

PREPORUKE ZA INJEKCIONO PRESOVANJE POLIOLEFINA - 6. Deo

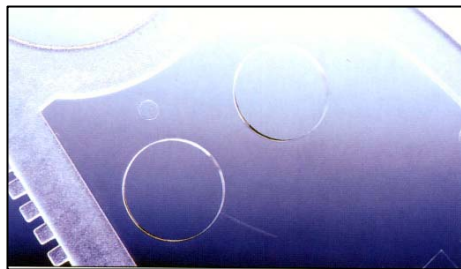
U ovom broju nastavljamo sa prikazom uticaja ciklusa na kvalitet otpreska sa aspekta brzine ubrizgavanja, temperature, stepena ubrizgavanja, hlađenja kalupa, itd.

Uticaj ciklusa na kvalitet otpreska

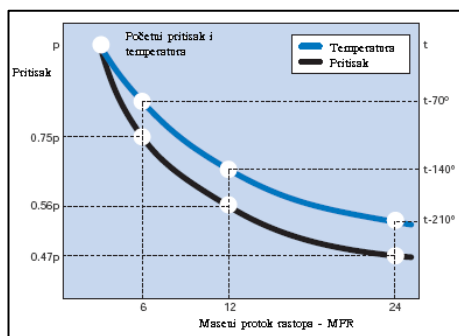
Podešavanje parametara omogućava mašini variranje pritiska ubrizgavanja na bazi potrebnog pritiska za ispunjenje zadatog odnosa. U obrnutom slučaju, pritisak ubrizgavanja može da bude definisan na bazi pozicije pužnog vijka i dolazi do variranja zadatog odnosa. Neki prerađivači u novije vreme koriste senzore pritiska unutar kalupne šupljine u cilju kontrole rada mašine preko praćenja pritiska u kalupnoj šupljini. Ovaj noviji pristup se prihvata kod delova koji se injekciono presuju, uz tolerancije koje su kritične. Sistem se takođe može primenjivati kod proizvoda (kao što su špricevi) koji poseduju unutrašnju šupljinu.

Konačni način za kontrolu viskoziteta materijala je podešavanje temperature rastopa. Povećanje temperature će smanjiti viskozitet rastopa. Podešavanje izmene temperature dovodi do sporije reakcije nego što je to slučaj pri izmeni pritiska ili brzine ubrizgavanja. Visoka temperatura materijala može da dovede do degradacije i potrebno je duže vreme za hlađenje, dok niže temperature mogu da prouzrokuju nekonzistentnost ubrizgavanja, više pritiske ubrizgavanja i suviše habanje i oštećenja pužnog vijka i cilindra.

Pri podešavanju brzine ili profila pritiska ubrizgavanja i punjenja, cilj prerađivača treba da bude da obezbedi ujednačeno ubacivanje materijala u kalup. Trenutno usporavanje pužnog vijka, bilo zbog prelaza sa jednog koraka na drugi, bilo usled suviše velikog koraka, može da dovede do ometanja kretanja prednjeg dela plastičnog materijala. Ometanje prednjeg dela rastopa može da prouzrokuje površinske greške, kao što su vidljive linije



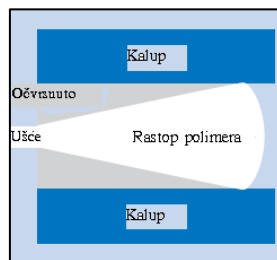
Slika 18. Vidljivi urez na vrhu i na dnu transparentnog otpreska



Slika 19. Uticaj MFR-a PE na temperaturu ubrizgavanja

obično oko 1/2 nivoa pritiska ubrizgavanja i služe za postizanje konačne mase proizvoda, a takođe omogućavaju vreme potrebno za očvršćavanje ušća pre nego što počne plastifikacija za sledeći ubrizgaj.

