

ČAS

Vysokovýkonné výměníky pro parní aplikace typu „double“

Rád bych tímto článkem seznámil odbornou veřejnost s nejnovějšími výměníky tepla navazujícími na výměníky řady VTX. Jedná se o výměníky řady VTXD 1 až 21 typu „double“, které v současné době přicházejí do výroby. Jsou to šroubovicové, protiproudé výměníky tepla odvozené z předchozích výměníků řady VTX. Určené jsou výhradně pro ohřev kapalin kondenzující parou. V nejpoužívanějším případě jde tedy o výměníky označované jako „výměníky typu pára – voda“, přesněji pak vodní pára – kapalina. Tyto výměníky mají, při svých malých rozměrech, mimořádně vysoké výkony. V porovnání s podobnými výměníky jiných výrobců i v porovnání s výměníky řady VTX, mají minimálně o 50 % větší přenášený tepelný výkon. Pokusím se ozřejmit, jakou inovační cestou bylo tohoto výsledku dosaženo. Z názvu je zřejmé, že u nich dochází k určitému zdvojení.

Aby byly objasněny jejich přednosti proti běžným výměníkům tepla, je vhodné alespoň stručně objasnit, za jakých podmínek k předávání tepla ve výměníku dochází. To je celkem dobře možné objasnit na grafech průběhu teploty a dalších fyzikálních veličin podél teplosměnné plochy výměníku. Tuto možnost dávají výpočtové programy pro výměníky z výrobního programu společnosti jak pro výměníky řady VTX, tak i VTXD.

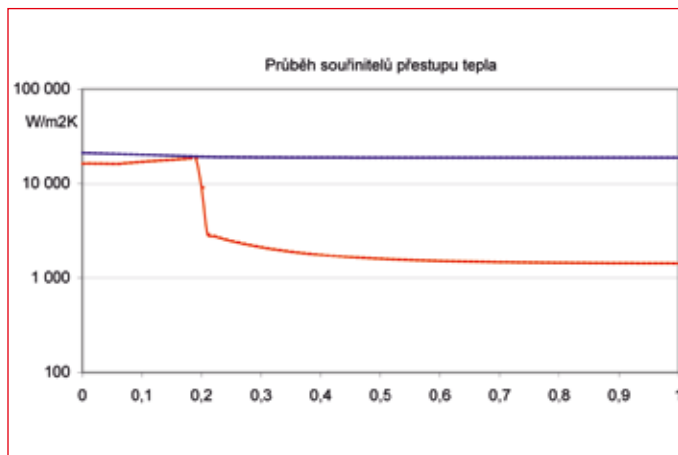
Jako příklad si dejme výměník VTX5 s teplosměnnou plochou 4 m². Přenášený je tepelný výkon 500 kW. Z výkonu a plochy vychází celkový měrný výkon 125 kW/m².

Na vstupu do výměníku je pára na mezi sytosti o tlaku 0,5 MPa, teplotě 151,8 °C. Na výstupu kondenzát o teplotě 70,4 °C. Ohřívána voda je o teplotách 70/90 °C, průtok 5,96 kg/s, tlaková ztráta na straně vody 22 kPa.

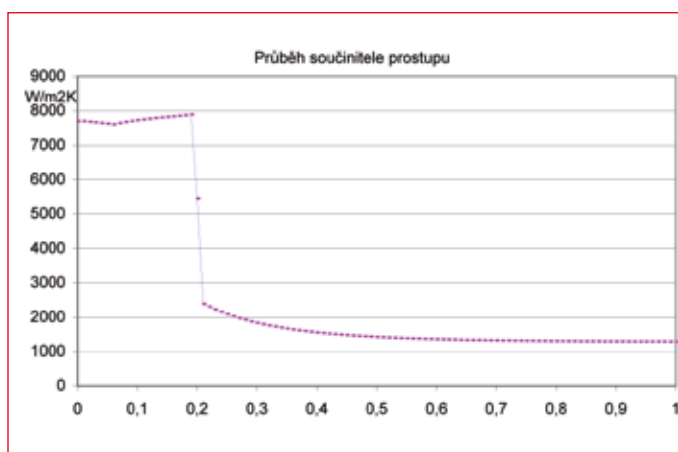
Na grafu č. 1 jsou průběhy teplot podél teplosměnné plochy. Na grafu č. 2 pak průběhy součinitelů přestupu tepla pro primární a sekundární stranu výměníku a následně na dalším grafu č. 3 průběh součinitele celkového prostupu tepla.

