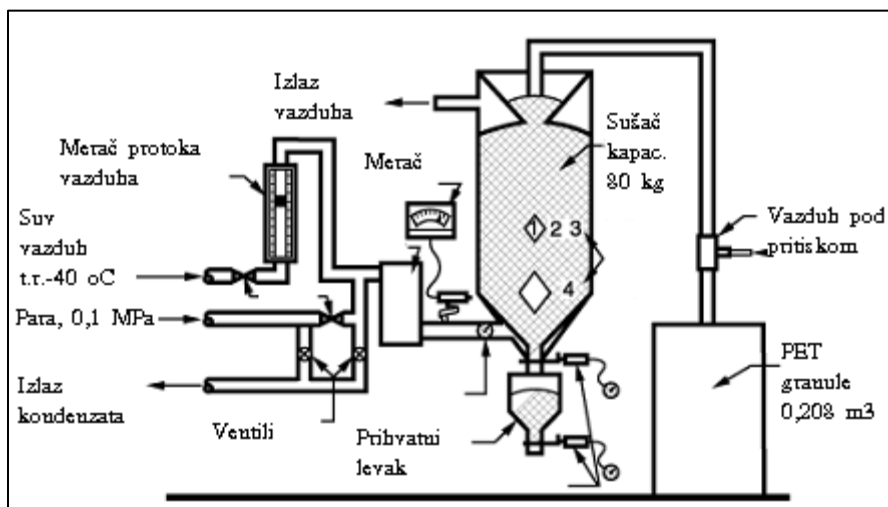


Sušenje PET-a kod primena za izradu predformi za boce

Kada se poli(etilen-tereftalat) – PET koristi za izradu injekciono presovanih predformi za dobijanje boca, od primarne važnosti je njegova molekulska masa, koju predstavlja inherentni viskozitet (IV). Za proizvodnju boca visokog kvaliteta je neophodno održati relativno visok IV. Obično predforme treba da poseduju vrednost IV od 0,69 dl/g ili veću, kako bi se sprečili problemi kao što su mutnoća, tanki zidovi boce ili krstost. PET (*u ovom tekstu je razmatran materijal firme Voridian Company, dela Eastman Chemical Company*) je veoma higroskopan materijal i, s obzirom da vlaga značajno utiče na vrednost IV tokom prerade rastopa polimera, mora se sušiti pre početka procesa prerade. Kod procesa sušenja postoje četiri promenljiva faktora koje treba razmotriti, a to su: **tačka rose vazduha za sušenje (t. r.); vreme zadržavanja granula; brzina protoka vazduha i temperatura ulaznog vazduha.** Prve dve promenljive se mogu lako izmeriti, a vreme zadržavanja granula se može jednostavno izračunati deljenjem zapremine sušare sa proizvodnošću. Prethodna istraživanja su pokazala da je brzina protoka vazduha od 0,062 m³/kg/h ili više u principu potrebna za odgovarajuće sušenje PET-a. Međutim, specifične brzine protoka vazduha za dati proces sušenja je teško odrediti uz korišćenje konvencionalnih sredstava.

Da bi se odredili efekti četiri osnovna promenljiva faktora, modifikovan je sušač kapaciteta 80 kg, kako bi se izvršilo variranje faktora. Šema sušača je data na slici 1. Ispitivanja su vršena na granulama PET-a sa IV = 0,74 dl/g i sadržajem vlage od 0,15% tež.

Nakon sušenja pod željenim uslovima u trajanju od više časova, uzorci granula su iskorišćeni za izradu injekciono presovanih predformi, kako bi se kasnije analizirao IV, a ceo proces ispitivanja je ponavljan više puta, uz različite procesne uslove. Podaci o IV-u su upoređivani sa uslovima

