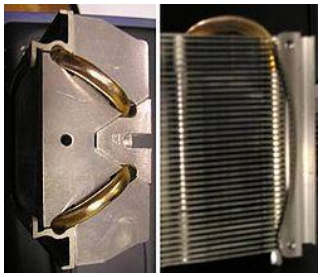
لوله حرارتی

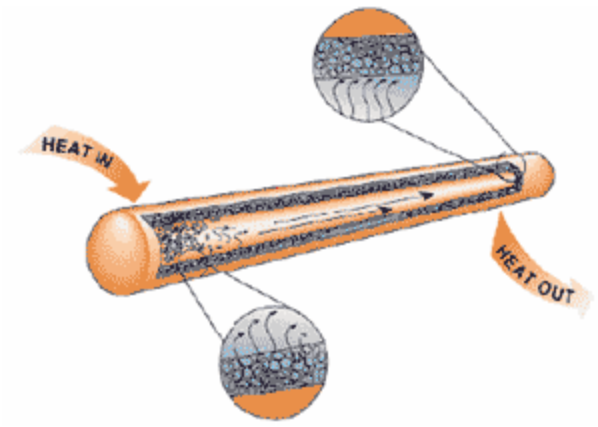
تاریخچه:

فکر اولیه‌ی لوله‌های حرارتی در ابتدا به وسیله‌ی **R.S.Gaugler** در سال **1942** پیش‌نهاد شد. اما تا سال **1962** طول کشید تا **G.M.Grover** مهندسی که در لس‌آلاموس روی خنک کاری سیستم های تولید انرژی اتمی در فضا کار می کرد، آن را اختراع کند.

لوله ی حرارتی وسیله ای است که می تواند مقادیر بزرگی از گرما را با اختلاف دمای اندک به سرعت میان منبع گرم و منبع سرد انتقال دهد. شاید به همین جهت از لوله ی حرارتی به عنوان ابررسانا یاد می شود. بازدهی بالای آن ها در انتقال حرارت برجسته است، به طوری که یک لوله ی حرارتی با جداره ی مسی از لوله ی تو پر مسی از همان ابعاد بسیار پر بازده تر است. لوله های حرارتی در اشکال و ابعاد گوناگون ساخته می شوند و از ابزار های دیگر انتقال حرارت، سبک تر هستند و محدودیت های کمتری دارند.

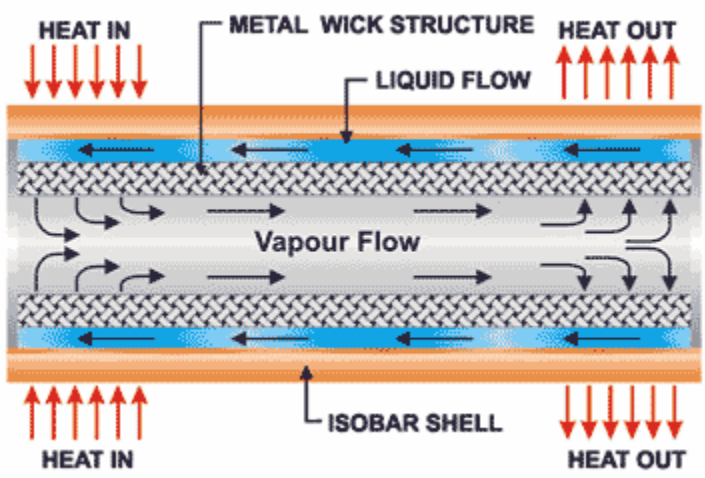
مکانیزمهای معمول و مرسوم انتقال حرارت در مهندسی به منظور ایجاد سرمایش و گرمایش ، نیاز به توان خارجی ، صرف هزینه جاری علاوه بر هزینه ساخت اولیه و در اغلب موارد دارای قطعات متحرک هستند . با این وجود ، یک لوله حرارتی (**heat pipe**) وسیله ای نسبتا ساده است که بدون هیچ قسمت متحرکی ، قابلیت انتقال مقادیر زیادی حرارت را در فواصل مختلف دارد . جذاب ترین مشخصه لوله حرارتی این است که در این سیستم ، نیاز به انرژی خارجی نیست و لوله حرارتی فقط با اعمال گرما فعال می شود و در عین حال دارای ضریب رسانایی گرمایی موثر و بسیار بالایی است . دراین بخش از سری مقالات لوله حرارتی به معرفی ، بیان مزایا و ساختار کلی این پدیده جذاب تاسیساتی پرداخته شده است .





