

Glas Omvandlings Temperatur (Tg)



När väl ett material (epoxi) är härdat, då är stukturen i materialet låst och har ej några reversibla funktioner. Detta gäller alla härdande polymerer så som epoxi, akrylater, polyuretaner, polymider, polyamider, bismaleimider och silikoner etc.

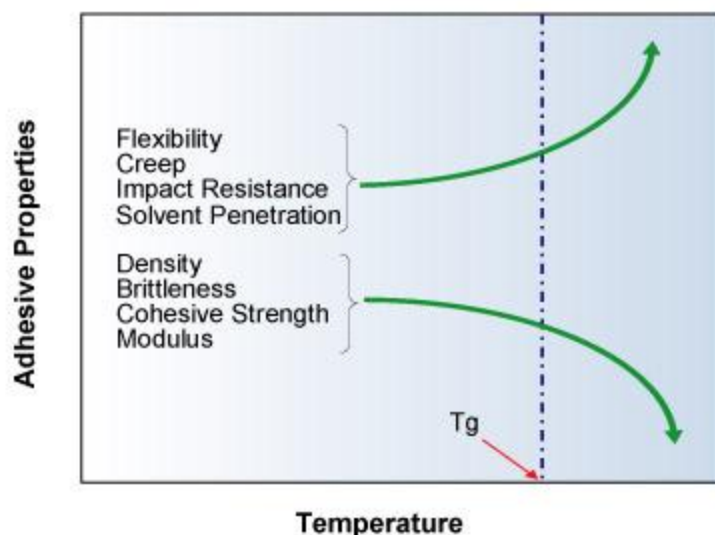
Den tvärbinding som sker under härdningen gör att dessa material ej kan börja flyta om de värms upp. Dock är det så att alla dessa material genomgår en mjukning när de når den temperaturen som kallas glasomvandlingstemperatur (på engelska; Glass Transition Temperature, även kallat Tg).

Man kan beskriva Tg på ett enkelt sätt: Alla plaster har denna Tg-punkt. Vid denna temperatur, övergår plasten från ett hårt till ett gummi liknade tillstånd. När temperaturen ånyo går ner - återgår plasten till sin "normala" hårdhet.

Vad händer vid Tg punkten?

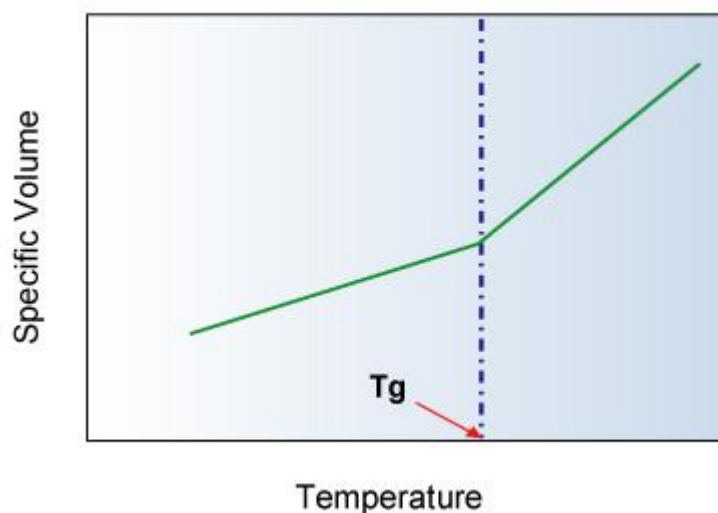
Glasomvandlingstemperatur, (Tg). Är den temperatur (punkt) på en temperaturkurva där elasticitetsmodulen drastiskt sjunker. Den temperatur, vid vilken en amorf polymer övergår från ett hårt till ett gummiliknande tillstånd. Molekylernas rörlighet blir mindre med avtagande temperatur, Vid Tg, är molekylerna bildligt talat fastfrusna. Endast några få atomer och mycket korta segment är rörliga inom en begränsad volym. Detta innebär att materialet blir sprött, eftersom molekylerna ej kan absorbera stötenergin vid slag. Limmets längd utvidgningskoefficient (ökar) ändras drastiskt vid Tg-punkten.

Tg mäts vanligen fram på olika sätt, med DSC (Differential Scanning Calorimetry), TMA (Thermogravimetric Analysis) eller DMA (Dynamic Mechanical Analysis) som också anses den mest tillförlitliga metoden. Fördelen med DMA-metoden är att man även kan se hur materialet förändrar sig efter Tg-punkten, hur elastiskt materialet blir, tuggummiliknade eller... segt.



