

Dynamické chování kotlů při přípravě TUV

Dynamic behavior of boilers under preparation of WSW

Ing. Miloš LAIN,
Martina ONDŘÁČKOVÁ,
Ing. Renata STRAKOVÁ

Recenzent
doc. Ing. Karel Brož, CSc.

Článek uvádí výsledky měření provozní pohotovosti kotlů Protherm při přípravě teplé užitkové vody. Měřeny byly 3 typy kotlů (Panther, Leopard, Tiger) ve zkušební firmě pro průtoky vody 0,067 a 0,1 kg/s a pro náběh na teplotu 40 a 50 °C.
Klíčová slova: plynový teplovodní kotel, teplá užitková voda, doba náběhu

The article contains the results of promptness in warm service water preparation measurements at gas boilers Protherm. Three types of boilers were tested (Panther, Leopard, Tiger) in test room of the firm for two water flow-rates (0,067 and 0,1 kg/s) and two water temperatures (40 and 50 °C).

Key words: gas water boiler, warm service water, heating period time

ÚVOD

V poslední době nacházejí stále širší uplatnění závěsné plynové kotle kombinované s ohřevem teplé užitkové vody. Závěsné kotle lze díky jejich rozměrum a designu umístit i do předsíní, koupelen či na WC bytů nebo domů a zajistit jak vytápění, tak průtokový ohřev teplé užitkové vody. U kombinovaných kotlů jsou důležité především vlastnosti plynového hořáku, konstrukce výměníků a hydraulických celků a v neposlední řadě rovněž automatická regulace s vestavěnými funkcemi. Pro posouzení kotle jsou důležité nejen parametry v ustáleném stavu a životnost, ale významnou roli hrají i dynamické vlastnosti kotlů, a to především při přípravě teplé užitkové vody (dále TUV). V rámci článku bude prezentováno porovnání tří typů kotlů,

kteří se liší svým provedením a funkcemi při přípravě TUV.

MĚŘENÉ KOTLE

Firma Protherm, s roční výrobou 80 000 kotlů, patří mezi největší výrobce na tuzemském trhu; značná část výroby je vyvážena do zahraničí. Jedním z nejvýznamnějších odběratelů závěsných plynových kotlů je Velká Británie. Ve svém sortimentu firma nabízí 14 modelů závěsných plynových kotlů a 25 modelů stacionárních litinových kotlů. Technické zázemí nové výrobní haly a zkušebny se špičkovým vybavením umožňuje neustálé zdokonalování výrobků. Vývoj a výroba kotlů je certifikována podle mezinárodního standardu systému kvality ISO 9001.

Pro měření byly zvoleny tři typy závěsných plynových kotlů s průtokovým ohřevem TUV: kotle Tiger, Panther a Leopard. Všechny kotle mají jmenovitý výkon 24 kW a jsou osazeny elektronicky řízenou

plynovou armaturou, která umožňuje modulovat výkon kotle. Pro měření byly použity kotle v provedení Turbo s uzavřenou spalovací komorou a nuceným odvodem spalin.

Všechny měřené typy mají elektronickou desku s mikroprocesorem, která vyhodnocuje stavy a hodnoty jednotlivých čidel a řídí aktivní prvky. Program vyhodnocuje okamžitou potřebu tepla a podle ní moduluje výkon kotle. Řídicí jednotka počítá s přípravou TUV i v oblastech s vysokým stupněm tvrdosti vody. Podle požadovaného množství a teploty TUV se udržuje teplota otopné vody na optimální hodnotě chránící deskový výměník (Panther, Tiger) proti usazeninám. Všechny typy kotlů obsahují veškeré bezpečnostní prvky a funkce nutné pro provoz kotle i otopné soustavy, jako jsou teplotní a tlakové jističení, hlídání plamene, expanzní nádoba, pojišťovací ventil a protimrazová ochrana.

