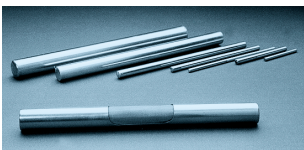


Heatpipes for High Thermal Performance

Heatpipes for Super Thermal Conductivity

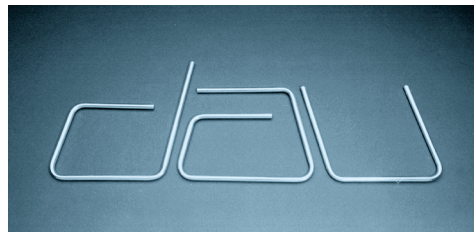
So what is a Heatpipe?

In simple terms a Heatpipe is a super heat conductor, and the device can exhibit a thermal conductivity that is in excess of 100 times better than that of an equivalently sized component made from pure copper. Typically, they take the form of a rod of circular cross section with diameters ranging from 3 to 50 mm, and lengths which may be from only a few centimeters to several metres long. Other sections include rectangular, flattened and also annular Heatpipes with an open centric bore section.



Was ist eine Heatpipe?

Einfach gesagt, eine Heatpipe ist ein ganz spezieller Wärmeleiter, dessen Wärmeleitfähigkeit bis zu 100x besser sein kann, als ein Kupferstab mit gleichen Abmessungen. Üblicherweise werden Heatpipes als Stäbe im Durchmesserbereich von 2 bis 50 mm gefertigt, wobei die Länge von einigen Zentimetern bis zu einigen Metern betragen kann. Rechteckige, flache und auch röhrenförmige Heatpipes sind als Sonderform möglich.

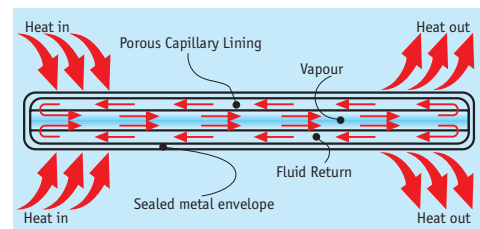


How does a Heatpipe work?

A heatpipe comprises of a sealed evacuated metal envelope containing a porous capillary action wick lining and is charged with a working fluid. The preferred working fluid is usually high purity water or alcohol which exists as a saturated vapour inside the vessel. When heat is applied to any point along the external surface of the heatpipe, the fluid inside the heatpipe evaporates at this point and then condenses again at any other points at fractionally lower temperatures. The working fluid is returned to the evaporator area by capillary forces developed in the capillary wick lining. In so doing, the latent heat capacity of the working fluid is utilised to effect a very efficient energy transfer, with only a very minimal internal thermal resistance.

DAU Super Thermal Conductors are engineered to very exacting standards to achieve superb thermally conductive performance properties. STCs enable large quantities of heat to be transmitted with only very minimal thermal resistance from heat source to suitable engineered heatsinks. Furthermore DAU STCs provide:

- Extremely High Thermal Conduction
- Fast Response to Thermal Loading
- Silent Operation
- Highly Reliable
- No Moving Parts



Wie funktioniert eine Heatpipe?

Eine Heatpipe besteht prinzipiell aus einem vakuumdicht verschlossenem Rohr, dessen Innenseite mit einer Kapillarstruktur versehen ist. Die eingebrachte Arbeitsflüssigkeit (Wasser oder Alkohol) ist infolge des vorherrschenden Vakuums als Sattedampf in der Kapillarstruktur eingelagert. Der Wärmetransport innerhalb der Heatpipe erfolgt durch Verdampfung und Kondensation. Wird Wärmeenergie an einer Stelle der Heatpipe zugeführt, so verdampft die Arbeitsflüssigkeit unter Aufnahme der Energie. Der Dampf strömt nun in Richtung des Temperaturgefälles und kondensiert an den kühleren Stellen der Heatpipe unter Abgabe der Energie. Das Kondensat kehrt durch die Kapillar- und Schwerkraft in die Verdampfungszone zurück.

