



Duurzame technische coatings sL

Technische gegevens

## Thermische isolatie

Thermische isolatie is het vermogen van materialen om de doorgang van warmte tegen te gaan door geleiding er doorheen. Het wordt beoordeeld op basis van de thermische weerstand die ze hebben. De meting van de thermische weerstand, oftewel het vermogen om thermisch te isoleren, wordt in het International System of Units (SI) uitgedrukt in  $m^2 \cdot K/W$  (vierkante meter en Kelvin per watt).

Het wordt beschouwd als een thermisch isolatiemateriaal wanneer de thermische geleidbaarheidscoëfficiënt:  $\gamma$  kleiner is dan  $\gamma < 0,10 W/m^2 K$  gemeten bij  $20^\circ C$  (verplicht) of, in het oude technische systeem, 0,085

kcal /  $m^2 \cdot ^\circ C$  De thermische weerstand geleidbaarheid is omgekeerd evenredig met thermische geleidbaarheid.

Alle materialen zijn in meer of mindere mate bestand tegen de doorgang van warmte. Sommige zijn erg schaars, zoals metalen, en daarom zouden ze goede geleiders zijn; Bouwmaterialen (pleisters, bakstenen, mortels) hebben een gemiddelde weerstand. De materialen die een hoge weerstand bieden, zijn dat wel

zogenoemde specifieke thermische isolatoren of, eenvoudiger gezegd, thermische isolatoren.

Voorbeelden van deze specifieke thermische isolatoren zijn minerale wol (steenwol en glaswol), plastic schuim afgeleid van aardolie (geëxpandeerd polystyreen, geëxpandeerd polyethyleen, PUR, geïnjecteerd polyurethaan, gerecycled zoals cellulose-isolatoren uit oud papier en schapenwol), groenten (stro oa houtkrullen, stobalen, natuurlijke kurk, enz.); Wanneer er een "gat" ontstaat in de isolatie (of verlies van continuïteit), veroorzaakt door een zeer geleidend materiaal zonder dat het goed geïsoleerd is, of een fysiek gat, spreken we van van een koudebrug. Deze koudebruggen kunnen ook aanwezig zijn in de voegen van het isolatiemateriaal, als deze niet doorlopend zijn, of niet correct geplaatst zijn, komen ze meestal voor in de omgeving van deuren en ramen (voornamelijk in hun kozijnen).

## Thermische geleidbaarheid

Thermische geleidbaarheid is een fysieke eigenschap van materialen die het vermogen meet om warmte te geleiden. Met andere woorden, thermische geleidbaarheid is ook het vermogen van een stof om de kinetische energie van zijn moleculen over te dragen aan andere aangrenzende moleculen of aan stoffen waarmee hij in contact staat. In het Internationale Systeem van Eenheden wordt de thermische geleidbaarheid gemeten in  $W/(K \cdot m)$  (equivalent aan  $J/(m \cdot s \cdot K)$ )

Thermische geleidbaarheid is een intensieve grootte. De omgekeerde grootte is de thermische weerstand, het vermogen van materialen om de doorgang van warmte tegen te gaan. Voor een isotroop materiaal is de thermische geleidbaarheid een scalar ( $k$  in de Verenigde Staten), gedefinieerd als:

$$\lambda = \frac{\dot{q}}{|\nabla T|}$$

Waar:

$\dot{q}$ , is de warmtestroom (per tijdseenheid en oppervlakte-eenheid).  
 $\nabla T$ , is de temperatuurgradiënt.

Een thermische geleidbaarheid van 1 watt per meter en Kelvin geeft aan dat een hoeveelheid warmte van één joule (J) door thermische geleiding door een materiaal reist:

- Over 1 seconde,
- Voor een oppervlakte van  $1 m^2$
- Voor een dikte van 1 m,
- Wanneer het temperatuurverschil tussen de twee vlakken 1 K is.

Hoe hoger de thermische geleidbaarheid, hoe beter een materiaal warmte geleidt. Hoe kleiner het is, hoe beter het materiaal isoleert. Koper heeft bijvoorbeeld een geleidbaarheid van 380 watt per Kelvin per meter en is ruim 10.000 keer een betere warmtegeleider dan polyurethaan (0,035 watt per Kelvin per meter).



