

# Maak korte metten met hot spots

## Warmteverplaatsing door heat pipes

Warmte is en blijft een probleem binnen de elektronica en door het feit dat alles kleiner moet worden, maar wel meer moet kunnen, wordt het probleem alleen maar groter. Wat doe je namelijk aan een hotspot midden op een print die ingebouwd is in een zeer kleine behuizing die koeling met de gebruikelijke koellichamen niet mogelijk maakt? In dat geval kan het toepassen van heat pipes een oplossing zijn.



Heat pipes zijn de transportbanden voor warmte binnen de elektronica-koeling en het ideale middel om warmte van punt A naar punt B te verplaatsen. Dit kan grote voordelen hebben in situaties waar sprake is van hot spots of waar direct bij het te koelen object te weinig ruimte is voor een complete koeler, zodat de warmte moet worden afgevoerd naar een andere locatie. Je ziet ze dan ook toegepast worden in compacte elektronische apparatuur zoals notebooks, draagbare apparatuur en applicaties waar de voordelen van passieve, energiezuinige koeling belangrijk zijn. Met name dat laatste is een heel groot voordeel. Een heat pipe heeft geen extra energie nodig om de warmte af te voeren zoals dat het geval is met een ventilator. Het hele warmtetransport vindt plaats door een simpel mechanisme van verdampen, condenseren en de capillaire werking van kleine holle ruimtes waardoor vloeistof getransporteerd kan worden.

Leveranciers zoals TelereX leveren veelal een breed standaardassortiment van thermische oplossingen, maar veel van de heat pipes worden meestal in een klant specifieke configuratie of uitvoering geleverd, vaak voorafgegaan door een thermische analyse. Grootte, vorm en gebruikte materialen zijn hierbij vaak afhankelijk van de fysieke ruimte, koelingsbehoefte en budgettaire grenzen van de applicatie en vaak worden de heat pipes ingebed of geïntegreerd in de heat sinks of aggregaten. De gespecialiseerde leveranciers hebben ook de expertise en geavanceerde apparatuur in huis om voor of met u de beste thermische oplossing te dimensioneren.

### Over Heat Pipes

Het principe waarop de heat pipe is gebaseerd, is simpel. De basis wordt gevormd door een metalen buis die aan beide kanten afgesloten is. Voordat de buis geheel afgesloten wordt, is hij eerst luchtledig gemaakt en gevuld met een vloeistof. Omdat de buis luchtledig is, zal een deel van de vloeistof

verdampen totdat de dampdruk in de buis zo hoog is geworden dat er bij de heersende temperatuur geen extra vloeistof meer kan verdampen. De buis wordt vervolgens gemonteerd tussen de plek waar de warmte ontstaat en een plek waar de warmte met behulp van een koellichaam afgevoerd kan worden naar de buitenlucht. Op de plek waar de warmtebron zit, verdampt de vloeistof waardoor de druk in de buis toeneemt. Aangezien de koude kant door het koellichaam een veel lagere temperatuur heeft, zal hier de damp weer condenseren omdat er bij de veel lagere temperatuur veel minder vloeistof in de dampfase kan zitten. Aan de koude kant zal door dit condenseren de druk in de buis lager worden met als gevolg dat er een dampstroom ontstaat van de warme naar de koude kant van de heat pipe. Dit resulteert er in dat er aan de warme kant ook constant vloeistof overgaat naar damp en aan de koude kant damp weer overgaat in vloeistof.