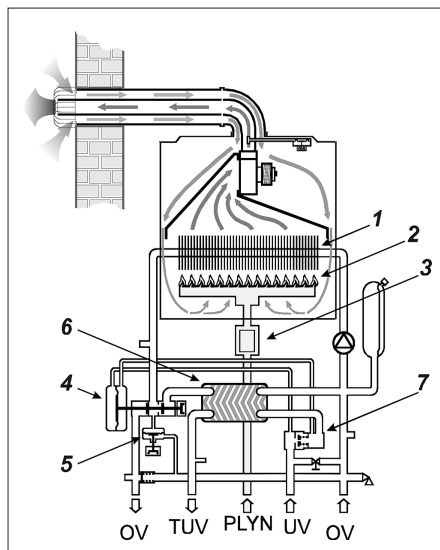
Protherm Tiger 24 KTV

Základní řada závěsných kotlů vyráběná již několik let. Kotel (obr. 2) je vybaven moderní plynovou armaturou CVI – M od firmy HONEYWELL (pos. 3). Primární výměník Saunier Duval spalin – voda (pos. 1) je trubkový, vodorovný, se speciální povrchovou úpravou. Hořák Saunier Duval (pos. 2) je 15ramenný, nerezový, s průměrem trysek 1,07 mm.

Prvky, které jsou v kontaktu s teplou užitkovou vodou, jsou spojeny v jeden celek. Ten obsahuje pojišťovací ventil, napouštěcí ventil, vypouštěcí ventil, trojcestný hydraulický ventil (pos. 4) ovládaný čidlem poklesu tlaku (pos. 7), snímač průtoku (pos. 5), teplotní čidlo, čerpadlo, by-pass otopného okruhu a sekundární deskový výměník (pos. 6). Všechny výše uvedené prvky jsou osazeny na litém mosazném bloku. Sekundární deskový výměník SWEF je nerozebíratelný, pájený mědí z nerezového plechu tl. 0,3 mm. Konstrukce umožňuje rychlý ohřev TUV s vysokou účinností.



Obr. 1 Závěsný kotel s přípravou TUV Protherm– Panther

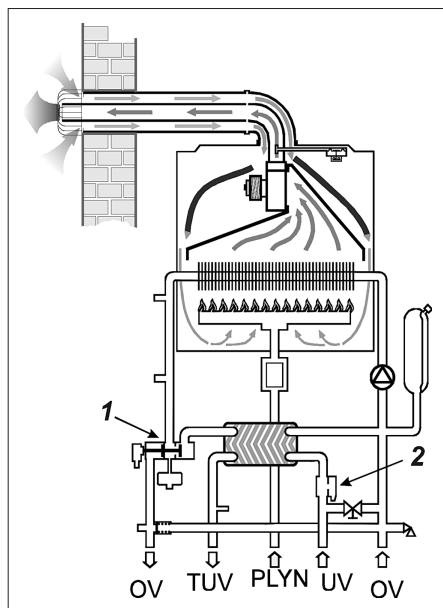


Obr. 2 Schéma kotle Protherm Tiger

Protherm Panther 24 KTV

Tento typ byl konstrukčně vyvinut z řady Tiger, od které se liší především kompaktnějším provedením (stavební rozměry) a novými funkcemi při přípravě TUV.

V kotli (obr. 3) je plynový ventil SIT s řídicí automatikou. Primární výměník spaliny/ voda, hořák i sekundární výměník jsou stejné jako u typu Tiger. Kompaktní hydraulický celek se liší motoricky řízeným trojcestným ventilem (pos. 1) a tlakovým snímačem (pos. 2). Především díky elektronicky ovládanému trojcestnému ventilu se zlepšuje dynamika chování kotle při přípravě TUV.

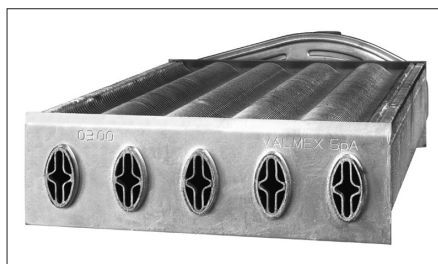


Obr. 3 Schéma kotle Protherm Panther

Nový, zdokonalený mikroprocesor je rozšířen o program ekvitermní regulace, připojení kotle na cirkulační okruh a možnosti přípravy TUV v „komfortním režimu“. Tato funkce umožňuje předehřev TUV v sekundárním okruhu kotle. Inovovaný mikroprocesor rovněž zajistí v případě nestandardních podmínek provozních stavů odstavení kotle z provozu a zobrazí na display kód autodiagnostiky.

