



# Elektronické ventilové súpravy testu pre chladiace zariadenia a tepelné čerpadlá

Tepelné čerpadlo je podľa definície akékoľvek zariadenie, ktoré teplo z jednej alebo viacerých teplôt (z nízkej teplotnej hladiny – nízko-energetické teplo) prevádza na teplo s vyššou teplotou. Pre väčšinu aplikácií riadenia klímy definujeme dva najdôležitejšie prevádzkové režimy, a to chladenie a ohrev.

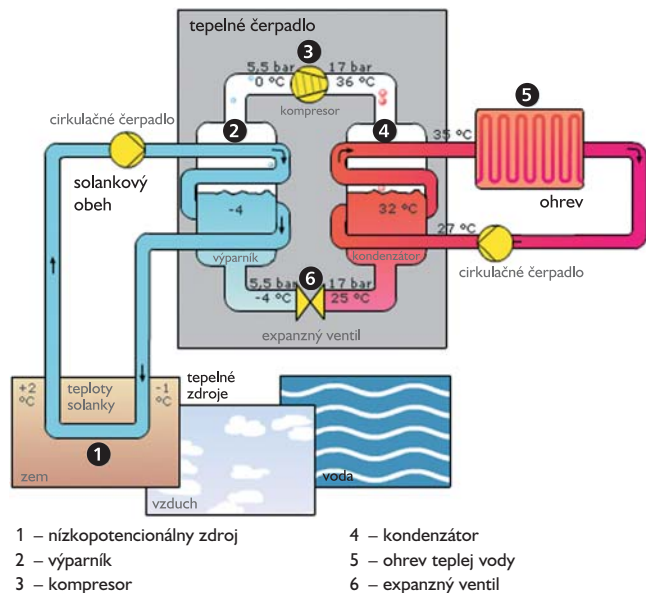
Stroje, ktoré pracujú len ako chladiace, sú označované ako klimatizačné zariadenia (chillers). Stroje, ktoré pracujú ako ohrievacie, sú často označované ako tepelné čerpadlá, pričom technicky, ako vyplýva z definície, obidve skupiny, ohrievacie aj chladiace zariadenia, sú tepelné čerpadlá. V skutočnosti môže mnoho tepelných čerpadel pracovať v oboch režimoch, a tak ich v zime možno využívať ako ohrievacie a v lete ako chladiace zariadenia.

Najrozšírenejšie tepelné čerpadlo je chladnička. Tá odoberá teplo z potravín, ktoré sú v nej uložené – chladí ich a zadnou stenou chladničky (drôtovým hadom) sa uvoľňuje do okolia odpadové teplo. Ohrev okolitého vzduchu je len nevyhnutným dôsledkom takejto prevádzky.

Ohrievacie tepelné čerpadlo je vykurovacie zariadenie, ktoré pracuje obrátene a s oveľa väčším výkonom. Odoberá teplo vode, vzduchu alebo zemi a pomocou radiátorov alebo podlahového vykurovania vyhrieva obytné priestory.

## Princíp tepelného čerpadla

Asi najlepšie sa dá pochopiť princíp pomocou obr. 1.



- |                            |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| 1 – nízkoenergetický zdroj | 4 – kondenzátor       |
| 2 – výparník               | 5 – ohrev teplej vody |
| 3 – kompresor              | 6 – expanzný ventil   |

Obr.1

## Princíp funkcie tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo využíva fyzikálne javy spojené so zmenou skupenstva pracovnej látky – chladiva, ktoré má schopnosť vyparovať sa pri nízkych teplotách. Chladiaca látka obieha v uzavretom okruhu, kde postupne prechádza fázou vyparovania, stlačenia, skvapalnenia a expanzie, ktoré sa všetky spolu označujú ako kolobeh tepelného čerpadla.

