temperatures of outdoor air, but also cooling during transitional and summer season operation. The author tries to share his personal experiences with designing, realization and operation of these systems up to the refrigerating capacity about 150 kW, which occupy the crucial part of our market.

Keywords: refrigeration system for HVAC – direct evaporation

POUŽITÍ CHLADIVOVÉHO SYSTÉMU PRO PŘÍMÉ CHLazenÍ A OHŘEV VĚTRACÍHO VZDUCHU

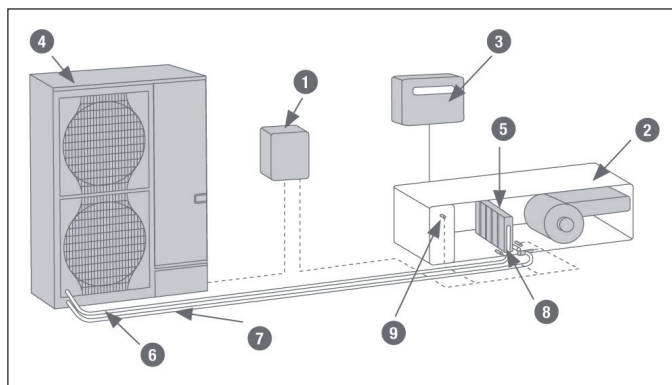
Výhody chladivového systému „vzduch-vzduch“ (dále jen chladicích jednotek – CHJ):

- ❑ Technicky jednoduchá a rychlá instalace (instalace venkovní jednotky, montáž rozvodu vedení chladiva, zapojení do systému regulace a měření vzduchotechnické jednotky). Velmi se zjednoduší vlastní instalace u budovy, kde se klimatizační jednotka umísťuje na střeše budovy a strojovna vzduchotechniky je v suterénu. Průchod rozvodu vedení chladiva je vždy jednodušší (dvě měděná potrubí obalená tepelnou izolací a komunikační kabel – svazek o průměru cca 60 mm, který se snadno tvaruje podle potřeby), než např. rozvody chlazené vody.
- ❑ Kondenzátorová chladicí jednotka má nízkou hmotnost a je podstatně menší než běžná CHJ pro přípravu chlazené vody.
- ❑ Celkově vyšší účinnost (SEER/SCOP).
- ❑ Nižší servisní náklady - provádí se pouze servis venkovní jednotky, není třeba provádět údržbu rozvodu chladiva – u vodního systému jsou instalována navíc cirkulační čerpadla, kohouty, ventily atd.
- ❑ Není nutná ochrana rozvodu chladiva v zimním období. Vodní systém nejméně ve venkovním prostoru je potřeba na zimu vypustit nebo systém musí být napuštěn nemrznoucí směsí.

Problematický je provoz chladivového systému v režimu vytápění. K namrzání výparníku venkovní chladicí jednotky dochází již při teplotách venkovního vzduchu blížících se nule a výměník je nutno odmrazovat.

Typické schéma zapojení chladicí jednotky jako přímého zdroje chladu nebo tepla pro VZT jednotku je uvedeno na obr. 1, kde je:

- 1 řídicí propojovací elektronika do nadřazeného regulačního systému vzduchotechnické jednotky,
- 2 vzduchotechnická jednotka,
- 3 ovladač s digitálním displejem pro zpětnou kontrolu chodu zařízení,
- 4 venkovní kompresorová jednotka,
- 5 výměník ve vzduchotechnické jednotce (výparník/kondenzátor – chladivo R410A),
- 6 čelní výfuková strana venkovní chladicí jednotky (vzadu jednotka nasává, dopředu vyfukuje),
- 7 umístění kompresoru ve venkovní chladicí jednotce,
- 8 připojení rozvodu chladiva k výměníku, umístění čidel teploty na výměník,
- 9 umístění čidel teploty vzduchu proudícího ve vzduchotechnické jednotce (na obr. pouze informativní).



Obr. 1 Schéma zapojení chladicí jednotky (přímý výpar), jako zdroje chladu/tepla pro vzduchotechnickou jednotku

TECHNICKÝ NÁVRH ŘEŠENÍ

Na začátku je důležité definovat, zda bude řešen pouze zdroj chladu pro vzduchotechnickou jednotku, nebo zda chladicí jednotka bude využívat i jako zdroj tepla (tzv. režim tepelného čerpadla).