Protherm Leopard 24 BTV

Kotel Leopard se oproti základní řadě Tiger liší především přípravou otopné vody (dále OV) a TUV v bitermickém výměníku (obr. 4). Tvar vnitřních stěn byl optimalizován pro maximální přestupní plochu, stěny výměníku, které jsou ve styku s vodou, jsou z mědi. Povrchová úprava výměníku dobře odolává teplotám přes 1 000 °C ve spalovací komoře. Hořák POLIDORO je nerezový, 13ramenný s průměrem trysek 1,2 mm. Plynový ventil s řídicí automatikou je od firmy Honeywell. Kotel je možno provozovat s ekvitermní regulací, která je součástí programu řídicí desky. Vestavěný mikroprocesor v případě nestandardních provozních stavů zajistí



Obr. 4 Bitermický výměník

odstavení kotle a zobrazí kód autodiagnostiky. Digitální ovládání a konstrukční jednoduchost výrazně eliminuje poruchovost zařízení.

POPIS ZKUŠEBNY

Měření probíhala ve zkušebně kotlů firmy Protherm nově postavené vedle sídla firmy ve Skalici v roce 1998. Je vybavena moderní měřicí technikou a je využívána při vývoji a testování kotlů firmy. Ve zkušebně jsou celkem 4 zkušební stolice. Všechna data z těchto stolic jsou automaticky zaznamenávána po 2 s intervalech. Na každé stolici jsou měřeny veškeré veličiny spojené s chodem kotle. U topného okruhu to jsou vstupní a výstupní teplota topné vody a její průtok, stejně tak u TUV. Průtok vody a odběr tepla může být na stolici přesně nastaven.

Dále jsou měřeny parametry plynu (paliva). Tedy objemový průtok, tlak a teplota pro určení příkonu a tlak na trysku pro posouzení režimů kotle. Měření je rovněž teplota spalin a mohou být analyzovány spaliny se stanovením obsahu škodlivin a zbytkového kyslíku. V laboratorii je zaznamenáván

atmosférický tlak, teplota a relativní vlhkost vzduchu (obr. 5).

POPIS MĚŘENÍ

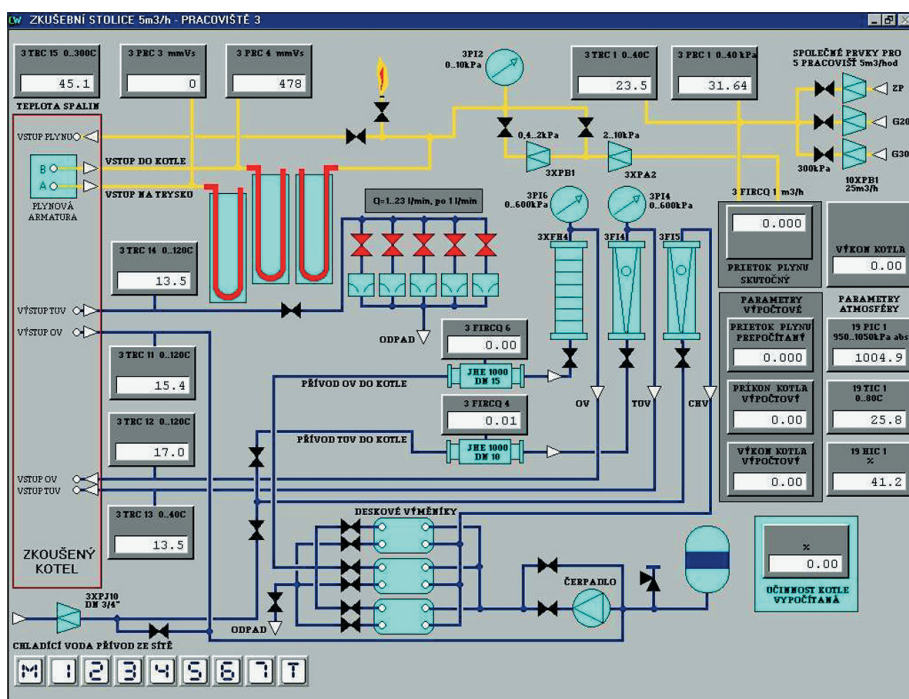
Na zkušební stolici byly měřeny všechny tři výše uvedené vybrané vzorky závěsných teplovodních plynových kotlů s přípravou TUV, přičemž typ Panther byl měřen jak v standardním režimu, tak v režimu komfort.

Pro každý kotel byly postupně měřeny průběhy náběhu teploty TUV pro průtoky 4 až 10 l/min. Kotel byl před každým měřením vychlazen na teplotu okolí, rovněž ostatní podmínky byly při jednotlivých měřeních shodné (teplota okolního prostředí, vstupní teplota TUV, průtok TUV, umístění čidel, tlak plynu na vstupu do plynové armatury).