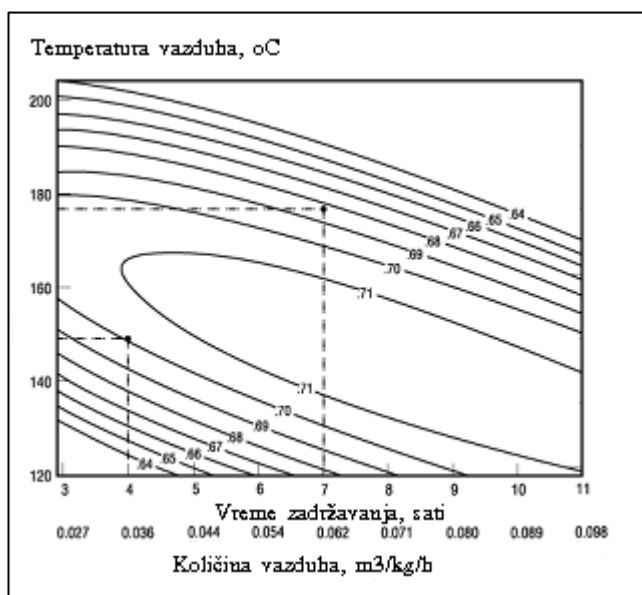


Slika 1. Šema eksperimentalne opreme za sušenje PET granula

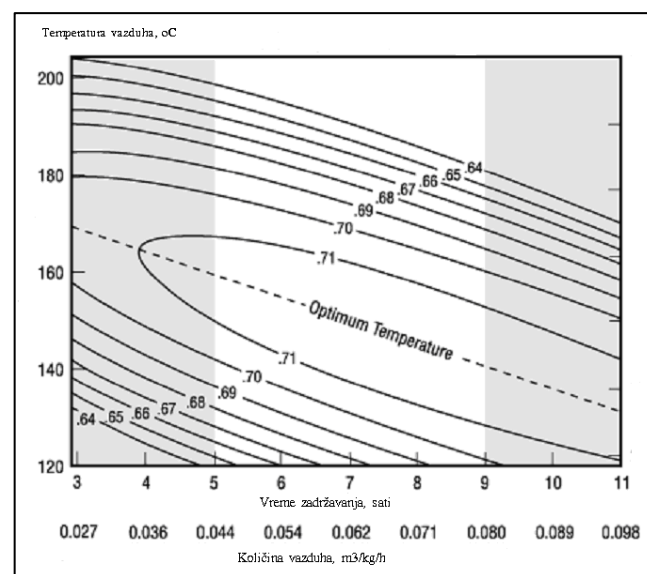
sušenja i zatim analizirani korišćenjem kompjuterskog programa. Pri ovim analizama, kompjuterski je formulisana zavisnost koja treba da predvidi IV predforme za bilo koji zadati komplet parametara sušenja. Na slici 2 je dat dijagram dobijen kompjuterskom simulacijom, koji daje vrednosti IV zavisno od uslova sušenja.

Važno je naglasiti da je ukupna količina vazduha koja je prolazila kroz sušač držana konstantnom tokom celog niza eksperimenata. Kao rezultat toga, količina vazduha po jedinici težine granula koje se obrađuju se menjala sa promenom vremena zadržavanja granula u sušaču. Rezultati na slici pokazuju da, na primer, ako su granule sušene na 150 °C u trajanju od 4 sata, korišćenjem protoka od 0,036 m³/kg/h, dobijeni IV treba da bude približno 0,70 dl/g. Takođe, u slučaju sušenja na 175 °C u trajanju od 7 sati i pri protoku vazduha od 0,062 m³/kg/h, treba očekivati inherentni viskozitet od 0,68 dl/g.

Na slici 3 je data zavisnost koja pokazuje optimalnu temperaturu sušenja za definisano vreme zadržavanja granula. Kao konstanta (za slike 3 i 4) je uzeta tačka rose (-18

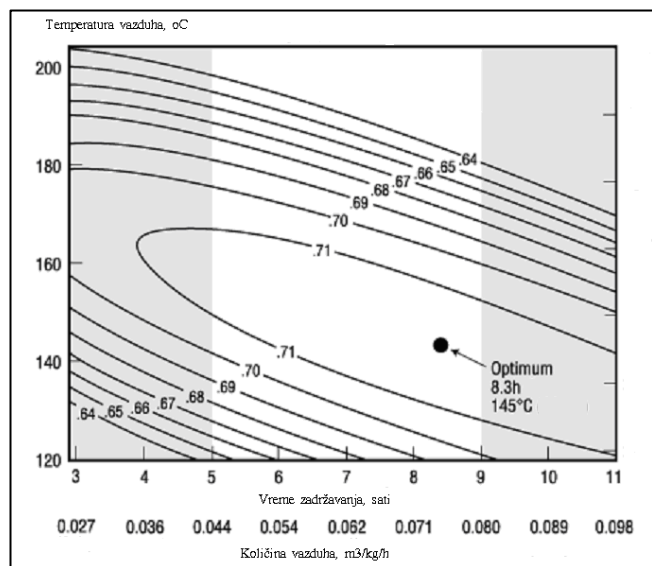


Slika 2. Kompjuterski generisana kriva IV predformi (konstante: t. r. -18 °C, vlažnost granula 0,15%)