## Thermische geleidbaarheid van materialen

Thermische geleidbaarheid is een eigenschap van materialen die het vermogen beoordeelt om er warmte doorheen te sturen. Het bevat een hoog gehalte aan metalen en, in het algemeen, aan continue lichamen, een laag gehalte aan polymeren, en een zeer laag gehalte aan bepaalde speciale materialen, zoals glasvezel, die daarom thermische isolatoren worden genoemd. Om thermische geleiding te laten bestaan, is een stof vereist, daarom is deze nul in het ideale vacuüm, en zeer laag in omgevingen waar een laag vacuüm wordt toegepast.

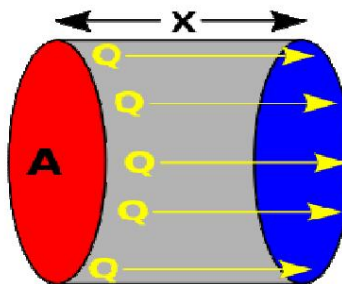
De thermische geleidbaarheidscoëfficiënt ( $\lambda$ ) karakteriseert de hoeveelheid warmte die nodig is per m<sup>2</sup>, zodat het passeren van 1 m homogeen materiaal gedurende een tijdseenheid een temperatuurverschil van 1 °C tussen de twee zijden verkrijgt. Het is een intrinsieke eigenschap van elk materiaal die varieert afhankelijk van de temperatuur waarbij de meting wordt uitgevoerd. Daarom worden metingen meestal bij 300 K uitgevoerd om sommige elementen met andere te kunnen vergelijken. Wanneer het element niet homogeen is, maar de heterogeniteit ervan uniform verdeeld is, zoals een bakstenen muur met mortelvoegen, wordt in het laboratorium een bruikbare  $\lambda$ , een gewogen gemiddelde van de coëfficiënten van elk materiaal, verkregen.

Het is een moleculair mechanisme van warmteoverdracht dat plaatsvindt door de excitatie van moleculen. Het komt voor in alle toestanden van materie, maar overheerst in vaste stoffen.

De onderstaande tabel heeft betrekking op het vermogen van bepaalde materialen om warmte over te brengen.

Thermische geleidbaarheid van verschillende materialen in W/(K·m)					
Materiaal $\lambda$		Materiaal	$\lambda$	Materiaal	$\lambda$
Staal 47-58		Kurk	0,03-0,04	Kwik	83,7
Water	0,58	Tin	64,0	Mica	0,35
Lucht	0,02	Glasvezel	0,03-0,07	nikkel	52,3
Alcohol	0,16	Glycerine	0,29	Goud	308,2
Alpaca	29,1	Ijzer	80,2	Paraffine	0,21
Aluminium	237	Baksteen	0,80	Zilver	406,1-418,7
Asbest	0,04	Vuurvaste baksteen	0,47-1,05	Lood	35,0
Brons	116-186	Messing	81-116	Glas	0,6-1,0
Zink	106-140	Lithium	301,2	Koper	372,1-385,2
Hout	0,13	nat land	0,8	Diamant	2300
Titanium	21,9				

## warmtegeleiding



Het tweede principe van de thermodynamica bepaalt dat warmte alleen van een heter lichaam naar een kouder lichaam kan stromen; de wet van Fourier legt op kwantitatieve wijze de relatie vast tussen de stroming en de ruimtelijke en temporele temperatuurschommelingen.



Duurzame technische coatings sl

Technische gegevens

Warmtegeleiding of warmteoverdracht door geleiding is een warmteoverdrachtsproces gebaseerd op de direct contact tussen lichamen, zonder uitwisseling van materie, waarbij warmte stroomt van een lichaam met een hogere temperatuur naar een ander met een lagere temperatuur dat in contact staat met het eerste. De fysieke eigenschap van materialen die hun vermogen om warmte te geleiden bepaalt, is thermische geleidbaarheid. De omgekeerde eigenschap van thermische geleidbaarheid is thermische weerstand, het vermogen van materialen om de doorgang van warmte tegen te gaan. De overdracht van warmte door geleiding, tussen twee lichamen of tussen verschillende delen van een lichaam, is de uitwisseling van interne energie, die een combinatie is van de kinetische energie en potentiële energie van de microscopisch kleine deeltjes: moleculen, atomen en elektronen. De thermische geleidbaarheid van materie hangt af van de microscopische structuur: in een vloeistof is dit voornamelijk te wijten aan willekeurige botsingen van moleculen; in een vaste stof hangt het af van de uitwisseling van vrije elektronen (voornamelijk in metalen) of de trillingsmodi van zijn microscopisch kleine deeltjes (dominant in niet-metalen materialen).