Vo výparníku (2) (primárny tepelný výmenník) chladivo pri nízkom tlaku a teplote odoberá teplo nízkoenergetickému zdroju (1), pričom dochádza k zmene skupenstva z kvapalného na plynné a varu chladiva. Pary chladiva sú nasávané a stláčané (najčastejšie kompresorom (3)), pričom sa zvýši tlak a teplota chladiva, to znamená, že chladiaca látka sa dostáva z nízkej na vyššiu teplotnú úroveň. Na túto zmenu je potrebná doplnková elektrická energia.

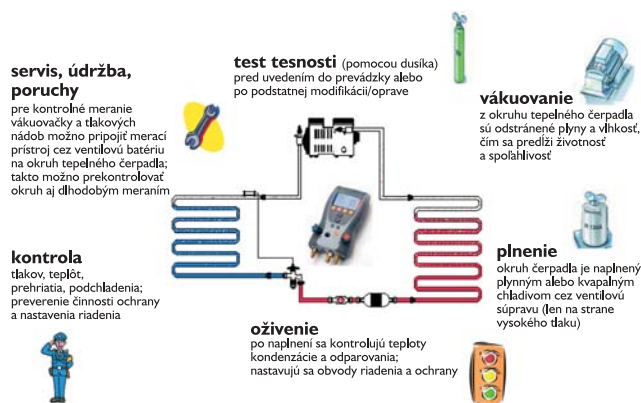
Nakoniec sa kondenzátor (4) (sekundárny tepelný výmenník) postará o to, aby sa získané teplo odvieďlo do vykurovacieho okruhu alebo do zariadenia na ohrev teplej vody (5). Radiátory toto teplo odovzdávajú do miestnosti. Ochladená voda vo vykurovacom okruhu potom putuje naspäť k sekundárnemu výmenníku na ďalšie ohriatie. Chladiaca látka (pary chladiva) v kondenzátore sa po odovzdaní tepla do vykurovacieho okruhu opäť ochladzuje a skvapalňuje. Celý obeh je uzatvorený odvodom chladiva do výparníka cez expanzný ventil (6), ktorý znižuje tlak kvapalného chladiva. Po expanzii sa prudko zníži teplota chladiva a pod nízkym tlakom sa znovu privádza do výparníka, kde sa opäť ohreje a zmení sa jeho skupenstvo z kvapalného na plynné. Pracovný proces sa začne znovu od začiatku.

Typ tepelného čerpadla sa určuje podľa druhu ochladzovaného prostredia a ohrievanej látky.

## Požiadavky chladiacich systémov a tepelných čerpadel na meraciu techniku

### Test tesnosti

Chladiace systémy sa musia pred uvedením do prevádzky podrobiť testu tesnosti. Svedomitým vykonaním testu zamedzuje stratám chladiva, znižuje spotrebu energie a je zároveň príspevkom k ochrane životného prostredia. Pri teste tesnosti musí byť systém plnený na prípustný prevádzkový tlak suchým vzduchom bez oleja alebo dusíkom. Plnenie chladiaceho systému sa realizuje priamo cez elektronický ventilový prístroj. Pri tlaku vyššom, ako je pracovný, zaznamenávame menší objem výkonu, ako môže nastať počas praktickej prevádzky. Kolísanie okolitej teploty môže mať podstatný vplyv na merané výsledky počas testu tesnosti. Preto môže viesť posúdenie tesnosti systému iba meraním tlaku k nesprávnym výsledkom. V prípade použitia elektronických venti-



Obr.2 Ventilové súpravy testu v chladiacom systéme a okruhu tepelného čerpadla



lových súprav testo 556 a testo 560 sú zaznamenávané interným alebo externým snímačom zmeny teploty okolia na uváženie vplyvu tlaku.