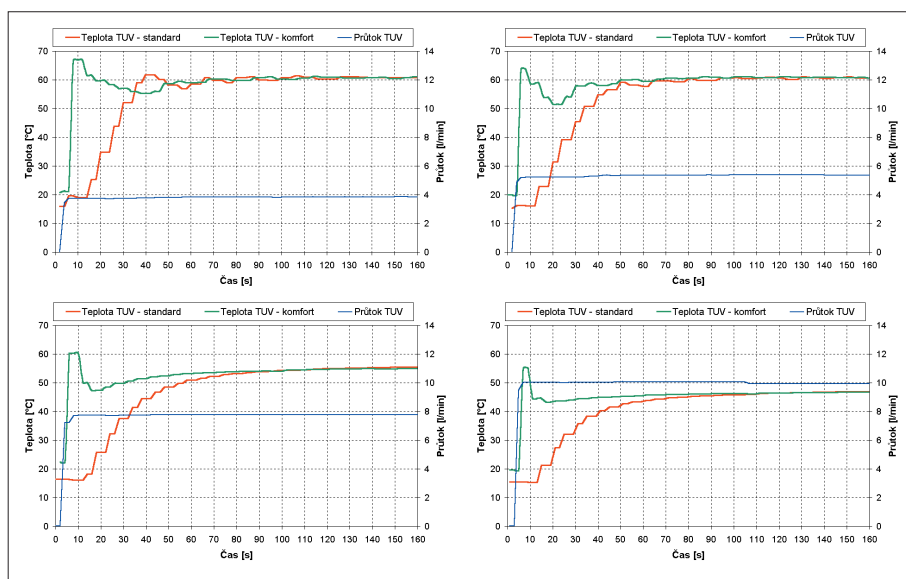
Standardní čidlo pro měření výstupní teploty TUV (odporový teploměr v jímcce) se díky velké setrvačnosti nehodí pro měření dynamických vlastností. Proto byl na výstupní potrubí osazen kalibrován termočlánek.

VÝSLEDKY MĚŘENÍ

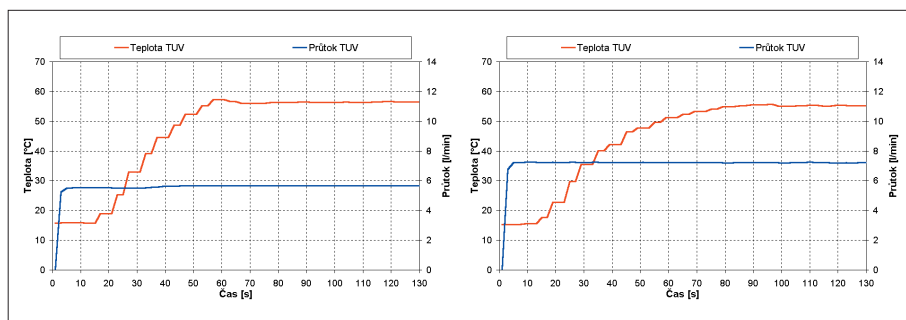
Obr. 6 až 8 zobrazují vybrané průběhy teploty TUV pro jednotlivé kotle při různých průtocích TUV (dynamické charakteristiky). Charakteristiky všech tří typů kotlů jsou si podobné. Při spuštění nastává zpoždění, které je způsobeno jak reakční dobou kotle, tak zpožděním reakce měřicího systému (2 až 4 s). Následuje prudký růst teploty. Jakmile se teplota přiblíží k maximu danému výkonem kotle,



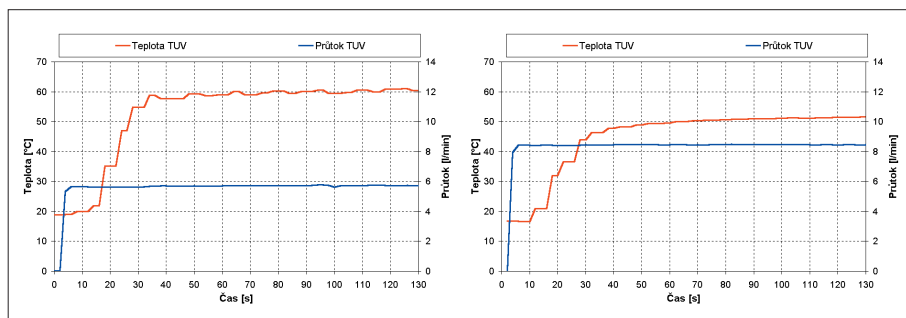
Obr. 5 Schéma zkušební stolice (komunikační panel PC)