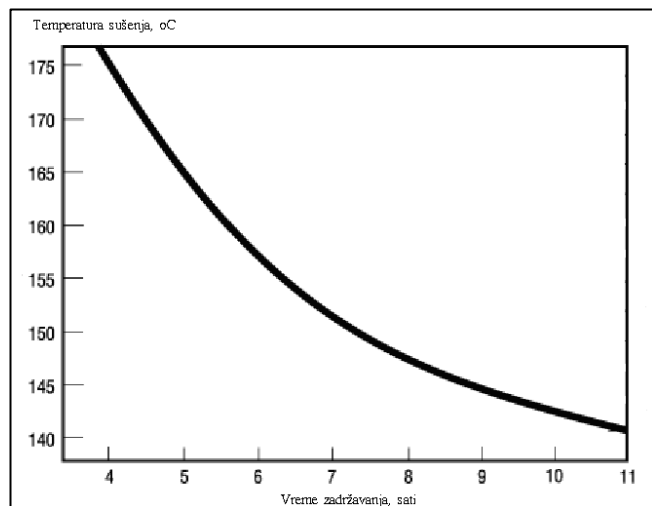


Slika 3. Optimalne temperature za zadata vremena zadržavanja

°C) i vlažnost granula (0,15% tež.). Kombinacija temperature i vremena zadržavanja koja je ispod optimuma neće biti dovoljna da ukloni svu vlagu iz granula i doći će do degradacije IV kada se PET rastopi u mašini za injeksiono presovanje. Sa druge strane, kombinacije iznad optimalnih parametara će dovesti do oksidativne degradacije granula tokom sušenja. Podaci dati na slikama 3 i 4 se mogu smatrati pouzdanim za vremena zadržavanja granula između 5 i 9 časova. Međutim, ove podatke ne treba koristiti za određivanje temperatura u ekstremnim situacijama, kao što je vreme zadržavanja granula u zasenčenim oblastima pri sušenju.



Slika 4. Optimalni odnos vreme/temperatura



Slika 5. Definisane temperature sušenja zavisno od vremena zadržavanja

Za ovu vrstu informacija se može iskoristiti slika 5, koja odražava empirijske podatke koji se nalaze izvan zone koja je kompjuterski generisana. Čak i u ovakvim slučajevima, postoji relativno veliki prostor za dobijanje prihvatljivog IV za predforme. Kao što je dato na slici 4, optimalni odnos temperatura/vreme za prvi test iznosi 8,3 časova na temperaturi od 145 °C. Treba takođe imati u vidu da na specifične rezultate dobijene kod predformi utiču i operativni uslovi same mašine za injeksiono presovanje.

Voridian Company

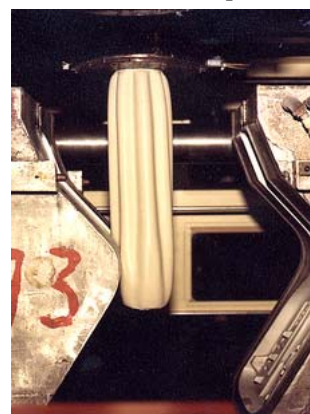
Istezanje parisona kod ekstruzionog duvanja poliolefina

Istezanje parisona je jedan od važnih parametara koji utiče na kvalitet šupljih tela na bazi poliolefina (polietilena i polipropilena) dobijenih tehnikom ekstruzionog duvanja. Posledica prevelikog istezanja je stanjivanje debljine zida parisona u vertikalnom pravcu, što može da dovede i do kidanja parisona.

Na istezanje parisona mogu da utiču operativni uslovi i svojstva materijala. Povećanje brzine pužnog vijka ekstrudera smanjuje istezanje. Niže procesne temperature parisona čine materijal više viskoznim, i time dovode do toga da je parison manje podložan stanjivanju usled istezanja.

U okviru opsega procesnih temperatura za poliolefine (145-200 °C), efekat temperature rastopa na istezanje opada sa smanjenjem masenog protoka rastopa (MFR). Poliolefini sa manjom vrednošću MFR-a su više viskozni, tako da imaju manju sklonost ka istezanju pod dejstvom sopstvene težine u stanju rastopa, nego što je to slučaj kod materijala sa većom vrednošću MFR-a. Posledično, materijali sa manjim MFR imaju manju tendenciju ka stanjivanju parisona.

Istezanje i bubrenje su u međuzavisnosti i neke promene operativnih uslova i svojstava osnovnog materijala mogu da utiču na njih suprotno. Tako, na primer, smanjenje brzine ekstrudera će doprineti većem istezanju, jer se parison ostavlja da "visi" bez podrške duže vreme. Međutim, pod ovim uslovima može da dođe do smanjenja bubrenja, usled toga što manja brzina ekstrudiranja može da dovede do manje orijentacije materijala. Ovo smanjenje bubrenja, međutim, može da bude nadoknađeno iz istog razloga zbog koga može da dođe do povećanja istezanja, a to je duže vreme u kome parison "visi" bez oslonca. Time postaje očigledno da izmene operativnih uslova mogu da utiču na kontrolu istezanja i bubrenja samo do određene mere. Ključni faktor u ovom slučaju je ponašanje izabranog materijala.



Pored MFR-a, izabrani materijal će delom biti definisan veličinom duvanog šupljeg tela, u cilju minimiziranja istezanja. S obzirom da parisoni za veće finalne artikule imaju veću masu od onih za male artikule, oni su više pod uticajem dejstva sile gravitacije, što kod njih prouzrokuje stanjivanje zida parisona. Kod ovakvih velikih artikala su poželjni polimeri sa nižim MFR.

Smanjenje istezanja se može izvršiti podešavanjem sledećih parametara:

- **Smanjenjem temperature rastopa, što rezultira većim viskozitetom, ali ovaj efekat je mali kod materijala gde je MFR manji od 2,0 g/10 min.;**
- **Povećanjem brzine ekstrudera, tako da parison "visi" u slobodnom prostoru između mlaznice i kalupa za razduvanje kraće vreme;**
- **Korišćenjem materijala sa manjom vrednošću MFR-a, što rezultira većim viskozitetom.**

Quantum