Pokud navrhujeme chladicí zařízení pro celoroční provoz, tj. jako zdroj chladu a tepla, musíme brát zřetel na další okolnosti a to:

- chladicí jednotka v zimních měsících odmrazuje,
- technické parametry chladicího zařízení, důležité pro správný návrh,
- umístění venkovní jednotky,
- zapojení regulace CHJ do nadřazeného regulačního systému VZT jednotky.

CHLADICÍ JEDNOTKA V ZIMNÍCH MĚSÍCÍCH ODMRAZUJE

Chladicí jednotka (tepelné čerpadlo „vzduch-vzduch“) v režimu vytápění (pro ohřev vzduchu) odebírá tepelnou energii z venkovního vzduchu. U venkovní jednotky dochází v chladných dnech k namrznání venkovního výměníku – cca od +5 °C. Aby byla zachována funkčnost zařízení, má CHJ vestavěný automatický systém odmrazování. Vyhodnocení intervalu odmrazování a vlastní doba průběhu odmrazování je závislá na venkovních podmínkách a na typu zařízení (každý výrobce má jiný algoritmus výpočtu). Informativně lze u značkových zařízení počítat s intervalem odmrazování 150 minut a vlastní dobou odmrazení 3 až 5 minut.

Aby se venkovní jednotka v režimu vytápění mohla odmrazit, dochází ke krátkodobému otočení chodu tepelného čerpadla, tj. k záměně funkce kondenzátoru a výparníku. Výměník ve vzduchotechnické jednotce odebírá teplo z proudícího vzduchu, které venkovní jednotka použije k odmrazení. Je nutné si uvědomit, že výměník ve vzduchotechnické jednotce v tomto okamžiku chladí (odnímá teplo ze vzduchu).

Z tohoto procesu vyplývá několik zásad týkajících se návrhu i provozu vzduchotechnického zařízení:

- Vzduchotechnické zařízení není možné v tomto okamžiku vypínat, proudění vzduchu přes výměník musí být nepřetržitě zabezpečeno.
- Aby mohl výměník teplo ze vzduchu efektivně odebírat, musí mít vzduch proudící přes výměník ve vzduchotechnické jednotce vyšší teplotu, než je teplota venkovního vzduchu. Proto je nutné, aby byla vzduchotechnická jednotka vybavena zpětným získáváním tepla nebo směšovací cirkulační komorou (za ZZT nebo za směšovací komorou má vždy přiváděný vzduch vyšší teplotu než je teplota venkovního vzduchu). Čím bude teplota vzduchu proudícího ve vzduchotechnické jednotce přes výměník vyšší, tím bude doba odmrazení kratší.
- V okamžiku odmrazování odebírá výměník (v tuto chvíli výparník) vzduchotechnické jednotky z přiváděného vzduchu teplo (ochlazuje vzduch). K zamezení velkých výkyvů teploty přiváděného vzduchu do větraných prostorů, je nutno použít:
 - pro vzduchotechnickou jednotku jsou osazeny dvě samostatné chladicí jednotky, když jedna odmrazuje, druhá na plný výkon dodává potřebné teplo pro odmrazení první CHJ a může i částečně hradit ztrátu tepelného výkonu první CHJ tak, aby byl výkyv teploty co nejmenší – **v žádném případě ji však nenahradí v plném rozsahu,**
 - ve vzduchotechnické jednotce je osazen elektrický přímotopný ohřívač, který se v okamžiku odmrazování uvede do chodu,
 - pokud je k dispozici další zdroj tepla, je možno použít teplovodní ohřívač, kde se v daném čase otevře třicestný ventil na otopné vodě na požadovaný tepelný výkon, aby byla zachována teplota ve větraném prostoru. To platí pouze za předpokladu, že otopná voda je okamžitě k dispozici u ohřívače VZT jednotky.

Časově se jedná o velmi rychlý proces. Do systému regulace vzduchotechnické jednotky musí být včas dodán signál od chladicí jednotky, s informací o spuštění režimu odmrazování, aby reakční doba náhrady tepelného výkonu byla co nejkratší. Tento stav nelze zjišťovat, předpokládat nebo řešit informací z průběhu teploty ve vzduchotechnické jednotce nebo ve větraném prostoru – to už je pozdě! Velmi náročná je koordinace řídicích systémů chlazení a vzduchotechniky především u čerstvovzdušných zařízení s velkými intenzitami větrání, jako jsou např. operační sály, zdravotnické prostory všeobecně, kuchyně, restaurace apod.