Celková délka šroubovic na straně vody $L = 1\ 100\ \text{mm}$

Z přiložených grafů je velmi dobře patrné, že k rozhodující-

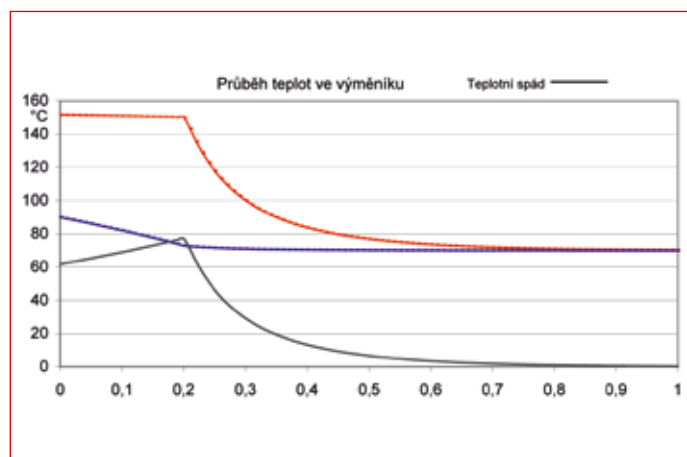


Graf 2



Graf 3

mu předávání tepla a tedy k ohřevu vody kondenzující parou, dochází v daném případě na cca 20 % teplosměnné plochy po vstupu páry do výměníku. Na těchto 20 % teplosměnné plochy je z celkového výkonu 500 kW v kondenzující páře předán výkon 434,2 kW, tedy 86,8% z celkového výkonu výměníku. Zbývající část teplosměnné plochy (v daném případě 80 % plochy) slouží pouze k ochlazení kondenzátu vzniklého z páry. Zároveň ale také tvoří 80 % celkového hydraulického odporu ze strany ohřívané vody. Ochlazením kondenzátu je předán zbývající výkon 65,8 kW, tedy zbytek do celkového výkonu 500 kW. Z grafů průběhu součinitele přestupu a prostupu tepla je zřejmé, že k ochlazení kondenzátu dochází při jeho nízkém součiniteli přestupu tepla, tedy z hlediska tepelného využití teplosměnné plochy velice neefektivně. Je také zřejmé, že ke kondenzaci páry, tedy k předání rozhodujícího výkonu, by spolehlivě stačovalo cca 30 % původní teplosměnné plochy výměníku, tedy i co do její délky, a to ještě s dostatečnou rezervou. Toto zkráce-



Graf 1

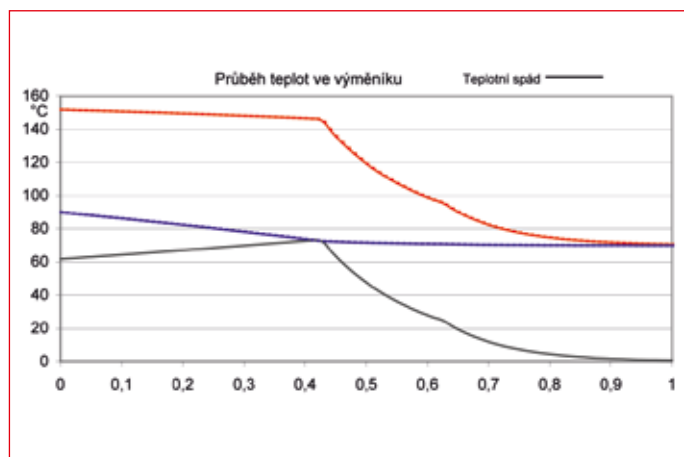
ni by vedlo k výraznému snížení hydraulické ztráty výměníku na straně vody.

Pokud bychom také vhodným způsobem dokázali zvýšit součinitel přestupu tepla u kondenzátu, při zachování zhruba stejně vysokého součinitele přestupu tepla na straně ohřívající vody, bylo by možné výrazně zmenšit celkovou teplosměnnou plochu výměníku, aniž by se navenek změnily vstupní a výstupní teploty a předávaný výkon.

Způsob, jak toho dosáhnout, je konstrukční podstatou nových výměníků řady VTXD (VTX-double).