ساختار کلی و عملکرد یک لوله حرارتی

لوله حرارتی یک وسیله انتقال حرارت با ضریب رسانایی گرمایی موثر بسیار بالا است که در خلا کار می کند و برای انتقال حرارت از یک چشمه حرارتی به یک چاه حرارتی مورد استفاده قرار می گیرد . ساختار یک لوله حرارتی از نظر عملی به سه منطقه تقسیم می شود : الف) منطقه تبخیر یا ناحیه اواپراتور که در یک انتهای لوله قرار دارد و در این منطقه گرما به محفظه وارد می شود . ب) منطقه چگالش یا ناحیه کندانسور که در انتهای دیگر لوله است و گرما در این ناحیه دفع می گردد . ج) ناحیه آدیاباتیک که بین دوناحیه اواپراتور و کندانسور را شامل می شود



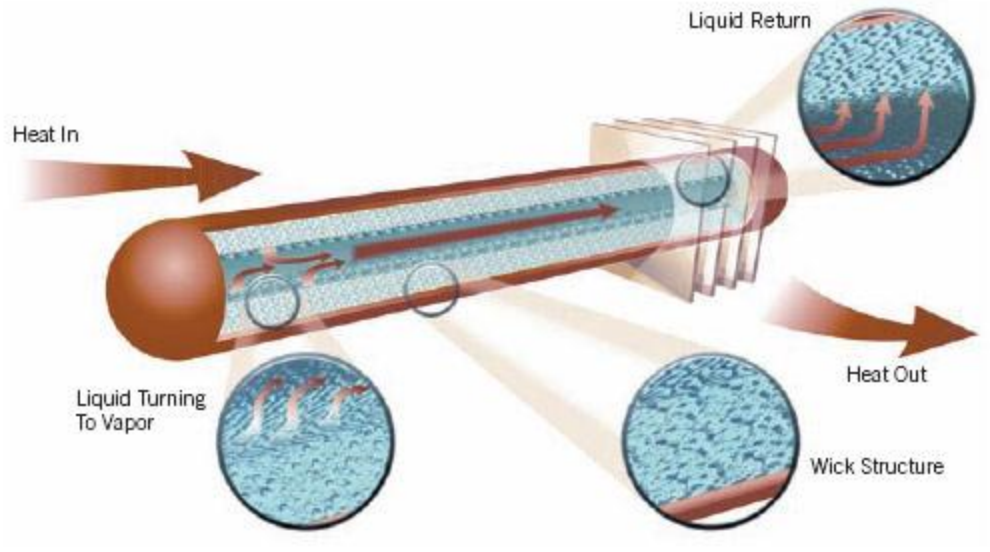


Fig. 1. A heat pipe acquires heat from a source and moves or spreads it to a region where it can be more readily dissipated.

