

Aida Žgombić-Vicković, Tomislav Palajsa*, Igor Čatić**
 Društvo za plastiku i gumu, Zagreb, *Kaplast, Vojnić,
 **Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb

Injekcijsko ukrašavanje

ISSN 0351-187

UDK 678.027.74

Pregledni rad / Review Paper

Primljeno / Received: 8. 10. 2009.

Prihvaćeno / Accepted: 9. 12. 2009.

Sažetak

Izgled injekcijski prešanoga otpreska trajno dobiva na važnosti. Postizanju željenoga izgleda pridonose sve prošireniji postupci injekcijskoga ukrašavanja gdje se otpresak djelomično ili potpuno prekriva ukrasnim (dekoracijskim) slojem unutar jednoga radnog ciklusa. Opisani su postupci injekcijskoga ukrašavanja pripremkom: etiketom, pripremcima s naličjem i laminatom. Upozoreno je na neke suvremene postupke: *Decoform* i *Decopress*. Prikazani su primjeri etiketiranja injekcijskoga prešanja iz jedne hrvatske tvornice.

KLJUČNE RIJEČI:

injekcijsko ukrašavanje
 injekcijsko ukrašavanje etiketama
 injekcijsko ukrašavanje laminatom
 injekcijsko ukrašavanje pripremcima s naličjem

KEY WORDS:

in-mould decoration
 in-mould labelling
 in-mould lamination
 in-mould painting

In-mould decoration

Summary

The appearance of injection moulded parts has been gaining more and more in importance. In-mould decoration can help to reach this goal. Some of in-mould decoration technologies are described. These are in-mould labelling, painting and lamination. The attention is called to some modern variants of injection moulding decoration: *Decoform* and *Decopress*. The examples of using in-mould labelling are given based on the introduction of this procedure in one Croatian company.

Uvod / Introduction

Trajno rastu zahtjevi za kvalitetom i izgledom površine injekcijski prešanih otpresaka. Poljepšanje izgleda otpreska postiže se njegovim djelomičnim ili potpunim prekrivanjem ukrasnim (dekoracijskim) slojem unutar jednoga radnog ciklusa. Pritom se najčešće u kalup

(preciznije kalupnu šupljinu) ulaže ukrasni pripremak načinjen od listova različitih debljina (film, folija ili laminat¹). Zatim se polimerna taljevina ubrizga na poledinu priprema. Tu je skupinu moguće nazvati prema engleskom nazivu *in-mould decoration*, injekcijsko ukrašavanje.² Njemački naziv *Hinterspritztechnik*, kao i drugi engleski naziv *back-moulding* upućuju samo na dio procesa, na ubrizgavanje na poledini priprema. Pripremcima se zbog specifičnosti i oblika proizvoda umeću u pokretnu ili nepokretnu stranu kalupne šupljine. To izravno utječe na izbor opreme za umetanje etiketa.

U novijim izvorima, u postupke injekcijskoga ukrašavanja (u kalupu) ubrajaju se i postupci injekcijskoga ukrašavanja nanošenjem naliča na stijenke kalupa neposredno prije zatvaranja kalupa (e. *on-mould painting*), kao i postupci ubrizgavanja naliča ili temeljnoga sloja u kalupnu šupljinu tijekom ciklusa (e. *in-mould painting*, *in-mould priming*).² Iako je, u preradbenome smislu, postupak nanošenja naliča ubrizgavanjem inačica koinjekcijskoga prešanja kojim se ostvaruje sendvičasta struktura otpreska, svrha mu je ukrašavanje. Stoga se uvjetno injekcijsko prešanje ubrizgavanjem naliča može ubrojiti i u postupke injekcijskoga ukrašavanja.

Treba istaknuti da se navedenim postupcima postiže nekoliko ciljeva: poljepšanje i oplemenjivanje izgleda površine otpreska, ali i njegovo označavanje, zaštita od utjecaja okoline te poboljšanje mehaničkih ili električnih svojstava otpreska.

Kao i kod većine ostalih postupaka injekcijskoga prešanja, na području injekcijskoga ukrašavanja postoje brojni nazivi koji nisu definirani prema jasnim mjerilima, kao i brojna preklapanja. Posebno se to odnosi na skupinu postupaka injekcijskoga ukrašavanja umetanjem priprema.

Jedna od mogućih razradbi ove skupine postupaka je razvrstavanje u tri skupine prema bitnim odrednicama:

- injekcijsko ukrašavanje umetanjem priprema
- injekcijsko ukrašavanje ubrizgavanjem naliča ili temeljnoga sloja u kalup
- injekcijsko ukrašavanje nanošenjem naliča na stijenku kalupa.

