

Ta ledningen över värmeöverföringen

Värmeöverföring kan ske på tre sätt: Som värmeledning, konvektion och strålning. I praktiken förekommer minst två av sätten i ett värmeöverföringsförlopp. I vårt andra avsnitt av artikelserien om värmeöverföring ska vi titta närmare på värmeledningen.

Värmeledning orsakas av en temperaturdifferens inom ett material och sker på mikroskopisk nivå, med atom- och molekylrörelser. Materialet kan vara en fast kropp eller en fluid, alltså vätska eller gas eller en blandning av vätska och gas.

För industriellt bruk är det lämpligt att "undvika atomerna" och välja ett makroskopiskt betraktelsesätt.

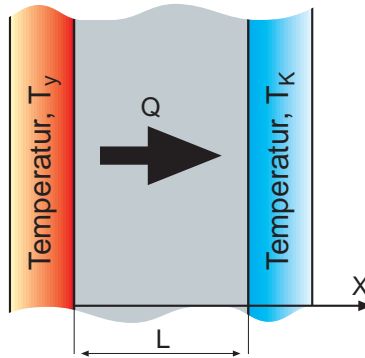
Konvektiv värmeöverföring påverkas av två fenomen; dels värmeledning i fluiden, dels rörelser hos fluiden från ett område till ett annat. Strålning är slutligen energitransport med elektromagnetiska vågor.

Värmekonduktivitet för olika material

Aluminium (duraluminium)	160 W/m K
Aluminium (grundämne)	220
Stål (0.85 % C)	45
Järn (grundämne)	84
Rostfritt stål (18%Cr,8%Ni)	15
Glas (vanligt fönsterglas)	0.93
Furu i fiberriktning	0.35
Furu vinkelrätt fiberriktning	0.14
Glasull (standarddensitet)	0.035
Naturkork	0.11

För värmeledningen i luft och vatten gäller vid normalt lufttryck och olika temperaturer:

Luft (20°C)	0.025 W/m K
Luft (100°C)	0.032
Luft (300°C)	0.045
Vatten (20°C)	0.60
Vatten (60°C)	0.66
Vatten (100°C)	0.68



Figur 1. Värmeflödet mellan plattorna kan beräknas med ekvation 3.

Värmeledning

Låt oss betrakta ett material som befinner sig mellan två stora plattor. Den ena plattan är en värmekälla med konstant temperatur T_v , den andra plattan är kall och benämns värmesänka. Även den har konstant temperatur, T_k . Avståndet mellan de parallella plattorna är L.

Värmen leds från den varma till den kalla plattan. De är mycket stora och förloppet kan betraktas som endimensionellt, $T=T(x)$.

Sambandet som bestämmer värmeledningen per ytenhet, \dot{Q}/A , bestäms av Fouriers värmeledningsekvation:

$$(1) \frac{\dot{Q}}{A} = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x}$$

Koefficienten λ (W/m K) kallas värmekonduktivitet, en materialstorhet som bl a beror på temperaturen. I engelskspråkig litteratur används beteckningen k. Temperaturfördelningen i materialet mellan plattorna i figur 1 kan beräknas ur sambandet:

$$(2) \frac{\dot{Q}}{A} = T_v - (T_v - T_k) \frac{x}{L}$$

Temperaturvariationen visas i figur 2. Värmeledningen mellan plattorna beräknas enligt:

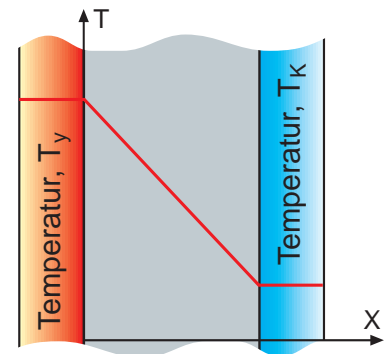
$$(3) \dot{Q} = A\lambda \frac{T_v - T_k}{L}$$

Värmekonduktiviteten varierar normalt med temperaturen. För vissa material och inom begränsade temperaturområden kan man i många fall betrakta värmekonduktiviteten som konstant. Notera att värmekonduktiviteten är olika hos grundämnet och dess legeringar (Se tabellen).

Grundämnet aluminium har exempelvis värmekonduktiviteten 220 W/m K men för legeringen duraluminium gäller 160 W/m K. Samma förhållande gäller för de flesta ämnen och deras legeringar, exempelvis rent järn och stål.

Man kan också notera att i glasull ($\lambda=0.035$ W/m K) är det luften ($\lambda=0.025$ W/m K) och inte glasfibrerna ($\lambda=0.93$ W/m K) som åstadkommer det låga värdet på värmekonduktiviteten och därmed gör glasull lämpad som isolermaterial.

Förutom värmeledning i den inneslutna luften och i glasfibrerna sker en viss värmetransport genom konvektion och strålning. Konvektionens inverkan avtar starkt vid ökande packningstäthet och detta gäller även strålningen.



Figur 2. Temperaturfördelningen i materialet mellan värmekällan och värmesänka kan beräknas med ekvation 2.

Värmeöverföring (2)

Det här är andra avsnittet i en artikelserie om värmeöverföring, den enskilt viktigaste faktorn bakom säker och noggrann temperaturmätning. Författare är Dan Loyd, professor i mekanisk värmteori och strömningslära vid Linköpings tekniska högskola.