Na základě zkušeností, kdy se v dobré víře montážní firmy snažily zamezit výkyvu teploty upravovaného vzduchu, a z neznalosti celé problematiky v okamžiku odmrazování vypnuly chod vzduchotechnické jednotky (v interiéru nikdo nepozná, že vzduchotechnická jednotka pár minut nepoběží), došlo následně k poškození zařízení. Bylo to důsledkem odběru tepla z výměníku ve vzduchotechnické jednotce, který může být tak velký, že dojde k jeho deformaci (roztržení, či prasknutí) a tím poškození celého systému.

Doporučení pro návrh a provoz vzduchotechnické jednotky, která bude využívat přímý chladivový systém též jako zdroje tepla (tepelné čerpadlo) v zimním období:

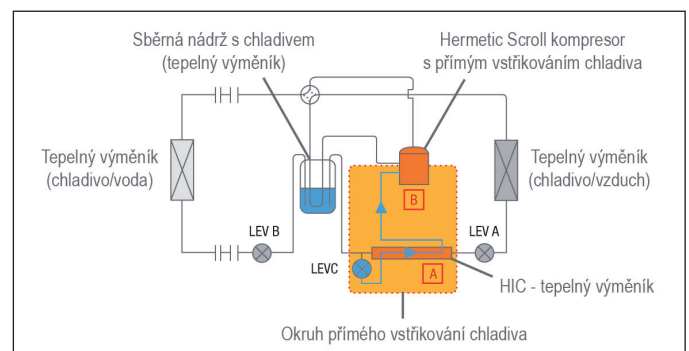
- vzduchotechnická jednotka by měla být vybavena zpětným získáváním tepla nebo směšovací komorou, což při odmrazování zajišťuje vyšší teploty proudícího vzduchu, než je teplota vzduchu venkovního (musí být zajištěn odběr tepla přes výměník),
- řešit náhradní zdroj tepla pro časový interval, kdy probíhá odmrazování chladicí jednotky.

Aby bylo možno minimalizovat teplotní výkyvy upravovaného vzduchu, jedná se o opatření nutná, ale ne dostačující!

V současnosti jsou na trhu k dispozici chladivové systémy, které pracují na odlišném principu odmrazování. V chladivovém okruhu je například osazen zásobník chladiva (sběrná nádrž s chladivem), ve kterém je pro případ odmrazování připravena zásoba „horkého“ chladiva, které je následně využito pro odmrazování a není tak nutné odebírat teplo z upravovaného vzduchu ve VZT jednotce. Přesto nelze nikdy vyloučit, že i tato nová technologie CHJ nebude potřebovat v některých situacích pro odmrazování odebrat teplo z výměníku ve vzduchotechnické jednotce. Schéma zmiňovaného systému je uvedeno na obr. 2.

Při normálním chodu si chladicí jednotka vždy připraví dostatečnou zásobu chladiva do zásobníku. Přesto nelze vyloučit, že při neočekávaném vypnutí jednotky (např. výpadkem elektrického proudu, poruchou na zařízení VZT apod.) nemusí být v zásobníku chladivo vůbec připraveno.

Následně po opětovném uvedení do chodu, pokud je nutno provést odmrazení, a v zásobníku nebude chladivo připraveno, musí chladicí jednotka odebrat tepelnou energii ze vzduchotechnické jednotky.



Obr. 2 Schéma chladivového okruhu s osazenou sběrnou nádrží – zásobníkem chladiva technologie ZubaDan [1]

I pro tyto nové technologie musí být celý systém zabezpečen tak, aby nedošlo k jeho poškození a byly dodrženy požadované parametry vnitřního prostředí!

