

MOŽNOSTI VYUŽITIA TEPELNÝCH TRUBÍC

ČERNECKÝ Jozef, SR

Resumé

V príspevku sú popísané dva základné typy tepelných trubíc, ktoré sa najviac používajú v rôznych technických aplikáciách. Tiež sú uvedené charakteristiky niektorých pracovných kvapalín, ktoré sa často používajú v tepelných trubiciach.

Kľúčové slová: tepelná trubica, prenos tepla, ohrev, ochladzovanie.

POSSIBILITIES OF USING HEAT PIPES

Abstract

The paper describes two basic types of heat pipes, which are most used in various technical applications. Also listed are some characteristics of working fluids, which are often used in heat pipes.

Key words: heat pipe, heat transfer, heating, cooling.

Úvod

Tepelné trubice sú efektívnym prostriedkom prenosu tepla medzi dvoma miestami. Prenos tepla v tepelnej trubici je realizovaný uzavretým obehom pracovnej látky v plynnom a kvapalnom skupenstve, medzi ktorými dochádza k cyklickým fázovým premenám. Tepelné trubice sa uplatňujú v mnohých odboroch ľudskej činnosti a ako príklad využitia možno uviesť chladenie prvkov výkonovej elektroniky, využitie odpadového tepla napr. k vykurovaniu budov a výrobných hál, predohrev spaľovacieho vzduchu, ohrev úžitkovej vody, zabezpečenie teplotnej dynamiky technologických procesov a zavádzanie nových energetických technológií. Všetky tieto postupy prispievajú k ekonomickej úspore a tiež aj k ochrane životného prostredia [1].

1 Rozdelenie tepelných trubíc

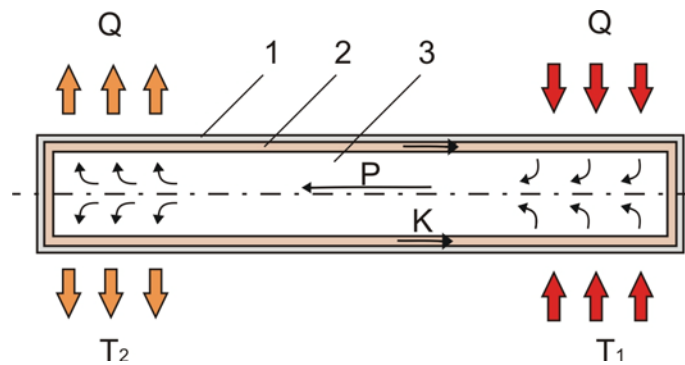
Tepelné trubice možno podľa spôsobu dopravy kondenzátu rozdeliť na dva základné typy:

- a) **gravitačné** – sú konštrukčne najjednoduchšie, pri ktorých kondenzát steká do výparnej časti pôsobením gravitácie po hladkej vnútornej stene a môžu pracovať buď vo vertikálnej alebo sklonenej polohe,
- b) **kapilárne** – majú vo vnútri kapilárnu sústavu, ktorou prúdi kondenzát vplyvom kapilárneho tlaku, najčastejšie bývajú vodorovné a sú univerzálne, pretože do obmedzenej výšky môžu pracovať aj proti gravitácii.

2 Kapilárna tepelná trubica

Klasická tepelná trubica (Obr. 1) je tenká a hermeticky uzavretá, kovová nádobka (1), ktorej vnútorné steny sú pokryté kapilárno-pórovitým materiálom (2). Kapilárno-pórovitá stena má malú hrúbku a je nasýtená teplonosnou kvapalinou. Vnútorň priestor (3), je vyplnený parou tejto teplonosnej kvapaliny.

