

Čišćenje kalupa za izradu PET predoblika važno je radi održanja kvaliteta proizvoda i radnog veka kalupa. Rad sa suvim ledom obezbeđuje brzo i ekonomično čišćenje

SUVI LED ZA BRZO I POUZDANO ČIŠĆENJE



Detaljno čišćenje kalupa prvi je zadatak po prestanku rada mašine za injekciono presovanje PET predoblika. U kalupu postoje mesta na kojima se naslage ubrzano stvaraju, kao što su kanali za odzračivanje vazduha na prstenu grla, otvori za vazduh i konusni deo kalupa. Što se više skraćuju vremena ciklusa, brže se gomilaju nečistoće u kalupu. Prema iskustvima, ručno čišćenje kalupa sa 72 kalupne šupljine traje 2–3 časa. Pored toga, ručno čišćenje uvek utiče na površinu materijala, a uvek se čisti svaka pojedinačna kalupna šupljina.

Procedura čišćenja suvim ledom mnogo je brža, čistija i manje agresivna od ručnog postupka. Postupak je efikasniji jer se do mesta u kalupu koja su teško pristupačna stiže veoma lako. Takođe, čišćenje je beskontaktno i nakon njega kalup je spreman za rad od prvog ubrizgaja. Kod čišćenja suvim ledom pod pritiskom koriste se čestice veličine 3 mm koje su slične zrnu pirinča. Čestice se pod

Čišćenje kalupa za PET predoblike

pritiskom prskaju na kalup koji nije potrebno prethodno demontirati. Kombinacija kinetičke energije čestica i toplotni efekat prekidaju vezu između naslaga i površine kalupa, čime se izbacuju nečistoće.

Suvi led je ugljen-dioksid na temperaturi $-78,3^{\circ}\text{C}$ koji pri kontaktu sublimiše u gas, te nema potrebe za ispiranjem ili sušenjem bilo kakvih tečnosti. Tokom postupka ne nastaje sekundarni otpad koji treba odlagati, tako da je procedura s neutralnim CO_2 ekološki podobna. Pri radu sa suvim ledom nema mirisa niti štetnih gasova, a nema kontakta sa oštrim delovima alata.

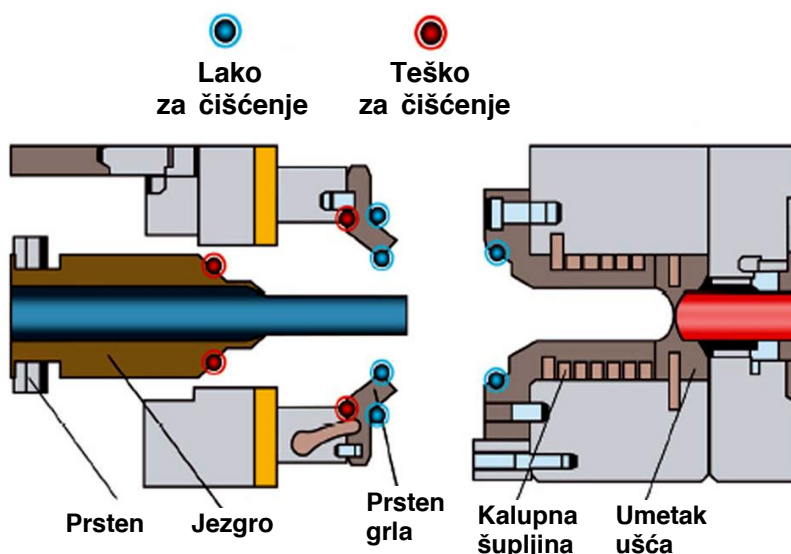
Proizvođač ove opreme, **Cold Jet**, razvio je model **Aero 80FP** konstruisan posebno za prerađivače PET-a. Mašina ima specijalno izrađene mlaznice za čišćenje



Zaustavni prsten kalupa: levo – neočišćeno; desno – očišćeno



Uređaj Cold Jet Aero 80FP



Zone za čišćenje kod kalupa za PET predoblike (izvor: Cold Jet)

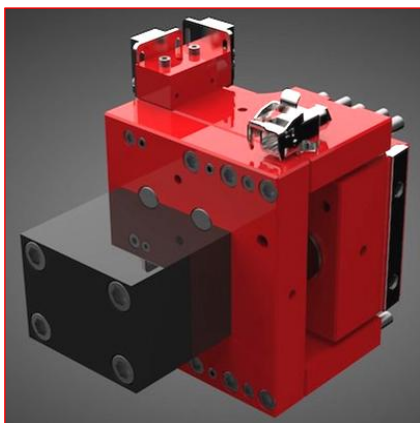
delova kalupa koji su teško pristupačni. Patentirane mlaznice **MERN** mogu se podešavati u odnosu na veličinu čestica suvog leda i vrše precizno čišćenje. Po procenama proizvođača, kupovina sistema za čišćenje 5 mašina za injekciono presovanje s kalupima od po 96 kalupnih šupljina isplati se za 6 meseci. Prosečna potrošnja suvog leda za kompletno čišćenje jedne mašine iznosi 40–60 kg. Isporučeni suvi led može se čuvati u posudama do 7 dana, a za veće potrebe može se kupiti uređaj za proizvodnju suvog leda.