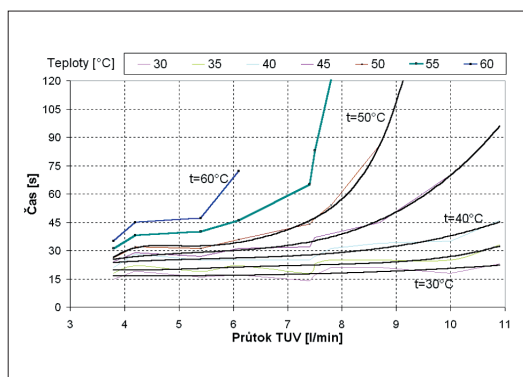
Obr. 6 Porovnání náběhu TUV pro kotel Panther v režimu komfort a ve standardním režimu, při různém průtoku vody



Obr. 7 Náběh TUV, kotel Tiger (dva vybrané průtoky)



Obr. 8 Náběh TUV, kotel Leopard (dva vybrané průtoky)



Obr. 9 Závislost doby náběhu TUV pro jednotlivé teploty na průtoku (kotel Panther)

směrnice růstu teploty klesá. Pro nižší průtoky (do cca 6,5 l/min) regulace kotle omezí maximální teplotu (nastaveno 60 °C). Pro vyšší průtoky výkon kotle již nestačí k dosažení teploty 60 °C a doba náběhu na maximální teplotu je poměrně dlouhá. (Obr.6, 7, 8).

Pro kotel Panther v režimu komfort je charakteristika výrazně odlišná. Vzhledem k předehřevu TUV ve výměníku je výstupní teplota TUV na výstupu z kotle dosažena téměř okamžitě. V závislosti na průtoku potom dojde k mírnému poklesu a ustálení.

Z průběhů teploty TUV pro jednotlivé průtoky byly odečteny hodnoty a zpracovány závislosti doby náběhu na průtoku (obr. 9). Tyto závislosti umožňují korekce na nerovnoměrnosti průtoku TUV při jednotlivých měřeních.

Pro porovnání dynamických vlastností kotlů slouží tab. 1, kde je znázorněna doba náběhu jednotlivých typů kotlů na teplotu 40 a 50 °C pro průtok TUV 4 a 6 l/min. (Tab. 1).

Tab. 1 Doba náběhu teplot TUV [s]

Teplota [°C]	Panther komfort	Leopard	Panther	Tiger
průtok 4 l/min				
40	< 8	19	24	32
50	< 8	23	31	40
průtok 6 l/min				
40	< 8	19	26	33
50	< 8	24	36	44

FUNKCE KOMFORT A JEJÍ ZHODNOCENÍ

Funkce komfort je možná pouze u kotle Panther a spočívá v udržování předehřátého okruhu kotle, což se odráží v rychlejší náběhu ohřevu TUV. Tato funkce se uplatní zejména v letních měsících, kdy je možné ji na kotli nastavit trvale a nebo ji jednorázově aktivovat krátkým spuštěním teplé vody (cca 2 až 5 s). Přínos z hlediska komfortu je jednoznačný. Měření ukazují časový rozdíl cca 30 s, je-li odběrní místo v těsné blízkosti kotle.

Posouzení celkového ekonomického přínosu musí zohlednit všechny parametry spojené s provozem v daném režimu.

Úspora nastává snížením spotřeby vody (odpadá čekání na teplou vodu), na druhé straně vyšší náklady jsou spojené se zvýšenou spotřebou plynu (kotel častěji zapíná pro udržení předehřátého výměníku TUV). Základními parametry pro ekonomické zhodnocení je četnost používání TUV a četnost spínání kotle.

Četnost spínání kotle závisí na jeho provedení a umístění. Pro kotle s uzavřenou spalovací komorou umístěné v místnostech s vyšší teplotou bez intenzivního proudění, nebo zabudované ve skříních a výklencích je četnost spínání nižší (až 2 h). Data o počtu používání TUV je obtížné získat. Navíc jsou výrazně ovlivněna jednotlivými uživateli (2 až 80 spuštění za den).

