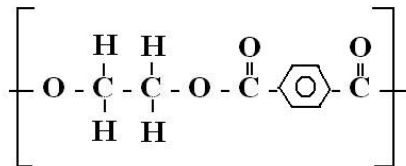


Termoplastiset polyesterit: Polyeteenitereftelaatti (PET) ja polybuteenitereftelaatti (PBT)

Tampereen teknillinen yliopisto – Sanna Nykänen

Polyeteenitereftelaatti (PET)

Polyeteenitereftelaatti on eniten käytetty termoplastinen polyesteri. Se on osittain kiteinen kestävä muovi. Kuvassa 1. on esitetty polyeteenitereftelaatin toistuvan yksikön rakenne.



Kuva 1: Polyeteenitereftelaatin toistuvan yksikön rakenne.

Valmistus

Polyeteenitereftelaatti on tereftaalihapon ja eteeniglykolin polymerisaation tulos.

Ominaisuudet

Polyeteenitereftelaatin hyviä ominaisuuksia ovat

- korkea lujuus ja jäykkyys
- hyvä mittapysyvyys
- hyvät virumisominaisuudet
- hyvät luisto- ja kulumisominaisuudet
- hyvät sähköiset ominaisuudet
- hyvä kemiallinen kestävyys
- läpinäkyvyys
- alhainen veden absorptio
- matala kaasujen läpäisevyys

Polyeteenitereftelaatin huonoja ominaisuuksia ovat

- matala iskulujuus
- huono hydrolyysin kesto
- suuri kutistuma

Kiteisyysaste määrää pääasiassa polyeteenitereftelaatin fysikaaliset ominaisuudet. PET:n kiteisyys vaihtelee 30 – 40 % välillä riippuen prosessointiolosuhteista. Taulukossa 1. on esitetty polyeteenitereftelaatin ominaisuuksia.

Taulukko 1. Polyeteenitereftelaatin (osittain kiteisen ja amorfisen laadun) ominaisuuksia.

Ominaisuus	PET	Amorfinen PET
Tiheys (g/cm ³)	1,38	1,34
Veden absorptio (%)	0,1	0,16
Myötojännitys (N/mm ²)	81	55
Murtovetolujuus (N/mm ²)	42	38
Murtovenymä (%)	70	300
Kimmomoduli (N/mm ²)	2800	2200
Iskulujuus (kJ/m ²)	Ei murru	Ei murru

Käyttökohteet

Polyeteenitereftelaattia on käytetty monissa eri sovelluksissa. Alun perin PET tunnettiin kuitumateriaalina ja jonkin aikaa siitä sitä alettiin käyttää kalvosovelluksissa. Nykyään PET:stä valmistetaan puhallusmuovaamalla muovisia pulloja ja siitä on myös kehitetty ruiskuvalulaatuja. Seuraavassa on lueteltu jotain PET:n käyttökohteita:

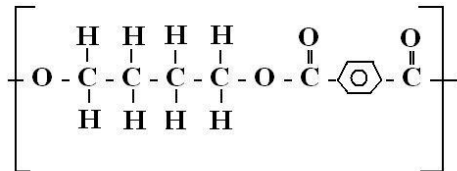
- pullot, säiliöt
- kuidut
- kalvot
- valokuvaus- ja röntgenfilmit
- elektroniset eristeet

Kauppanimiä

- Arnite (DSM, NL)
- Melinar, Melinite (ICI, GB)
- Petra (BASF, DE)
- Rynite (Du Pont, USA)

Polybuteenitereftelaatti (PBT)

Polybuteenitereftelaatti on osittain kiteinen kestumuovi. Kuvassa 2. on polybuteenitereftelaatin toistuvan yksikön rakenne.



Kuva 2: Polybuteenitereftelaatin toistuvan yksikön rakenne.

Valmistus

Polybuteenitereftelaatti valmistetaan tereftaalihaposta ja 1,4 – butaanidiolista.

Ominaisuudet

Polybuteenitereftelaatin hyviä ominaisuuksia ovat

- korkea taipumislämpötila (HDT)
- korkea lujuus ja sitkeys
- hyvät sähköiset eristysominaisuudet
- alhainen veden absorptio
- hyvät luisto- ja kulumisominaisuudet
- hyvä kemiallinen kestävyys
- hyvä prosessoitavuus
- jännityssäröilyn kesto
- hyvä mittapysyvyys

Polybuteenitereftelaatin heikkoja ominaisuuksia ovat

- loviherkkyys
- vääntyilyalttius
- hydrolyysiherkkyys
- ei-lujitetuilla laaduilla suuri kutistuma

PBT:n mekaaniset ominaisuudet eivät ole niin hyvät kuin PET:n. PBT:n prosessointi on kuitenkin helpompaa kuin PET:n. Taulukossa 2. on esitetty polybuteenitereftelaatin ominaisuuksia.

Taulukko 2. Polybuteenitereftelaatin ominaisuuksia.

Ominaisuus	PBT
Tiheys (g/cm ³)	1,30
Veden absorptio (%)	0,09
Myötöjännitys (N/mm ²)	52
Murtovetolujuus (N/mm ²)	50
Murtovenymä (%)	200
Kimmomoduli (N/mm ²)	2600
Iskulujuus (kJ/m ²)	Ei murre

Käyttökohteita

- Kotitaloustavarat
- Sähköteollisuus
- Työkalut
- Urheilutarvikkeet

Kauppanimiä

- Arnite (DSM, NL)
- Novadur (Mitsubishi Chem. Ind., JP)
- Ultradur (BASF, DE)
- Valox (General Electric Plastics, USA)

Termoplastisten polyesterien prosessointi

Polybuteenitereftelaattia voidaan ruiskuvalaa tai ekstrudoida. PBT-levyjä voidaan myös lämpömuovata. Polyeteenitereftelaattia prosessoidaan pääasiassa puhallusmuovauksella (pullot), mutta sitä voidaan myös ruiskuvalaa. PET:n ruiskuvalaminen on hankalampaa kuin PBT:n.

Ruiskuvalu. Molemmille termoplastisille polyestereille ruiskuvalu on hyvä prosessointimenetelmä. Niiden kutistumat ovat melko suuret. Suurten kutistumien vuoksi ruiskutuskohtat muotissa on sijoitettava oikein ja huolella. Hallitsemattomat kutistumat saattavat johtaa kappaleen vääntyilyyn.

Käytetyt päästökulmat riippuvat suuresti pinnan laadusta, koska polyesterit ovat lujia ja jäykkiä muoveja. Päästökulmien on oltava 1 – 1,5 ° sekä lujitetuille että lujittamattomille polyesterilaaduille.

Muotin kaasunpoisto on tärkeä tekijä polyesterien ruiskuvalussa. Niiden ruiskutus tapahtuu yleensä suurella nopeudella. Lujittamattomille laaduille kaasunpoistouran syvyys on oltava 0,01 – 0,02 mm ja uran matalan kannaksen pituus korkeintaan 2,2 mm. Kaasunpoistouran pieneyden vuoksi niitä on oltava muotissa riittävästi.

Polyestereiden muotti- ja massalämpötilat riippuvat suuresti raaka-aine tyypeistä ja – valmistajista.

Lähteet

Järvelä P. et al., Ruiskuvalu, Plastdata, Tampere, 2000.

Dominghaus H., Plastics for engineers, Hanser 1993.