www.coldjet.com

Povećanje sile zatvaranja

Firma **IronJaw** proizvela je prvi sistem za povećanje sile zatvaranja kalupa kod mašina za injekciono presovanje. Time se instalisana sila zatvaranja kalupa može povećati, te se i na manjim mašinama mogu izrađivati veći proizvodi. Uređaj radi nezavisno od hidraulike mašine. Sastoji se od dve jedinice koje se postavljaju na svaku stranu kalupa u blizini vertikalne podeone ravni. Kada se kalup zatvori, pokreću se dva spoljna jezgra kako bi fizički zatvorili kalup na podeonoj ravni i time dodatno završili kalup. Uređaj se izrađuje u četiri veličine sa silama zatvaranja od 25, 50, 125 i 200 tona. Kompatibilan je sa svim ubrizgavalicama i, prema navodu proizvođača, investicija se isplati u roku od 6 meseci. Sile zatvaranja mogu se povećati 30–60%. Početna cena uređaja iznosi 19.000 USD.

www.ironjaw.tech



Uređaj za povećanje sile zatvaranja kod ubrizgavalice montira se sa obe strane podeone ravni kalupa (izvor: IronJaw)

Vakuumsko laminiranje



Panel zadnjih vrata na modelu **Tesla X** (levo); laminiranjem pomoću vakuuma izrađen je unutrašnji deo vrata od polipropilena ojačanog biljnim vlaknima s površinom od TPO filma i podlogom od penastog materijala (desno). Izvor: www.kiefel.com

Američka firma **Tesla Motors** jedna je od najznačajnijih firmi koje proizvode električne automobile. Luksuzni **Tesla Model X** opremljen je pogonom na sva četiri točka, prima 7 putnika sa prtljagom i bez punjenja prelazi 565 km. Pored standardnih prednjih vrata, automobil ima zadnja vrata koja se vertikalno podižu. Nedavno je lansiran model srednje klase **Tesla Model 3**. Iako su modeli različiti, zahtevi za unutrašnju opremu vozila slični su kod oba modela. Delovi enterijera moraju biti lagani i uklopiti se u opšti koncept dizajna. Unutrašnje ploče vrata proizvode se na mašinama koje je konstruisala kompanija **Kiefel**.

Razvijena je i patentirana kompletna tehnološka linija za laminiranje potpomognuto vakuumom. U postupku laminiranja moguće je izvesti zone u kojima nema lamina, tj. filma. Zasebne pojedinačne vakuumske komore omogućuju da film za laminiranje bude u kontaktu sa osnovom samo u zonama koje će se laminirati. Zone u kojima neće

biti filma izbacuju se i naknadno popunjavaju drugim umecima, kao što je npr. koža. Noseći deo unutrašnjosti vrata izrađen je od polipropilena ojačanog biljnim vlaknima. Na spoljnoj površini nalazi se film od olefinskog termoplastičnog elastomera (TPO). Između njih umetnut je penasti sloj. Sve operacije oblikovanja i laminiranja odvija se istovremeno na liniji. U drugom delu linije odvija se naredni postupak, tj. savijanje ivica, jer svi spojevi moraju biti uniformni i precizno izrađeni.

U roku od 50 sekundi na liniji se obavi laminiranje rama vrata i gornje ploče vrata. Mašina za savijanje ivica opremljena je sistemom za brzu izmenu alata, tako da je potrebno samo 6 minuta za kompletnu promenu. Uslov za brzinu linije bila je planirana proizvodnja od 2.000 vozila na dan. Za ove potrebe, firma **Kiefel** isporučila je 4 kompletne linije za laminiranje uz pomoć vakuuma, zajedno sa uređajima za savijanje ivica.

www.kiefel.com



Tesla Model X

Razvoj ekstrudera za preradu PET-a u folije i ploče već duže vreme predmet je rada nemačke kompanije **Gneuss**. Cilj je dobijanje PET folija za termoformiranje. Novom tehnologijom ekspandiranja mogu se izrađivati penaste folije uz smanjenje težine za 50% u odnosu na neekspandirane folije. Zavisno od postupka dobijaju se konzistentne strukture pene i postižu dobra mehanička svojstva. Može se koristiti 100%-ni reciklovan PET u formi ljspica ili regenerat iz drugih postupaka.