Injekcijsko ukrašavanje pripremkom / In-mould decoration technologies

Nakon sistematizacije postupaka injekcijskoga ukrašavanja pripremkom opisani su postupci i preradbeni uvjeti pri injekcijskom ukrašavanju pripremcima te izbor materijala za njihovu izradbu. Navedene su prednosti i nedostaci tih postupaka, kao i mogućnosti njihove primjene.

Ovisno o vrsti priprema razlikuju se sljedeće inačice postupka:

- injekcijsko ukrašavanje etiketama³
- injekcijsko ukrašavanje pripremcima s naličjem
- injekcijsko ukrašavanje laminatom.

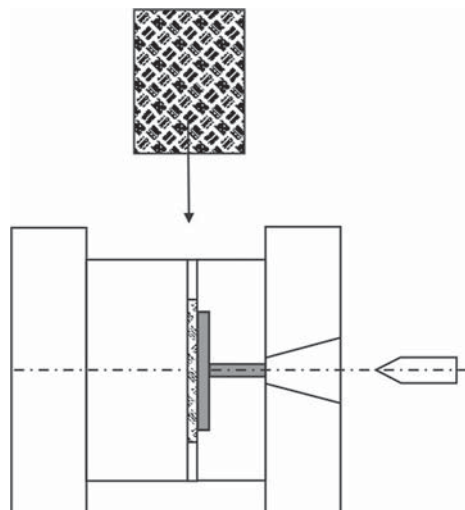
¹ U hrvatskoj stručnoj literaturi dogovorno se upotrebljavaju sljedeći nazivi.² Poluproizvodi debljine do 0,20 mm su filmovi, debljina folija je od 0,20 do 2 mm, a ploče su deblje od 2 mm. Poluproizvodi u obliku trakova (razlikuje se trak od trake; iz traka se izrezuju trake ili vrpce) prave se ekstrudiranjem i kalandriranjem te se namotavaju u svitke. Iz svitaka se izrezuju listovi namijenjeni postupcima toploga (pre)oblikovanja. Pripremcima potrebni pri injekcijskom ukrašavanju mogu se najprije preoblikovati u potrebni oblik, a zatim izrezati iz traka. Načelno se poluproizvodi namijenjeni preoblikovanju mogu praviti i izravnim prešanjem ili injekcijskim prešanjem. Višeslojni listovi su laminati, bez obzira na broj i vrstu slojeva.

² Precizniji naziv te skupine postupaka bio bi *ukrašavanje injekcijskim prešanjem*. Odlučuje se za *injekcijsko ukrašavanje* jer i strani izrazi neprecizno upućuju na postupak (prijevod s engleskoga: ukrašavanje u kalupu, s njemačkoga: natražno injekcijsko prešanje).

³ U hrvatskome postoji riječ *naljepnica* kao istoznačnica za etiketu. Naziv naljepnica upućuje na list učvršćen na podlogu ljepilom, što nije slučaj pri navedenim postupcima injekcijskoga ukrašavanja. Zato je zadržan naziv etiketa. Pritom je etiketa zamjena za ovu skupinu priprema.

Etiketiranje injekcijskim prešanjem³ / In-mould labelling³

Injekcijsko ukrašavanje i/ili označavanje umetanjem etiketa u kalup postupak je nanošenja otisnutih oznaka, natpisa ili slika na površinu otpreska. To se ostvaruje tako da se najprije otisne ukras na svitku različitih debljina (filmovi, folije), a zatim se otisnuti listovi izrežu iz svitka, prema potrebi toplo oblikuju te pojedinačno umeću u kalup (slika 1).



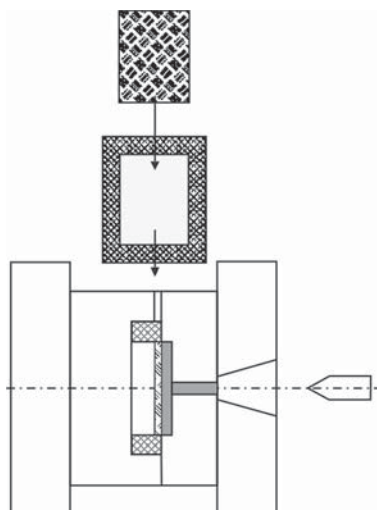
SLIKA 1 - Injekcijsko ukrašavanje etiketama³

FIGURE 1 – In-mould labelling³

Kako bi se pripremak točno namjestio u kalupu, obično se prethodno umetne u okvir (slika 2) ili se za umetanje rabi robotska naprava.