Ak sa jeden koniec tepelnej trubice pripojí k zdroju tepla s teplotou T_1 a druhý koniec trubice k prijímaču tepla s teplotou T_2 , ktorá je mierne nižšia než T_1 , potom tepelná trubica bude predávať značné množstvo tepla Q , ktoré je mnohokrát väčšie, než je teplo, odovzdávané pevným telesom, vyrobeným z najlepšieho tepelno-vodivého materiálu, ktorý má rovnaké rozmery a rovnaký teplotný rozdiel medzi koncami tejto tepelnej trubice. Časť tepelnej trubice, do ktorej sa privádza teplo, sa nazýva výparníkom, a časť, z ktorého sa odvádza teplo sa nazýva kondenzátorom.



Obr. 1 Funkčná schéma kapilárnej tepelnej trubice

Q – prívod a odvod tepla, T_1 – príjem tepla, T_2 – odvod tepla, P – para, K – kvapalina,
1 – plášť tepelnej trubice, 2 – kapilárno-pórovitá stena, 3 – vnútorný priestor trubice

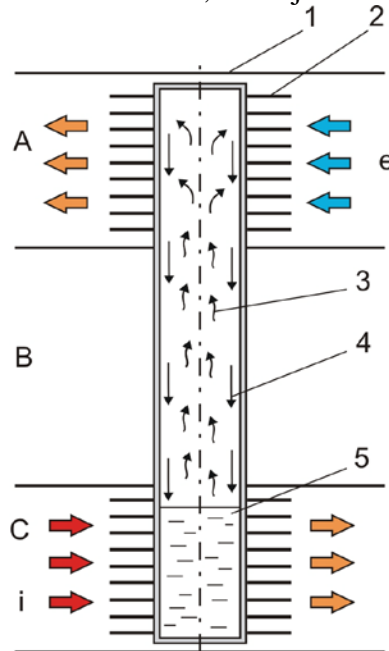
Pri ohreve výparníka sa pracovná kvapalina odparuje z pórov kapilárno-pórovitej steny miesta do parného priestoru. Pri tomto tlak pary v tejto zóne rastie. Súčasne pri ochladzovaní kondenzátora klesá tlak pár v ňom. Pod vplyvom vznikajúcich rozdielov tlaku pár v trubici sa pohybuje od výparníka ku kondenzátoru, kde kondenzuje. Kvapalina sa následne vstrebáva do pórov kapilárno-pórovitej steny z kondenzátora a kapilárne sily pôsobia na póry vo výparníku, kde sa znovu vyparuje. Takýmto spôsobom, tepelná trubica pracuje na princípe uzatvoreného vyparovacího-kondenzačného cyklu.

Pri teplotách ďaleko od kritickej teploty, rýchlosť pary, spravidla značne prevyšuje rýchlosť tekutiny v kapilárno-pórovitej steny. Vysoká tepelná prenosová kapacita tepelných trubíc je dosiahnutá nielen vďaka cirkulácii pracovnej látky pri vysokej rýchlosti pary, ale aj vďaka vysokému výparnému skupenskému teplu a jeho kondenzácie.

3 Gravitačné tepelné trubice

Pri použití gravitačnej tepelnej trubice (Obr. 2) pary kondenzujú na stenách hladkej rúrky a samospádom stekajú k ohrievanému koncu. Teda spodná časť trubice je ohrievaná a po dosiahnutí teploty, na ktorú je trubica nastavená, sa začne pracovná kvapalina odparovať. Plynná zmes stúpa do kondenzačnej časti, kde na plášti trubice skondenzuje a tým uvoľní výparné teplo, ktoré bolo kvapaline dodané pri vyparovaní. Toto teplo je cez stenu trubice dodávané chladnejšiemu médiu, ktoré je týmto spôsobom ohrievané. Pracovná teplota, pri ktorej pracovné médium dosiahne teploty varu, je v priamej závislosti na veľkosti tlaku vo vnútri trubice. Skondenzovaná kvapalina steká do spodnej časti trubice, kde dochádza k opätovnému odpareniu a proces sa cyklicky opakuje. Na obr. 2 tepelná trubica prechádza cez dve potrubia, pričom v dolnom potrubí sa teplo dodáva prúdiacim

médiom do tepelnej trubice, napr. z prúdiacich horúcich spalín, a v hornom potrubí (1) stena tepelnej trubice ohrieva prúdiace médium, ktoré je chladnejšie ako v spodnom potrubí.



