

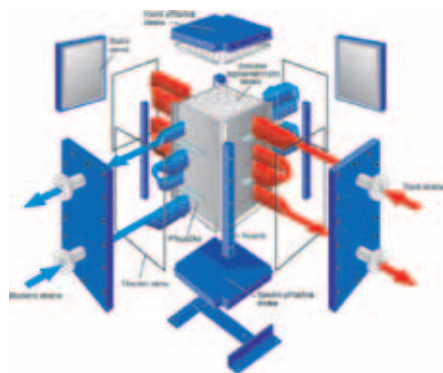
## ZRENOVUJTE SI VAŠI RAFINERII

Provozovatelé rafinerií se odklánějí od standardní technologie trubkových výměníků s cílem zvýšit účinnost a hospodárnost svých provozů. Rafinace je odedávna proces náročný na energii a co se týče spolehlivosti a hospodárnosti výrobního procesu, není zde prostor pro žádné kompromisy. Náklady na energii jsou jedním z faktorů hrajících klíčovou roli. Většina rafinérských společností v současné době buď rozšiřuje výrobu, nebo své technologie modernizuje. Při výběru technologie pro přenos tepla byly dříve standardně využívány tradiční trubkové výměníky, avšak v některých závodech šli alternativní cestou.

Trubkový výměník tepla (tj. systém trubka v trubce) je sice spolehlivé zařízení, avšak ve srovnání s kompaktním deskovým výměníkem má značně nižší účinnost. Zkušenosti s použitím kompaktních svařovaných deskových výměníků tepla v různých rafinérských aplikacích mluví v jejich prospěch.

Jedním z příkladů kompaktních výměníků je deskový výměník tepla typu Compabloc®. Jeho vnitřní jádro tvoří sestava teplosměnných vlnitých desek lisovaných z nerezových ocelí nebo niklových slitin (obr. 1). Každý druhý pár desek je k sobě střídavě svařen a tak jsou tvořeny kanálky pro jednotlivá média (obr. 2). Svařované jádro je uloženo v rámu z uhlíkaté oceli, sestávajícího ze čtyř rohových nosníků, horní a spodní přítlačné desky. Konstrukci doplňují demontovatelné boční panely s hrdly pro vstup a výstup médií a přepážky, které usměrňují průtok médií. Tyto přepážky dělají z jednoduchého výměníku vícekanálovou jednotku, jež zvládne souběžný proud i protiproud. Výměníky se dodávají v různých velikostech a sestavách v závislosti na požadavcích dané aplikace. Rám je možné demontovat a jádro je tak snadno přístupné kontrole nebo mechanickému čištění.

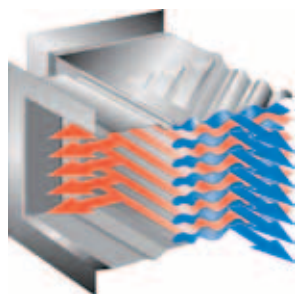
**Obr. 1 – Deskový výměník tepla Compabloc® v uspořádání kapalina – kapalina**



Pro použití ke kondenzaci par je výměník Compabloc® instalován v horizontální poloze. Páry do výměníku vstupují horní částí velkým hrdlem. Kondenzát a nezkondenzované plyny vystupují buď hrdlem umístěným ve spodním panelu, nebo druhým kanálem

přes další přípojovací hrdlo. Kondenzát stéká po vlnitých deskách a je dále ochlazován chladicím médiem, čímž se zvyšuje celková účinnost tepelného výměníku.

**Obr. 2 – Znárodnění protiproudého toku v obou tazích**



Dvouchodé uspořádání na kondenzující straně účinně oddělí nezkondenzované plyny a páry od vzniklého kondenzátu. Nezkondenzované plyny a páry odcházejí přes druhý průchod, kde jsou ještě dále ochlazovány. Snadná průchodnost par skrz profilmované desky a dostačující šíře všech kanálků umožňuje dosažení nízké tlakové ztráty na deskovém výměníku a jeho použití pro nízké pracovní tlaky nebo vakuum. (Pozn.: je nutno odlišovat nezkondenzovatelné a nezkondenzované plyny či páry. Každý plyn je za určitých podmínek z kondenzovatelný, proto plyny a páry, které nezkondenzují za podmínek v daném výměníku, se označují jako nezkondenzované.)

