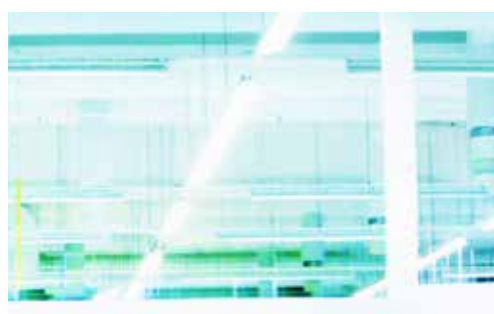


Skydd mot energiförluster

Den fördel som tekniska isoleringsmaterial ger när det gäller pålitligheten för drift av mekanisk utrustning syns ofta inte. Men ändå uppfyller de många viktiga funktioner: ökad energieffektivitet för utrustningen, skydd mot kondensvatten, skydd mot korrosion, minskat bullerutsläpp och de håller den industriella utrustningen igång.

www.armacell.se



Isolering ökar effektiviteten hos mekanisk utrustning



armacell[®]

MAKING A DIFFERENCE AROUND THE WORLD



VARFÖR BEHÖVER TEKNISK UTRUSTNING ISOLERAS?

Den fördel som tekniska isoleringsmaterial ger när det gäller pålitligheten för drift av mekanisk utrustning syns ofta inte. Men ändå uppfyller de många viktiga funktioner: ökad energieffektivitet för utrustningen, skydd mot kondensvattnen, skydd mot korrosion, minskat bullerutsläpp och de håller den industriella utrustningen igång. Vikten av ett isoleringssystem märks ofta enbart när det inte fungerar: is på rör och fukt i undertak tak till följd av att kondensvat-

ten bildats på utrustningen, avbrott i industriella processer som leder till kostsamt underhållsarbete och driftstopp eller snabbt ökande energiförbrukning, för att bara nämna några exempel. Enligt en studie som utförts av ExxonMobil Chemical, är 40 till 60 % av kostnaderna för underhållsarbete på rör ett resultat av korrosion under isoleringen (corrosion under the insulation (CUI)). Huvudorsaken är fuktig isolering som inte märks.



Det sista man vill ha: kondensvatten som droppar från taket

Inom isoleringsteknologi gör man skillnad mellan isolering av byggnadsskalet och isolering av teknisk utrustning (dvs. rörsystem och HVAC-utrustning). Byggnadsskalet är värmeisolerat för att minimera hur mycket uppvärmda byggnader kyls ner eller kylde byggnader värms upp samt för att tillhandahålla ett behagligt klimat inomhus. Installationsteknikutrustningen är värmeisolerad för att garantera att den fungerar korrekt och för att minska energiförbrukningen. Så, rent allmänt, ökar skydd mot förlust av värme eller kyla inte bara energieffektiviteten, utan säkerställer även pålitlig drift under lång tid för utrustningen.

Medan huvudmålet vid isolering av uppvärmnings- och varmvattenrör är att spara energi, så kräver även kalla system (såsom kylvattenrör i luftkonditioneringssystem eller sugledningar i kommersiella frysar) skydd mot kondensvatten och således också mot korrosion. Samtidigt minskar isoleringen även prestandaförluster i kalla applikationer. Industriell utrustning isoleras för att stabilisera produktionsprocesserna (dvs. att bibehålla de föreskrivna drifttemperaturerna), för att öka utrustningens effektivitet och på så vis minska kostnaderna. Dessutom skyddar isoleringen utrustningen mot mekanisk påverkan, ger pålitlighet under lång tid och ökar utrustningens livslängd genom reduktion av driftcykler. Den bidrar till exempel till att öka säkerhet på arbetsplatsen genom att kontakttemperaturen på högtemperaturutrustning blir lägre. Dessutom ger teknisk isolering akustiskt skydd genom att bullret från installationer minskas och inomhusklimatet förbättras. Isoleringmaterial måste uppfylla relevanta brandskyddskrav, vara enkla att installera även under svåra arbetsförhållanden och – beroende på applikationsytan – vara mycket resistent mot kemiska ämnen och vara fysiologiskt säkra.

