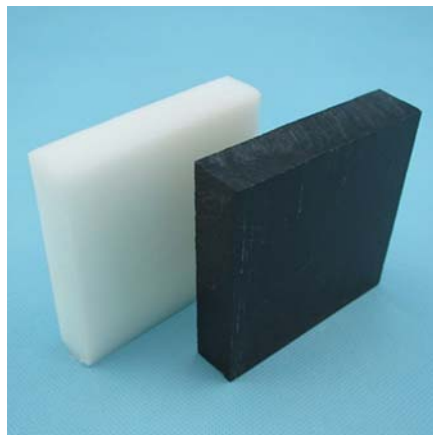


Zašto je važan faktor trenja?

SVET POLIMERA
12. septembar 2015.

*Borko Mijucić**

Mnoga svojstva plastičnih materijala veoma su važna za preradu, kao i za primenu finalnih plastičnih proizvoda. Dobro poznavanje svojstava olakšava izbor pravog materijala za željenu namenu i adekvatan postupak prerade. Međutim, neka svojstva potiskuju se u drugi plan, jer se često ne navode u tehničkoj dokumentaciji, a podaci o nekim svojstvima nisu dostupni. Jedno od njih je i faktor (koeficijent) trenja. Zašto je faktor trenja toliko važan da bi se o njemu raspravljalo, a najblaže rečeno, vodilo računa? Osim što je važan kod finalnih primena i ponašanja gotovih proizvoda zavisno od funkcije, ključne stvari se nalaze u samom procesu prerade. Naime, prelazak granulata iz čvrstog stanja u stanje rastopa, u prvoj zoni trozonskog univerzalnog pužnog vijka, u najvećoj je zavisnosti od faktora trenja.



Klizanje dve ploče od plastičnih materijala jedne po drugoj

Možda treba krenuti od definicije faktora trenja između dve površine. Priroda dva materijala u paru važna je, ali faktor trenja striktno posmatrajući nije svojstvo materijala. Faktor trenja jeste odnos između sile trenja (sile koja je neophodna da bi se ostvarilo klizanje) i sile koja deluje u upravnom pravcu na kontaktne površine između dva predmeta. Obično se definišu dva tipa faktora trenja: **statičko trenje** (sila koja deluje na površinu da bi se oduprla pokretanju) i **dinamičko (kinetičko)** ili trenje klizanja (sila koja deluje između površina koje se kreću relativno jedna u odnosu na drugu). Statički faktor trenja načelno je veći od dinamičkog.

Za određivanje svojstava trenja kod plastičnih materijala koriste se standardi ISO 8295 i ASTM D 1894, po kojima se vrše merenja u kombinacijama plastika/plastika ili plastika/metal. S obzirom na veliki broj mogućih kombinacija, pronalaženje podataka za specifične tipove plastike i/ili metala može da bude veoma teško.

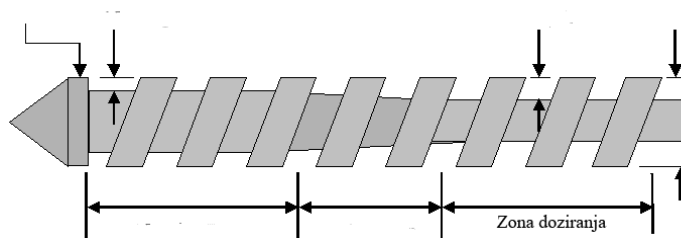
Za procenu vrednosti faktora trenja pojedinih plastičnih materijala mogu se uzeti podaci navedeni u narednoj tabeli (prema vrednostima koje daje Bayer).

Materijal	Faktor trenja za kontakt površina od istog materijala	Faktor trenja za dodir sa čelikom
PTFE	0,10-0,25	0,10-0,25
PE (kruti)	0,40-0,50	0,20-0,25
PP	0,35-0,45	0,25-0,35
POM	0,25-0,50	0,15-0,35
PA	0,30-0,50	0,30-0,40
PBT	0,30-0,40	0,30-0,40
PS	0,45-0,60	0,40-0,50
SAN	0,45-0,65	0,40-0,55
PC	0,40-0,65	0,35-0,55
PMMA	0,60-0,70	0,50-0,60
ABS	0,60-0,75	0,50-0,65
PE (meki)	0,65-0,75	0,55-0,60
PVC	0,55-0,60	0,55-0,60

Faktori trenja (statički) za različite materijale (Bayer)

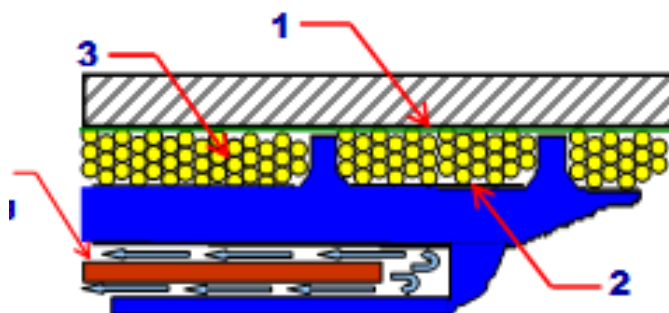
Svojstva trenja u principu se nalaze u korelaciji sa različitim tipovima određenih plastičnih materijala. Publikovani podaci o vrednostima mogu da posluže za procenu, jer je ponašanje veoma osetljivo na brzinu, kao i na kvalitet površine i prisustvo sredstava za podmazivanje ili kontaminaciju površine. Iz svih ovih razloga, precizno određivanje faktora trenja pri proračunima kod projektovanja može da predstavlja teškoću.