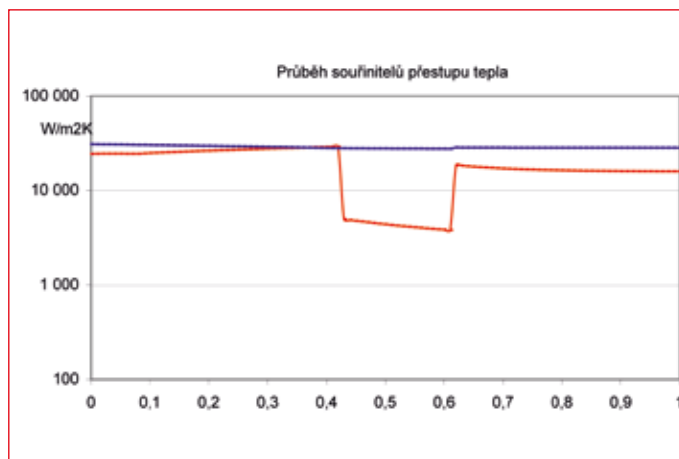
Výměník se ve společné plášťové trubce skládá ze dvou odlišných částí. První část slouží ke kondenzaci páry, druhá část pak k vychlazení kondenzátu. Každá z nich je navržena tak, aby co nejlépe splňovala požadovaný účel. V jeho první části je použit svazek šroubovic původního výměníku VTX zkrácený na cca 30 % původní délky (a tedy i plochy). Zkrácení šroubovic výrazně snižuje jejich hydraulický odpor na straně vody a pro původní tlakovou ztrátu je možné zvýšit průtok vody a tím i její rychlost. To vede k žádoucímu zvýšení součinitele přestupu tepla na straně vody. Druhou část, pro ochlazení kondenzátu, tvoří druhý šroubovicový výměník, konstrukčně řešený tak, aby kondenzát v trubčičkách měl dostatečnou rychlost a tedy dostatečný součinitel přestupu tepla. Výsledkem jako celek je pak výměník, který má v sobě, v jedné plášťové trubce, v podstatě kaskádu dvou výměníků řazených do série (proto v názvu typu double).

Proti původním výměníkům řady VTX jsou, při stejném průměru pláště, výměníky VTXD o 300 mm na výšku kratší a pro stejnou tlakovou ztrátu na straně vody (jmenovitě v daném názorném případě 22 kPa) mají pak zhruba o 50 až 80 % větší výkon. Konkrétně, v porovnání ve shora uvedeném případě s výměníkem VTX5, má výměník VTXD5 pro stejný tlak páry 0,5 MPa a prakticky stejnou výstupní teplotu kondenzátu 70, 75 °C, pro stejnou teplotu vody 70/90 °C a pro stejnou tlakovou ztrátu 22 kPa výkon 806 kW. To je v porovnání s původním výkonem 500 kW výměníku VTX5 nárůst výkonu o 61 %. Celková teplosměnná plocha je jen 1,97 m². To pak dává mimořádně vysoký celkový měrný výkon 409 kW/m². To je měrný výkon, který pro stejné vstupní a výstupní teploty a při stejné hydraulické ztrátě na straně ohřívající vody **není možné žádným jiným dosud existujícím typem výměníku dosáhnout.**

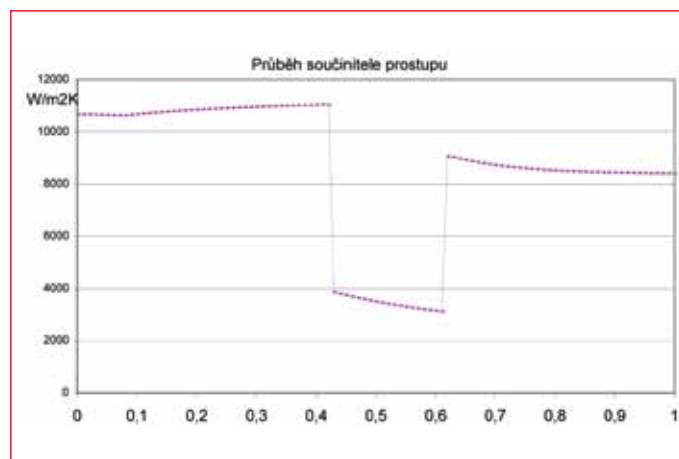


Graf 4

ČAS



Graf 5



Graf 6

Na dalších grafech č. 4, 5 a 6 je průběh teplot podél teplosměnné plochy a průběh součinitele přestupu a prostupu tepla pro výměník VTXD5 pro výše uvedené parametry, tedy s výkonem 806 kW.