DAU Super Wärmeleiter werden nach sehr strengen Qualitätsrichtlinien und modernsten Fertigungsverfahren produziert. Dadurch wird sichergestellt, dass ein Höchstmaß an Verlustleistung bei möglichst niedrigem Wärmewiderstand von der Wärmequelle zur wärmeabführenden Stelle (Kühlkörper od. ähnliches) übertragen werden kann. DAU Heatpipes bieten:

- Extrem hohe Wärmeleitfähigkeit
- Schnelle Reaktion
- Absolut stille Arbeitsweise
- Hohe Zuverlässigkeit
- Keine beweglichen Teile

Heatpipes for High Thermal Performance

Basic Design Concepts in the use of Super Thermal Conductors



When deciding upon the appropriate solution for any thermal applications, it becomes immediately important to determine the maximum amount of heat energy to be transmitted or dissipated in terms of Watt. Having quantified this, it is then necessary to determine what are the thermal performance requirements of systems in term of W/°C to effectively manage the energy transfer with an acceptable temperature differential ΔT . In virtually all thermal applications, including those utilising Super Thermal Conductors, good thermal interfaces are essential to minimise the overall system R_{th} (thermal resistance). Therefore the following tables provide the design engineers with as much information as possible about the thermal performance of DAU Super Thermal Conductors.

Table 1 needs to be read in conjunction with tables 2 and 3 and shows STC and STX Series thermal power transmission capabilities.

Power rating of DAU Heatpipes are tested and rated at horizontal working position.

Table 1 shows the typical power transmission in Watts as a function of the diameter and the ΔT between hot and cold side of the heatpipe.

Bei der Suche nach geeigneten Lösungen für thermische Probleme ist es für den Entwickler vor allem wichtig, welche Menge an Energie in Watt abgeführt oder weitergeleitet werden muss. Der nächste Schritt ist dann die Definition der max. zulässigen Temperatur und bzw. des ΔT des Gesamtsystemes. Daraus resultierend ergibt sich nun ein thermischer Widerstand (R_{th}), der nicht überschritten werden darf. In praktisch allen Anwendungen, auch mit Super Wärmeleitern wie DAU Heatpipes, ist es wichtig, dass alle Wärmeübergänge so gering wie möglich gehalten sind. Deshalb soll dem Entwickler mit den folgenden Tabellen und Erklärungen möglichst große Hilfestellung zur Auswahl der richtigen Heatpipe gegeben werden.

Die Tabelle 1 muss in Zusammenhang mit Tabelle 2 und 3 gelesen werden und zeigt die typische Energieübertragungsleistung von DAU STC und STX Heatpipes.

Die Energieübertragung von DAU Heatpipes wird generell in horizontaler Lage getestet. Tabelle 1 zeigt die typ. Energie in Watt, die übertragen werden kann, in Abhängigkeit des Durchmessers und des Temperaturunterschiedes zwischen Kalt- und Warmseite der Heatpipe.