TECHNICKÉ PARAMETRY ZAŘÍZENÍ DŮLEŽITÉ PRO SPRÁVNÝ NÁVRH

Mezi základní technické parametry každého chladivového systému, které je nutno znát pro správný návrh systému, jsou:

- chladicí výkon a jeho rozsah (minimální – maximální) – výkon [kW],
- tepelný výkon a jeho rozsah (minimální – maximální) – výkon [kW],
- garantované provozní hodnoty (venkovní teploty a entalpie pro režim chlazení/vytápění),
- v režimu vytápění křivka účinnosti TČ v závislosti na teplotě venkovního vzduchu,
- maximální délky vedení chladiva a převýšení [m] mezi umístěním VZT zařízení a chladicí jednotkou,
- akustický výkon při provozu chladicí jednotky a garantovaná hladina hluku do okolí [dB],
- rozměry a hmotnost chladivového systému (např. při osazování na střechu nebo do půdního prostoru).

Krátký komentář k jednotlivým technickým parametrům

Jedna z nejčastějších chyb, se kterou je možné se setkat, je přehlížení regulačního výkonu chladicí jednotky. Výpočtem tepelné zátěže v projektu byl např. požadován pro úpravu vzduchu chladicí výkon 30 kW (návrh proveden pro letní extrém). Pro větší využití zařízení, snížení pořizovacích nákladů a v rámci úspor energií, se předpokládalo využití chladicí jednotky i pro ohřev vzduchu, jako tepelného čerpadla. Byla navržena pouze jedna venkovní chladicí jednotka o daném výkonu, ale byl zcela pominut její regulační rozsah. Jednotka sice měla plynulou regulaci výkonu, ale jenom od 30 do 100 %, což znamená, že startovala s minimálním výkonem cca 10 kW a pak plynule přidávala až do 30 kW.

V přechodném období, se startovacím minimálním výkonem 10 kW (ať na chlazení nebo vytápění), nelze udržet požadovanou teplotu přiváděného vzduchu do prostoru. Systém fungoval po větší část roku tím způsobem, že zařízení se sepnulo, přiváděný vzduch se přechladil, nebo naopak přehřál a zařízení se ihned zase vypnulo. Vznikaly tak výkyvy teploty přiváděného vzduchu do interiéru $\Delta t = 5 \text{ K}$ i více. S chodem chladivového systému a vzduchotechniky byl uživatel spokojen pouze v letním nebo zimním extrému, kdy bylo možné využít regulační rozsah chladicí jednotky. Po větší část roku pracovalo zařízení v režimu zapnuto/vypnuto a s velkými výkyvy teploty u přiváděného vzduchu. Nespočet startů zařízení znamená i významné zkrácení životnosti chladicí jednotky.

Správně by zde měly být osazeny dvě chladicí jednotky – každá o výkonu 15 kW, které by nabídly menší regulační rozsah (zúžení intervalu kolísání požadované teploty) a spínaly se podle potřeby výkonu postupně. Nespornou výhodou je možná náhrada ztraceného tepelného výkonu při odmrazování, a rovněž částečné zálohování chladicího/tepelného výkonu, pro případ neočekávané poruchy jedné z jednotek.

Pro správný návrh záložního zdroje tepla, pro zimní období pro režim ohřevu vzduchu (funkce tepelného čerpadla „vzduch-vzduch“), je nutné znát, jaký je schopna dát chladicí jednotka tepelný výkon v zimním extrému. Je nutno zohlednit režim odmrazování venkovní jednotky (celkovou ztrátu tepelného výkonu) a popřípadě i doplnění tepelného výkonu, pokud chladicí jednotka není schopna svým plným výkonem pokrýt ohřev vzduchu na požadovanou teplotu. Současně je vhodné se informovat, do jaké teploty venkovního vzduchu je možné zařízení provozovat.

Parametry, tj. délka vedení chladiva a převýšení mezi chladicí jednotkou a vzduchotechnickým zařízením, včetně množství chladiva v systému spolu souvisí. Maximální délky rozvodu a převýšení, které uvádí výrobce, je nutné důsledně dodržet, jinak hrozí poškození chladicí jednotky – zadření kompresoru.