Här följer en detaljerad presentation om centrala krav för isoleringsmaterial och viktiga fysiska egenskaper.

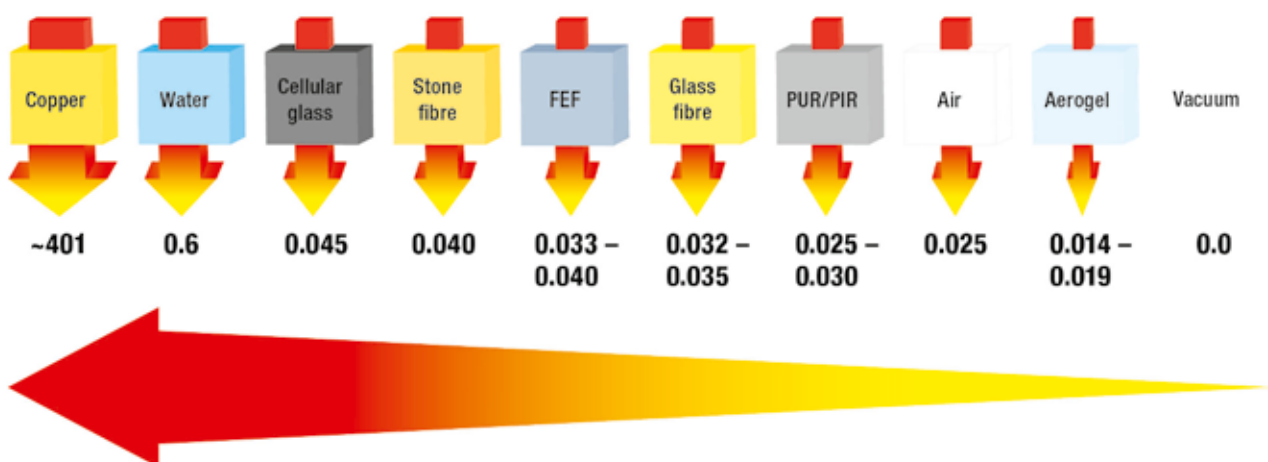
MINSKNING AV ENERGIFÖRLUSTER

Tekniska isoleringsmaterial minimerar energiförluster, dvs. förlust av värme eller kyla. Värme överförs genom värmeledning, konvektion och strålning. Den viktigaste fysiska egenskapen för bedömning av isoleringsmaterial är värmeledningsförmågan.

Värmeledningsförmåga

Värmeledningsförmågan är den mängd värme som flödar genom 1 m² av ett 1 m tjockt lager av substans på en sekund när temperaturskillnaden mellan de två ytorna är 1 K. Ju lägre värmeledningsförmåga, desto bättre isoleringsegenskaper har materialet och desto lägre blir energiförlusten. Enheten för värmeledningsförmåga är watt per meter och per kelvin [W/(m · K)]; symbolen är den grekiska bokstaven lambda (λ). Värmeledningsförmågan är en temperaturberoende materialkonstant, dvs. den ökar (något) när temperaturen stiger. Av denna anledning anger pålitliga isoler-

ingstillverkare alltid värmeledningsförmågan på sina produkter tillsammans med ledningstemperaturen. Detta skrivs vanligtvis som ett index, dvs. för AF/ Armaflex: $\lambda 0\text{ }^{\circ}\text{C} \leq 0,033\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$. Flexibla elastomeriska isoleringsmaterial (FEFs) har mycket goda isoleringsegenskaper. Beroende på typ av elastomer, så är värmeledningsförmågan mellan 0,033 och 0,040 W/(m · K) vid en ledningstemperatur på 0 °C. Om ett visst värme flöde krävs (dvs. inte får överskridas) kan man göra utrymmesbesparingar genom att variera isoleringens tjocklek.