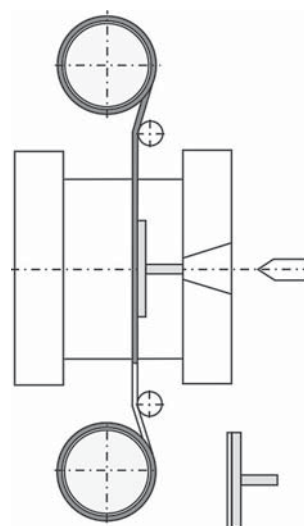
Prethodno izrezivanje i pojedinačno umetanje etikete može se izbjeći ako se upotrijebi traka s otisnutim etiketama namotana u svitak. U istome se koraku etiketa može izrezati, predoblikovati i umetnuti u kalup (slika 3).³ U tom slučaju potrebne su naprave za precizno namještanje priprema koje su obično sastavni dio kalupa i pokreću se taktno otvaranjem i zatvaranjem kalupa.

Namještene se etikete pridržava podtlačno, stvorenim podtlakom, vakuumom, na njihovu mjestu u kalupnoj šupljini, ili uz pomoć zatika, odnosno elektrostatički.³⁻⁵ Nakon zatvaranja kalupa na poledinu se priprema ubrizgava polimerna taljevina. Kad se otpresak izvadi iz kalupa, nije potrebna nikakva naknadna doradba: to je gotovi proizvod.



SLIKA 2 - Injekcijsko ukrašavanje etiketama u okviru³

FIGURE 2 - In-mould decoration: blank kept in frame³



SLIKA 3 - Injekcijsko ukrašavanje etiketom načinjenom od filma na svitku³

FIGURE 3 - Decoration by taking the preforming labels directly from a roll of film³

Postupak injekcijskoga ukrašavanja etiketama poboljšava trajnost i izgled gotovoga proizvoda u odnosu na proizvode s naknadno lijepljenim papirnatim naljepnicama jer su rubovi etikete nakon završetka procesa glatko i bez šavova poravnati s površinom otpreska. Pritom izostaju i troškovi naknadnoga lijepljenja naljepnica, odnosno troškovi tiskanja otpreska. Etiketa može biti prozirna pa se stječe dojam da je i nema jer je integrirana u proizvod,⁶ za razliku od klasičnih naljepnica koje su vidljive i moguće ih je ukloniti.

Injekcijsko ukrašavanje filmom / In-mould paint film

Injekcijsko ukrašavanje umetanjem u kalup filma s naličem provodi se u tri koraka.⁷ Prvi je korak izradba priprema nanošenjem u pravilu više slojeva naliča na film ili foliju, što se obično radi u specijaliziranim radionicama. Drugi je korak preoblikovanje lista u traženi oblik priprema, a treći je njegovo umetanje u kalup i ubrizgavanje taljevine. Pripremi od higroskopskoga materijala moraju se prije umetanja u kalup prosušiti.

Postupak ovisi o obliku otpreska, a treba razlikovati dva tipična slučaja: trodimenzijski, jako zakrivljen otpresak koji zahtijeva predoblikovanje priprema, te ravan ili tek neznatno zakrivljen otpresak koji dopušta prihvat filma neposredno s valjka.

Za pravljenje priprema najčešće se rabi postupak toploga oblikovanja, pri čemu pripremak zagrijavanjem omekša, a zatim se pretlačno ili podtlačno (vakuumiranjem) dovede u željeni oblik. Kristalasti materijali, kao npr. polipropilen, obvezno se moraju preoblikovati uz precizno reguliranu temperaturu lista (poluproizvoda), da pripremak pri preoblikovanju ne bi ispucavao. Napukline na pripremu posljedica su izazvanih napetosti i nekontrolirane kristalizacije tijekom procesa razvlačenja. Međutim, čak i kad se rabe amorfni polimeri poput ABS-a, gdje je regulacija temperature manje osjetljiva, može na mjestima prevelikoga razvlačenja doći do pojave nejednakoga sjaja i promijenjene boje kao posljedica nedovoljno precizne regulacije temperature preoblikovanja.

Bitno je da je pripremak veličinom potpuno prilagođen obliku kalupa. Ako je pripremak prevelik ili premalen, može doći do naboranja, odnosno pretjeranoga razvlačenja. Da bi se utvrdile ispravne izmjere priprema, treba uzeti u obzir toplinsko rastezanje kalupa, skupljanje priprema pri preoblikovanju i skupljanje polimera upotrijebljenoga za jezgru otpreska. Svi su ti parametri promjenljivi, a ovisi o preciznosti održavanja preradbenih uvjeta te upotrijebljenih materijala.⁸

Nakon pravljenja, a prije umetanja u kalup, pripremak treba obrezati.⁹ Umetanje *slobodnoga* priprema u kalupnu šupljinu nije jednostavno. To je, doduše, moguće izvoditi ručno, ali može biti