Chladicí jednotky jsou již od výrobce napuštěny chladivem na určitou délku vedení chladiva – liší se podle výrobců a typu zařízení. V některých případech není již potřeba další chladivo do systému dopouštět. Množství chladiva, které je nutné do systému dopustit, by mělo být profesní záležitostí dodavatelské firmy. Firma, která provádí montáž a zprovoznění chladivového systému, musí mít veškerá oprávnění, zaškolení od výrobce vč. technického a technologického vybavení. To je základní podmínka záruky každého výrobce nebo dodavatele na český trh. S tím souvisí i správné napuštění množství chladiva do systému. Navíc dle platné legislativy, po montáži chladicího zařízení a uvedení do chodu, by každá montážní firma měla opatřit jednotku štítky o použitém chladivu a celkovém množství chladiva v chladivovém okruhu. Do projektu je vhodné ve výkazu výměr uvést ve specifikaci chladicího zařízení samostatnou položku – doplnění chladiva do chladicího systému, z hlediska množství uvést jeden komplet [kpl]. Při oceňování položek rozpočtu si každá odborná firma umí dopočítat a ocenit množství chladiva.

UMÍSTĚNÍ VENKOVNÍ JEDNOTKY

Venkovní jednotky se obvykle umísťují do venkovního prostoru v okolí (obr. 3) nebo na střechu objektu (obr. 4). Při rekonstrukci památkových objektů je možné umístit jednotky do půdního prostoru (obr. 5 a 6), ovšem s pečlivým dořešením přívodu chladicího vzduchu a jeho odvodu, aby nedocházelo k cirkulaci vzduchu a tím k narušení kondenzační nebo výparné fáze. Podlaha půdy musí být izolována.



Obr. 3 Umístění chladicích jednotek ve venkovním prostředí



Obr. 4 Umístění chladicích jednotek na střechu objektu



Obr. 5 Umístění venkovních chladicích jednotek v půdním prostoru

Při návrhu umístění venkovní chladicí jednotky je samozřejmě nutné řešit, aby svým designem a hlukem při provozu nerušila okolí – musí splňovat platné hygienické předpisy pro hluk do okolí. Pokud bude zařízení instalováno na střeše budovy, je vhodné se zabývat i její únosností.

Jako obecná zásada platí, že zařízení se umísťuje pokud možno v závětrí, nemělo by být vystaveno nárazovému větru – obvykle od severozápadu. Při nárazech větru může dojít k zastavení nebo i zpětnému chodu chladicího ventilátoru venkovní jednotky a tím i k zásahu do regulačního systému jednotky a jeho poškození.



Obr. 6 Umístění výkonově menší chladicí jednotky v půdním prostoru

U chladicí jednotky, která bude použita pouze pro chlazení v letním období, není potřeba řešit žádná zvláštní opatření z hlediska odtékání vody. Naopak u zařízení, které bude využíváno pro ohřev vzduchu jako tepelné čerpadlo, je nutné vzít v úvahu odtékání vody a ledu při režimu odmrazování. Jednotka by měla být instalována ve výšce min. 25 cm nad povrchem střechy či země tak, aby nestála ve vodě, ledu nebo ve sněhu. Výrobci většinou nabízejí k zařízení ocelovou konzolu s povrchovou úpravou žárové zinkování, která zabezpečí uchycení jednotky v bezpečné výšce nad zemí. Při umístění na střeše objektu je vhodné pod jednotku instalovat odtokovou vanu, v půdním prostoru je použití vany nutné (obr. 4, 5 a 6). Aby nedocházelo k nárůstu ledu pod jednotkou (nárůst hmotnosti), je vhodné doplnit odtokovou vanu samoregulačním otopným kabelem. Tento kabel se doporučuje instalovat od jednotky až do nejbližšího odtoku střechy a zabezpečit tak odtok většiny odmražené vody (viz obr. 5 a 6). Pokud je jednotka instalována na zemi, mělo by být pod ní vsakovací lože (vykopat zeminu do hloubky min. 30 cm, nasypat drčený kámen, povrchovou pohledovou vrstvu doplnit kačirkem). Pro pevné uchycení jednotky (konzoly) na zem, použít podle její velikosti a hmotnosti buď samostatný základ, nebo betonové obrubníky či dlaždice.

UMÍSTĚNÍ EXPANZNÍCH VENTILŮ

Expanzní ventily chladiva mohou být umístěny u výměníku VZT jednotky nebo přímo ve venkovní jednotce. Instalace ventilů u VZT jednotky (obr. 7), se používá spíše u zařízení s vyšším výkonem (cca od 50 kW

chladicího výkonu), dodávka jednotky s ventily zabudovanými přímo ve venkovní jednotce je investičně výhodnější (viz obr. 8 – výměník VZT jednotky bez ventilů). Rozhodující, z hlediska volby typu chladicího zařízení (expanzní ventily u VZT jednotky/ expanzní ventily ve venkovní chladicí jednotce), může být i vzdálenost a převýšení venkovní chladicí jednotky od samotné vzduchotechnické jednotky.