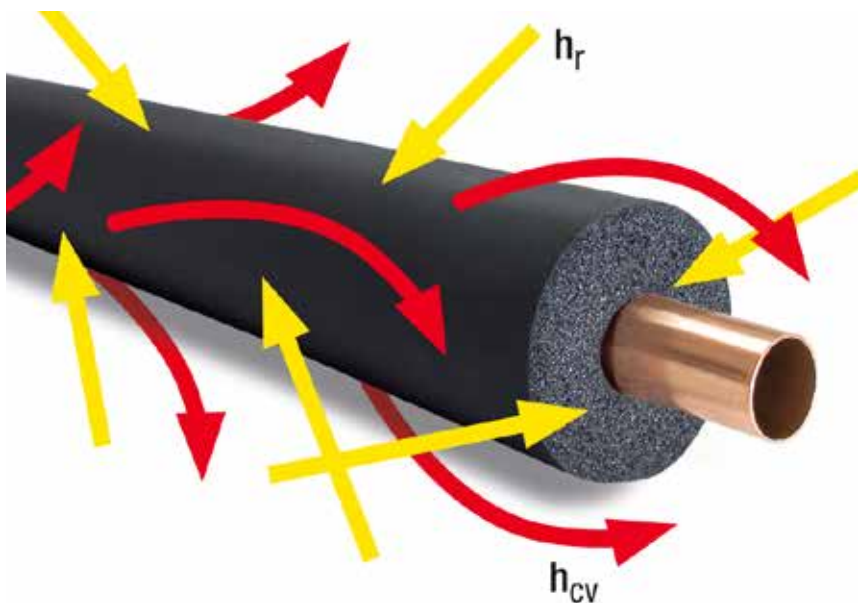


Figur 2: Värmeledningsförmåga för olika material: ju lägre λ -värde, desto högre isoleringskapacitet

Värmeöverföring

Värmeöverföring, dvs. transporterering av värme mellan en vätska och en solid vägg (dvs. väggen på ett rör eller ett kärl) påverkas huvudsakligen av konvektion och strålning och beskrivs av värmeöverföringskoefficienten. En distinktion görs mellan inre värmeöverföring (dvs. överföring av värme mellan rör- eller kärllmediet och rör- eller kärlväggen) och yttre värmeöverföring (dvs. överföring av värme mellan rör- eller kärlväggen eller dess isoleringsmaterial och det omgivande mediet). Värmeöverföringskoefficienten består vanligtvis av

värmeöverföring genom konvektion och värmeöverföring genom strålning. Till skillnad från värmeledningsförmågan är värmeöverföringskoefficienten inte en materialkonstant, utan den beror på typ av flödesmedium, flödes hastighet, ytstruktur (ojämn eller jämn, blank eller matt) och andra parametrar.

