

Tepelné čerpadlá na báze zeolitu

Adsorpčné (zeolitové) čerpadlá patria k aktuálnym novinkám, príliš veľa sa však o nich ešte nehovorí.

Životné prostredie značne zaťažujú fosílna palivá, ktorých súčasná spotreba prevyšuje ich tvorbu. Je preto najvyšší čas začať myslieť na budúcnosť a náhradné zdroje energie. Zároveň treba hľadať nové spôsoby a možnosti vykurovania a prípravy teplej vody. Mnohí síce považujú kúpu systémov využívajúcich obnoviteľné zdroje energie (OZE) na tieto účely za dlhodobu nenávratnú investíciu, vložené financie sa však užívateľovi niekoľkonásobne vrátia už počas niekoľkých rokov.

Na vykurovanie, ohrev vody i chladenie

Ako efektívne a ekologicky výhodné riešenia využívania OZE na vykurovanie a prípravu teplej vody sa v podmienkach našej krajiny javia tepelné čerpadlá. Tepelné čerpadlo odoberá inak nevyužiteľné nízkoenergetické teplo z prírody alebo priemyselnej činnosti a premieňa ho pomocou elektrickej energie na teplo s vyšším potenciálom. Takto vzniknuté teplo sa dá následne využívať na rozličné účely – prípravu teplej vody, vykurovanie, chladenie alebo rôzne technologické ohrievacie procesy. V porovnaní s tradičnými spôsobmi vykurovania dokáže tepelné čerpadlo pri spotrebe 1 kWh elektrickej energie dodať vo forme tepla tri- až štyrikrát viac energie. Efektívnosť systému však závisí od dĺžky prevádzky počas roka, klimatických podmienok a spôsobu využitia získanej tepelnej energie. Investícia do tepelného čerpadla je síce dvoj- až trojnásobná, ale pri porovnaní s prevádzkovými nákladmi kotlov, ktoré sú vyššie, sa návratnosť pohybuje v rozpätí ôsmich až desiatich rokov.

Efektívnosť čerpadla určuje vykurovací faktor

Rozhodujúcim ukazovateľom pri výbere tepelného čerpadla je vykurovací faktor (COP), ktorý je vyjadrením jeho efektívnosti. Vyjadruje pomer dodávaného tepla a množstva spotrebovanej energie. Vykurovací faktor sa pri tepelnom čerpadle mení podľa podmienok, v ktorých systém pracuje. Dôležitá je teplota teplotnej látky na vstupe do tepelného čerpadla aj na výstupe do vykurovacieho systému. Čím je číslo vykurovacieho faktora vyššie, tým je tepelné čerpadlo účinnejšie a jeho prevádzka je efektívnejšia. O efektívnosti tepelného čerpadla sa dá hovo-

riť v prípade, že hodnota vykurovacieho faktora je vyššia ako 3,0.

$$\text{Vykurovací faktor} = \frac{\text{odovzdaný vykurovací výkon}}{\text{vynaložený elektrický príkon}}$$

Dimenzovanie tepelných čerpadiel

Tepelné čerpadlá sú ako alternatívne zdroje energie určené najmä do nízkoenergetických systémov (podlahové a stenové vykurovanie) s odporúčanou prevádzkovou teplotou do 35 °C. Použitie ich možno aj pri klasickom vykurovaní vykurovacími telesami, kde sa však počíta s maximálnou teplotou do 55 °C z dôvodu hospodárnej prevádzky tepelného čerpadla. Určujúcim faktorom pri prevádzke tepelného čerpadla je jeho správne nadiemzovanie. Výkon tepelného čerpadla sa nemusí inštalovať na 100 % tepelných strát objektu. Postačí dimenzovanie na 70 %, zvyšok strát pokryje doplnkový zdroj tepla. Inštalácia výkonu na 100 % tepelných strát je nevýhodná z hľadiska zvýšenia investičných nákladov a menšej úspory prevádzkových nákladov. Pri poddimenzovaní tepelného čerpadla zas nastáva obmedzenie jeho činnosti a vyššie zaťaženie.

Základné delenie čerpadiel

Podľa typu zdroja, z akého tepelné čerpadlá odoberajú teplo, a média, ktorému ho odovzdávajú, rozoznávame tieto druhy tepelných čerpadiel:

- tepelné čerpadlo zem – voda,
- tepelné čerpadlo vzduch – voda,
- tepelné čerpadlo voda – voda,
- tepelné čerpadlo vzduch – vzduch.

