

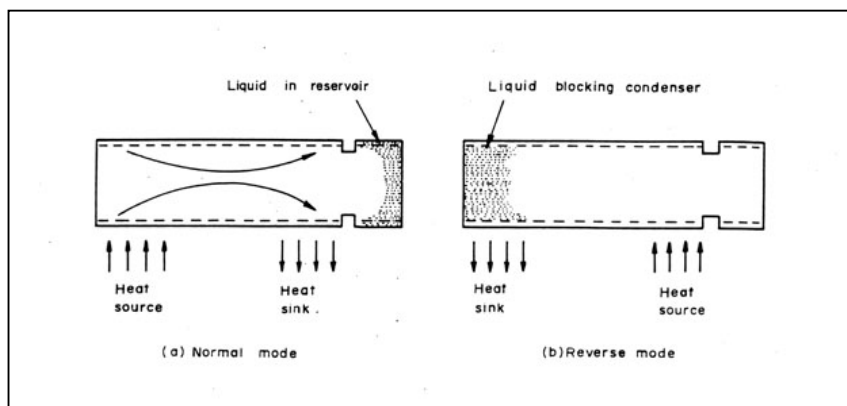
3-1 خصوصیات اصلی لوله گرمایی

لوله های گرمایی به خاطر هدایت حرارتی خیلی بالا به صورت اختلاف دمای خیلی کم بین بخش تبخیر کننده و قسمت چگالنده دارای اهمیت بسزایی است.

مورد دیگر که شاید به همین اندازه قابل توجه باشد فقدان هر نوع پمپ و یا منبع قدرت اضافی جهت انتقال حرارت از چشمه حرارتی به حفره حرارتی است. از جمله دیگر خصوصیات مهم لوله حرارتی، امکان کنترل دما و فشار حرارتی است.

از خواص دیگر لوله گرمایی استفاده از آن به عنوان یک دیود حرارتی، یک سوئیچ حرارتی و یا یک لوله گرمایی با هدایت متغیر می باشد. لوله گرمایی می تواند به گرما اجازه دهد که بیشتر در یک جهت جریان یابد و به عنوان دیود حرارتی رفتار نماید. همچنین می تواند به عنوان دیود حرارتی خاموش یا روشن باشد.

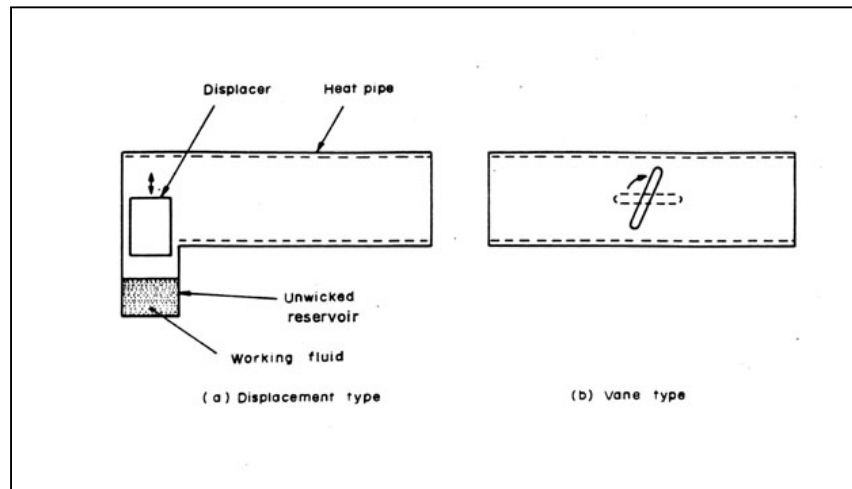
شکل های (3-1) و (4-1) لوله گرمایی را به صورت دیود حرارتی و به صورت یک کنترل دما نشان می دهند.



3-1: لوله

شکل

گرمایی به عنوان دیود حرارتی



4-1. لوله

شکل

گرمایی به صورت یک کنترل کننده دما

از نقطه نظر دما، دمای لوله حرارتی معادل دمای تبخیر و چگالش سیال عامل بوده، بنابراین لوله حرارتی یک تنظیم کننده ایزوترمال برای کاربردهای فنی است و در بسیاری از موارد یک انتخاب فوق العاده و بی نظیر است.