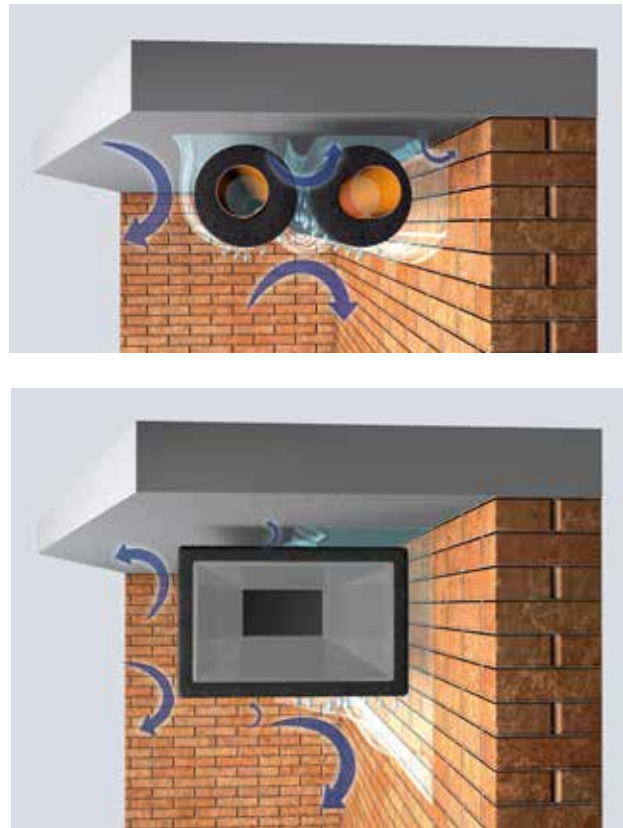


h_{cv} = heat transfer through convection
 h_r = heat transfer through radiation

Figur 3: Värmeöverföringskoefficient

Konvektion

Den konvektiva delen av värmeöverföringskoefficienten bidrar betydligt till att förhindra kondensvatten på isoleringsmaterialets yta. Ju snabbare den omgivande luften flödar, desto mer värme transporteras. Därför är det i praktiken mycket viktigt att se till att rör och ledningar inte ligger för nära varandra eller väggar och andra installationer. Utöver svårigheterna att installera isoleringsmaterial korrekt om detta är fallet, så finns det även en fara att en ansamling bildas. I dessa områden stoppas den luftcirkulation (konvektion) som krävs för en tillräckligt hög lufttemperatur, dvs. i sådana ansamlingszoner är värmeöverföringskoefficienten lägre eftersom tillförseln av konvektion minskar. Resultatet blir att risken för kondensvatten ökar påtagligt.



Figur 4: Konvektion

„Vikten av ett isoleringssystem märks ofta enbart när det inte fungerar: droppande eller isiga rör, fukt i undertak, korrosion under isoleringen, snabbt ökande energiförbrukning och till och med avbrott i industriprocesser, vilket kan leda till enorma kostnader till följd av underhållsarbete och driftstopp.“

Emissivity (ϵ) of various surfaces	
Material and surface condition	$\epsilon = a$
Aluminium foil, shiny	0.05
Aluminium, oxidized	0.13
Steel, galvanized, shiny	0.26
Steel, galvanized, dusty	0.44
Stainless austenitic steel	0.15
Alu-zinc, smoothly polished	0.16
Arma-Chek Silver	0.83
Paint-coated sheet metal	0.90
Plastic covering	0.90
Flexible elastomeric foam	0.93
Arma-Chek R	0.93
Arma-Chek D	0.94

Figur 5: Utsläpps- och absorberingskoefficienter på ytorna av olika material

Värmestrålning

Värmestrålning är en typ av värmeöverföring där värmen transporteras av elektromagnetiska vågor. Transporten av energi via strålning är inte begränsad till ett överföringsmedium. Till skillnad från värmeledning eller konvektion (värmeflöde) kan värmestrålning även spridas i ett vakuum. När det gäller värmestrålning består mekanismen för värmeöverföringen av två underprocesser:

- **Utsläpp:** värmen omvandlas till stråleenergi på ytan av ett föremål med högre temperatur.
- **Absorbering:** strålningen som träffar ytan på föremålet med en lägre temperatur omvandlas till värme.

Mörka föremål släpper ut mer stråleenergi än ljusa. Å andra sidan absorberar mörka föremål också mer värmeenergi än ljusa.

Man mäter strålningstalet för ett material med emissionskoefficienten ϵ . Man mäter absorberingsförmågan med absorberingskoefficienten a . Strålningstalet för ett föremål med en viss färg är precis lika stort som dess absorberingsförmåga. Ett helt svart föremål har den största absorberingsförmågan och den största emissionsförmågan. Figur 5 visar strålnings- och absorberingskoefficienter på några ytor på isoleringssystem. Som man kan se i tabellen är det till stor del ytans beskaffenhet på isoleringsmaterialet eller dess hölje – utöver påverkan från andra strålande föremål – som avgör tillförseln av strålning αS till värmeöverföringskoefficienten. Ett isoleringsmaterial med en bas av syntetiskt gummi absorberar mycket mer värmeenergi än, till exempel, aluminiumfolie. Detta har en extremt positiv påverkan när den gäller den tjocklek på isoleringen som krävs för kondenskontroll, dvs. ju högre absorberingsförmåga, desto tunnare behöver isoleringens tjocklek vara för att förhindra uppkomst av kondensvatten.