Voor het vereenvoudigde geval van een gestage warmtestroom in één richting is de overgedragen warmte evenredig met het gebied loodrecht op de warmtestroom, met de geleidbaarheid van het materiaal en met het temperatuurverschil, en is omgekeerd evenredig met de dikte: [2]

$$\frac{Q}{\Delta t} = \frac{kA}{x}(T_1 - T_2)$$

Waar:

$$\frac{Q}{\Delta t}$$

is de warmte die per tijdseenheid wordt

overgedragen. (of) is de thermische geleidbaarheid.

$A$  is het gebied van het contactoppervlak.

$(T_1 - T_2)$  Het is het temperatuurverschil tussen de warme en koude bron. is

$x$  de dikte van het materiaal.

## warmteoverdracht

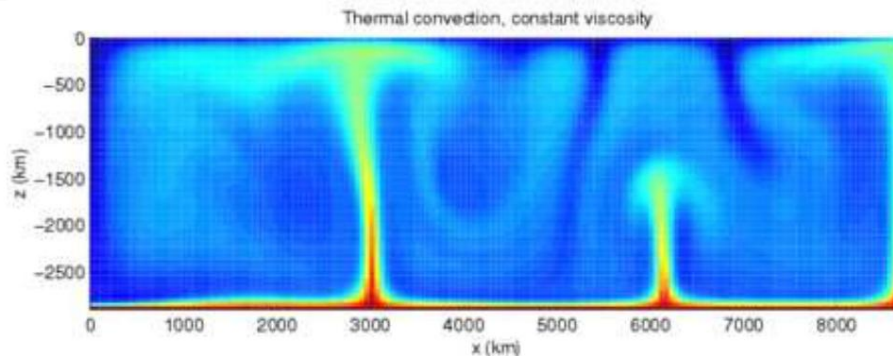


Een gloeiend hete staaf draagt warmte voornamelijk over aan de omgeving door thermische straling en in mindere mate door convectie, aangezien de overdracht door straling  $\propto T^4$  en convectie  $\propto T$ .

Warmteoverdracht is de overdracht van thermische energie van een lichaam met een hogere temperatuur naar een ander lichaam met een lagere temperatuur. Wanneer een lichaam, bijvoorbeeld een vast voorwerp of een vloeistof, een andere temperatuur heeft dan zijn omgeving of een ander lichaam, vindt de overdracht van thermische energie, ook wel warmteoverdracht of warmte-uitwisseling genoemd, plaats op een zodanige wijze dat het lichaam en zijn omgeving thermisch evenwicht bereiken. Warmteoverdracht vindt altijd plaats van een heter lichaam naar een kouder lichaam, als gevolg van de tweede wet van de thermodynamica. Wanneer er een temperatuurverschil is tussen twee objecten die zich dicht bij elkaar bevinden, kan de warmteoverdracht niet worden gestopt; Het kan alleen langzamer worden gemaakt.



## Overdrachtsmodi



Afbeelding genomen uit een berekening van de convectie in de aardmantel. Roodachtige kleuren vertegenwoordigen warmere gebieden en blauwere kleuren vertegenwoordigen koudere gebieden.



Concentratie van warmte uitgestraald door de zon, door optische procedures.

Overdrachtsmodi zijn verschillende warmtetransportprocessen, gewoonlijk gegroepeerd in drie typen, afhankelijk van of er ook sprake is van overdracht of niet-overdracht van materie (of fotonen), zoals de volgende:

- **Geleiding:** het is de overdracht van warmte die plaatsvindt via een stationair medium vast - wanneer er een temperatuurverschil is.

- **Convectie:** Het wordt gekenmerkt omdat het wordt geproduceerd door middel van een vloeistof (vloeistof of gas) die warmte transporteert tussen gebieden met verschillende temperaturen. Convectie vindt alleen plaats door vloeibare materialen. Wat zelf convectie wordt genoemd, is het transport van warmte door de beweging van de vloeistof, bijvoorbeeld: door de vloeistof over te brengen via pompen of door water te verwarmen in een pan, die in contact staat met de bodem van de pan. De pan beweegt naar boven, terwijl de water op het oppervlak daalt naar beneden en bezet de plaats die is achtergelaten door de hete pan.