Aangezien het energie kost in de vorm van warmte om een vloeistof te laten verdampen en er energie vrij komt als een damp condenseert, zal er dus door de heat pipe warmte verplaatst worden. Doordat het veel energie kost om een vloeistof te laten verdampen, is de energiestroom zelfs in een vrij dunne heat pipe behoorlijk hoog. Veel malen hoger zelfs dan via geleiding door een even dikke koperen staaf getransporteerd kan worden. Hiermee is de heat pipe dan ook een ideale warmtetransporteur voor de alsmat kleiner wordende elektronica. Het spreekt voor zich dat het warmtetransport alleen door kan gaan als er naast de dampstroom van de warme naar de koude kant ook een vloeistofstroom is van de koude naar de warme kant (dus in tegenovergestelde richting). Is de heat pipe verticaal gemonteerd en is de warme kant onder en de koude kant boven, dan zorgt de zwaartekracht voor het transport van de vloeistof. Is echter de heat pipe horizontaal gemonteerd, dan werkt dit niet en moet er gebruik gemaakt worden van een ander mechanisme voor de vloeistofstroom. De meest efficiënte manier is door gebruik te maken van capillaire werking van kleine holle ruimtes. Een capillair zuigt immers een vloeistof op zelfs tegen de zwaartekracht in.

### Vapor chamber en meer

In figuur 1 is de werking van de heat pipe schematisch weergegeven. Zoals in de figuur is te zien, is de binnenkant van de buis voorzien van een laag die voor de capillaire werking zorgt. Deze laag kan, zoals figuur 2 aangeeft, op verschillende manieren zijn gemaakt, elk met hun eigen voor en nadelen. Zo zijn er veel kleine groefjes waardoor meer capillaire kracht aanwezig is, maar ook meer wrijving. Ze zijn het goedkoopst, maar alleen horizontaal te gebruiken. Moet de vloeistof tegen de zwaartekracht in verplaatst worden, dan zijn de sintered heat pipes het beste. In een apparaat zoals een laptop zien we dan ook bijna altijd dit type heat pipe (zie figuur 3), omdat niet gegarandeerd is dat de vloeistofstroom altijd horizontaal loopt. Tenslotte zit de screen/mesh er letterlijk tussenin en bepaalt de applicatie of het slim is om deze uitvoering te kiezen. Van belang is te weten dat de capillaire laag in heat pipes zeer gemakkelijk beschadigd raakt wanneer het buisje ingedeukt of gebogen wordt. Er moet dan ook altijd voorzichtig mee omgesprongen worden.

De circulatie in de heat pipe zorgt voor een snelle en zeer efficiënte verplaatsing van de warmte. Het systeem leent zich dan ook voor het snel afvoeren van veel warmte van het ene naar het andere punt. Ook kan dit principe gebruikt worden voor het vergroten van het koelend oppervlak. Dit is bijvoorbeeld noodzakelijk wanneer SMD-onderdelen gekoeld moeten worden. Doordat het oppervlak van deze onderdelen heel klein is, kunnen ze zeer moeilijk warmte afstaan aan de omgeving. Wordt nu op het onderdeel een zogenaamde vapor chamber geplaatst die in feite niets anders is dan een heat pipe, maar dan bestaande uit een platte, doosvormige ruimte gevuld met vloeistof, dan zal ook deze de warmte zeer effectief vanuit het kleine SMD-

onderdeel overbrengen naar het veel grotere bovenvlak van de vapor chamber. Naast de vapor chamber zijn er nog meer afgeleide vormen van de heat pipe. Te noemen valt de loop heat pipe, de pulsating heat pipe, de pumped 2phase loop en de capillary pumped loop. Bij al deze verschillende vormen wordt de warmte verplaatst via damp die ontstaat door vloeistof te verwarmen.

### Temperatuurbereik

De vloeistof in de heat pipe bepaalt wat het temperatuurbereik is waarbinnen de heat pipe kan werken. Als bijvoorbeeld de heat pipe gevuld is met water, dan is de ondergrens 0 °C. Bij deze temperatuur befrist immers het water en kan daardoor niet meer van de koude naar de warme kant van de heat pipe stromen. Ook mag het koude einde nooit zo warm worden dat de vloeistof niet meer condenseert. Bij een druk van 1 atmosfeer in de heat pipe wil dit zeggen dat het koude einde nooit warmer mag worden dan 100 °C.