Statistické zhodnocení četnosti odběrů TUV v domácnostech stále probíhá, nicméně některé předběžné výpočty ukazují možnost úspory při funkci komfort až 4 000 Kč za rok.

ZÁVĚR

Měření prokázala, že novější konstrukce kotlů vedou ke zrychlení ohřevu TUV. Rychlost ohřevu ovlivňuje minimalizace potrubních úseků, reakční doba startu kotle v závislosti na funkčním nastavení, vybavení a konstrukce. Ve standardním provozu kotlů je nejrychlejší příprava TUV pro typ Leo-

pard s bitermickým výměníkem, kotel Panther s elektronicky ovládaným trojcestným ventilem a Hallovou sondou je o něco pomalejší a kotel Tiger s hydraulicky ovládaným trojcestným ventilem je nejpomalejší.

U kotlů bez modulovatelného výkonu u kompaktních hydraulických celků lze očekávat výraz-

nější zpoždění a podstatně horší regulaci teploty TUV.

Měření bylo ověřeno i funkce komfort, při které je náběh teploty TUV téměř okamžitý. Přestože byly měřeny pouze kotle jednoho výrobce, lze tento závěr částečně zobecnit i pro ostatní elektronicky řízené kotle s modulovatelným výkonem. ■

Novinky pro chladicí svět

Hot news for the cooling world

Siemens Building Technologies spol. s r. o.,
Landis & Staefa Division

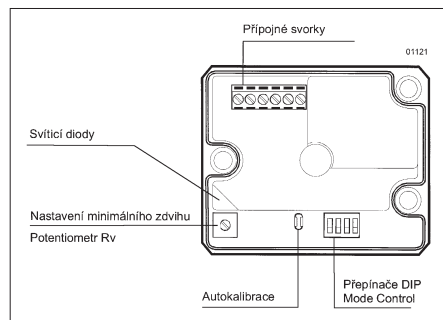
Firma Siemens Building Technologies spol. s r. o., divize Landis & Staefa, doposud poskytovala regulační systémy a příslušenství především na poli vytápění a vzduchotechniky. Nyní přicházíme na trh s novými výrobky v oboru chlazení. Těší nás, že Vám můžeme představit nový chladicí ventil, který se vyznačuje mnoha přednostmi.

MVL661...-... – nový chladicí ventil

Nový chladicí ventil se používá pro spojitou regulaci chladicích okruhů včetně chladicích agregátů a tepelných čerpadel. Jeden typ ventilu je možno využít pro tři různé aplikace: expanzní, ventil horkých plynů nebo pro regulaci se škrcením na sání. Chladicí ventil MVL je vhodný pro organické bezpečnostní chladivo (např. R 22, R 134a, R 404A, R 407C, R 410A, R 507, ...).

Funkce ventilu MVL661...-...

Ventil disponuje čtyřmi volitelnými řídicími signály pro požadované skutečné hodnoty (0 až 10 V ss nebo 2 až 10 V ss, 4 až 20 mA nebo 0 až 20 mA). Přepínačem DIP lze redukovat k_{vs} ze 100 na 63 % jmenovité hodnoty. 63 %



Obr. 1 Obslužné a zobrazovací prvky v elektronické části

mechanického zdvihu potom odpovídá 10 V vstupního a výstupního signálu. Je možné využít funkci nuceného řízení. V případě aktivace má tato funkce prioritu před řídicím signálem. Omezení minimálního zdvihu lze nastavit v elektronické části ventilu.

Díky plně hermetickému uzavření nehrozí nebezpečí úniku chladiva. Bez napájení je ventil v uzavřené poloze. Má zpětnovazební signál. Těleso ventilu je robustní, je bezúdržbové.

Přehled typů

V tab. 1 je celkový přehled typů ventilů s příslušnými chladicími výkony pro tři různé aplikace.