Obr. 2 Funkčná schéma gravitačnej tepelnej trubice

A – kondenzačná časť, B – transportná časť, C – odparovacia časť, 1 – potrubie, 2 – rebrovanie, 3 – vyparovanie pracovnej látky, 4 – stekanie kondenzovanej pracovnej látky, 5 – priestor pracovnej látky v kvapalnom stave, e – výdaj tepla, i – príjem tepla

Dôležitým parametrom pre výber vhodnej pracovnej kvapaliny je pracovný rozsah teplôt na základe termodynamických úvah. Treba zabezpečiť spoľahlivú a dlhodobú prevádzku tepelných trubíc, aby nedošlo k degradácii teplotných a tepelných parametrov. Prehľad niektorých často používaných pracovných náplní je uvedený v Tabuľke 1.

Tab.1 Vybrané pracovné látky tepelných trubíc [3]

Pracovná látka	Pracovná teplota [°C] (stredná teplota pracovnej fázy)	Bod varu pri atmosferickom tlaku [°C]
Voda	10 ÷ 200	100
Čpavok	-70 ÷ 50	- 33
Sodík	500 ÷ 900	883
Metanol	-30 ÷ 100	65
Draslík	400 ÷ 800	760

Výhody použitia tepelných trubíc:

- prenos tepla aj pri malých rozdieloch teplôt koncov trubíc (okolo 2 °C),
- nemajú pohyblivé časti a nepotrebujú doplnkové zariadenia,
- montážna jednoduchosť a konštrukčná nenáročnosť.

Výber tepelných trubíc sa robí s ohľadom na [2]:

- výkonové parametre trubíc,

- rozsah stredných teplôt parnej fázy v tepelnej trubici určenej teplotami teplého a studeného prostredia,
- podľa použitých materiálov na plášť trubíc.

Záver

V príspevku sú popísané dva typy tepelných trubíc. S princípom ich činnosti sa študenti zoznámia v rámci predmetov Energetické premeny a Energetické stroje a zariadenia. Pre potreby kvantitatívnej analýzy teplotných polí v okolí tepelných trubíc sa merajú ich povrchové teploty, ktoré sú potrebné pre určenie okrajových podmienok získaných interferenčných štruktúr holografických interferogramov [4]. Táto metóda umožňuje zviditeľniť teplotné polia jednotlivých úsekov (kondenzačnej, transportnej a odparovacej) v okolí tepelnej trubice a tým dôkladnejšie objasniť fyzikálne deje, ktoré v trubici prebiehajú.

*Tento príspevok vznikol v súvislosti s riešením projektu VEGA 1/0498/10:
Aplikácia holografickej interferometrie pri skúmaní medznej vrstvy v zariadeniach na prestup tepla.*

Literatúra

1. CHI S. W. 1976. *Heat pipe theory and practice*. Washington, London : Hemisphere publishing corporation.
2. LUPTÁK O. 1987. *Prevádzka a projektovanie energetických zariadení*. VŠLD Zvolen, 161 s.
3. SZTURC P., VOMOČIL Z.: *Aplikace technologie horkých trubíc k využití odpadního tepla ve valcovnách, kovárnách aslévarnách – teoretický rozbor*. Dostupné na internete http://www.forsteel.cz/ForSTEEL_HL_4_2008.pdf
4. KONIAR J. 2007. *Výskum rýchlostných a teplotných polí okolo ohrievanej zakrivenej steny*. Dizertačná práca. Zvolen : Technická univerzita. 144 s.

Lektoroval: Doc. RNDr. Milada Gajtanska, CSc.

Kontaktná adresa:

Jozef Černecký, doc., Ing., CSc.
Katedra environmentálnej techniky
Fakulta environmentálnej a výrobnjej techniky
Technická univerzita vo Zvolene
Masarykova 24, 960 01 Zvolen, Slovensko
tel. 00421 5601 698
e-mail: jcern@vsld.tuzvo.sk