### Vákuovanie chladiaceho systému

Pred prvým naplnením systému chladivom sa bez ohľadu na druh použitého chladiva musia zo systému vyčerpať cudzie plyny. Rovnako sa musí zo systému odstrániť zvyšková voda (najmä zo systémov s fluorovanými uhľovodíkmi, pretože chladivá z fluorovaných uhľovodíkov reagujú s vodou a vytvárajú extrémne agresívne kyseliny). Zníženie tlaku vzduchu pomocou vákuového čerpadla rovnako znižuje bod varu vody. Ak sa dodáva teplo, začne sa voda pri nízkom tlaku odparovať. Para sa odsáva vákuovým čerpadlom a vypúšťa do atmosféry. Teplo na ohrev vody sa odoberá z okolitého prostredia. Pri vyššej okolitej teplote sa dosahuje rýchlejšie odparovanie vody. Nedokonalé vyčerpávanie cudzích plynov a vody z chladiacich systémov pred naplnením chladiva môže spôsobiť ich skvapalnenie v chladiacom systéme. Vzrastie tým požiadavka na hnací výkon kompresora, životnosť kompresora klesne a prietok masy chladiva a chladiaca kapacita sa znížia.

Vákuovanie systému, t. j. pripojenie vákuovacieho čerpadla na chladiaci systém, sa môže realizovať priamo cez blok ventilov elektronického ventilového meracieho prístroja testo 560. Snímač vákua zaznamenáva priebeh vákuovania v meracom rozsahu 0 až 200 hPa/mbar s maximálnou presnosťou. Na displeji možno súčasne zobrazovať teplotu okolia a teplotu odparovania/sublimácie, takže možno okamžite posúdiť, či je dosiahnuté vákuum dostatočné na vysušenie obvodu.

### Plnenie obvodu chladivom

Chladiaci obvod je pripojený na zásobník s chladivom cez blok ventilov elektronického ventilového systému a plní sa z kvapalnej alebo plynnej fázy. Pripojenie spájacích vedení a plnenie objemu chladiva sa realizuje pomocou ventilov.

### Voľba chladiva

Cieľom chladiva je odobrať teplo z ochladzovaného produktu (médiu) znížením teploty a ochladiť ho alebo udržať pri nízkej teplote a teplo odvieť do okolia, t. j. do vzduchu alebo vody. Definície chladiv a ich označení sú uvedené v DIN 8962. Pre rozličné aplikácie sa dodáva široká škála chladiv. V menu elektronických ventilových systémov testo možno voliť až z 30 štandardných chladiv. Nové typy chladiv možno neskôr doplniť. Na displeji sa zobrazujú tlaky na strane nasávania a na výtlačnej strane kompresora. Súčasne sa na displeji zobrazujú vypočítavané teploty kondenzácie a odparovania.

### Uvedenie do prevádzky

Počas uvádzania chladiaceho systému do prevádzky sa kontrolujú a nastavujú na požadované hodnoty teploty kondenzácie a odparovania, prehriatia a podchladenia a ďalšie fyzikálne a elektrické veličiny. Všetky elektronické ventilové prístroje od firmy testo zobrazujú merané tlaky, ako aj vypočítavané teploty kondenzácie a odparovania pre zvolené chladivo.

V podstate platí nasledujúce: prehriatie má byť také vysoké, ako je potrebné, a také nízke, ako je možné. Jeho hlavnou úlohou je chrániť kompresor. To je dôvod, prečo musia byť definované a regulované obidva, na výstupe odparovača aj na vstupe nasávania kompresora. Podchladenie musí byť čo najväčšie s ohľadom na finančné hľadisko. Dôležitá je aj kontrola na výstupe odparovača, ako aj pred škrtiacou klapkou. Bezporuchová prevádzka a dlhodobá životnosť je zaručená, len ak sa priamo na vstupe škrtiacej klapky nachádza saturované alebo podchladené chladivo.