- **Straling:** kan worden toegeschreven aan veranderingen in de elektronische configuraties van de samenstellende atomen of moleculen. Bij afwezigheid van een medium vindt er netto warmteoverdracht plaats door straling tussen twee oppervlakken met verschillende temperaturen, omdat alle oppervlakken met eindige temperaturen energie uitstralen in de vorm van elektromagnetische golven.[1]



## Isolatie- en stralingsbarrières

Thermische isolatoren zijn materialen die specifiek zijn ontworpen om de warmtestroom te verminderen door geleiding, convectie of beide te beperken. Stralingsbarrières zijn materialen die straling reflecteren, waardoor de warmtestroom uit bronnen van thermische straling wordt verminderd. Goede isolatoren zijn niet noodzakelijkerwijs goede stralingsbarrières, en omgekeerd.

Metalen zijn bijvoorbeeld uitstekende reflectoren, maar zeer slechte isolatoren.

De effectiviteit van een isolator wordt aangegeven door zijn weerstand (R). De weerstand van een materiaal is het omgekeerde van de thermische geleidbaarheidscoëfficiënt ( $k$ ) vermenigvuldigd met de dikte ( $d$ ) van de isolator. De eenheden voor weerstand staan in het internationale eenhedenstelsel: (K·m<sup>2</sup>/W).

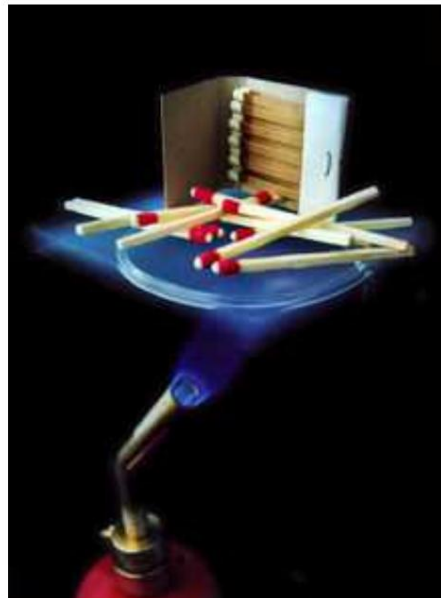
$$R = \frac{d}{k}, \quad C = \frac{1}{m} \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

Stijve glasvezel, een veelgebruikt isolatiemateriaal, heeft een R-waarde van 4 per inch, terwijl cement, een slechte geleider, een waarde heeft van 0,08 per inch.[2]

De effectiviteit van een stralingsbarrière wordt aangegeven door de reflectiviteit ervan, die een fractie is van de gereflecteerde straling.

Een materiaal met een hoge reflectiviteit (bij een golflengte) heeft een laag absorptievermogen en dus een lage emissiviteit. Een ideale reflector heeft een reflectiviteitscoëfficiënt gelijk aan 1, wat betekent dat hij 100% van de binnenkomende straling reflecteert. Aan de andere kant, in het geval van een zwart lichaam, dat een uitstekend absorptievermogen en emissievermogen van thermische straling heeft, is de reflectiviteitscoëfficiënt bijna 0. Stralingsbarrières hebben een grote toepassing in de lucht- en ruimtevaarttechniek; De overgrote meerderheid van de satellieten maakt gebruik van verschillende gealuminiseerde isolatielagen die zonlicht reflecteren, waardoor de warmteoverdracht wordt verminderd en de temperatuur van de satelliet wordt geregeld.

## Thermische transmissie



Aerogels hebben een zeer lage thermische transmissie.

Thermische transmissie (U, maar op sommige plaatsen ook wel U-waarde genoemd) is de maatstaf

van de warmte die per tijdseenheid en oppervlakte stroomt, overgedragen door een bouwsysteem, gevormd door a



Duurzame technische coatings sL

Technische gegevens

of meer materiaallagen, met planparallele vlakken, wanneer er een temperatuurgradiënt van  $1^{\circ}\text{C}$  (1 K) temperatuur is tussen de twee omgevingen die het scheidt.[1]

In het Internationale Systeem wordt dit gemeten in eenheden  $\text{W/m}^2\text{K}$  of in  $\text{W/m}^2\text{C}$ . De waarde ervan omvat thermische weerstand oppervlak van de vlakken van het constructie-element, dat wil zeggen dat het de warmteoverdrachts capaciteit van een element weerspiegelt constructie in zijn werkelijke positie in het gebouw. Hoe lager de U-waarde, hoe kleiner de energieoverdracht tussen de twee gezichten, en dus beter de isolatiecapaciteiten van het constructie-element. In het geval van ramen hangt het af van de profiel en glasisolatie niveau.