Tokom koraka ubrizgavanja i punjenja, tečnost za hlađenje (obično smesa etilen-glikola i dejonizovane vode, ukoliko je temperatura niža od 7 °C) cirkuliše kroz kalup. Tečnost za hlađenje preuzima toplotu iz kalupa, a time i iz proizvoda putem kondukcije. Optimalno hlađenje se postiže kada se voda nalazi u turbulentnom toku. U principu, povećanje protoka tečnosti za hlađenje će uklanjati više toplote nego što je to slučaj kada bi se smanjivala temperatura tečnosti za hlađenje.



Slika 20.

Kako rastop ulazi u kalup, materijal u kontaktu sa površinom kalupa očvršćava veoma brzo, formirajući spoljni očvršćeni sloj i unutrašnji deo kroz koji materijal nastavlja da teče (slika 20). Što više toplote se preuzima od plastičnog materijala putem kalupa, kanal za protok rastopljenog dela materijala se smanjuje do tačke kada materijal više nema mesta za tečenje. Optimalni parametri procesa treba da budu izabrani tako da se omogući potpuno punjenje kalupa pre nego što dođe do potpunog očvršćavanja kanala za protok rastopa. Održavanje kanala rastopa otvorenim omogućava bolje punjenje udaljenih delova kalupne šupljine. Takođe, postoje razlike temperature delova proizvoda zavisno od položaja ušća.

Uniformno hlađenje kalupa se dešava kada tečnost za hlađenje napravi jedan prolaz kroz kalup (bez petlji ili povezanih kanala za protok tečnosti) i tu postoji samo jedan uređaj za kontrolu temperature. Pri procesu hlađenja, zona ušća je uvek najtoplija oblast na celom proizvodu, jer tokom ubrizgavanja i punjenja rastopljeni materijal nastavlja da teče kroz ušće. Najudaljeniji delovi proizvoda imaju najnižu temperaturu, s obzirom da je polimerni rastop predao toplotu prilikom tečenja kroz kalupnu šupljinu.

Razlike u temperaturama otpreska mogu da dovedu do različitog skupljanja i, samim tim, do krivljenja. Postoje dva načina da se minimizira razlika u temperaturama i to putem različitog hlađenja ili povećanja brzine ubrizgavanja.

Različito hlađenje podrazumeva usmeravanje tečnosti za hlađenje prema zoni ušća, koja ima najvišu temperaturu u otpresku, i manje hlađenje u udaljenim delovima otpreska koji imaju najnižu temperaturu. Uobičajeni način je da se smanji protok tečnosti za hlađenje u kanalima za hlađenje koji su najbliži udaljenim delovima i da se poveća protok u kanalima u blizini ušća. U nekim slučajevima takođe može da bude efikasno i usmeravanje protoka sredstva za hlađenje iz toplijih zona alata ka udaljenijim oblastima.

Kao što je već napomenuto, povećanje brzine ubrizgavanja će skratiti vreme ubrizgavanja, što omogućuje uniformniju temperaturu otpreska. S obzirom da je hlađenje obično najduži period u okviru ciklusa oblikovanja, generalno se preporučuje hladni kalup. Imajući u vidu širok opseg konstrukcija kalupa i proizvoda, veoma je teško specificirati temperature unutar kalupa. Tipičan opseg temperatura površine kalupa za poliolefine je 20-50 °C, što zahteva temperature sredstava za hlađenje u opsegu 0-10 °C. Materijali sa nižim temperaturama topljenja, kao što su npr. EVA

kopolimeri, biće na donjem nivou opsega, dok će materijali sa većim temperaturama topljenja, kao što su polietilen visoke gustine i polipropilen biti na gornjem kraju. Hladni kalupi, međutim, imaju tendenciju da daju manje sjajnu površinu finalnog otpreska i da ograniče protok materijala unutar kalupa. Hladni kalup takođe može da dovede do većih nivoa naprezanja u otpresku. Veće temperature kalupa doprinose povećanju sjaja i mogu takođe da poboljšaju protok materijala. Inače, prerađivači i konstruktori kalupa obično fiksiraju potrebno vreme otvaranja kalupa, izbacivanja otpreska i ponovnog zatvaranja.

