

# Plast Teknologi

Udvalgt sektion

## Carbonfiber

Kemisk set består carbonfibre af amorft kul i en krystallinsk grafitstruktur. Graden af grafitisering vokser med den endelige procestemperatur under fiberens fremstilling. Graden af grafitisering er bestemmende for fibrenes styrke- og stivhedsegenskaber.

Carbonfibre kan fremstilles ud fra et spektrum af udgangsmaterialer, hvoraf tre har dominerende betydning. Fælles for dem er, at de har et stort indhold af carbonatomer, og at alle andre atomer fjernes ved varmebehandling ved høje temperaturer.

## Rayon-processen

Under trinvis opvarmning af rayonfibre (kunstsilke) i inert atmosfære til temperaturer omkring 2.750 °C strækkes enkeltfibrene, så de ellers uordentligt arrangerede grafitlag ensrettes i samme retning som fibrenes akse. Herved skabes fibrenes høje elasticitetsmodul og deres høje brudstyrke.

## PAN-processen

Ud fra polyacrylnitril, som er en syntetisk polymer, dannes carbonfibre gennem en flertrinsproces, hvorunder andre atomer oxideres (brændes) væk ved temperaturer op til omkring 3.000 °C.

## Sammenlignelige egenskaber af carbonfibre

## Sammenlignelige egenskaber af carbonfibre

I denne tabel findes en oversigt over de sammenlignelige egenskaber af carbonfibre fremstillet ved de mest gængse processer.

Egenskab (Enhed)	Rayon	PAN	Beg
Trækbrudstyrke (MPa)	2.400	3.000	1.550
Elasticitetsmodul ved træk (MPa)	500	300	380
Forskydningsstyrke (MPa) – ubehandlet	28	50	42
Forskydningsstyrke (MPa) – behandlet	55	90	69
Massefylde (kg/m <sup>3</sup> )	1.700	1.800	2.000
Brudtøjning (%)	–	0,6-1,2	1
Fiberdiameter (µm)	6,5	7,5	–

## BEG-processen

Den nyeste proces involverer spinding og termisk nedbrydning af en flydende mellemfase af kultjærebeg. Der er også her tale om en flertrinsproces, der ender med carbonisering ved op til 3.000 °C. I tabellen herunder vises typiske egenskaber af de repræsentative klasser af carbonfibre.

## Prepregs

Carbonfibre anvendes til forstærkning af især epoxyplast. I form af vævede produkter imprægneres carbonfibre i stor udstrækning i samme proces, som slutproduktet fremstilles ved. Som mellemprodukt forimprægneres parallelle carbonfibre med forpolymeriseret epoxyharpiks – de såkaldte prepregs – som ved emnefremstillingen, især af plane og svagt kurvede emner, hærdes under varme og tryk, især

ved autoklaving.

## Fiberdiameter

Enkeltfibrene har typisk en diameter mellem 6 og 10  $\mu\text{m}$ . De er – ligesom glasfibre – vanskelige at håndtere uden beskadigelse. Fibrene samles til bundter med mellem 1.000 og 320.000 enkeltfibre med tilsvarende egen-skabsvariationer.

## Hybrider

Carbonfibre forekommer ofte i kombinationsprodukter sammen med glas-fibre og/eller aramidfibre til hybrider. Derved kombineres de forskellige fibermaterialers egenskaber, så man i høj grad kan skabe slutprodukter med "skræddersyede" egenskabsprofiler.