

VINUTÉ TRUBKOVÉ VÝMĚNÍKY HEMCE V PROCESECH KONDENZACE VODNÍCH PAR A VOC ZE VZDUŠIN

V řadě průmyslových odvětví dochází v průběhu výrobních operací k uvolňování těkavých organických látek tzv. VOC, jež jsou unášeny v proudě vzdušiny vycházející jako tzv. odplyn volně do atmosféry. Často jsou odpyny na vyšší teplotní úrovni, než je teplota okolní atmosféry a kromě nosného inertního plynu obsahují vodní páru, která se do plynného stavu dostala během výrobního nebo čisticího technologického procesu. Koncentrace VOC v nosné vzdušině odplynu bývá dle výrobního postupu značně rozdílná a tak se pohybuje od řádu jednotek mg/Nm^3 až po řády desítek nebo stovek g/Nm^3 . Předpisy ochrany ovzduší v průmyslově vyspělých zemích ukládají výrobcům, z jejichž technologických procesů odplyn VOC vycházejí, omezit technicky vhodným způsobem emise VOC pod určité limitní hodnoty. Je známa a používána řada čisticích technologií založených na rozdílných základech jakými prostředky emise omezit. Hovoříme o omezení nikoliv úplném vyčištění protože úplné vyčištění je prakticky značně komplikované ne-li nemožné. Těmito purifikačními technologiemi jsou např. termická oxidace, katalytická oxidace, absorpce do vhodného absorpčního roztoku, adsorpce na pevných absorbentech, kondenzace za vyššího tlaku, kondenzace za snížené teploty, degradace VOC v biofiltrech, technologie omezování pomocí UV záření a řada dalších technologií.

Pro odpyny s malým průtočným objemem nosné vzdušiny a s vysokou koncentrací se jeví vhodné kondenzační technologie využívající jako zdroje „chlada“ externí chladicí jednotky nebo vypařování zkapalněných plynů, jako např. dusíku, tzv. kryogenních purifikačních technologií. Tyto procesy probíhají za teplot vzdušiny -30 až -190 °C dle potřeby zkondenzovat obsažené VOC na zvolenou koncentraci, když se často kombinuje v několika stupních vhodná čisticí technologie.

Například jsou často používány kombinace technologií:

- prekondenzace a absorpce,
- prekondenzace a jemné filtrace areosolů
- swing-kondenzace a swing-adsorpce s následnou desorpceí,
- prekondenzace strojní chladicí jednotkou a následná swing-kryogenní kondenzace.

Náš příspěvek se zaměřuje na řešení snížení obsahu par VOC za současného snižování vodních par v nosné vzdušině pomocí kondenzační metody využitím výměníků s vinutým svazkem trubek v anglosaské literatuře často označovaných jako Helicail MultiCoiltube Excanger. Pro vystižení charakteristických prvků je námi ve zkratce pracovně nazýván jako HEMCE. Podobný typ vinutého výměníku byl díky jeho velkému rozšíření firmou Clayton INDUSTRIES v zlidovělém technickém názvosloví označován jako „clayton“.

Nicméně výměník typu Helicail MultiCoiltube Excanger je svou geometrií poněkud odlišný a byl poprvé patentován Hampsonem v roce 1895, repatentován společností L' Air Liquide v roce 1934. Od té doby byly prezentovány výsledky experimentálních prací autorů jako Smith (1960, 1964), Gilli (1965), Abadzie (1974), Mori a Nakayamy (1965, 1967), Ito (1959), Gnielinski (1986), Smith (1997). Řadou teoretických a praktických aplikací se zabývala v 70. a 80. letech dvacátého století také řada československých autorů a podniků např. VUPCHT Hradec Králové, FEROX Děčín a ZVU Hradec Králové.

Obr. 1 – Trubkový svazek před vložením do pláště



Obr. 2 – Vinutý výměník připravený pro moření a následnou expedici



Aby byla kondenzační metoda omezování koncentrace VOC účinná, je třeba ochladit vzdušinu s parami na co nejnižší technicky možnou teplotu.