### Kontrola, údržba, poruchy

Dokonca aj väčšina perfektných technických systémov vyžaduje, aby boli servisované v pravidelných intervaloch. Počas chodu zariadenia sú potrebné údržba a opravy v rozličnom rozsahu. Cieľom všetkých servisných prác je udržiavať systém v prevádzke. Norma DIN 31051 definuje všeobecnú terminológiu a veličiny týkajúce sa údržby. Elektronické ventilové prístroje sú teda hlavným prístrojom a meracím



testo 560

zariadením pre všetkých technikov v oblasti chladenia. Okrem merania na hlavných obvodoch možno dočasne meniť prietok systému pomocou 3-cestného ventilového bloku. Poruchy, pri ktorých nie je príčina zjavná, možno dlhodobo monitorovať. Elektronický ventilový prístroj testo 560 zaznamenáva v definovaných intervaloch merané dáta do systému. Uschované hodnoty možno preniesť do PC a následne analyzovať a programovať pomocou používateľsky jednoduchého programu.

### Čo ponúka Testo AG pre sektor chladiacej a vykurovacej techniky?

Testo prichádza na trh s novou generáciou viacúčelových meracích prístrojov pre chladiace systémy a tepelné čerpadlá. Elektronické ventilové súpravy testo 523/556/560 s 2/4-cestným ventilovým vstupom sú ideálnymi nástrojmi na nastavovanie chladiacich systémov. Zahŕňajú veľmi kvalitné snímače na meranie tlaku, vákua a teploty. Pomocou elektronického systému merania a spracovania možno výrazne šetriť čas a znižovať náklady. Ventilové súpravy sú osadené veľmi presnými snímačmi tlaku a teploty. Spojenie číslicovej meracej techniky s veľmi presnými snímačmi vytvára nový štandard pre presné a spoľahlivé meranie. Presnosť prístrojov je  $\pm 0,5\%$  z k. h. +1 digit. To zaisťuje spoľahlivosť pri každodennej práci a dáva technikom v chladiarenstve základ na zabezpečenie kvality.

Číslicový displej pomáha minimalizovať chyby pri odčítavaní z konvenčnej analógovej stupnice. Riziko nepresnosti odčítania z analógovej stupnice je trvalé a spôsobené tzv. paralaxou, t. j. uhlom pohľadu pri odčítaní výchylky. Časté otrasy môžu viesť k ďalším chybám pri odčítaní výchylky.

Prax v mnohonásobných aplikáciách ukázala, že prístroje sú počas transportu a merania vystavené veľkému zaťaženiu. Z toho dôvodu boli nové číslicové prístroje pre chladiarov podrobené veľkému záťažovému testu. Okrem iného aj testu pádom, keď prístroj nielenže nebol po páde na betón z výšky 1,5 m zničený, ale pracoval ďalej bez poškodenia. Testy vibrácií podľa DIN/EN 50379 zaisťujú funkčnosť konštrukcie pri každodennom používaní.

Krytie IP54 chráni prístroj pred striekajúcou vodou. Firma testo už niekoľko rokov zbiera skúsenosti v praxi a veľké množstvo predaných prístrojov dokazuje, že náročné prevádzkové podmienky nie sú problémom pre novú generáciu meracích prístrojov. Ochranný obal, ktorý je z nárazuodolného materiálu, vytvára „druhú“ vrstvu prístroja a chráni ho pred mechanickým zaťažením. Ventily možno odložiť, a tak vylúčiť ich poškodenie.

V prístroji je integrovaných 30 kriviek tlak/teplota pre najpoužívanejšie chladivá – čo zaisťuje optimálny manažment chladiara. Ak treba doplniť



nejaké ďalšie chladivo, možno to bezplatne stiahnuť zo stránky testu a preniesť do prístroja.

### Univerzálnosť pomocou bezdrôtových snímačov

Na ventilové súpravy testo 556 a 560 možno pripájať bezdrôtové snímače s dosahom do 20 m (bez prekážok) a navyše možno použiť aj klasické snímače. Voľbou sú snímače s opásaním na potrubie, ponorné či vpichové snímače a snímače vzduchu umožňujúce realizovať merania rozličných médií a predmetov. Bezdrôtový prenos minimalizuje poškodenie káblov snímačov.