4-1 مزایای لوله های گرمایی:

خلاصه ای از مزایای اصلی لوله های گرمای به صورت زیر است:

- هدایت حرارتی بالا
- قابلیت عمل کردن به صورت تقریباً همدمما و با مقاومت حرارتی کم در کل طول لوله گرمایی
- قابلیت انتقال حرارت در فاصله های محسوس بدون نیاز به نیروی محرکه خارجی برای گردش سیال
- قابلیت عمل کردن به عنوان یک دیود یا سوئیچ حرارتی
- قابلیت عمل کردن به عنوان یک لوله حرارتی با هدایت متغیر
- انتقال حرارت زیاد از یک سطح مقطع کوچک بودن نیاز به نیروی محرکه خارجی
- عدم وجود تماس بین جریان های اتلافی و گرم شونده
- طراحی ساده و ساخت آسان
- اختلاف دمای کم در قسمت تبخیر کننده و چگالنده
- کاربرد در گستره دمایی بالا (4k - 2500k)

5-1 طبقه بندی لوله های گرمایی بر حسب دمای عملیاتی :

بر حسب تغییرات دمای عملیاتی و محدودیت های انتقال حرارت لوله گرمایی، لوله های گرمایی به

صورت زیر انتقال طبقه بندی می شوند:

الف- لوله های گرمایی سرمازا (CHP):

محدوده دما: (100°C تا -271)

سیال عامل: هلیوم، آرگون، کریپتون، نیتروژن، اکسیژن، اتان، فرئون، CFC

ب) لوله های گرمایی دما پایین (LHP):

محدوده دما: (300°C تا -40)

سیال عامل: فرئون، آمونیاک، الکل، استون و آب

ج) لوله های گرمایی دما متوسط:

محدوده دما: (500°C تا 250)

سیال عامل: فلزات قلیایی و جیوه

د) لوله های گرمایی دما بالا:

محدوده دما: (بالتر از 500°C)

سیال عامل: پتاسیم، سدیم، لیتیم، نقره، سرب، ایندیم

6-1 انواع لوله های گرمایی

لوله های گرمایی با شکل های گوناگون برای کارهای متفاوتی طراحی و ساخته شده اند. انواع لوله های

گرمایی عبارتند از:

- ترموسیفون
- لوله گرمایی استاندارد
- لوله گرمایی صفحه تخت
- لوله گرمایی حلقوی
- لوله گرمایی گردان
- لوله گرمایی پیش لبه (L.E.H.P)

از میان لوله های گرمایی، یک نوع آن یعنی ترموسیفون، کاربردهای زیادی در کارهای تحقیقاتی و

صنعتی دارد. در این قسمت ترموسیفون و لوله گرمایی استاندارد را به طور کامل معرفی می کنیم.

1-6-1 ترموسیفون

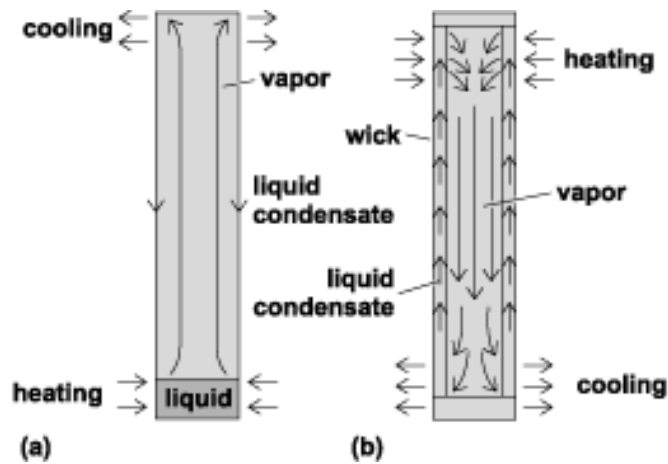
یک ترموسیفون، یک لوله گرمایی بدون فتیله می باشد که در آن برای بازگرداندن سیال عامل از چگالنده به تبخیر کننده از نیروی ثقلی استفاده می شود. به شکل (1-5) توجه کنید.