Obecně platí, že instalace expanzních ventilů u VZT jednotky se používá u chladicího zařízení mezinárodně označeném VRF (zkratka VRF vychází z anglického Variable Refrigerant Flow (proměnný průtok chladiva). Tyto systémy jsou již od výrobce navrženy pro použití pro větší rozsah klimatizovaných prostor, tj. chladicí výkon od 15 do 150 kW s možností připojení několika desítek vnitřních klimatizačních jednotek. Mezi jejich základní technickou charakteristiku patří převýšení mezi venkovní a vnitřní jednotkou až 50 m, délky vedení v řádech stovek metrů. Což se samozřejmě odráží v pořizovací ceně zařízení.

Oproti tomu u chladicího zařízení, kde jsou expanzní ventily umístěny ve venkovní jednotce, je rozsah chladicího výkonu od 2,5 kW do 30 kW a převýšení mezi venkovní a vnitřní jednotkou od 5 do 50 m, délka vedení chladiva od 10 do 75 m. Přesné technické podmínky možnosti vedení chladiva je nutno zjistit podle zvoleného výrobce, konkrétního typu zařízení a důsledně je dodržet!

CHLADICÍ/OTOPNÝ VÝKON VÝMĚNÍKU (VÝPARNÍKU/ /KONDENZÁTORU) VE VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTCE



Obr. 7 Detail expanzních ventilů u VZT jednotky – dvouokruhový výměník

Při návrhu vzduchotechnické jednotky je nutno určit, kolik okruhů bude použito u výměníku pro přímý výpar (výparník/kondenzátor). Každý chladivový okruh znamená osazení expanzního ventilu. Standardně, z hlediska chladicího výkonu, se navrhuje jeden chladivový okruh max. do výkonu 30 kW (pозor na regulační rozsah venkovní chladicí jednotky, viz popis výše). Například, pokud potřebujeme chladicí výkon 100 kW, můžeme ho rozdělit na čtyřokruhový vý-

měník (výparník/kondenzátor) a osadit na každý okruh jednu venkovní jednotku o výkonu 25 kW (celkem čtyři samostatné venkovní jednotky s expanzním ventilem, tj. čtyři vedení chladiva od venkovních chladicích jednotek ke vzduchotechnické jednotce). Nebo je možné osadit jednu venkovní jednotku ze sortimentu VRF o výkonu 100 kW, instalovat jedno vedení chladiva od venkovní jednotky až k výměníku ve vzduchotechnické jednotce a až zde osadit čtyři expanzní ventily.



Obr. 8 Připojení VZT jednotky bez expanzních ventilů – dvouokruhový výměník, jednoduchá montáž

ZAPOJENÍ DO REGULACE VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY

Pro zapojení regulačního systému CHJ do systému regulace a monitorování vzduchotechnické jednotky dodávají kvalitní výrobci chladicích zařízení propojovací elektroniku. Jedná se o set řídicí desky s čidly, popřípadě s expanzními ventily a propojovacími kabely. Je možné též zapojit ovladač s digitálním displejem, pro zpětnou kontrolu chodu zařízení (přehledné zobrazení měřených a požadovaných hodnot, režim chodu, poruchová hlášení atd.). Pouze při použití originální propojovací elektroniky pro chladicí jednotku nebo jednotky, je možné je ovládat a řídit, mít zpětnou vazbu o zařízení a zajištění platných záruk.

Z hlediska vstupních – řídicích externích signálů se jedná:

- zapnutí / vypnutí jednotky,
- režim chodu (vytápění/chlazení),
- řízení výkonu - bezpotenciální v krocích nebo analogové (spojité, tj. 0 až 10 V, 4 až 20 mA, 1 až 5 V, 0 až 10 kΩ).

Výstupní signály:

- operační výstup, zda je zařízení v provozu,
- poruchové hlášení (alarm),
- výstup o chodu kompresoru,
- režim odmrazování,
- provozní režim – chlazení/vytápění.