Snímače teploty

Z merania tlaku sa v reálnom čase vypočítava teplota prehriatia/podchladenia, čo možno pomocou externých snímačov teploty ľahko preveriť. Počas vákuovania sa na displeji zobrazuje teplota odparovania vody. Snímač tlaku testo 560 (snímač absolútneho tlaku) meria absolútny tlak a teplotu odparovania vody.

Merané hodnoty informujú o tom, kedy je systém optimálne vysušený, t. j. kedy sú vodné pary dostatočne odsaté. Takto sa vákuovanie realizuje podstatne rýchlejšie ako dosiaľ. Jednoduché, zrozumiteľné, jasné a prakticky orientované menu umožňuje rýchlu a intuitívnu obsluhu. Veľký podsvietený displej a priehľadné sklo zaisťujú dobrú obsluhu aj v tmavých podmienkach.



testo 560 – meranie

Na prístroj možno jednoducho pripojiť praktické príslušenstvo a ovládať ho pomocou prístroja.

**Bezpečnosť dát a prístroja. Ochrana proti krádeži.** Prístroj možno chrániť proti krádeži pomocou visiaceho zámku.

Protí neautorizovanému vniknutiu do meracieho prístroja a prípadnej manipulácii s dátami je prístroj chránený. Ukladanie meraných hodnôt v prístrojoch testo 556 a testo 560 umožňuje jednoduchú a rýchlu dokumentáciu meraných výsledkov. Uložené hodnoty možno jednoducho preniesť do PC pomocou programu EasyKool. Do protokolu sa dá integrovať aj logo spoločnosti. Všetky ventilové súpravy majú možnosť vytlačiť výsledky na IR tlačiareň testo. Pomocou ventilovej súpravy možno dokumentovať plnenie a výmenu systému. K prístrojom testo 556 a testo 560 možno priamo pripojiť veľmi presnú váhu; hodnoty sa teda zaznamenávajú súčasne. To zaisťuje aktualizáciu a záznam do dokumentácie.



Prichytenie testo 560



testo 650 a PC

Obsluha chladiaceho systému musí byť schopná preukázať, aké množstvo chladiva bolo počas servisu naplnené. Pripojiteľné váhy s vysokou presnosťou sa vyznačujú prevádzkou bez driftu. To zaisťuje, že množstvo chladiva plneného do systému zodpovedá požadovanému množstvu aj počas dlhého obdobia a pri rozličných teplotách.

olejový film v kompresore sa dá kontrolovať pomocou tlakového snímača oleja. Dostatočné množstvo maziva počas celej prevádzky podstatne predlžuje životnosť kompresora.

Odčítané hodnoty sa zobrazujú graficky a tabulkovo pomocou programu EasyKool. Protokol o uvedení do prevádzky sa dá vytlačiť po zaznamenaní všetkých hodnôt počas merania. Nepretržité zaznamenávanie údajov počas zvoleného intervalu dovoľuje vykonať diagnostiku v prípade porúch chladiaceho systému. Takto sú stále k dispozícii prehľadné údaje počas uvádzania do prevádzky, ako aj počas kontroly – vrátane neautorizovaných vplyvov. Údaje sú chránené proti manipulácii. Použitie meracieho systému (prístroja a programu) je nielen presnejšie a podstatne rýchlejšie, ale stúpa aj spokojnosť používateľa, na koľko má k dispozícii všetky dôležité údaje.

## K TEST

K – TEST, s. r. o.

Letná 40, 042 60 Košice  
Tel.: 055/625 36 33  
Fax: 055/625 51 50  
Mobil: 0905 52 24 88  
e-mail: ktest@kbc.sk  
http://www.ktest.sk

6

[www.atpjournalsk](http://www.atpjournalsk)

Podrobnejšie technické informácie o produktoch publikovaných v tomto časopise nájdete na našej internetovej stránke [www.atpjournalsk](http://www.atpjournalsk) v online vydaní tohto čísla:

#### Katalóg

Elektrické ventilové sústavy testo pre chladiace zariadenia a tepelné čerpadla  
– porovnanie parametrov testo 523, 556, 560