حدود صوتی و فشار بخار که در مبحث بعدی آورده می شود از معایب ترموسیفون در مقایسه با لوله های استاندارد می باشد. حد ماندگی در ترموسیفون در مقایسه با لوله گرمایی استاندارد به واسطه سطح آزاد مایع، بیشتر است. حد مانگی ثانوی در ترموسیفون که Flooding نامیده می شود اصلی ترین محدودیت در عملکرد ترموسیفون می باشد. در حد Flooding یک ارتعاش ناگهانی در اثر افزایش فشار بخار و دمای دیواره ایجاد می گردد. حد جوشش ترموسیفون بواسطه جوشش لایه ای (Film boiling) می باشد در حالیکه در لوله های گرمایی بواسطه جوشش هسته ای (Nuclear boiling) می باشد.

حد جوشش در ترموسیفون هنگامی اتفاق می افتد که یک لایه بخار در بین دیواره لوله و منبع تبخیر کننده تشکیل گردد. عملکرد ترموسیفون به LEV (liquid Fill volume) سیال عامل بستگی دارد. برای ترموسیفون بدون فتیله به صورت آزمایشگاهی نشان داده شده است که ماکزیمم نرخ انتقال حرارت با افزایش مقدار سیال نسبت به یک مقدار معین افزایش می یابد. گاهی اوقات در ترموسیفون ها برای بهبود بخشیدن تماس بین دیواره و مایع و کاهش Flooding از یک ساختار فتیله ای استفاده می شود.

1-6-2 لوله گرمایی استاندارد

ساختار لوله گرمایی استاندارد مشابه ترموسیفون است با این تفاوت که در این جا برای باز گرداندن بخار چگالیده شده از یک ساختار فتیله ای با به کار گیری نیروی موئین ، استفاده می شود.



شکل 1-5: (a) شکل شماتیک ترموسیفون (b) شکل شماتیک لوله گرمایی

یکی از نکاتی که باید در طراحی یک لوله گرمایی در نظر داشت سازگاری سیال عامل با جنس لوله است. در جدول (1-1) اطلاعات مربوط به سازگاری فلزات با سیال های عامل در لوله گرمایی آورده شده است.

سیال عامل	مواد سازگار	مواد ناسازگار
آب	فولاد زنگ نزن، مس، سیلیکا، نیکل، تیتانیوم	آلومینیوم، اینکونل
آمونیاک	آلومینیوم، فولاد زنگ نزن، آهن، نیکل	مس
متانول	فولاد زنگ نزن، مس، سیلیکا، آهن، نیکل، برنج	آلومینیوم
استون	آلومینیوم، فولاد زنگ نزن، مس، سیلیکا، برنج	
فرئون 11	آلومینیوم	
فرئون 21	آلومینیوم، آهن	
فرئون 113	آلومینیوم	
هپتان	آلومینیوم	
دوترم	فولاد زنگ نزن، مس، سیلیکا	
لیتیم	تنگستن، مولیدینیوم، نیوبیوم، تنتالوم	فولاد زنگ نزن، نیکل، اینکونل، تیتانیوم
سدیم	فولاد زنگ نزن، نیکل، نیوبیوم	تیتانیوم
سزیم	تیتانیوم، نیوبیوم	
جیوه	فولاد زنگ نزن	مولیدینیوم، نیکل، اینکونل، نیوبیوم، تنتالوم، تیتانیوم
سرب	تنگستن، تنتالوم	فولاد زنگ نزن، نیکل، اینکونل، تیتانیوم، نیوبیوم
نقره	تنگستن، تنتالوم	رنیوم

جدول 1-1 سازگاری مواد سازنده ساختار لوله های گرمایی با سیال های عامل

طول عمر یک لوله گرمایی با انتخاب مناسب محفظه، فتیله و موادی که برای جوشکاری به کار گرفته می شوند تضمین می گردد. کارآیی یک لوله گرمایی هنگامی که اجزاء آن با یکدیگر سازگاری نداشته باشند پایین می آید به عنوان نمونه ممکن است ماده محفظه در سیال عامل قابل حل باشد و یا در دمای عملکرد سبب تجزیه آسان سیال عامل گردد.