عملکرد لوله حرارتی به این صورت است که ، حرارت در منطقه اواپراتور به لوله حرارتی وارد شده و بدین وسیله سیال عامل داخل آن می جوشد و. سیال عامل که در حالت مایع اشباع قرار دارد در اثر دریافت گرمای نهان تبخیر به بخار اشباع تبدیل می شود . بخار اشباع حاصل در اثر اختلاف فشار به انتهای دیگر لوله حرارتی یا ناحیه کندانسور منتقل می شود . این منطقه در ناحیه خنک تری قرار داشته و از این رو بخار اشباع ، گرمای نهان تبخیر خود را از دست داده و تقطیر می شود . مایع اشباع حاصل ، از طریق یک ساختار فتیله ای توسط نیروی مویینگی به قسمت اواپراتور بازگردانده می شود و سیکل مجددا تکرار می شود تا گرما به طور پیوسته از ناحیه گرم به ناحیه سرد منتقل شود .

از آنجایی که فرایند های جوشش و تقطیر همراه با ضرایب انتقال حرارت بسیار بالایی بوده و عملکرد یک لوله حرارتی بر اساس جوشش و تقطیر متوالی سیال عامل است می توان انتظار داشت که لوله حرارتی وسیله بسیار موثری در انتقال حرارت باشد که این انتظار در آزمایشات متعدد به واقعیتی کاربردی تبدیل شده است .

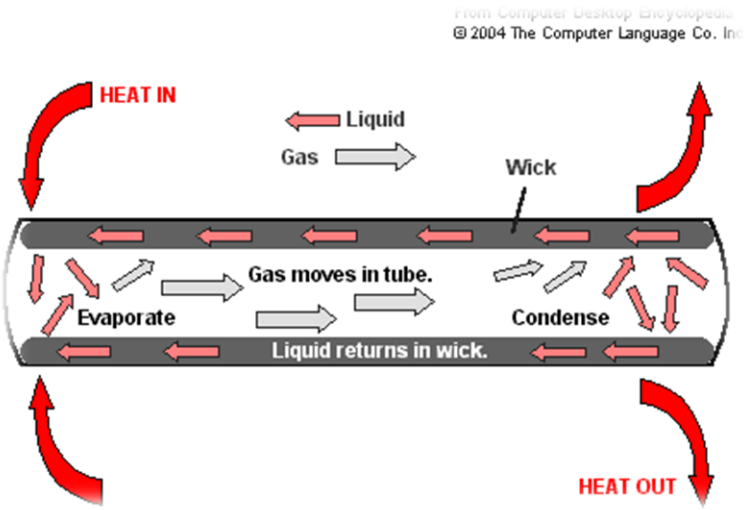
مزایای لوله حرارتی

بطور کلی می توان خصوصیات و مزایای زیر را برای یک لوله حرارتی بیان کرد.

- توانایی فوق العاده در انتقال حرارت
- آهنگ یا نرخ سریع انتقال حرارت
- توزیع دمای یکنواخت در بدنه
- ساختار ساده با هزینه ساخت اندک
- فشردگی ، ضریب اطمینان و بازدهی بالا
- اتلاف گرمای بسیار پایین
- سازگار با محیط زیست

گستره کاری لوله های حرارتی

ویزگی های منحصر به فرد و بارز لوله های حرارتی موجب شده است که این وسیله در طیف وسیعی از کاربردهای انتقال حرارت مورد استفاده قرار گیرند . گستره کاری لوله های حرارتی از کاربردهای تبرید در دماهای حدود - 270 o C با به کار گیری هلیوم به عنوان سیال عامل تا بازه های دمایی 2000 - 3000 o C بوسیله فلزات مایع پراکنده است . لوله های حرارتی با کاربردهای سرمایش ، صرفه جویی و بازیابی انرژی در زمینه هوا فضا ، سرمایش تجهیزات الکترونیکی ، تهویه مطبوع به منظور کنترل رطوبت در هواسازها ، خنک کاری قطعات فلزی در هنگام ماشین کاری ، سرمایش کامپیوتر های شخصی (Laptop , PC) به عنوان یک سیستم با بازدهی بالای انرژی مورد استفاده قرار گرفته است .



ساختار کلی و نحوه عملکرد لوله حرارتی

1- اجزاء تشکیل دهنده یک لوله حرارتی

اساساً یک لوله حرارتی از سه جزء مهم تشکیل شده است.