SKYDD MOT FUKTINTRÅNG

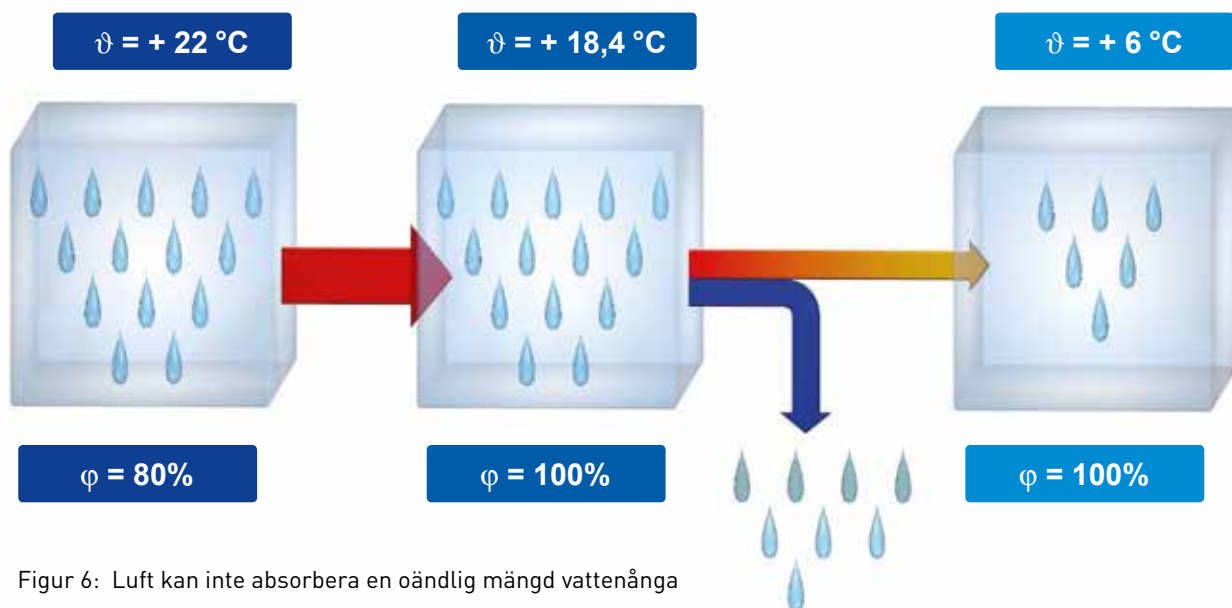
I kalla applikationer måste isoleringen skyddas mot fuktintrång. Å ena sidan uppstår fukt till följd av kondensering på rörytor med en ledningstemperatur som är under omgivningstemperaturen. Å andra sidan kan vattenånga sprida sig in i isoleringsmaterialet till följd av skillnaden i ångans tryck, vilket snart leder till fuktig isolering.

Förhindra uppkomst av kondensvatten

Luften omkring oss består av olika gaser och vattenånga. Hur mycket vattenånga det är i luften kan variera mycket. I anläggningar där man använder mycket vatten, till exempel i bryggerier eller slakterier, är mängden vattenånga i luften mycket högre än i en normal kontorsbyggnad. Men luftens förmåga att absorbera fuktighet i form av vattenånga är begränsad. Rent allmänt kan man säga att varm luft absorberar mer vatten än kall luft. Det innebär i praktiken att när atmosfärisk luft med en viss temperatur och ett visst innehåll av vattenånga kyls ner i närheten av ett kallt rör – sjunker

dess förmåga att absorbera vatten (se Figur 6).

Den faktiska mängden vattenånga som finns i luften benämns absolut fuktighet och mäts i gram per kubikmeter luft (g/m³). Den maximala fuktigheten, å andra sidan, anger den maximala mängden vattenånga som kan finnas i en kubikmeter luft. Den är temperaturberoende, dvs. mängden är mindre i kallare luft än i varmare luft. Exempelvis kan luft vid 30 °C absorbera maximalt 30,3 g vatten, medan luft vid 5 °C som mest kan absorbera 6,8 g. Om fuktig luft kyls ner från 30 °C till 5 °C, frigörs 23,5 g vatten. Vanligtvis bestäms den absoluta fuktigheten i förhållande till den maximala fuktigheten så att man kommer fram till den relativa fuktigheten. Värdet multipliceras med 100, vilket ger ett procentvärde för den relativa fuktigheten. Symbolen som används är den grekiska bokstaven φ (fi).



