

Känsliga öron indikerar konvektion (3)

I ett normalt värmeöverföringsproblem förekommer samtidigt alla tre mekanismerna för värmeöverföring - värmeledning, konvektion och strålning. I tidigare artiklar har vi behandlat värmeledning. Nu är det dags för konvektion, där vi människor är utrustade med väl fungerande sensorer - som finns i t ex öronen, berättar professor Dan Loyd i fortsättningen av vår artikelserie om värmeöverföring.

Konvektiv värmeöverföring

Den konvektiva värmeöverföringen i en fluid, dvs en vätska eller gas, påverkas av två fenomen - rörelser hos fluiden från ett temperaturområde till ett annat och värmeledning i fluiden till följd av temperaturdifferenser. Det första fenomenet, som är helt dominerande, har makroskopisk karaktär och det senare är ett transportfenomen på molekylnivå.

Naturlig konvektion

Om en uppvärmd platta befinner sig i en fluid kommer värme att överföras från plattan till den omgivande fluiden genom konvektion. Värmeöverföringen från plattan sker också genom strålning till de väggar som omger fluiden och i vissa fall även direkt till fluiden. I denna artikel diskuterar vi huvudsakligen den konvektiva värmeöverföringen och behandlar strålningen i ett kommande avsnitt.

I figur 1 värmer den varma plattan upp luften alldeles intill plattan genom värmeledning. Temperaturskillnaden i luften resulterar i en densitetsskillnad, vilket i sin tur leder till en uppåtgående luftrörelse och därmed en energitransport. Denna värmeöverföringsmekanism benämns *naturlig konvektion*. Fenomenet kallas också *fri konvektion* eller *egenkonvektion*. Alla benämningarna är ungefär lika vanliga. En större temperaturdifferens ger en större densitetsskillnad, vilken leder till högre strömingshastighet och därmed ett större värmeflöde.

Påtvingad konvektion

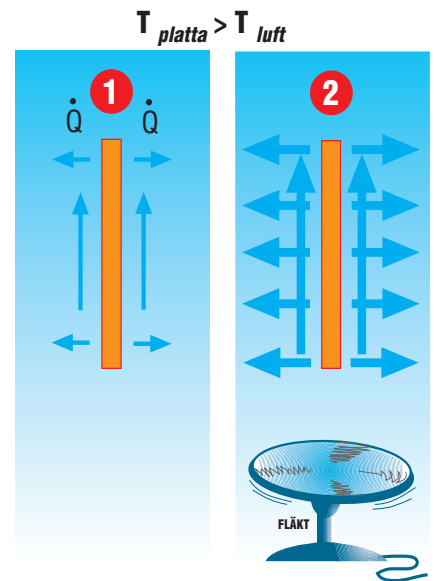
Om vi på något sätt, exempelvis med en fläkt, transporterar luften förbi plattan kallas mekanismen *påtvingad konvektion*, se figur 2. Värmeflödet från plattan är större vid påtvingad konvektion än vid egenkonvektion om plattans temperatur respektive fluidtemperaturen är samma i de båda fallen.

Att påtvingad konvektion ger större värmeöverföring än egenkonvektion överensstämmer med vår erfarenhet. Om vi till exempel står stilla i nollgradig luft känns det inte speciellt kallt om öronen - egenkonvektion. Här kan öronen betraktas som "kylflänsar" som sticker ut från huvudet. Om vi däremot vid samma tillfälle åker cykel med god fart känns det ganska kallt om öronen - påtvingad konvektion. Lufttemperaturen är givetvis densamma i båda fallen, men värmeflödet från öronen till luften är större i det senare fallet och detta resulterar i att vi fryser om öronen, eftersom de blir kallare.

Vad påverkar konvektionen?

Konvektionen beror således av kroppens geometri, strömingshastigheten runt kroppen och temperaturdifferensen mellan kroppen och den omgivande fluiden. Det konvektiva värmeflödet beror även av fluidens egenskaper. Om vi håller handen stilla i luft av 15 °C och det är vindstilla, tycker vi inte att det är speciellt kallt. Stoppar vi däremot ner handen i stillastående vatten av 15 °C börjar vi snart att frysa. Fluidtemperaturen och fluidens hastighet är samma i båda fallen, men fluiderna har olika egenskaper, vilket resulterar i att värmeflödet till vatten är större än till luft.

Uppdelningen i naturlig respektive påtvingad konvektion är både praktisk och enkel, men i verkligheten finns det tyvärr ingen skarp gräns. Vid exempelvis låga strömingshastigheter kan man säga att det råder både naturlig och påtvingad konvektion. Beräkningsmässigt utgör givetvis detta en svårighet.



Luften och plattorna har konstanta temperaturer. När luften sätts i rörelse, som i fig 2 av en fläkt, ökar konvektionen och därmed värmeavgivningen.

Värmeövergångskoefficient

För att bestämma det konvektiva värmeflödet \dot{Q} från plattan i figurerna 1 och 2 kan man för praktiskt bruk använda sambandet nedan

$$\dot{Q} = A \alpha (T_{platta} - T_{fluid}) \quad [W]$$

där, A är plattans värmeöverförande area [m^2] och α är värmeövergångskoefficienten [$W/m^2 K$]. I engelskspråkig litteratur betecknas värmeövergångskoefficienten ofta med bokstaven h . T_{platta} är plattans ytemperatur och T_{fluid} är den omgivande fluidens temperatur [$^{\circ}C$]. Båda temperaturerna förutsätts här vara konstanta, vilket tyvärr sällan är uppfyllt i verkligheten. Normalt använder man därför medelvärden för temperaturena och för värmeövergångskoefficienten. Man bör speciellt notera att α inte är en konstant.