### Thermische analyse

Wie een heat pipe wil gaan inzetten in zijn product, moet een goede thermische analyse uitvoeren om te komen tot een heat pipe die correct gedimensioneerd is en gevuld is met de juiste vloeistof die hoort bij het temperatuurbereik waarbinnen het apparaat gebruikt wordt. Deze analyse kan grotendeels met de computer uitgevoerd worden. Er zijn namelijk programma's op de markt waarmee een heat pipe compleet doorgerekend kan worden.

Het gebruik van de software vraagt wel enige kennis van de totale warmteproblematiek en de eigenschappen van de diverse heat pipes. Een leverancier zoals TelereX kan u dan ook bijstaan bij het uitvoeren van de berekeningen. Zij helpen u dan om uiteindelijk de juiste heat pipe voor uw applicatie te vinden. Bedenk ook dat de manier waarop de heat pipe ingebouwd wordt van belang is. Verlijmen met epoxylijm geeft bijvoorbeeld een veel hogere thermische weerstand dan bij het solderen van de heat pipe. Het is dan ook belangrijk om de complete toepassing te begrijpen. Vandaar ook dat veelal de heat pipe inclusief de koelelementen als een totale thermische assembly (figuur 4) op maat gemaakt wordt en er dus niet uitgegaan wordt van losse componenten. Deze assembly is dan geheel geoptimaliseerd voor de toepassing.

### Lange levensduur

Op zich is de heat pipe een longlife bewezen principe uit de ruimtevaart. Zonder dat ze energie vragen, doen ze hun werk zolang de afdichting maar in stand blijft en de capillaire laag maar intact blijft. De keuze van het materiaal is dan ook van essentieel belang evenals de manier waarop de heat pipe geproduceerd is. Zoals gezegd hebben ze een grote capaciteit voor warmteoverdracht bij een kleine reactietijd, vragen geen externe energiebron en hebben geen bewegende delen of pomp. Ze slijten dan ook in feite niet.

### Trainingen

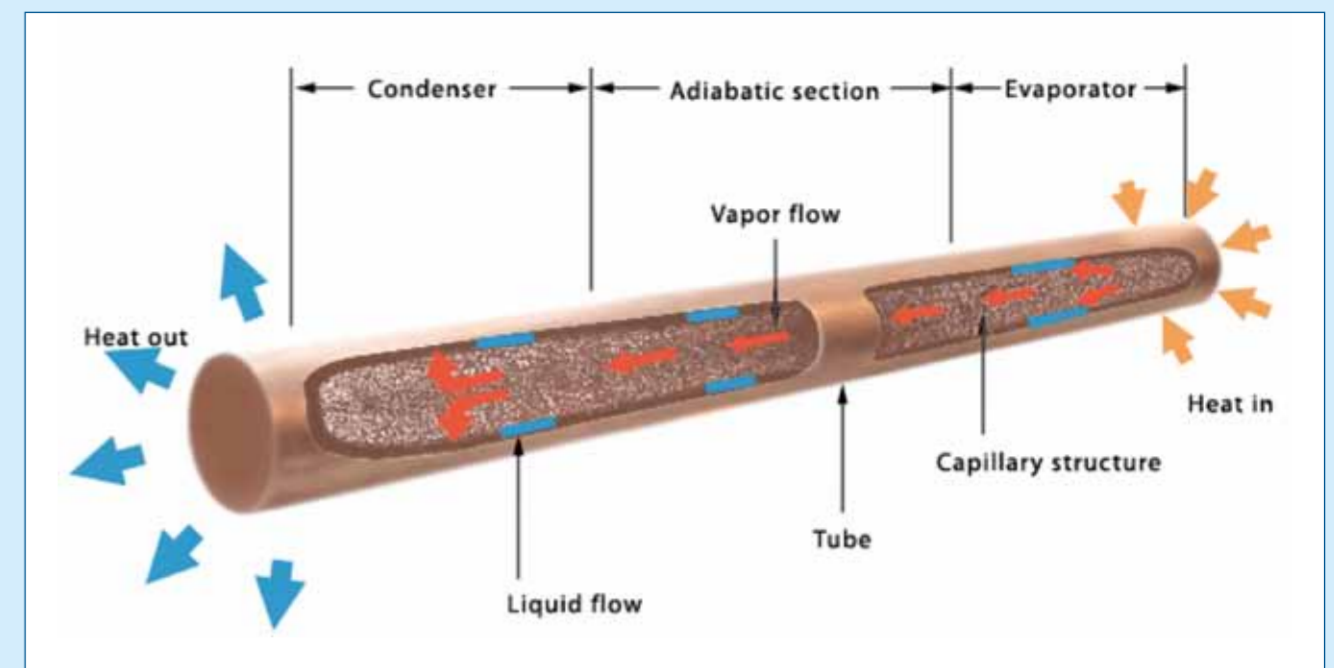
Twee maal in het jaar wordt door TelereX de training heat pipes gegeven. In deze cursus komen de volgende onderwerpen aan bod: Warmteoverdracht, introductie in thermisch ontwerp voor elektronica, heat pipe technologie, fabricage en activatie, systeemintegratie en aanpak van het ontwerp. Deze training is één van de vijf verschillende trainingen die allemaal iets met warmte te maken hebben. Het komende najaar zullen al de vijf trainingen de revue passeren en wel Heat Pipes op 18 september, Infrarood op 25 september, LED Applications op 7 oktober, Basic Thermal op 4 november en Advanced Thermal op 5 november.