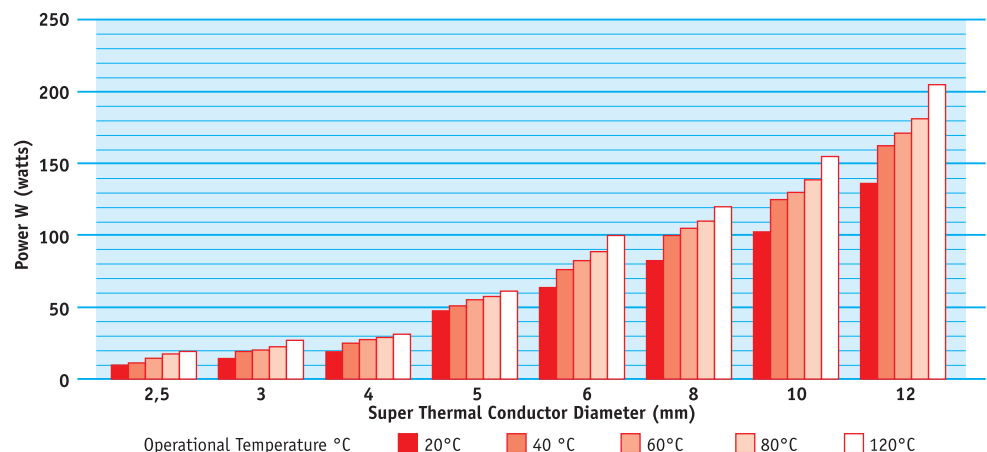


Table 1. Thermal Power transmission of STC and STX Series Heatpipes

Heatpipes for High Thermal Performance

Basic Design Concepts in the use of Super Thermal Conductors



Super Thermal Conductors (Heatpipes) rely upon an effective capillary action between the working fluid and the internal porous lining (wick structure). Gravity has a very important influence on the thermal performance. As can be seen in table 2, gravitational effect can increase the thermal transmission capabilities of an STC or STX Heatpipe to twice that of its maximum thermal transmission capability when operating in a horizontal plane; i.e. with Evaporator section lower than Condenser section. In this orientation, gravity assists the return fluid flow.

In the opposing mode, i.e. Evaporator section high, and driving heat downwards, the capillary action must work against gravitational force.

Table 3 shows the influence in this case, which is entirely dependent upon the static height difference between the Condenser and Evaporator section.

For certain applications, where this effect would cause an unacceptable constraint on a system, DAU can offer also special antigravity Heatpipes (Series SSC and SSX) with special capillary wick structures which have a much reduced sensitivity to effects of gravity.

Super Wärmeleiter (Heatpipes) arbeiten auf Basis der Kapillarwirkung zwischen der Arbeitsflüssigkeit und der eingebrachten Kapillarstruktur. Die Schwerkraft hat dabei einen nicht unwesentlichen Einfluss auf die Leistung von Heatpipes. Wie Tabelle 2 zeigt, kann die Übertragungsleistung um das bis zu Zweifache gesteigert werden, wenn die Heatpipe in senkrechter Stellung eingesetzt wird. Dabei ist jedoch unbedingt zu beachten, dass die Verdampferstelle unten und die Kondenserstelle oben ist. Im umgekehrten Einsatzfall, d.h. wenn die Verdampferstelle oben und die Kondenserstelle unten ist, muß die interne Kapillarstruktur gegen die Schwerkraft arbeiten. Tabelle 3 zeigt die Abhängigkeit der Übertragungsleistung in Abhängigkeit des Höhenunterschiedes zwischen Kondenser- und Verdampferstelle.

Für Anwendungen, wo größere Höhenunterschiede gegen die Schwerkraft notwendig sind, bietet DAU spezielle Antischwerkraft-Heatpipes (Serie SSC und SSX) mit spezieller Kapillarstruktur an.

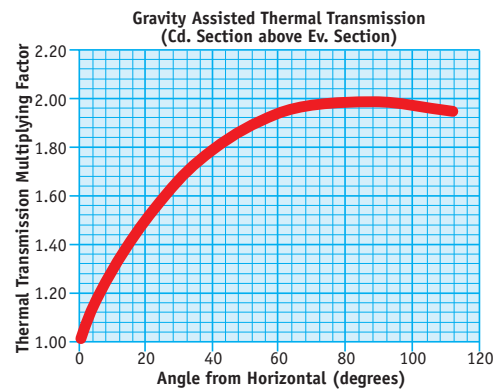


Table 2.