Ekspandirana PET folija idealna je za ekonomičnu izradu termoformiranih posuda za prehrambenu industriju, uključujući tacne za meso, kutije za jaja, čaše i druge posude. Izrada ekspandiranih folija od vlažnog PET-a predstavlja izazov. Jedan od problema jeste prerada vlažnog materijala u ekstruderu uz održavanje visoke strukturne viskoznosti (IV) PET-a. Ključna stvar u postupku jeste otparavanje. Postupak ne uključuje samo uklanjanje vlage, već i kontaminata. Za tu svrhu obezbeđena je veoma velika površinska zona i cela se sekcija nalazi pod vakuumom. Ceo postupak započinje u ekstruderu **MRS Gneuss**. U ekstruderu se nalazi sekcija sa 8 planet-skih pužnih vijaka koji rotiraju u smeru suprotnom od glavnog pužnog vijaka. Zatim sistem s vakuumom izvlači vlagu pre nego što rastop prođe filtraciju, kako bi se uklonili kontaminanti. U liniji se nalazi ugrađen viskozimetar kako bi se obezbedila kontrola postizanja potrebne strukturne viskoznosti za postupak ekspandiranja. Ukoliko je potrebno podešavanje viskoznosti rastopa, operater može da poveća



Ekstruder **Gneuss MRS** za izradu ekspandiranih PET folija i ploča za termoformiranje

Ekstrudiranje penastih PET folija iz vlažnog materijala

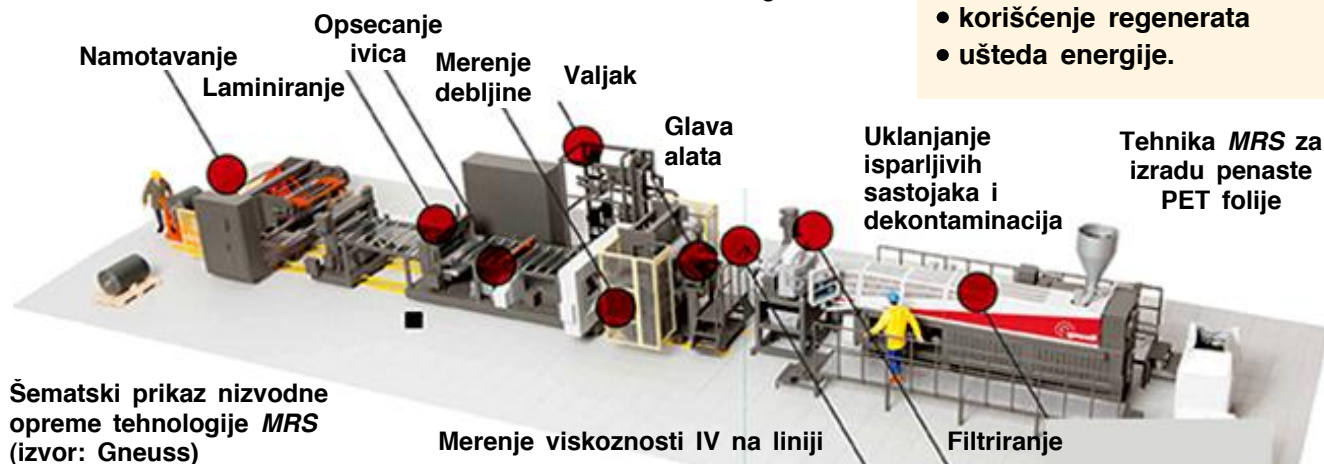
ili smanji primenjeni vakuum. Porastom vakuuma povećava se viskoznost rastopa i obrnuto. Da bi se izveo postupak ekspandiranja, u liniju je dodato nekoliko posebnih komponenta. Ekstruderu je dodat modul za ekspandiranje, uključujući produžetak pužnog vijka, sistem za doziranje i ubrizgavanje ugljen-dioksida i zonu kondicioniranja rastopa. Produžetak pužnog vijka dozvoljava ubacivanje do 0,2% CO₂ pod visokim pritiskom u rastop. Ovaj gas ima ulogu fizičkog sredstva za ekspandiranje PET-a i može se dodati do 4% sredstva za nukleaciju da potpomogne ekspandiranje. Uređaj za kondicioniranje rastopa instaliran je na kraju ekstrudera i umešava i hladi rastop pre ulaska u glavu alata. Mogu se proizvoditi ekspandirane folije gustina 0,7–1 g/cm³. Dodatna oprema može se montirati na postojeće linije.

www.gneuss.de



Prednosti tehnologije MRS Gneuss za folije za termoformiranje:

- veći sjaj i transparentnost
- manje žućenje
- dozvola FDA za kontakt s hranom i pri udelu 100% reciklata
- debljina 100–1.000 μm
- visoka stabilnost IV viskoznosti PET-a
- korišćenje regenerata
- ušteda energije.



Šematski prikaz nizvodne opreme tehnologije **MRS** (izvor: Gneuss)

Merenje viskoznosti IV na liniji

Filtriranje

Tehnika **MRS** za izradu penaste PET folije