Ze zahraniční literatury

Jong Hun Park et al.:
Major Factors Affecting the Aerosol Particulate Concentration in the Underground Stations
(Hlavní faktory ovlivňující koncentraci prашného aerosolu v podzemních stanicích)

Indoor and Built Environment, 23, 2014, č. 5, s. 629 – 639.

Korejští autoři sledují prašnost v ovzduší ve stanicích podzemní dráhy v Soulu od zahájení jejího provozu v roce 1973. Od roku 2011 je v provozu již devět linek o délce 317 km. Denně se přepraví 7,2 mil. pasažérů a jejich počet se neustále zvyšuje, neboť doprava autobusy a metrem je bezplatná. Bezpečnost a vliv veřejné dopravy na zdraví jsou pod neustálou kontrolou. Korejská legislativa stanoví limit pro frakci prachu PM10 v ovzduší obytného prostoru 150 µg/m³ (stejně jako v ČR).

Měření se uskutečnilo za běžného provozu ve vstupní hale, na přístupových cestách a na nástupišti v místě příjezdu a odjezdu vlaku u paty tunelu od února 2009 do srpna 2010 na čtyřech nejvíce exponovaných linkách. Z výsledků vyplývá, že limitní hodnoty byly dodrženy v hale a na přístupových cestách, na nástupištích docházelo opakovaně k jejich významným překročením. Prach byl analyzován a bylo zjištěno, že jeho významný podíl tvoří kovové částice, vznikající jako ořez při kontaktu vlaku a koleje. Když se snížila rychlost jízdy ze 75 na 45 km/h, poklesla koncentrace kovového prachu v ovzduší o 43 % na patě tunelu a o 40 % na nástupišti. Pokles byl znatelný i ve vstupní hale. Rychlost jízdy byla ale snížena jen experimentálně, trvale musí vlaky vyšší rychlost dodržovat. Řešením je tedy zvýšení výkonu větracího systému, který byl primárně určen pouze k odvětrání radonu z podzemních prostor.

Konečný dopad studie je tedy zlepšení efektivity větrání a tím pokles prашného aerosolu v průměru o 23 % na všech sledovaných místech.

(Laj)

Pouze na základě těchto vstupních a výstupních signálů je zařízení pod kontrolou a je možno ho řídit a monitorovat.

ZÁVĚR

V současné době je nutné při návrhu vzduchotechniky a použití tzv. přímého výparu (zdroj chladu/tepla) znát obecné zásady pro návrh zařízení. Rozumět principům chodu celého systému, zvláště pokud ho chceme provozovat celoročně, tj. jako zdroj chladu, tak i jako zdroj tepla (tepelné čerpadlo). Předat potřebné technické informace všem navazujícím profesím (měření a regulace, elektroinstalace, stavba ...).

Odměnou bude následně plně funkční systém vzduchotechniky se špičkovými technickými parametry (vysoká účinnost zařízení jak při chlazení, tak i při režimu vytápění, malé rozměry a hmotnost chladicího zařízení atd.).

Kontakt na autora: hvizdala@mtech.cz

Použité zdroje:

Technické podklady výrobce chladivových systémů. ■



VYTÁPĚNÍ
VĚTRÁNÍ
INSTALACE

Vážení přátelé,
Společnost pro techniku prostředí nabízí
2. přepracované vydání

Názvoslovného výkladového slovníku
z oboru Technika prostředí

v Č-N-A, A-Č-N, N-Č-A mutacích

Obsahuje terminologii oborů:
Vytápění, Solární technika, Tepelná izolace, Chladicí technika, Tepelná čerpadla, Větrání, Klimatizace, Hluk a ořesy, Průmyslová vzduchotechnika, Pneumatická doprava, Čistota ovzduší, Odprašování, Hygiena, Automatická regulace, Ekonomika investic, Domovní vodovody, Plynovody, Kanalizace.

Slovník je možno zakoupit:

- v Univerzitním knihkupectví ČVUT, budova NTK, Technická 6, 160 80 Praha 6 nebo si nechat zaslat dobírkou:
e-mail: vera.mikulkova@ctn.cvut.cz – tel. 224 355 003;
- osobně v sekretariátu Společnosti pro techniku prostředí: Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1 nebo
- v redakci VVI – Fakulta strojní, 8. p., Technická 4, 166 07 Praha 6.

Cena 110 Kč vč DPH