Kondenzační výměníky používají jako teplosměrného média různé teplosměrné směsi

ochlazené na teplotu, která se dle případu použití liší, a to většinou od -15 °C až do -45 °C. Tato teplosměrná média (dále jen THF) mají relativně vyšší viskozitu za pracovních teplot. Při aplikaci výměníku HEMCE bylo využito následujících výhod spojených se zvláštní konstrukcí.

- V trubkách je „udržován“ vysoký součinitel přestupu tepla díky zakřivenému průtočnému kanálu i při použití značně viskózních THF.
- Proces přenosu tepla ve výměníku je možný jako čistě protiproudý resp. souprroudý.
- Distribuce média do svazku v mezitrubkovém prostoru probíhá s nízkými tlakovými ztrátami (v „řidší“ části svazku) a zároveň dochází ke značné homogenní distribuci média (v „hustší“ části svazku).
- Geometrie výměníku typu HEMCE je variabilní a snadno modifikovatelná pro konkrétní pracovní podmínky volbou vhodné rozteče, průměru, délky svazku.
- V jednom plášti výměníku může být instalováno více vložek HEMCE s různými médii a s odstupňovanou geometrií nebo vložky mohou být vrstveny soustředně na sebe; účel může být například tzv. prekondenzace do teploty vzdušiny 0 °C, středně intenzivní podchlazení -30 až -40 °C, či hluboká (kryogenní) kondenzace.
- Tlaková ztráta při proudění média v mezitrubkovém prostoru je velmi malá s ohledem na výrazně vyšší součinitel přestupu tepla dosahovaný na vnější straně teplosměrných ploch.
- Konstrukce svazku výměníku díky pružným spirálám umožňuje výbornou kompenzaci pnutí v důsledku tepelných dilatací různě zahřátých dílů výměníku.
- Problémy spojené s postupným zanášením teplosměrných ploch v důsledku namrznutím vody ze vzdušiny jsou výrazně eliminovány, protože ve svazku HEMCE se nevytvářejí žádné hluché prostory, kde by námraza vytvořila celistvou překážku ve formě kompaktního kusu ledu. Povrch se leduje poměrně rovnoměrně v celém svazku.
- Odmrazování povrchu trubek je možno provádět řadou metod a to díky tomu, že

Dokončení na další straně

se aplikuje konstrukce vícemédiového výměníku.

Obvyklá konstrukce výměníku typu HEMCE je navržena jako celosvařovaná s použitím austenitických vysokolegovaných ocelí odolávajících jak koroznímu zatížení, tak i nízkým teplotám a nebezpečnému křehkému lomu za nízkých teplot. Díky kompaktnosti a relativně malým rozměrům je možno svazky HEMCE nebo i celé výměníky s pláštěm vkládat do vany pro elektrochemické čištění a následně do vany pro opláchnutí s následnou pasivací, čímž se zajišťuje protikorozní opatření a vzhledová úprava celého výměníku.

Z výše uvedeného popisu výhod výměníku typu HEMCE usoudí i „naprostý technický laik“, že se jedná o použití sofistikovaného

Obr. 3 – Trubkovnice vinutého výměníku



systemu výměníku vhodného pro kondenzaci par. Výměníky díky svým malým rozměrům a kompaktnosti řeší i problematiku úspory místa v případě, kdy dispozice neumožňuje instalovat jiná rozměrnější zařízení.

Firma VAKADING spol. s r.o v letech 1994 až 2008 navrhla a uvedla do provozu

řadu kondenzačních stanic s vinutými výměníky typu HEMCE, které fungují k omezení emisí VOC a současně snižují koncentrace vodních par. Odplyny jsou dočištěny v následně zapojeném zachycovacím zařízení, jako jsou výše zmíněné technologické operace adsorpce, absorpce či jemné filtrace.

Jako nejvýznamnější reference uplatnění kondenzačních stanic VOC uvádíme, IVAX Pharmaceuticals s.r.o. Opava, ZENTIVA a.s. závod Hlohovec, Setuza a.s., závod LUKANA Olomouc, NESTLÉ Prievidza, TEDOM Hořovice, FERRIT Frýdek Místek, FATRA Napajedla, DRAFTEX-Optimit Odry aj.

*Ing. Vladimír KAUTSKÝ,
VAKADING spol. s r.o., vakading@avonet.cz*