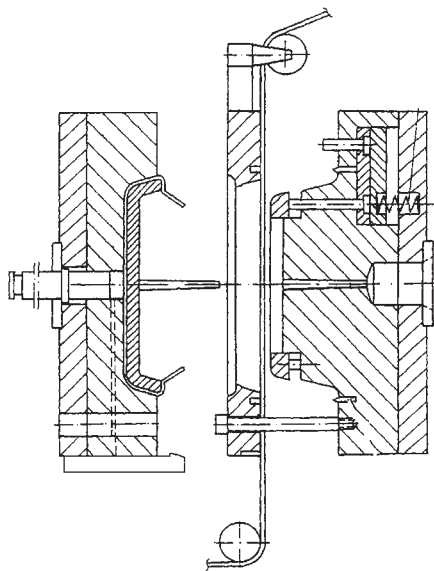
teškoća s namještanjem u točan položaj. Ako postoji naprava za automatsko vađenje i odlaganje gotovih otpresaka, preporučuje se njezina prilagodba i za umetanje priprema u kalup.

Umetnuti pripremak treba na neki način pridržavati na mjestu. U tu je svrhu moguće ugraditi podtladne ventile. Međutim, ventili mogu ostaviti tragove na površini i sklone su začepljivanju. Elektrostatičko pridržavanje ne zahtijeva doradbu na kalupu, a oprema se može prigraditi na robotsku napravu za umetanje priprema. No budući da je vrlo teško održavati prostor za preradbu savršeno čistim, statičkim elektricitetom nabijen pripremak privlačit će prašinu, što može loše utjecati na izgled gotovoga proizvoda. Najprihvatljivije je rješenje upotreba zatika za pridržavanje. Istodobno, kada je god to moguće, treba iskoristiti geometrijske oblike kalupa tako da gravitacijska i tarna sila dovoljno pridržavaju pripremak na svome mjestu tijekom potrebnoga vremena.

Ako su otpresi ravni ili neznatno zakrivljeni, film se može neposredno odmotavati s valjka i nema potrebe za izrezivanjem i predoblikovanjem jer se umjereno oblikovanje priprema može ostvariti u kalupu. Tijekom kalupljenja pripremak će se razvući i oblikovati zbog temperature i tlaka plastomerne taljevine.⁹ Dopustiva dubina izvlačenja ovisi o materijalu priprema, a omjeri izvlačenja su obično oko 2,5 debljine priprema, ali prema nekim navodima i do 200 debljina priprema.¹⁰

Uobičajeni sustav dopremanja filmske trake u kalup sadržava valjak na koji je filmska traka namotana i s kojega se odmotava, valjak koji namotava preostale okrajine trake, opremu za vođenje (upravljanje i reguliranje) odmotavanja, premotavanja, kočenja te opremu za namještanje priprema u ispravan položaj. Filmska se traka zateže kroz kalup između valjaka (slika 4).⁶ Kalup se zatvara preko filma i stegne ga na predviđeno mjesto, tako da može početi ubrizgavanje.

Ako površine gotovih proizvoda moraju biti glatke i visokoga sjaja, valja imati na umu da su podjednako osjetljive kao i uvriježeno lakirani dijelovi te da se mora posvetiti odgovarajuća pozornost rukovanju i pakiranju gotovih proizvoda ako nemaju privremene zaštitne navlake.



SLIKA 4 - Injekcijsko ukrašavanje odmotavanjem filmske trake s valjka⁶

FIGURE 4 - Decoration by taking the labels directly from a roll⁶

Ukrašavanje u kalupu preslikavanjem s filma (e. *in-mould film decorating*) inačica je postupka umetanja priprema načinjenoga od filmske trake u kalup, pri čemu se film rabi samo za prijenos ukrasa na otpresak, a sama filmska traka ostaje neuporabljena i uklanja se s otpreska.⁶

Na nosivu filmsku traku, najčešće od PET-a, tiska se ukras, a zatim se film namota na valjak i provuče između dva dijela kalupa. Sila zatvaranja čvrsto drži film na mjestu da se ne pomakne i ne zgužva tijekom ubrizgavanja taljevine.^{11,6} Nakon ubrizgavanja ukras je preslikan na otpresak, a namotavalica pomakne traku koliko je potrebno za sljedeće ubrizgavanje. Ovaj postupak dopušta ukrašavanje kompliciranih oblika, ali uz manje dubine izvlačenja nego pri postupku umetanja u kalup filma s naličjem.¹¹⁻¹³

Injekcijsko ukrašavanje laminatom / In-mould lamination

Postupak sličan onomu koji se primjenjuje za umetanje etiketa može se primijeniti i za ukrašavanje površine umetanjem u kalup priprema od tkanih i netkanih tekstila, kože, velura, saga, gume, aluminijske folije, ostalih metala, drva, furnira i drugih materijala.^{11,6}

Postupci se razlikuju utoliko što se pri ukrašavanju laminatom često primjenjuje i izravno prešanje. Pri injekcijskome prešanju radi se uz iznimno niske temperature taljevine zbog opasnosti da pripremak degradira te uz što niže tlakove ubrizgavanja kako bi se tijekom te faze procesa izbjegli mogući pomaci, gužvanje, kidanje i gnječenje površinske strukture umetnutoga priprema.