1. **محفظه یا بدنه لوله حرارتی که می تواند شیشه، سرامیک و یا فلزات ساخته شود.**
2. **سیال عامل : درون لوله حرارتی سیال عامل قرار دارد که قسمت اصلی دریافت ، انتقال و دفع حرارتی یعنی عملیاتی تبخیر و تقطیر بر روی آن صورت می پذیرد.**

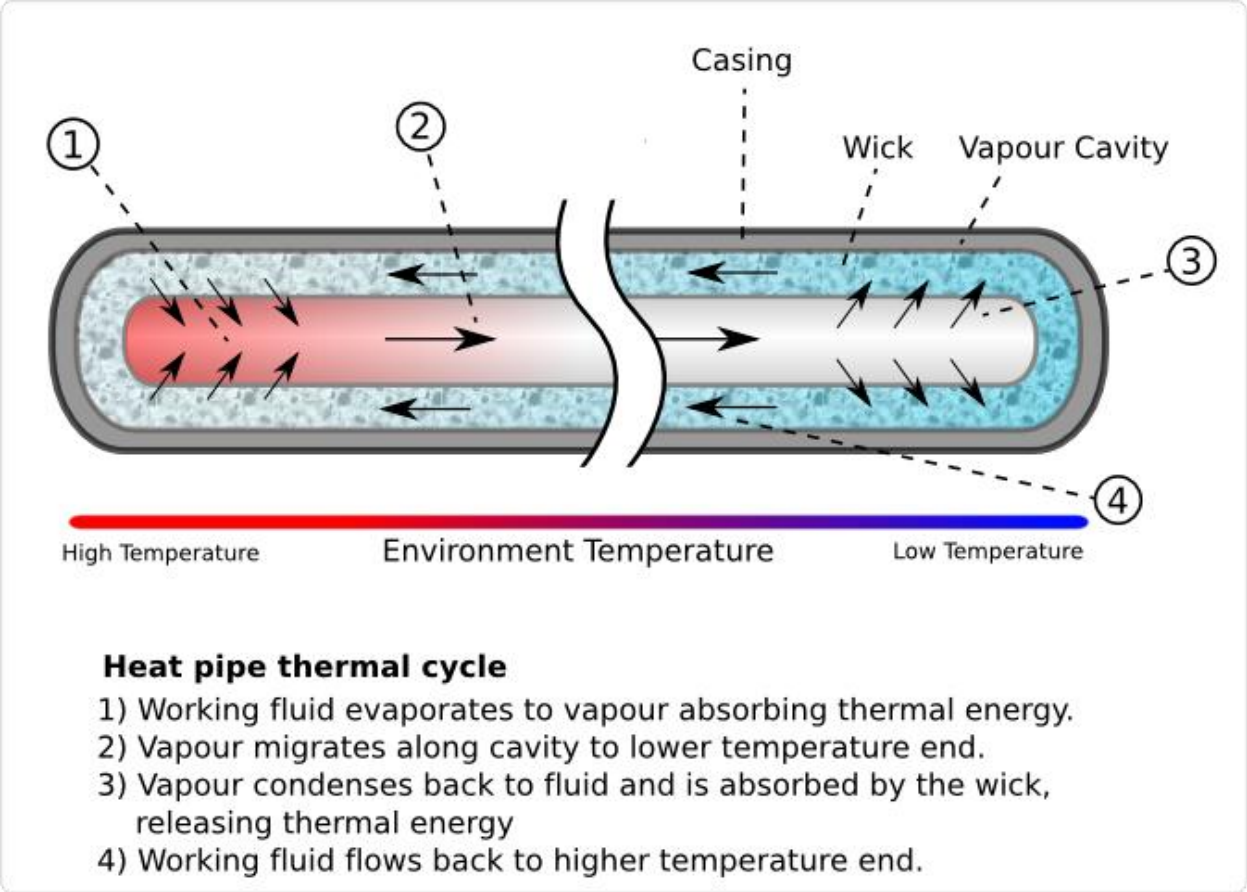
سیال عامل سیال عامل می تواند نیتروژن یا هیلیم برای دماهای پایین و یا لیتیم ، پتاسیم و سدیم و بطور کلی فلزات مایع برای دماهای بالا باشد. برای دماهای میانی سیال های عامل مختلفی مثل آب یا متانول می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