Jednou z aplikací, které dokládají účinnost kompaktních deskových výměníků, je instalace na atmosférické destilační věži v rafinerii Tamoil ve švýcarském Collombey.

V roce 1995 rafinerie Tamoil SA v Collombey zahájila program renovace a modernizace provozu. Hlavním cílem byla zejména rekuperace odpadního tepla z destilační kolony. Ztrátové teplo při kondenzaci frakce z vrchu kolony, takzvaného primárního benzínu, je využito k předehřátí surové ropy nastříkované do odsolovacího zařízení a rovněž k přípravě teplé užitkové vody pro objekty rafinerie. Předpoklady značných úspor nákladů na energii vedly k vypracování studie proveditelnosti. První verze projektu počítala s trubkovým výměníkem tepla. Nicméně dva problémy, které s sebou instalace trubkového výměníku nesla, se staly podnětem pro hledání alternativního řešení. Vzhledem k výšce celé konstrukce si projektanti uvědomili, že velké rozměry a hmotnost trubkového výměníku přinesou značné náklady na stavbu základů a ocelové konstrukce. Dalším problémem byla možnost výskytu chloridů v naftě. Chloridy, které by nebyly odstraněny v odsolovacím zařízení, by se hromadily v hlavě atmosférické kolony a dostávaly se ven současně s primárním benzinem. Jako korozivzdorný materiál na kondenzační straně trubkovnice

výměníku byl proto zvolen titan. Trubkový výměník v titanovém provedení by však pro tuto aplikaci byl příliš nákladným řešením.

Ekonomická hlediska dovedla Tamoil k posuzování jiných alternativ včetně deskových výměníků. Compabloc® ve srovnání s trubkovým výměníkem prokázal intenzivnější přenos tepla a vzhledem ke kompaktním rozměrům rovněž menší zastavěný prostor a nižší hmotnost. Vysoké koeficienty přenosu tepla jsou dány vysokou turbulencí na vlnitém profilu desek. Turbulence také snižuje zanášení. Menší rozměry výměníků se vzhledem k provedení teplosměnných ploch z titanu příznivě odrazilo také na pořizovacích nákladech (obr. 3).

**Obr. 3 – Dva z celkového počtu čtyř horizontálně instalovaných výměníků Compabloc® s titanovými deskami na kondenzaci par v destilační věži rafinerie Tamoil ve švýcarském Collombey**



Vysoká účinnost výměníků Compabloc® měla pozitivní vliv na finální výši celkových pořizovacích nákladů, ve srovnání s trubkovým výměníkem byly o polovinu nižší. Dva výměníky Compabloc® byly uvedeny do provozu pro kontinuální výrobu a ani po několika letech nevykazují snížení výkonu ani zvýšení tlakové ztráty. V rafinerii Tamoil zjistili, že toto řešení přináší nejen snížení počátečních nákladů, ale i provozní spolehlivost.

Výhoda kompaktní konstrukce byla jasně prokázána také na výměníku instalovaném jako mezichladič ve velké rafinerii v Texasu, USA. Během projektové studie na rozšíření výroby se skupina projektantů zabývala vhodnější alternativou pro proces frakcionační výroby petroleje.

Byl požadován tepelný výměník k regeneraci energie z koncové části odtoku k předehřevu napájecího média do stripovací kolony. Nakonec padlo rozhodnutí ve prospěch výměníků Compabloc®:

– návrhový přetlak 30 bar při návrhové teplotě 232 °C,

- provedení dokonale uzavřené tlakové nádoby,
- možnost demontáže k čištění a kontrole,
- dostupnost desek z materiálu vysoce odolného vůči korozi (Avesta 254 SMO Pozn. tento materiál je stále nerezová ocel, byť odolnější),
- osvědčená technologie s mnoha referencemi,
- snadná a nenáročná údržba,
- možnost zvládnout proměnlivý průtok a menší riziko zanášení na straně obou médií.