Izbor materijala za injekcijsko ukrašavanje pripremkom / Choice of materials for in-mould decoration

Postupci injekcijskoga ukrašavanja umetanjem priprema u kalupnu šupljinu djelotvoran su i jeftin način ukrašavanja otpreska i istodobnoga poboljšavanja svojstava sastavljanjem više vrsta materijala. Postupak je moguće prilagoditi za gotovo sve plastomere i duromere koji se prerađuju injekcijskim prešanjem, no najučestalije se rabi za ukrašavanje polipropilenskih otpresaka.

Pripremak mora zadovoljiti ne samo zahtjeve ukrašavanja već i zahtjeve koji proizlaze iz postupka:³

- razmjerno visoka postojanost pri povišenim temperaturama i na promjene temperature
- neosjetljivost na visoke tlakove
- prikladnost za preoblikovanje
- dobra adhezija na osnovni polimerni materijal
- dobro prilijevanje na strukturu stijenke kalupa
- neosjetljivost na poprečna naprezanja
- elastična površinska struktura koja se vraća u prvobitni oblik nakon kalupljenja.

Tiskanje grafičkih uzoraka / Printing of graphical design for labels

Za tiskanje grafičkih uzoraka na etikete rabe se različiti tiskarski postupci.¹⁴⁻¹⁷ U slučaju da otpresak za koji je namijenjen pripremak nije potpuno ravan, tiskarska boja mora izdržati savijanje priprema, a da ne ispuca.⁶

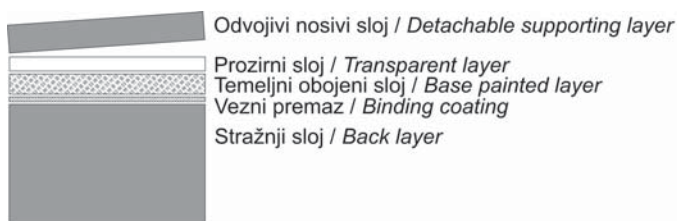
Grafički se otisak može nalaziti na vanjskoj strani filma, na unutrašnjoj strani (između filma i otpreska) ili na unutrašnjem sloju višeslojnoga filma. Svaka od navedenih mogućnosti ima prednosti i nedostatke. Otisak se na vanjskoj strani može istrošiti tijekom uporabe. Smještanjem na unutrašnju stranu otisak će pri uporabi biti zaštićen dok traje film,^{18,19} ali je tijekom ubrizgavanja neposredno izložen poprečnim naprezanjima i povišenoj temperaturi taljevine.

Tiskanje na unutrašnjem sloju višeslojnoga filma (laminata) zaštitit će otisak od trošenja pri uporabi i od oštećenja tijekom ubrizgavanja. Međutim, laminiranje znači da je nužno uključiti još jednu proizvodnu operaciju nakon tiskanja ukrasa, a prije kalupljenja.

Filmovi s naličjem / Films with paint

Filmovi s naličjem u pravilu su višeslojni, najčešće raspoređeni tako da je stražnji vanjski sloj obojen i proziran, kako je prikazano na slici

5.7 Obojeni i prozirni sloj slične su svrhe kao i odgovarajući premazi pri tradicionalnom ličenju: oni osiguravaju obojenost i postojanu zaštitu površine.



SLIKA 5 - Slojevita struktura filma s naličem⁷ (s pismenim dopuštenjem Rapre, sada iSmithers)

FIGURE 5 - Layered structure of typical in-mould paint film⁷ (with written permission by Rapra, now iSmithers)

Stražnji sloj osigurava adheziju prema jezgri otpreska i katkad povećanu krutost filma potrebnu da se olakša rukovanje. Sustav u cjelini mora biti savitljiv tako da dopušta oblikovanje filma prema otpresku i ostvaruje završni nalič koji će se pri udarcu saviti, a ne okrhnuti. Osim na udarce, film s naličem mora biti postojan i na utjecaje okoline, kemijske utjecaje, izbjeljivanje, gubitak sjaja i starenje na otvorenom prostoru.

Debljine pojedinih slojeva su promjenljive, a ovise o obliku gotovoga krajnjeg proizvoda i zahtijevanoj razvlačivosti.