3. **فیتیله یا ساختار مؤیین : باز گرداندن سیال چگالیده نشده از کندانسور به منطقه اواپراتور با تکیه بر عمل موئینگی توسط این ساختار انجام می شود.**

ساختمان فیتیله می تواند از پشم شیشه بافته شده، پودر فلزات سفت شده، سیم های درگیر، شبکه ری، شیاری و یا بصورت صفحه ای فلزی و یا از موارد عایق ساخته شود.

هر کدام از اجزاء یک لوله حرارتی از اهمیت یکسانی بر خوردارهستندو با توجه به نوع ماده، خواص ترموفیزیکی و سازگاری باید ملاحظات دقیقی روی آنها صورت پذیرد.

به عنوان مثال ، جنس محفظه باید با سیال عامل و ساختار فیتیله سازگار باشد و در عین حال از استحکام کافی برخوردار باشد تا در برابر فشارهایی که تناسب با دمای اشباع سیال است مقاوم باشد. علاوه بر این، محفظه بایستی مقاو در برابر اثرات خوردگی و درارای قابلیت تشکیل پذیری باشد.



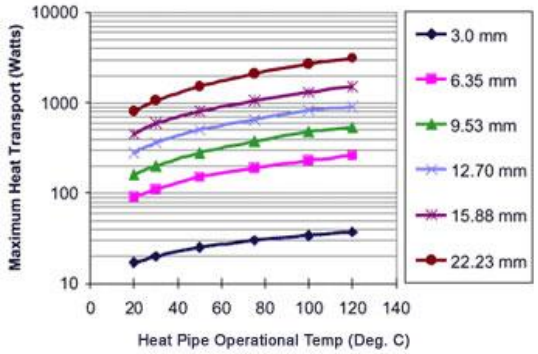
اجزاء تشكيل دهنده يك لوله حرارتي

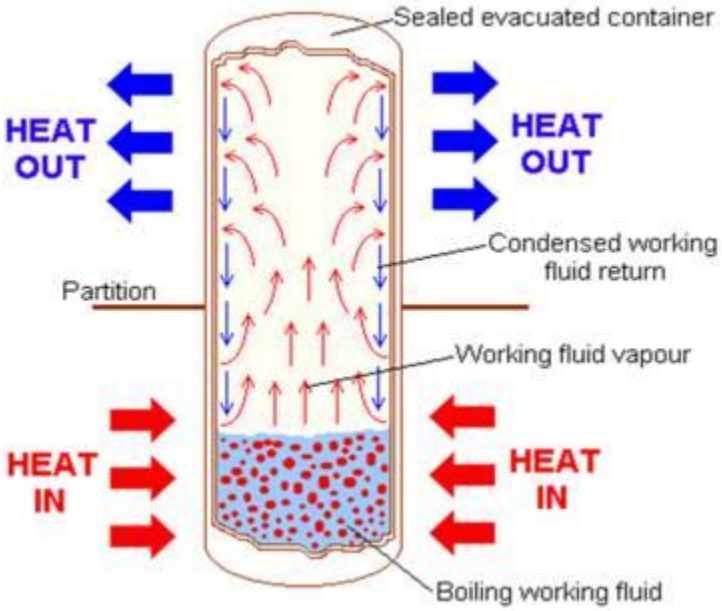
1–1 محفظه

محفظه یک لوله حرارتی که نیازهای اساسی آن را بعنوان یک بدنه فراهم می کند. باید قابلیت خود را به صورت یک محفظه کاملاً آب بندی نشده است، بدون سوراخ و بدون هر عیبی در سرتاسر بازه فشار کاری حفظ نماید. بنابراین وظیفه محفظه نگهداری سیال عامل و به نوعی جدا کردن آن از محیط بیرون است و باید در برابر سوراخ شدن و اختلاف فشاردر طول دیواره مقاوم باشد و علاوه بر آن توانایی انتقال حرارت از خود به سیال را با ضریب بالایی داشته باشد.موادی که در ساخت محفظه کاربرد دارند، آلیاژهای فلزات خاص مانند آلومینیوم، فولادهای ضد زنگ و مس می باشد. همچنین مواد کامپوزیت و ترکیبی نیز در ساخت محفظه کاربرد دارد. برای کاربردهای در دمای بالا مواد نسوز یا مواد با آسترهایی برای مقابله با خوردگی مورد استفاده قرار می گیرد.

1–2 سیال عامل

سیال عامل در لوله حرارتی به عنوان واسطه اصلی حمل و نقل گرما، نقش ویژه ای در انتقال حرارت بر عهده دارد. اولین نکته در شناسایی یک سیال عامل مناسب، گستره دمای کاری بخار در لوله حرارتی است. ممکن است در یک بازه دمایی تقریبی چند سیال عامل وجود داشته باشد.