Op de beurs Elektrotechniek 2013 is TelereX te vinden op stand 08.E054. Hier geeft men u dan ook graag meer informatie over de toepassing van heat pipes. Ook is TelereX één van de deelnemende bedrijven op het D&E Event op 9 oktober.

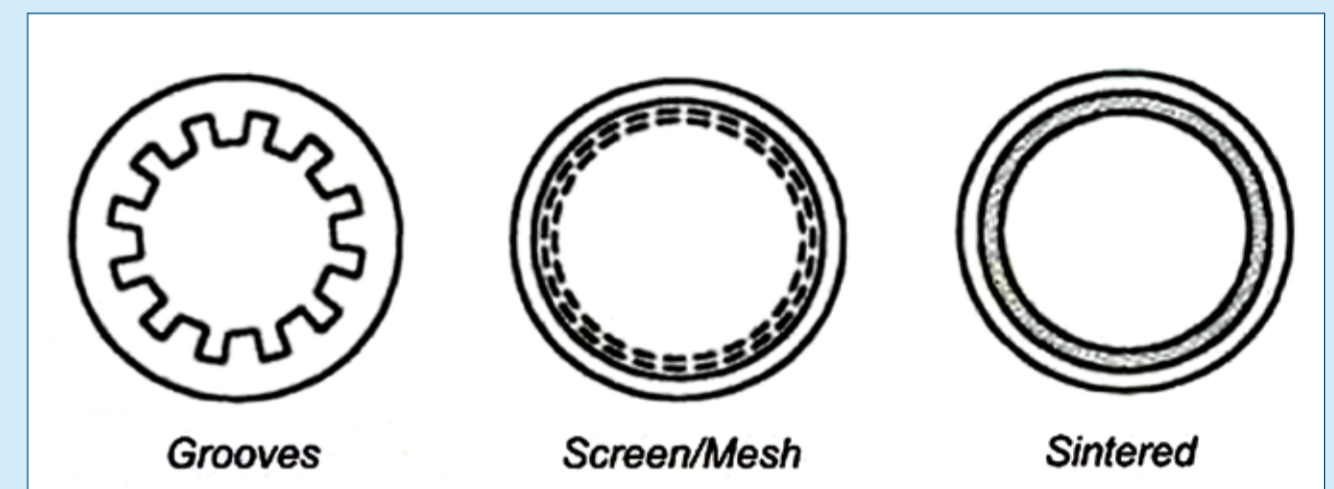
Voor meer informatie zie [www.etotaal.nl/achtergrond](http://www.etotaal.nl/achtergrond).  
Artikel "Maak korte metten met hot spots".