## thermische straling

Thermische straling of warmtestraling is de straling die een lichaam uitzendt vanwege zijn temperatuur. Alle lichamen zenden elektromagnetische straling uit, waarvan de intensiteit afhankelijk is van de temperatuur en de beschouwde golflengte. Met betrekking tot warmteoverdracht is de relevante straling de straling die zich in het golflengtebereik van  $0,1 \mu\text{m}$  tot  $1000 \mu\text{m}$  bevindt en dus het infrarode gebied van het elektromagnetische spectrum bestrijkt.

Materie in gecondenseerde toestand (vast of vloeibaar) zendt een continu spectrum van straling uit. De golffrequentie die wordt uitgezonden door thermische straling is een waarschijnlijkheidsdichtheidsfunctie die alleen afhankelijk is van de temperatuur.

Zwarte lichamen zenden thermische straling uit met hetzelfde spectrum dat overeenkomt met hun temperatuur, ongeacht de details van hun samenstelling. Voor het geval van een zwart lichaam wordt de waarschijnlijkheidsdichtheidsfunctie van de uitgezonden golffrequentie gegeven door de wet van Planck over thermische straling, de wet van Wien geeft de meest waarschijnlijke uitgezonden stralingsfrequentie, en de wet van Stefan-Boltzmann geeft de totale energie die wordt uitgezonden per eenheid van straling. tijd en emitterend oppervlak (deze energie hangt af van de vierde macht van de absolute temperatuur).

Bij kamertemperatuur zien we lichamen aan het licht dat ze reflecteren, omdat ze zelf geen licht uitstralen. Als er geen licht op schijnt, als ze niet verlicht zijn, kunnen we ze niet zien. Bij hogere temperaturen zien we lichamen vanwege het licht dat ze uitstralen, omdat ze in dit geval zelf lichtgevend zijn. Het is dus mogelijk om de temperatuur van een lichaam te bepalen op basis van zijn kleur, aangezien een lichaam dat licht kan uitzenden een hoge temperatuur heeft.

De relatie tussen de temperatuur van een lichaam en het frequentiespectrum van de uitgezonden straling wordt gebruikt in pyrometers .

Voorbeelden

Infraroodstraling van een gewone huishoudelijke radiator of elektrische verwarming is een voorbeeld van thermische straling.

Het licht dat wordt uitgestraald door een gloeilamp. Thermische straling ontstaat wanneer warmte afkomstig van de beweging van geladen deeltjes binnen atomen wordt omgezet in elektromagnetische straling.

De toepassing van de wet van Planck op de zon met een oppervlaktetemperatuur van ongeveer 6000 K leidt ons tot het feit dat 99% van de uitgezonden straling zich tussen golflengten van  $0,15 \mu\text{m}$  van de wet van Wien bevindt, die optreedt bij  $0,475 \mu\text{m}$ . Aangezien  $1 \text{ \AA} \approx 10^{-10} \text{ m} \approx 10^{-4} \mu\text{m}$  blijkt dat de zon straling uitzendt in een bereik van  $1500 \text{ \AA}$  tot  $40.000 \text{ \AA}$  en het maximum ligt bij  $4750 \text{ \AA}$ . Zichtbaar licht strekt zich uit van  $4000 \text{ \AA}$  tot  $7400 \text{ \AA}$ . Ultraviolette straling of korte golven zouden variëren van  $1500 \text{ \AA}$  tot  $4000 \text{ \AA}$  en infraroodstraling of thermische straling of lange golven zouden variëren van  $0,74 \mu\text{m}$  tot  $4 \mu\text{m}$ .

Soorten straling:

- Radiostraling
- Microgolfstraling
- Infraroodstraling

Duurzame Technische Coatings SL

Poligono Ind. El Torte C/Alfareros nº9 41710 Utrera (Sevilla) Tf. 955 27 01 07 - 639 68 68 87 www.rts-spain.com/info@rts-spain.com



Duurzame technische coatings sL

Technische gegevens

- Zichtbare straling
- Ultraviolette straling
- X-straling
- Gammastraling (zendt de meeste energie uit en is het gevaarlijkst)

De toepassing van de wet van Planck op de aarde met een oppervlaktetemperatuur van ongeveer 288 K (15 °C) leidt ons tot het feit dat 99% van de uitgezonden straling zich tussen de golflengten 3 (micrometer of micron) en 80 micron bevindt en dat het maximum ervan optreedt bij 10 micron. De stratosfeer van de aarde met een temperatuur tussen 210 en 220 K straalt tussen 4 en 120 micron uit met een maximum van 14,5 micron. Daarom zendt de aarde alleen infrarood- of thermische straling uit .