V tomto článku sa podrobnejšie zameriame na rozdelenie tepelných čerpadiel podľa princípu činnosti, a to na:

- kompresorové,



Adsorpčné (zeolitové) čerpadlá patria k aktuálnym novinkám

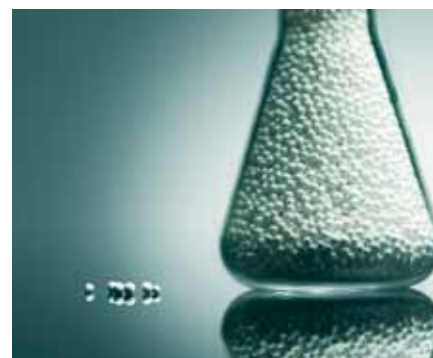
- absorpčné,
- adsorpčné (zeolitové).

Kompresorové a absorpčné čerpadlá

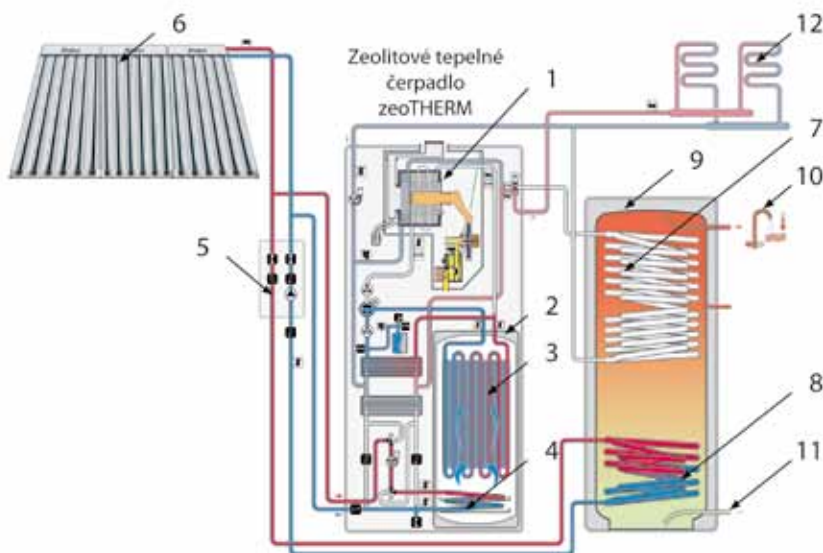
V súčasnosti pracuje drvivá väčšina tepelných čerpadiel na princípe kompresorového chladiaceho obehu. Ako pohonný systém sa na zabezpečenie obehu pracovnej látky využíva kompresor s prívodom mechanickej, prípadne elektrickej energie. Absorpčné tepelné čerpadlá sa na rozdiel od kompresorových poháňajú termálne. V generátore sa zohrievajú dve látky s rozdielnym bodom varu – absorbent a chladiaci prostriedok (najčastejšie je ním voda). Chemickou reakciou týchto látok vzniká teplo, ktoré sa následne využíva na vykurovanie. Absorpčné tepelné čerpadlá majú v porovnaní s kompresorovými vyššiu energetickú efektívnosť, a to predovšetkým pri veľkých tepelných výkonoch. Odporúčajú sa preto najmä do väčších priemyselných objektov.

Čo je zeolit

Tajomstvom zeolitových tepelných čerpadiel sú malé keramické guľôčky zo zeolitu (obr. 1), ktorých vnútorný povrch je extrémne veľký



Obr. 1 Zeolitové guľôčky



Obr. 2 Hydraulická schéma s tepelným čerpadlom zeoTHERM
 1 – kondenzačná plynová jednotka, 2 – zeolitový modul, 3 – výmenník zeolitového modulu, 4 – solárny výmenník zeolitového modulu, 5 – solárna čerpadlová skupina, 6 – kolektorové pole, 7 – výmenník externého zdroja, 8 – solárny výmenník, 9 – bivalentný zásobník TV, 10 – výstup teplej vody, 11 – vstup studenej vody, 12 – vykurovací systém



Obr. 5 Tepelné čerpadlo zeoTHERM
 1 – plynová kondenzačná jednotka, 2 – zeolitový modul, 3 – výmenník, 4 – solárny výmenník

– približne 800 až 1 000 m²/g. Zeolit predstavuje piesčito-hlinitý kremičitan s výnimočnými fyzikálnymi sorpčnými vlastnosťami, ktoré vyplývajú z jeho osobitej kryštalickej (mikroporéznej) štruktúry. Vďaka tomu je zeolit schopný opakovane adsorbovať a následne uvoľňovať veľké množstvo vody bez toho, aby sa zmenila pevnosť alebo štruktúra tohto materiálu. Pri procese adsorpcie vzniká exotermická reakcia, pri ktorej sa uvoľňuje teplo. Pri adsorpcii nastáva únik emisií do ovzdušia, preto ide o ekologický proces. Zároveň sú zeolity šetrné k životnému prostrediu, netoxické a nehorľavé.