Stand 08.E054

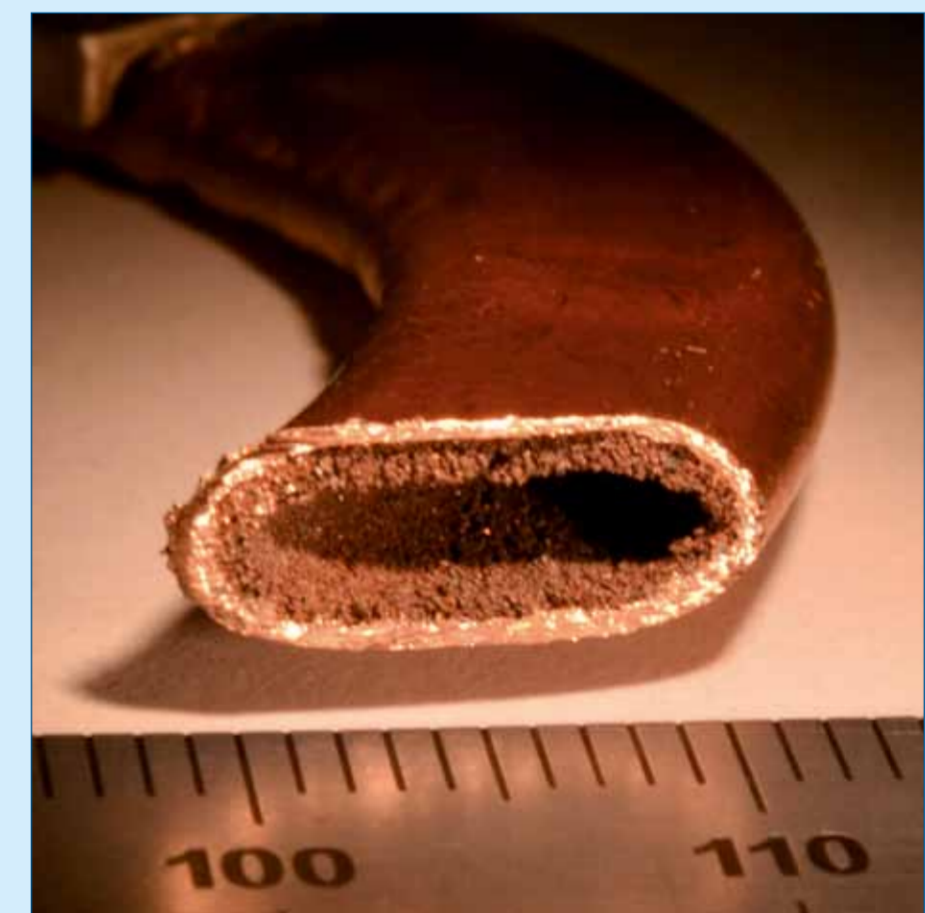
Ewout de Ruiter



Figuur 1. Door verdamping en condensatie wordt de warmte getransporteerd.



Figuur 2. De verschillende uitvoeringen van de capillaire laag.



Figuur 3. De dwarsdoorsnede van een heat pipe uit een laptop.



Figuur 4. De heat pipe inclusief de koelelementen worden veelal als een totale thermische assembly op maat geproduceerd.

## Ultra-miniatur thin-film thermo-electrics Peltiers

Heat pipes zijn niet de enige manier om in een kleine ruimte warmte effectief te verplaatsen. Naast de vloeistofkoelers van Laird technologies voert TelereX nu ook de eTec ultra miniatur Peltier-elementen. Deze nieuwe thermo-elektrische elementen, gebaseerd op thin-film technologie, zijn de nieuwste revolutie voor actieve koeloplossingen. De extreem compacte elementen en de mogelijkheid deze mini-Peltiers modulair als array op te bouwen, bieden een aantal kenmerkende voordelen ten opzichte van de klassieke Peltier technologie zoals een groter warmtetransport, kleinere responstijd en precieze temperatuurcontrole. Bedenk wel dat een Peltier-element energie vraagt. Voor batterijgevoede applicaties zijn ze daardoor minder geschikt dan de heat pipe.