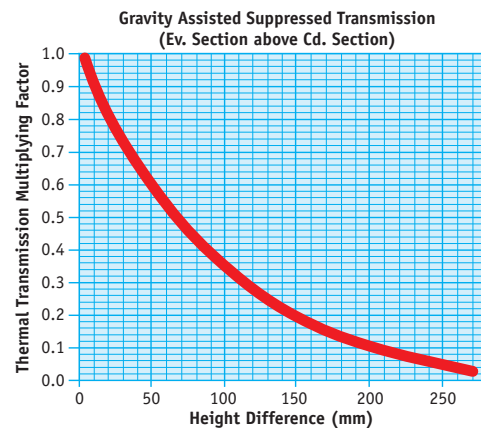
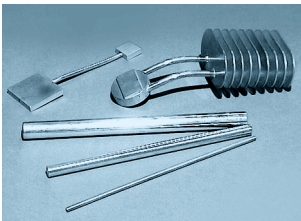
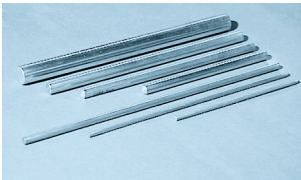


Table 3.



Heatpipes and Systems for High Thermal Performance

Basic Design Concepts in the use of Super Thermal Conductors



As detailed in table 4, the STC and STX series of standard size Super Thermal Conductors are readily available, usually from stock. Intermediate lengths and diameters between the standard sizes are also available upon request.

STC series operate in the temperature range of:
+5°C to +175°C

STX series operate in the temperature range of:
+5°C to +275°C

Both the STC and STX series are designed for optimal linear thermal transmission capability and operate on water vapour.

Tabelle 4 zeigt die verfügbaren Standardgrößen für die Serie STC und STX. Alle angegebenen Abmessungen sind üblicherweise ab Lager verfügbar. Zwischenlängen und andere Durchmesser können auf Anforderung jederzeit gefertigt werden. STC hat einen Arbeitstemperaturbereich von:

+5°C bis +175°C

STX hat einen Arbeitstemperaturbereich von:
+5°C bis +275°C

Sowohl die Serie STC als auch STX sind entwickelt für höchste Wärmeübertragung und arbeiten deshalb mit Wasser als Arbeitsflüssigkeit.

∅/Length mm	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	Länge mm/∅
50	*	*	*	*	*	*	*			50
60	*	*	*	*	*	*	*			60
70	*	*	*	*	*	*	*			70
80	*	*	*	*	*	*	*			80
100	*	*	*	*	*	*	*	*	*	100
125		*	*	*	*	*	*	*	*	125
150			*	*	*	*	*	*	*	150
175			*	*	*	*	*	*	*	175
200			*	*	*	*	*	*	*	200
250						*	*	*	*	250
300								*	*	300
350									*	350
400									*	400

Table 4.

Further available Series:

- SSC – Antigravity Heatpipe
+5 to +175°C
- SSX – Antigravity Heatpipe
+5 to +275°C
- LTSC – Low temperature Heatpipe
-40 to +80°C
- DTX – Super Thermal Conductor for thermal turn-off (Diode type for heat transfer primarily in one direction)
- VCX – Variable Conductive Super Thermal Conductor for self regulation and automatic temperature control
- FPX – Flat profile Super Thermal Conductor and thermal heat spreader
- LPX – Loop Heatpipe

Weitere verfügbare Ausführungen:

- SSC – Antischwerkraft-Heatpipe
+5 bis +175°C
- SSX – Antischwerkraft-Heatpipe
+5 bis +275°C
- LTSC – Niedertemperatur-Heatpipe
-40 bis +80°C
- DTX – Super Wärmeleiter mit Ausschaltverhalten (Dioden-Heatpipe arbeitet hauptsächlich in eine Richtung)
- VCX – Heatpipe mit veränderbarer thermischer Leitfähigkeit – speziell für Regelanwendungen
- FPX – Flache Heatpipe, auch Anwendung als Wärmespreizer
- LXP – Loop Heatpipe