Figur 6: Luft kan inte absorbera en oändlig mängd vattenånga

Daggpunktstemperatur och kondensering

Eftersom mängden vattenånga inte minskar när luften kyls ner, ökar luftens fuktighetsgrad när temperaturen sjunker. Vid en viss temperatur är luften 100 % fuktad. Denna temperatur är känd som daggpunktstemperaturen. Om luften nu fortsätter att kylas ner på objektet, kommer en del av vattnet inte längre att absorberas i form av (osynlig) vattenånga, utan kommer att bli flytande vatten. Kondensvatten, även känt som avdunstningsvatten, bildas. För att undvika kondensvatten måste man se till att yttemperaturen på isoleringen överallt är minst lika hög som, eller hellre högre än, daggpunktstemperaturen i den omgivande luften.

Vattenångsdiffusion

Vattenångsdiffusion, (även känd som överföring av vattenånga) är vattenångans naturliga rörelse genom konstruktions- och isoleringsmaterial. Drivkraften är skillnaden i vattenångstrycket på båda sidor av komponenten. Vattenånga förflyttar sig från sidan med det högre trycket i tryckgradientens riktning. Vattenångstrycket beror på temperaturen och den relativa fuktigheten. Ånggenomgångsmotståndet, även känt som μ -värdet (uttalas my), anger hur många gånger större diffusionsmotståndet för ett skikt byggnadsmaterial är jämfört med ett statiskt skikt med luft i samma tjocklek. μ är en temperaturberoende, dimensionslös materialegenskap. Ju lägre μ -värde ett isoleringsmaterial har, desto större ökning av fukttinnehållet i isoleringen på grund av diffusionsprocesser, som i sin tur leder till ökade energiförluster. Beroende på typ av elastomer har Armaflex ett ånggenomgångsmotstånd på upp

till $\mu = 10\,000$. I enskilda fall uppnås värden på upp till $\mu = 20\,000$.

Vattenångsdiffusion motsvarande luftskiktets tjocklek

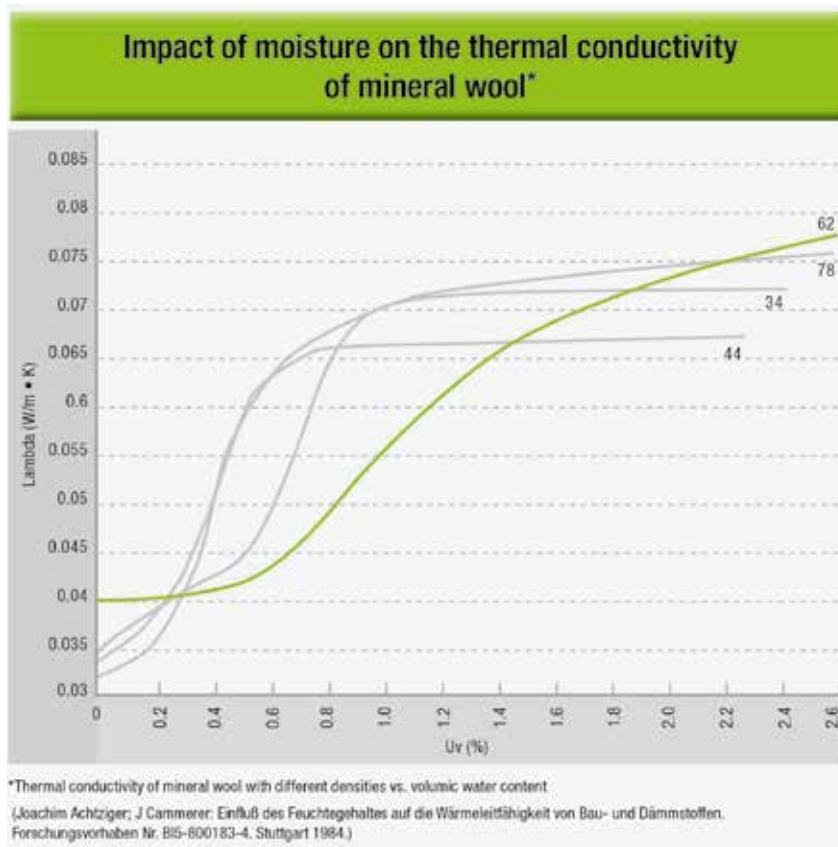
En annan egenskap för ånggenomgångsmotstånd är vattenångsdiffusion motsvarande luftskiktets tjocklek. (sd-värde). Till skillnad från μ -värdet tas här även konstruktionsmaterialets tjocklek med i beräkningen. Det ger en tydlig beskrivning av ånggenomgångsmotstånd genom att tjockleken anges, som motsvarar ett stillastående skikt av luft med samma tjocklek och samma diffusionsflöde under samma förhållanden som det material som undersöks. Sd-värdet beskriver hur bra eller dåligt ett konstruktionsmaterial fungerar som en ångspärr. Som figur 4 visar skulle det statiska luftskiktet behöva vara 190 m tjockt för att bygga upp samma ånggenomgångsmotstånd som 19 mm AF/Armaflex.