Nosivi sloj: Nosivi sloj služi kao podloga za nanošenje slojeva naliča. Poli(etilen-tereftalat) (PET), debljine 25 do 75 μm , predstavlja čvrstu i savitljivu podlogu na koju se nalič može lijevati i potom osušiti. Nosivi se sloj redovito oljušti prije negoli se nanosi stražnji sloj (i ne isporučuje se korisniku), ali se može i ostaviti sve do prešanja da služi kao površinska zaštitna navlaka.²⁰

Prozirni sloj: Ovaj sloj nije uvijek predviđen jer se u nekim slučajevima ne može dovoljno dobro oblikovati pa je njegova uporaba ograničena uglavnom na otpreske ravnih ploha. U slučaju da je predviđen, ovaj sloj dodatno štiti obojeni nalič i produljuje trajnost cjelokupnoga sustava,²¹ a nanosi se u debljini od 25 do 50 μm . Razvijeni su posebni materijali za prozirni sloj koji se mogu toplo oblikovati. Proizvođači filmova strogo čuvaju podatke o sastavu tih materijala. Međutim, poznato je da se u nekim primjenama rabe fluorirani ugljikovodici.²¹

Temeljni obojeni sloj: Obojeni se sloj priprema od poli(viniliden-fluorida) (PVDF), akrila, mješavina PVDF-a i akrila ili akril/stiren/akrilonitrila (ASA) i polikarbonata (PC). Najčešće je debljina toga sloja od 13 do 30 μm . Bojilima se mogu postići i učinci metaliziranja ili bisernoga odsjaja, a može se podešavati i sjaj te tekstura površine kako bi se postigao željeni konačni izgled.

Vezni premaz: Može se upotrijebiti plastomerni vezni premaz debljine 3 μm da se poboljša adhezija obojenoga i stražnjega sloja

kada je to potrebno, a treba voditi računa o kompatibilnosti upotrijebljenih materijala.

Stražnji sloj: Stražnji se sloj nanosi kad je prethodni, obojeni sloj očvrstnuo. Plastomerne folije (debljine od 0,5 do 0,8 mm) rabe se kada se pripremak treba toplo oblikovati prije umetanja u kalup.²² Može se upotrijebiti niz plastomera, uključujući ABS ili plastomerne poliolefine. Materijal za stražnji sloj treba biti kompatibilan s materijalom jezgre otpreska kako bi se tijekom ubrizgavanja omogućilo miješanje i povezivanje s taljevinom. Dakako, treba obratiti pozornost na to da stražnji sloj tijekom kalupljenja ne degradira zbog previsoke temperature taljevine.

Za izradbu filmova s naličem rabe se postupci koekstrudiranja, ličenja nožem ili ličenja unatražnim valjkom.^{22,11} Za ličenje se obično rabe tradicionalni naliči s otapalom, a moraju se sušiti u peći. Pri koekstrudiranju nisu nužna otapala jer se granule naliča otope zagrijavanjem. Kad je film dovršen, filmovi namotani u svitke režu se na potrebnu mjeru i spremni su za daljnju uporabu.

Boja premaza posebno je važna jer se nalič u pravilu posebno miješa za svaku isporuku, a često i prema zahtjevu da točno odgovara boji bliskih dijelova cjelokupnoga proizvoda.

Laminati i ploče / Laminates and plates

Treću skupinu priprema čine laminirane folije i ploče od različitih materijala, tkani i netkani tekstili glatke i čupave površine, guma, staklene hasure, koža, metali, drvo, furnir itd. Tipična struktura višeslojnoga laminiranog priprema s tekstilom ili folijom prikazana je u tablici 1.²³

Inačice injekcijskoga ukrašavanja

Postoji više inačica injekcijskoga ukrašavanja. U²⁴ opisane su iscrpno dvije, *Decoform*²⁵ i *Decopress*.²⁶ I na ovom području razvoj je vrlo snažan te se zainteresirani upućuju na praćenje najnovijih dostignuća.

Prednosti i nedostaci etiketiranja injekcijskim prešanjem / Advantages and disadvantages of in-mould labelling

Etiketiranje injekcijskim prešanjem / In-mould decoration with labels

Prednosti ove skupine postupaka mogu se ovako smisleno sažeti:²⁷

- točno namještanje etikete na otpresku (u odnosu na naknadno lijepljene samoljepive naljepnice)
- niži su troškovi materijala (ne treba ljepilo)
- nema naknadnih radova nakon injekcijskoga prešanja (nema posebne radne operacije lijepljenja etiketa ili tiskanja na izratku)
- odlična adhezija na proizvod bilo kojega oblika
- nema rizika odljepljivanja etikete