Typ	DN mm	k_{vs} m³/h	Qo E	Qo H	Qo D
			[kW]		
MVL661.15-0.4 ¹⁾	15	0,25	29	5,7	1,0
MVL661.15-0.4	15	0,40	47	9,2	1,7
MVL661.15-1.0 ¹⁾	15	0,63	74	14	2,6
MVL661.15-1.0	15	1,0	117	23	4,2
MVL661.20-2.5 ¹⁾	20	1,6	187	37	6,6
MVL661.20-2.5	20	2,5	293	57	10
MVL661.25-6.3 ¹⁾	25	4,0	468	92	17
MVL661.25-6.3	25	6,3	737	144	26
MVL661.32-12 ¹⁾	32	8	2)	2)	33
MVL661.32-12	32	12	2)	2)	50

- ¹⁾ Zdvih ventilu elektronicky omezen na 63 %.
- ²⁾ Typ MVL661.32-12 je schválený pouze pro regulaci se škrcením na sání.

k_{vs} průtočné množství podle VDI / VDE 2173, tolerance ± 10 %,
 Qo E chladicí výkon při expanzní aplikaci,
 Qo H chladicí výkon při aplikaci horkých plynů se zkratem,
 Qo D chladicí výkon při aplikaci pro regulaci se škrcením na sání,
 Qo s R 407C při $t_o = 0^\circ\text{C}$, $t_c = 40^\circ\text{C}$ a $dp = 0,5$ bar.

Technické údaje ventilu MVL...-...

Přestavná doba < 1 sec
 Tlaková třída PN40
 Druh ochrany IP65 (podle IEC 529)
 Počet typů ventilů 5 (10)
 Trubkové připojení CrNi ocel, vnitřně pájené
 Řídicí signál 0 až 10 V ss nebo 2 až 10 V ss
 4 až 20 mA nebo 0 až 20 mA
 Teplota okolí -25 až +55 °C
 Teplota chladiva -40 až +120 °C

R – VASP program

K dispozici je návrhový program R – VASP pro výběr chladicího ventilu. Po zadání alespoň pěti základních parametrů program vybere přesný typ chladicího ventilu. Je možno si vybrat z 28 chladiv a zvolit jednotky. Chladicí ventil je navrhován pro různé aplikace (expanzní ventil, s horkými plyny přímý, nepřímý, pro regulaci se škrcením na sání, atd.). Program zároveň sleduje stav chladicího média (T, P, H, ...) v jednotlivých částech celého chladicího cyklu.

Polycool superheat package CPS

Ventil MVL661 lze řídit regulátory Landis & Staefa nebo regulátory jiných firem, které poskytují řídicí signál 0/2 až 10 V ss nebo 0/4 až 20 mA. Regulátor Polycool RWR62.732 zajišťuje vstřikování odpovídajícího množství chladiva ventilem do výparníku tak, aby byla maximálně využita účinnost výparníku a zároveň aby došlo ke stoprocentní přeměně skupenství chladiva (kapalina/pára). Meze sytosti při konstantním tlaku jsou pro všechna chladiva uloženy v regulátoru. Skutečná hodnota tlaku za výparníkem je snímána a přepočtena na příslušnou teplotu sytosti. Tlak je snímán čidlem QBE621-P10U, teplota je měřena novým příložným čidlem QAZ21.682. Do regulátoru jsou integrovány funkce minimálního přehřívání a maximálního provozního tlaku pro zabezpečení spolehlivosti chladicí jednotky. Výrobky se prodávají v setech, které mají označení CPS.

Ventil bude společně s regulátorem prezentován na výstavě Aquatherm 2001. ■

* Řídicí systém vytápění, větrání a klimatizace

Německá firma Grässlin, patřící ke koncernu General Electric, uvedla na trh dálkově řízený systém pro vytápění, vzduchotechniku, světlo, žaluzie aj. elektrické spotřebiče. Systém pracuje ve frekvenčním pásmu 868 MHz speciálně určeném pro úkoly řízení. Poruchy provozu jsou hlášeny vysílačem v pásmu 433 Mhz buď do sluchátek nebo do reproduktoru. Mobilní obslužnou jednotkou „tíamo taxi“ si uživatel zvolí nastavení klimatu v místnostech, osvětlení, nebo bezpečnost podle svých zvyklostí.

Systém se časem učí požadavkům obyvatele, aby je pak automaticky plnil. Po stisknutí tlačítka „contact“ se na obslužné jednotce vyvolají např. data zjištěná základní stanicí v obytných místnostech a objeví se na displeji v týdenním přehledu jako graf. Vysílač řídí až 17 přijímačů, spínací pokyny jsou nejen odesílány, ale provedené úkony potvrzeny. Prostřednictvím rozhraní RS 485 je možné připojení na sběrníkový systém, na PC/Internet nebo poplašné zařízení.

CCI 14/2000

(Ku)