در موارد باید مشخصه های متفاوتی برای تعیین سیال های عامل قابل قبول مورد توجه قرار بگیرد.

خواسته های اولیه از یک سیال عامل مناسب بصورت زیر می باشد:

- سازگاری با فیتیله و جنس دیواره

- پایداری دمایی خوب

- رطوبت پذیری از فیتیله و ماده دیواره بدنه

- فشار بخار متناسب با گستره دمای کاری

- گرمای نهان بالا

- ضریب هدایت گرمایی بالا

- ویسکوزیته پایین مایع و بخار

- کشش سطحی بالا

همچنین انتخاب سیال عامل باید براساس ملاحظات ترمودینامیکی انجام شود.

در طراحی لوله حرارتی، بالا بودن کشش سطحی بسیار مورد توجه است چون سبب می شود که لوله حرارتی بر خلاف میدان جاذبه عمل کند و یک نیروی محرکه موئینگی رو به بالا ایجاد شود. همچنین گرمای نهان تبخیر بالا به این علت مورد توجه قرار می گیرد که مقدار زیادی گرما را با مقدار کمی جریان سیال انتقال داده و از این رو موجب افت فشار کمی در لوله حرارتی می شود.

frozen permafrost support legs cooled by heat pipes to keep pipeline Alaska.

لوله های حرارتی و انرژی خورشیدی:

لوله های حرارتی با استفاده از انرژی خورشیدی و استفاده از آنها در ساختمان ها برای رسیدن به حرارت مورده نیاز .بخش دیگری از مزایای این تکنولوژی می باشد.

گستره لولهای حرارتی در صنعت کامپوتر:

استفاده از (heat pipe)در صنعت ساخت کامپوتر بسیار چشم گیر و کاربردی بوده است.بطوری که در ساخت فنها: CPU & MOTHER BORD & VGA ی به طور کاملا حرفه ای و پر بازده طراحی و ساخته شده است.به این د لیل که در کامپوتر خنکاری بخش مهمی می باشد و ضعف این موضوع باعث ایجاد بروز مشکلاتی از قبیل:بالا رفتن حرارت cpu & vga وپایئن آمدن راندمان کاری و در نتیجه هنگ کردن سیستم را به همراه دارد.به همین دلیل با به سر کار آمدن تکنولوژی(Heat pipe) این ضعف جبران و فراینده خنک کاری با بازده بالا در کامپوتر ها جبران شده است.

Overclocking with Reliability