Pro tuto aplikaci byl vybrán výměník typu Compabloc® s teplosměnnou plochou 128 m<sup>2</sup>, zatímco trubkový výměník se stejným výkonem by musel mít plochu 558 m<sup>2</sup>. Přestože byl použit nákladnější materiál (Avesta 254 SMO oproti trubkám z uhlíkaté oceli), deskový výměník přinesl podstatnou úsporu počátečních nákladů. Srovnání nákladů obou typů výměníků je uvedeno v tabulce.

Oba druhy výměníků se dobře hodí nejen ke kondenzaci nebo rekuperaci, ale jejich spolehlivost byla dokumentována i na jiných rafinérských aplikacích. Jeden z hlavních výrobců asfaltu v severní Evropě, společnost Nynas Petroleum, provozuje rafinerie ve Švédsku, Belgii, Anglii a Skotsku. V rafinerii ve švédském Gothenburgu je instalováno 11 tepelných výměníků Compabloc®. Postupně zde totiž vyměnili všechny původní, velké, těžké a na údržbu náročné trubkové výměníky.

**Tab. – Porovnání instalace deskového výměníku Compabloc a výměníků trubkových při montáži v USA**

	Compabloc®	Trubkový výměník
Počet jednotek	1	3
Celková teplosměnná plocha	128 m <sup>2</sup>	558 m <sup>2</sup>
Konstrukční materiál	Desky – Avesta 254SMO. Rám z uhlíkaté oceli	Trubky z uhlíkaté oceli Plášť z uhlíkaté oceli
Celková cena	550 000 USD	1 100 000 USD
*Zahrnuje potrubí, stavbu základů, přístrojové vybavení a práci v době instalace		

Osm kompaktnějších a výkonnějších tepelných výměníků Compabloc® pracuje v náročných podmínkách procesů, jako je chlazení petroleje a plynového oleje při atmosférické destilaci, kondenzace par ve vakuových věžích a přehřívání a chlazení asfaltu v oxidačních věžích. Tři z těchto výměníků jsou použity k parnímu ohřevu cirkulující vody, která z důvodu snadného čerpání udržuje nezpracovanou ropu a asfalt v zásobnících a potrubí při zvýšené teplotě (obr. 4 a 5).

**Obr. 4 – Horizontálně instalovaný Compabloc® s titanovými deskami pro kondenzaci par při vakuu v destilační věži společnosti Nynas Petroleum ve švédském Gothenburgu**



Náhrada trubkových výměníků vedla ke značnému zkrácení prostojů. V době, kdy byly v provozu trubkové výměníky, musely být čištěny jednou za rok a v návaznosti na místní předpisy také jednou ročně kontrolovány. Tyto úkony představovaly týdenní odstávku každého jednotlivého výměníku.

**Obr. 5 – Tři jednotky Compabloc® pro chlazení petroleje a plynového oleje za atmosférického tlaku na destilační věži v Nynas Petroleum, Švédsko**



V současné době se 10 z 11 deskových výměníků čistí jednou za tři roky pomocí CIP, cirkulační roztoku zředěné alkálie. Tento postup nevyžaduje demontáž výměníku, je velmi jednoduchý a čištění zabere méně než jeden den. Pouze jedna z jednotek, chladič oxidace asfaltu, podléhá stejnému reviznímu cyklu jako bývalý trubkový výměník. Je čištěn tlakovou vodou, což zabere dva dny. Místní úřady nevyžadují provádění roční kontroly, neboť veškeré povrchy přicházející do styku s médií jsou vyrobeny z korozi-vzdorného materiálu.

Po náhradě trubkových výměníků se prostoje na údržbu, s výjimkou jedné jednotky, výrazně zkrátily. Během tří let provozu se čas prostojů snížil ze tří týdnů na jediný den, tzn. 96% snížení nákladů na údržbu pro Nynas Petroleum.

Výše uvedené příklady ukazují, že kompaktní deskové výměníky tepla Compabloc® jsou v mnoha aplikacích nejen účinnějším a méně nákladným, ale také přinejmenším stejně spolehlivým řešením.

Luisa ROCCO, Mats ERICSSON,  
Alfa Laval AB  
Pro CHEMAGAZÍN připravil  
Ing. Tomáš ZAHRAĐNÍK,  
Alfa Laval spol. s r.o.,  
tomas.zahradnik @alfalaval.com