Princíp fungovania zeolitového čerpadla zeoTHERM

Príkladom zeolitového tepelného čerpadla, ktoré už možno nájsť na trhu, je tepelné čerpadlo zeoTHERM (Vaillant). Hydraulická schéma s tepelným čerpadlom je na obr. 2.

Fáza vysušania zeolitu (desorpcia)

Zeolitové tepelné čerpadlo funguje tak, že plynová kondenzačná jednotka (1) ohrieva zeolitový vákuový modul (2) na teplotu okolo 110 °C, čo spôsobí odparovanie vody. Výsledná para (3) prechádza do spodnej, chladnejšej časti modulu. Keď sa dostane do výmenníka (4) na báze vody, pary skondenzujú a produkujú kondenzačné teplo. Toto teplo sa odovzdá do vykurovacieho okruhu (5). Základná schéma procesu je zobrazená na obr. 3.

Fáza zvlhčenia zeolitu (adsorpcia)

Ihneď ako zeolit dosiahne svoju maximálnu teplotu (je úplne suchý), modul vychladne na teplotu okolitého prostredia. Pomocou slnečných kolektorov (4) sa voda pri nízkych teplotách odparuje (5) (odparovanie prebieha vďaka vákuovému kontajneru (2) už pri teplote 5 °C), vodná para (3) stúpa nahor

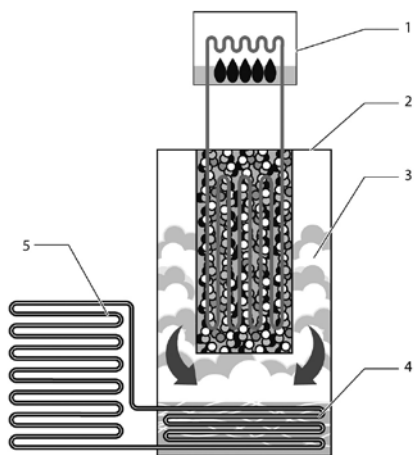
a znova sa rýchlo absorbuje do zeolitu. Pri tomto procese sa uvoľňuje teplo, ktoré sa takisto odovzdá do vykurovacieho okruhu (1). Len čo sa odparí všetka voda a zeolit ju pohltí, celý proces sa začína odznova. Rozličné fázy procesu pritom prebiehajú v zariadení súčasne. Základná schéma procesu je zobrazená na obr. 4.

Zeolitové tepelné čerpadlo ako súčasť hybridného systému

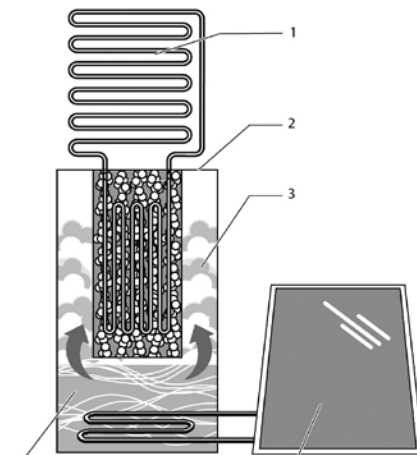
K pokročilým progresívnym vykurovacím systémom patria tie, ktoré kombinujú niekoľko technológií priateľských k životnému prostrediu. Patria medzi ne aj hybridné systémy so zeolitovým tepelným čerpadlom (napríklad tepelné čerpadlo zeoTHERM na obr. 5) zložené z troch rôznych zdrojov tepla – kondenzačného kotla, zeolitu a solárnych kolektorov. V porovnaní s bežnými kondenzačnými kotlami je efektívnosť samostatných zeolitových tepelných čerpadiel o 20 % vyššia. Systém, ktorý okrem inovatívneho materiálu zeolit (zeolitový modul) a kondenzačnej jednotky využíva aj solárnu energiu (solárny výmenník), dokáže dosiahnuť celkovú účinnosť až 136 %. Inovatívny systém vykurovania je ideálnym doplnkom do každého nového rodinného domu s nízkoteplotným vykurovacím systémom, najmä pri podlahovom alebo stenovom vykurovaní. Efektívne funguje v nízkoenergetických a pasívnych domoch alebo v budovách, ktoré prešli rozsiahlou modernizáciou a znížením energetickej náročnosti.

Článok vznikol z podkladov firmy Vaillant Group Slovakia, s. r. o.

Foto a obrázky: Vaillant



Obr. 3 Fáza vysušania zeolitu (desorpcia)
 1 – plynová kondenzačná jednotka, 2 – zeolitový vákuový modul, 3 – vodná para, 4 – výmenník (skondenzovaná voda), 5 – vykurovací okruh



Obr. 4 Fáza zvlhčenia zeolitu (adsorpcia)
 1 – vykurovací okruh, 2 – zeolitový vákuový modul, 3 – vodná para, 4 – solárne kolektory, 5 – odparovaná voda