Skupljanje

Amorfni materijali, kao što su ABS, PC i PS imaju mnogo manje skupljanje u odnosu na poliolefine. Veće skupljanje poliolefina je posledica činjenice da ovi materijali u stanju rastopa imaju mnogo veću zapreminu nego u čvrstom stanju iz razloga njihove kristalaste strukture. Kada plastični materijal očvršćava, makromolekulski lanci u kristalastim regionima se gusto pakuju, što za rezultat ima smanjenje zapremine. Generalno, sklonost poliolefina ka skupljanju se izražava na sledeći način:

PE-HD ≥ PE-LLD ≥ PE-LD ≥ PP.

Jednom kada se izabere odgovarajući plastični materijal, skupljanje može da se kontroliše u određenoj meri putem konstrukcije kalupa i uslova prerade. Neki od načina za smanjenje skupljanja kod injekcionog presovanja poliolefina su:

- **Uslovi presovanja** - smanjiti temperaturu u cilindru i sniziti temperaturu kalupa; sniziti temperature u blizini ušća i glavnog dovodnog kanala; koristiti minimalno hlađenje u udaljenim delovima kalupa; koristiti srednju temperaturu u cilindru i veoma visoki pritisak ubrizgavanja; koristiti veliku temperaturu u cilindru i osrednji pritisak ubrizgavanja; koristiti visok pritisak i produženo vreme trajanja ubrizgavanja;
- **Konstrukcija kalupa** – podesiti odgovarajuću lokaciju glavnog dovodnog kanala i ušća;
- **Svojstva plastičnog materijala** – koristiti materijal manje gustine; upotrebiti materijal veće tečljivosti, odnosno, veće vrednosti MFR-a.

Inače, skupljanje se smanjuje sa smanjenjem debljine otpreska. Promene skupljanja u funkciji od debljine su veće kod polietilena visoke gustine nego kod polipropilena. Takođe, skupljanje se smanjuje sa smanjenjem veličine ušća.

S obzirom da je stepen skupljanja otpreska delimično rezultat hlađenja, ono se može smanjiti presovanjem na nižim temperaturama ubrizgavanja i putem korišćenja hladnijih kalupa. Bolje punjenje će takođe minimizirati skupljanje. To se može postići bilo oblikovanjem na osrednjim temperaturama i visokim pritiscima, bilo oblikovanjem na visokim temperaturama i pri osrednjim pritiscima. Međutim, prevelike vrednosti temperature ili pritiska za posledicu mogu da imaju pojavu viška materijala na otpresku. Drugi način je upotreba visokog pritiska i dužeg vremena punjenja kalupa. To omogućava da dodatni materijal ulazi u kalup za vreme dok se materijal u kalupu hladi, što obezbeđuje najbolje moguće punjenje. Međutim, to može da poveća dužinu trajanja ciklusa i da poveća nivo napona u otpresku.

Duži ciklus hlađenja u kalupu je naročito koristan kada su unutrašnje dimenzije kritične. Kako se presovani artikl hladi i skuplja oko unutrašnjeg dela, ovaj unutrašnji deo će održavati kritičnu unutrašnju dimenziju artikla. Duže vreme hlađenja će, međutim, dovesti do povećanja vremena trajanja ciklusa, tako da mnogi prerađivači povećavaju hlađenje kalupa radi smanjenja skupljanja. Skupljanje je vremenski zavisna funkcija. Generalno, otpresak na bazi poliolefina dostiže oko 90% od ukupnog nivoa skupljanja posle 48 časova. Skupljanje se nastavlja i u nekoliko narednih dana, ukoliko se artikli pakuju dok su još topli i/ili skladište u zagrejanom magacinu.