Vid Tg temperaturen Ökar: Flexibiliteten, krypstyrkan, hållfastheten och lösningsmedel penetrerar lättare i materialet. Samt: Densiteten, hårdheten, kohesiva styrkan och e-modulen minskar.

Vid Tg punkten så ökar även volymen i massan lite mer.



Varför kan Tg data variera?

Tg-temperaturen bestäms över ett temperaturområde, från att materialet ”börjar” mjukna. Hur Tg-punkten fastställs varierar beroende på mätmetod (DSC, DMA eller TMA) och hur man ser på denna kurva, hur den tolkas. Vi har faktiskt sett skillnader på över 35°C beroende på tolkning och mätmetod.

Exempel: Tg för en viss produkt (**353 ND**) : = 90°C (Dynamisk härdning, DMA, 20—200°C /ISO 25 Min; Ramp –10 till 200°C @ 20°C/Min). Här mäter man Tg i samband med att materialet härdas. Samma produkt om man använder DCS metoden ger 124°C. Att jämföra Tg data på olika produkter kan vara vanskligt om man inte förstår skillnaderna i mättekniken.

Några av de metoder som kan användas att fastställa Tg med.

Test Metod	Vad mäts
Dilatometry	Specific Volume
Differential Thermal Analysis	Thermal Expansion Coefficient
Differential Scanning Calorimetry	Heat Flow
Dynamic Mechanical Analysis	Storage Modulus
Dielectric Analysis	Dissipation Factor (Loss Factor)

Behöver jag värmebaka ett rumshärdande lim – för att nå Tg?

Inom de rumshärdande hartserna är den mest utbredda inom gruppen **epoxi**. Ett rumshärdande material som detta kan sällan uppnå ett Tg på mer än 15°C över härdtemperaturen! Alltså ca 35°C. Därför om databladet anger t.ex. ett Tg på 60°C då måste produkten värmebakas efter härdningen för att nå denna Tg-punkt, denna efterbakning kompletterar härdförloppet och ger produkten dess fulla styrka.

I dagens bråda tillverkningsprocesser gör man allt för att vinna tid, om du önskar en hållbar fog så tjänar du på att limmet blir helt helt uthärdat. Oftast när kunder ringer oss och har härdbekymmer så beror det på att man har haft för bråttom.

Ju högre arbetstemperatur en applikation har – dess då större anledning att värmebaka produkten, med förutsättning att molekylstrukturen i materialet är kapabelt att skapa ett Tg som ligger högre än arbetstemperaturen, om det är så man önskar att det skall vara.

Några vanliga material och dess vanliga Tg-punkter.

Lim typ	Ca glas temp, °C
Silikon	-90
Natur gummi	-73
Polyamid	+60
Epoxi	+100
Bismaleimid	+150
Polyimid	+200
Polyvinyl acetat	+29
SBR Latex	-17 to -46
Polybutylakrylat	-21
Poly SIS	-28
Polykloropren	-48
Polyetylhexylakrylat	-70
Polybutadien	-85

TGA – Ett annat viktigt data!

Ett lims degraderings temperatur mäts fram i ett TGA instrument (Thermo Gravimetric Analysis). I denna mätprocess detekteras viktförändring med förändrad värme. Genom att gravis öka temperaturen typiskt med 10, 20 eller 40°C / minut så fastställs denna degraderings temperaur upp till max viktförlust av max 10 %.. Denna degraderings temperatur är en god indikator för hur termiskt stabilt materialet är.

Läs databladet!

Det talar alltid om hur materialet skall härddas. Hur man kan nå Tg-punkten mm. Den angivna härddtiden & temperatur är nästan alltid den **minitid** som skall följas, och generellt så kan ett lim ej överhärddas eller skadas om det råkar ligga i ugnen, betydligt längre än vad som behövs.

Följ alltid leverantörens rekommendationer, det brukar löna sig.

Angiven härddtid gäller ifrån det att rätt härddtemperatur har nått fogen. Om man skall limma ihop två metallstycken så tar det ganska lång tid innan värmen verkligen har nått själva fogen, detta innebär att man måste lägga till tid i förhållande till uppvärmningen av de ingående detaljerna. Vid pennan, Tomas Gawalewicz. Copyright @ Tomas Gawalewicz