TABLICA 1 - Struktura otpresaka s višeslojnim ukrasnim pripremkom²³

TABLE 1 - Typical structure of the in-mould decorated parts²³

Struktura / Structure	Uobičajene debljine / Usual thickness	Materijali / Materials	Zadaća / Task
Vanjski sloj	Folija: od 0,25 do 1 mm ili tekstil: od 0,25 do 4 mm	Folija: PVC, ABS, plastomerni poliolefini ili tekstil: PET, PA, PP	Dekorativnost Taktilna svojstva
Sloj pjene	Od 1 do 3 mm	PU, PVC, PP	Meki dodir, toplinska izolacija
Međusloj	Od 0,5 do 1 mm	PET, PP	Toplinska izolacija, ukrućivanje tkanine, sprječavanje kidanja tkanine, bolja adhezija
Osnovni sloj	Od 2 do 3 mm	PP, ojačani PP, ABS, ABS/PP mješavine	Određuje oblik, daje krutost otpresku

- otpresak može biti i od jedinstvenoga polimera (recikliranje bez odvajanja dijela otpreska)
- mogući su posebni oblici izgleda proizvoda
- poboljšana su čvrstoća i zaprečna (barijerna) svojstva različitih pakovanja.

Nedostaci su:²⁷

- produljeno trajanje ciklusa
- za vrhunske proizvode potrebna su ulaganja u automatiziranu opremu koja je usko specijalizirana i slabo fleksibilna. Fleksibilnost opreme rezultira lošijim proizvodnim rezultatima.
- ukupni troškovi nisu uvijek niži u odnosu na tradicionalne postupke
- kod svake promjene oblika etikete, čak na istom kalupu, nužna je promjena na magazinima za etikete te na pločama za umetanje etiketa, što povisuje proizvodne troškove.

Injekcijsko ukrašavanje umetanjem u kalup filma s naličem / In-mould decoration with film

Prednosti su ovoga postupka:^{27,28}

- štedi materijal za jezgru otpreska jer film smanjuje obujam ubrizgavanja
- dopušta da se u stražnjem sloju filma uporabi reciklirani materijal
- ostvaruje uštedu u usporedbi s uporabom obojenoga materijala s prozirnim naknadnim naličem, uz uštedu od 15 do 35 % troškova ličenja
- može se postići vrlo čvrste naliče
- predstavlja prednost za okolinu jer nema uobičajenoga ličenja i popratnoga zbrinjavanja otpadnoga mulja, hlapivih otapala, troškova posebne zaštite radnika i rada s maskama
- može se postići lijep izgled površine bez efekta narančine kore, mrlja i kratera, ako takvi posljedici nisu zahtijevani zbog sklada s ostalim obojenim dijelovima
- omogućuje ukrašavanje polimera inertne površine (npr. poliolefina)
- omogućuje ukrašavanje polimera osjetljivih na otapala i povišenu temperaturu (naknadno ličenje i sušenje završnoga naliča u peći)
- jednostavno je promijeniti boju i izgled površine otpreska
- moguće je boju otpreska uskladiti s bojom ostalih dijelova i cjelovitim proizvodom
- prekriva uobičajenu teksturu površine otpreska nastalu zbog punila i vlakana
- otpreske ukrašavane uz uporabu kompatibilnih materijala jednostavno je materijalno oporabiti jer se otpresak može preraditi u granulat i ponovno injekcijski prešati.⁶

Nedostaci su:^{27,28}

- produljeno je trajanje ciklusa
- treba doraditi postojeće kalupe ili konstruirati i izraditi nove
- potrebna je popratna i pomoćna oprema na ubrizgavali
- treba izraditi alat za preoblikovanje priprema, a preoblikovanje zahtijeva dodatni rad
- potrebno je prilagoditi postupak, katkad uz razvojna ispitivanja.

Primjeri etiketiranja injekcijskim prešanjem / Examples of application of in-mould decoration with labels and films

Postupak injekcijskoga ukrašavanja umetanjem etiketa u kalupnu šupljinu najprije je primijenjen za ukrašavanje poklopaca posuda za sladoled. Umjesto lijepljenja papirnatih naljepnica, kao unapređenje stavljane su papirnate etikete u kalupnu šupljinu. U tom slučaju nije potrebno ljepljenje, a otpresak je moguće uputiti u punionicu neposredno nakon vađenja iz kalupa. Premda se postupak danas rabi i za izradbu npr. poklopaca na automobilskim kotačima, nosiljka za boce (slika 6)²⁹ i kapica za krajeve osovina, pakovanja

za prehrambene proizvode (slika 7)³⁰ do sada su ostala osnovno područje primjene.