Kao što je već na početku pomenuto, ključna uloga vrednosti faktora trenja nalazi se u preradi. Naime, trozonski pužni vijak, uobičajen u najvećem broju slučajeva kod injekcionog presovanja i ekstrudiranja, kao što mu samo ime kaže, sastoji se od tri zone. Sam proces stvaranja toplote neophodne za topljenje granulata i prelaz u rastop zasniva se na delovanju trenja između granula plastike (međusobno) i između granula i metalnih delova (pužnog vijka i cilindra). Deo toplote koju obezbeđuju grejači manjeg je obima i ta toplota neophodna je samo u početku procesa, do postizanja radnih temperatura.



Standardni trozonski pužni vijak: Položaj zone doziranja (napajanja) (prema www.xaloy.com)

S obzirom da je prva zona pužnog vijka, odnosno napojna zona, mesto na kome započinje topljenje granula i koje se završava potpuno u drugoj zoni (kompresije), **dužina napojne zone je parametar koji je u zavisnosti od faktora trenja plastičnog materijala.** U principu, pošto manji broj prerađivača ima mogućnost da menja pužni vijak i prilagođava konfiguraciju materijalu, napojna zona obično ima dužinu koja je jednaka polovini ukupne efektivne dužine pužnog vijka.



Dešavanja u zoni napajanja: 1 - Trenje granula sa zidom cilindra;
 2 - Trenje granula sa pužnim vijkom; 3 - Trenje granula između sebe
 (prema www.ptonline.com)

Svi ovi elementi uzimaju se u obzir pri projektovanju samog pužnog vijka i definisanju konfiguracije (dužine pojedinih zona, kompresioni odnos), ali se na ovakve stvari manje obraća pažnja pri preradi. Ne samo da je razlog postojanje jednog pužnog vijka po mašini, već i velika verovatnoća da podaci nisu poznati. Prema iskustvu, ređi su prerađivači koji će moći da daju tačne podatke o konfiguraciji pužnog vijka s kojim vrše preradu.

Definisanje dužine prve zone direktno utiče na dužine preostale dve. U slučaju materijala sa visokim faktorom trenja, kakvi su na primer PVC, ABS, PMMA ili PC (prema podacima iz tabele), dužina prve zone treba da bude minimalna, ali je zato dužina druge zone (zone kompresije) u kojoj se dešava potpuno topljenje granula veća, a često se produžuje do kraja pužnog vijka. Ovo iz razloga što nema potrebe za trećom zonom (zonom istiskivanja) kod koje se podiže pritisak rastopa, već se to dešava kontinualno u drugoj zoni.

Suprotan slučaj je kod prerade tečljivih materijala, kao što je na primer poliamid. Sa srednjom vrednošću faktora trenja, za njegovo topljenje potrebna je veća dužina prve zone (oko 50% od ukupne dužine). Usled navedenog svojstva, zona kompresije je veoma kratka i nastavlja se u zonu istiskivanja. Kod prerade poliolefina (PE i PP), faktor trenja je nizak i potrebna je veća dužina prve zone. Najniži faktor trenja ima PTFE, koji se i ne može prerađivati standardnim tehnikama prerade.

Zaključak je da se plastični materijali sa manjim faktorom trenja mogu prerađivati uspešnije sa većom dužinom napojne zone, dok je kod materijala sa većim faktorom trenja dovoljna i manja dužina prve zone.

U slučaju nemogućnosti korišćenja nekog drugog (optimalnog) pužnog vijka, kao rešenje ostaje upravljanje parametrima kojima se ovakva situacija može popraviti. Ako se ne može promeniti dužina sekcije napajanja, može se delovati putem variranja temperature u cilindru i broja obrtaja pužnog vijka. Zavisno od vrste plastičnog materijala i veće osetljivosti na temperaturu ili smicanje, promena jednog od parametara daće rezultate.

Kao što je poznato, usled strukturnih svojstava neki plastični materijali manje su osetljivi na promene temperature, te kod njih nema svrhe podizati temperaturu u cilindru. Ovi materijali su znatno osetljiviji na povećanje brzine smicanja, odnosno, povećanje broja obrtaja pužnog vijka, čime se povećava njihova tečljivost. Obrnut slučaj je, na primer, polikarbonat čija je viskoznost veoma malo zavisna od brzine smicanja. Kod njega se povećanje tečljivosti (smanjenje viskoznosti) može postići povećanjem temperature rastopa, vodeći računa o gornjoj granici preporučenih temperatura kako ne bi došlo do toplotne degradacije materijala.

*Urednik časopisa *Svet polimera*