Water vapour diffusion equivalent air layer thickness of various materials	
Insulation	Water vapour diffusion equivalent air layer thickness
Air $\mu \sim 1, s = 100 \text{ mm}$	$s_d = 0.1 \text{ m}$
Mineral wool $\mu \sim 1, s = 100 \text{ mm}$	$s_d = 0.1 \text{ m}$
Polyurethane $\mu \sim 100, s = 100 \text{ mm}$	$s_d = 10 \text{ m}$
FEF $\mu \geq 5\,000, s = 100 \text{ mm}$ $s = 19 \text{ mm}$	$s_d = 500 \text{ m}, s_s = 95 \text{ m}$
AF/Armaflex $\mu \geq 10\,000, s = 100 \text{ mm}$ $s = 19 \text{ mm}$	$s_d = 1\,000 \text{ m}, s_s = 190 \text{ m}$

Figur 7: Vattenångsdiffusionen är lika med luftskiktets tjocklek för olika material

Höga energiförluster på grund av fuktabsorbering

I kalla applikationer är det mycket viktigt att isoleringsmaterialet skyddas mot fuktintrång. Ett materials isoleringsförmåga minskar påtagligt av fukt. Därför ska man, när man väljer och bestämmer tjocklek för isolering i sådana applikationer, tänka på att med isoleringsmaterial med lågt μ -värde så kan energiförlusterna öka dramatiskt under livslängden till följd av att fukt trängts in. Vatten har mycket högre värmeledningsförmåga än isoleringsmaterial. Därför leder alltid absorbering av fukt till en ökning av värmeledningsförmågan i isoleringsmaterialet och en minskning av isoleringskapaciteten. Med varje volymprocent fuktinnehåll ökar värmeledningsförmågan och isoleringsförmågan blir sämre. Konsekvenserna blir inte bara höga energiförluster, utan även en sjunkande yttemperatur. Om den kommer under dagpunktstemperaturen, bildas kondensvatten. Det är endast om värmeledningsförmågan i isoleringen inte ökar påtagligt som ett resultat av att fukt trängs in, som man kan garantera att yttemperaturen kommer att förbli över dagpunkten även efter många års drift. Ökningar i värmeledningen i isoleringsmaterial beroende på fuktinnehållet dokumenterades av Joachim Achtziger och J. Cammerer så tidigt som under 1980-talet. De undersökte hur fukt påverkar isoleringskapaciteten i olika isoleringsmaterial med mineralull med rådensiteter från 34 till 78 kg/m³.



Figur 8: : Fukts påverkan på mineralulls värmeledningsförmåga



Så här ska det inte vara: isolering som först fungerar bra, men på vilken kondensvatten eller – som i det här fallet – även is bildas när utrustningen varit i drift ett tag.

Så här ska det vare: lämpliga, korrekt dimensionerade isoleringsmaterial förhindrar att kondensvatten bildas.