Nastavak u Biltenu 1/2007

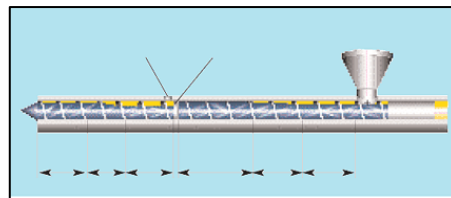
Ekstrudiranje polistirena

Najpodesniji tipovi polistirena (PS) za ekstrudiranje su oni koji poseduju visok viskozitet (volumetrijski protok rastopa u opsegu 1-7 ml/10 min.). Međutim, za dobijanje višeslojnih kompozita se koriste i materijali veće tečljivosti. Željeni nivo krutosti i žilavosti može da se dobije blendovanjem polistirena opšte namene (PS-GP) sa polistirenom otpornim na udar (PS-HI). Da bi se dobio homogeni rastop, potrebno je da se karakteristike tečljivosti komponentata u smeši ne razlikuju suviše mnogo. Primer dobre kombinacije materijala za proizvodnju ambalaže su polistiren PS 486 M (PS-HI) i PS 165 H kompanije BASF. Odnos komponentata zavisi od primene, ali se kreće u opsegu 1:1 do 1:4 (PS-HI:PS).

PROCESNI USLOVI. Temperature prerade polistirena su između 180 i 240 °C. Važi opšte pravilo da se materijali sa većim viskozitetom prerađuju na višoj temperaturi. Pritisak pužnog vijka je 100-200 bar.

VENTOVANI EKSTRUDERI. Omogućavaju ekstrakciju isparljivih konstituenata

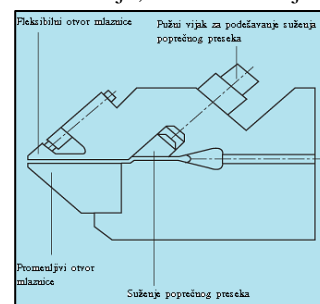
(kao što su npr. frakcije male molekulske mase i vlaga) iz rastopa, kao i uklanjanje za-



robljenog vazduha. Pužni vijak kod klasičnog ventovanog ekstrudera liči na dva trozonska pužna vijka postavljena u tandemu. Dužina je u opsegu 30-36 D. Kompresioni odnos je generalno 1:2 i 1:2,5 za polistiren. Kompresioni odnos 1:3 se takođe primenjuje i to onda kada se koristi do 50% regenerata. U principu, PS se može ekstrudirati i bez korišćenja ventovanog ekstrudera. U tom slučaju, granule materijala treba prethodno da budu osušene. U zavisnosti od Vicatove temperature omekšavanja izabranog materijala, sušenje se odvija na temperaturi između 60 i 70 °C u trajanju 3-4 časa. Za sušenje se koristi sušač sa toplim vazduhom ili vakuumski sušač. U praksi je, inače, potvrđeno da film koji je dobijen bez primene ventovanog ekstrudera ima inferiorna organoleptička svojstva.

GLAVA EKSTRUDERA. Za ekstrudiranje i filma i ploča se koristi ravna glava. U oba slučaja, dužina zone je oko 20 puta veća od širine mlaznice. Ploče se obično proizvode uz korišćenje podesivog suženja poprečnog preseka u ekstruzionoj glavi, dok se film proizvodi bez toga. Donji otvor je promenljiv kako bi mogao da pokrije veći opseg debljina.

VALJCI ZA KALIBRACIJU. Nakon napuštanja glave, ekstrudirana ploča prolazi kroz valjke za kalibraciju. Njihova temperatura treba da bude što je moguće veća, kako bi se naponi održali na minimumu za vreme hlađenja. Iskustveno, temperatura na površini centralnog valjka treba da bude za 5 K niža od limita pri kome se ploča lepi na površinu čelika. Ako rastop ide nadole, temperatura gornjeg valjka treba da bude podešena na vrednost nižu od centralnog valjka (10 K), zbog male kontaktne površine na gornjem valjku. Temperatura na donjem valjku se nalazi između temperature gornjeg i centralnog valjka. Ako dolazi do savijanja ploče nakon prolaska preko valjaka, potrebno je podesiti temperature valjaka. Generalno, konkavna strana znači da je valjak suviše topao, a konveksna da je valjak suviše hladan.



Glava za proizvodnju ploča sa suženjem