Celková délka obou šroubovic na straně vody je v tomto případě jen $L = \text{cca } 500 \text{ mm}$

Z grafů je zřejmé, že kondenzace páry končí ve vzdálenosti 0,43 L od vstupu páry na teplosměnnou plochu. První část výměníku, určená pro kondenzaci páry, končí ve vzdálenosti 0,6 L, kde začíná druhá část výměníku, určená pro chlazení kondenzátu. V pásmu 0,43 L až 0,6 L dochází k vychlazení kondenzátu v první části výměníku, s malým součinitelem prostupu tepla. Ve druhé části výměníku je vychlazení kondenzátu velmi intenzivní, s vysokým součinitelem prostupu tepla. Na grafu teploty kondenzátu je zřejmá změna strmosti průběhu teploty ve vzdálenosti 0,6 L.

Na uvedeném příkladě byl porovnáván nový výměník VTXD5 s původním výměníkem VTX5. Uvedené výkonné i rozměrové poměry platí i pro všechny ostatní výměníky řady VTXD1 až 21 v porovnání se starou řadou VTX1 až 21. To znamená, že výměníky VTXD, při stejném průměru plášťové trubky jako řada VTX jsou o 300 mm na výšku kratší proti výměníku VTX a jmenovitý výkon mají proti výměníku VTX vyšší minimálně o 50 %. Je tedy zřejmé, že příkladně

ČAS

výměník VTX11 je celkem dobře možné nahradit výměníkem VTXD8.

Ohřívát vodní parou je v zásadě možné libovolnou kapalinu. Pro nalezení pracovního bodu a posouzení režimu jeho činnosti je nanejvýš vhodné použít příslušný výpočtový program pro výměníky řady VTXD. Postup, jak získat tento výpočtový program je stejný, jako u programů pro předchozí výměníky VTX.

U všech výměníků řady VTXD je pro jejich jmenovitý výkon minimální přetlak páry 2,5 bar.

Připojovací místa výměníků VTXD jsou následující:

Na vstupním hrdle páry do výměníku je vždy příruba, stejné dimenze jako u výměníku stejného čísla řady VTX, alternativně je ale možná volba na tlaky PN40, PN25 nebo PN16. Na výstupu kondenzátu je alternativně příruba PN16, DN6 až DN32, nebo je použit závitový spoj, vnější závit G ½ až ¾. Na straně topné vody alternativně příruba PN6 až PN16, dimenzí DN25 až DN150, případně u menších výměníků závitový spoj do dimenze G 2" s vnějším závit. Vnější závit umožňuje použít šroubení s těsněním.

Konstrukčně a materiálově jsou výměníky VTXD dimenzovány stejně jako výměníky řady VTX, tedy pro teploty do 250 °C a tlak 2,5 MPa. Pro běžné topenářské účely je tlakové dimenzování výměníku na straně vody na 2,5 MPa zcela zbytečné, a tak je pro tyto účely použito dimenzování na 0,6 až 1,6 MPa, a to důsledně podle použitých přírub. Vlastní konstrukce výměníku je na 2,5 MPa. Praxe u výměníků řady VTX ukázala, že navazování běžného topenář-

ského potrubí na původní příruby PN40 přináší zbytečné komplikace.

S ohledem na to, že jsou ceny u výměníků VTXD stejného čísla jen o cca 10 % větší než jsou ceny u výměníků VTX, je pro investora použití výměníků VTXD cenově velice atraktivní. Stejný výkon je možné u výměníků VTXD pořídit za zhruba 70 % ceny původních výměníků VTX. Příkladně pro výkon 1 800 kW je možné místo původního výměníku VTX12 použít výměník VTXD8. Nebo například pro výkon 700 kW místo VTX7 použít VTXD5.

Vzhledem k velmi vysokému měrnému tepelnému zatížení teplosměnné plochy není vhodné tyto výměníky používat k ohřevu teplé užitkové vody. Dochází potom k jejich velmi rychlému zanášení vodním kamenem. To pochopitelně nepatří pro upravenou vodu v topných systémech ústředního topení. Je až k neuvěření, jak velký výkon dokáží při svých rozměrech dávat. Z výměníku VTXD15 je například možné získat těžko uvěřitelný tepelný výkon cca 4 MW, při ohřevu topné vody o 20 °K a tlakové ztrátě 20 kPa.

Na závěr je dobré upozornit, že nové technické řešení výměníků má příslušející právní ošetření.

Podrobnější informace nalezne zájemce v nejbližší době na www.trmicka.cz

*Ing. Jindřich Tesař,
Trmická energetická strojírna s.r.o.*



tzbinfo
stavba, úspora
technika

Od ledna 2011 rozšíření sekce Stavba na TZB-info
Nová samostatná rubrika o nízkoenergetických a pasivních domech

www.tzb-info.cz