Isoleringsmaterial installerades på kopparrör med en diameter på 35 mm, en ledningstemperatur på 60 °C och en omgivningstemperatur på 22 °C. Som visas i Figur 8 stiger värmeledningsförmågan för isolering med mineralull med en densitet på 62 kg/m³ (grön ledning) som är 0,040 W/(m · K) vid 0 % fuktinnehåll, till 0,075 W/(m · K) när fuktinnehållet är 2,5 %. Även i fallet med en sådan liten fuktabsorbering måste isoleringen ökas fyrfaldigt (från 30 mm till 120 mm) för att man ska få samma energibesparing.

Flexibla elastomeriska isoleringsmaterial (FEFs) har en helt sluten cellstruktur och högt ånggenomgångsmotstånd. I fallet med Armacells isoleringsmaterial är ångspärren inte koncentrerad på ett tunt folie, utan uppbyggd genom hela isoleringens tjocklek – cell för cell. Därför behövs ingen separat ångspärr.

Högre energibesparingar tack vare optimal isolering

Att förhindra kondensvatten på ytan är ett minimikrav som varje isoleringsmaterial måste uppfylla under lång tid och även i svåra förhållanden. Förutsättningarna för detta är hög kvalitet på både material och utförande och att korrekt isoleringstjocklek installeras. Specifiserare och installatörer som bortser från kvalitet för att hålla nere kostnaderna, som inte använder rätt material eller som specificerar och installerar isoleringstjocklekar som är för tunna, tar en oberäknelig risk.

Minimiisoleringstjocklek, som bara förhindrar uppkomst av kondensvatten, är ofta inte optimalt utformad för att minska energiförluster. Om man installerar isolering med större tjocklek ger det betydliga energi- och CO₂-besparingar. Högre nivåer på isolering – dvs. isoleringstjocklekar som klarar av kondenskontrollen med god marginal – kräver något högre investeringar, men dessa återbetalar sig under deras livstid och man uppnår påtagliga ekonomiska besparingar efter bara några år.



AUTHOR

Georgios Eleftheriadis

Armacell Manager Technical
Marketing EMEA

Alla data och all teknisk information bygger på resultat som uppnåtts under de specifika förhållanden som definieras enligt de tekniska standarder som används som referens. Trots att alla försiktighetsåtgärder vidtas för att säkerställa att nämnda data och teknisk information är uppdaterade ger Armacell inte någon garanti, uttryckligen eller underförstådd, när det gäller riktigheten, innehållet eller fullständigheten av nämnda data och teknisk information. Armacell tar inte heller något ansvar gentemot någon person i anslutning till användning av nämnda data eller teknisk information. Armacell förbehåller sig rätten att när som helst återkalla, modifiera eller ändra detta dokument. Det är kundens ansvar att kontrollera om produkten är lämplig för den avsedda tillämpningen. Ansvar för professionell och korrekt installation i enlighet med relevanta byggnadsföreskrifter ligger hos kunden. Detta dokument utgör inte och är inte heller en del av ett lagligt erbjudande eller juridiskt kontrakt. Genom att beställa/ta emot produkter accepterar du Armacells allmänna försäljningsvillkor och -bestämmelser som gäller i den aktuella regionen. Beställ ett exemplar om du inte har dessa dokument.

© Armacell, 2020. © och TM är varumärken som tillhör Armacell Group och är registrerade i Europeiska unionen, USA och andra länder.
00418 | Part-2 Cold applications | KnowHow | 092020 | EMEA | SE

OM ARMACELL

Som uppfinnare av flexibelt skum för isolering av utrustning och ledande leverantör av tekniska skum, utvecklar Armacell innovativa och säkra termiska, akustiska och mekaniska lösningar som skapar hållbart mervärde för företagets kunder. Armacells produkter bidrar avsevärt till den globala energieffektiviteten och gör därmed skillnad varje dag. Med 3 135 anställda och 24 produktionsanläggningar i 16 länder har företaget två huvudverksamheter, avancerad isolering och tekniska skum. Armacell fokuserar på isoleringsmaterial för teknisk utrustning, högpresterande skum för högteknologiska och lättviktiga tillämpningar och nästa generations teknologi för aerogel-filtar.

Mer information hittar du här:
www.armacell.se