SLIKA 6 - Nosiljka za boce za napitke (Foto: Kaplast)²⁹

FIGURE 6 - Beverage crate (Photo: Kaplast)²⁹



SLIKA 7 - Ambalaža za sladoled (Foto: Kaplast)³⁰

FIGURE 7 - Ice-cream container (Photo Kaplast)³⁰

S vremenom su uvedena unapređenja:

- ojačavalo koje predstavlja etiketa dopušta da se smanji debljina jezgre otpreska, a da se ostvare zahtijevana mehanička svojstva izratka^{31,32}
- pojedinačno umetanje etiketa izvodi robot ili se etikete skidaju s folije namotane na valjak³³
- etiketama od dvoosno orijentiranoga PP-a na jezgri otpreska od PP-a ostvaruje se jednomaterijalni proizvod koji je jednostavniji za uporabu.

Zahvaljujući tim unapređenjima postupak je postao ekonomičniji te je logičan izbor za ambalažu zahtjevniju po izgledu i trajnosti, dok je za manje zahtjevne proizvode još uvijek povoljnije tiskanje na otpresku (npr. *offset*, osobito na valjkastoj ambalaži, sitotisak ili duboki (tampon) tisak).³³

Zaključak / Conclusion

Na injekcijski prešane otpreske postavljaju se sve viši zahtjevi, ne samo prema kriterijima kvalitete i dimenzijske stabilnosti već i izgleda. Tim nastojanjima pridonose postupci injekcijskoga ukrašavanja.

Zahvala / Acknowledgement

Ovaj tekst nastao je u sklopu tehnologijskoga projekta MZOŠ-a Injekcijsko prešanje polimera i ostalih materijala u razdoblju od 2002. do 2004. Zahvaljujemo Ministarstvu znanosti, obrazovanja i športa na potpori. Posebno zahvaljujemo Tehnologijskom vijeću, s tadašnjim predsjednikom prof. dr. sc. J. Božičevićem na čelu, na odobrenju i trajnoj podršci projektu.

LITERATURA / REFERENCES

1. Čatić, I.: *Uvod u proizvodnju polimernih tvorevina*, Društvo plastičara i gumara, Zagreb, 1990, 57
2. Love, J. C., Goodship, V.: *In-Mould Decoration of Plastics*, Rapra Review Report 146, 13(2002)2, 2002, 1
3. Johannaber, F.: *Unaprijedeni postupci injekcijskog prešanja na razmeđu dvaju tisućljeća*, Polimeri, 23(2002)3, 39-52
4. N. N.: *Wheel's on Fire*, European Plastics News, 27(2000)11, 46
5. Reade, L.: *Hanging on the Telephone*, European Plastics News, 27(2002)11, 44
6. Rothe, J.: *Special Injection Moulding Methods*, Kunststoffe Plast Europe, 87(1997)11, 21-28
7. Love, J. C., Goodship, V.: *In-Mould Decoration of Plastics*, Rapra Review Report Nr. 146, 13(2002)2, 6.
8. Ibid., 7.
9. Carpenter, R. W.: *In-Mould Finishing, In Tune with the Newest Decorating Technologies*, Nashville, Tn. 12.-13. 10. 1993, 67-71.
10. N. N.: *Targets In-Mould Film Decoration*, Plastics and Rubber Weekly, (1998)1, 748.
11. Robinson, P. J.: *Decorating and Coating of Plastics*, Rapra Review Report Nr. 65, 6(1993)5.
12. Hudson, R.: *Developments in the European Injection Moulding Industry – Machinery, Manufacturers and Markets*, Shawbury, Rapra Technology Ltd., 1995, 230.
13. N. N.: *Easy Processing Polycarbonate gives Boost to In-Mould Decorating*, Modern Plastics International, 26(1996)11, 91.
14. Bentley, D. J.: *In-Mould Labelling Makes Strides Worldwide*, Paper Film & Foil Converter, 75(2001)1, NW8.
15. N. N.: *Options Increase for Decorating 3-D Parts*, Plastics News International, 5(1999), 15-16.
16. Miel, R.: *Plastics Prominent at Germany Auto Show*, Plastics News (USA), 13(2001)29, 44
17. Lee, M.: *Instruments of Change*, European Plastics News, 24(1997)2, 22-24
18. N. N.: *Picture Perfect*, Engineering, 240(1999) 2, 65
19. Bentley, D. J.: *In-Mould Labells: Film is Today's Hot Development*, Paper Film & Foil Converter, 70(1996)7, 22
20. Peacock, R.: *Injection Moulding Process Creates New Technical Forming Demand*, British Plastics and Rubber, (1999)5, 42-44
21. Carpenter, R. W.: *In-Mould Finishing, In Tune with the Newest Decorating Technologies*, Nashville, Tn. 12.-13. 10. 1993, 8-11.
22. Kappacher, J., Blass, R., Grefenstein, A.: *Coextruded Film for the Backmolding Technology*, Kunststoffe, 89(1999)3, 96-101
23. N. N.: *Special Injection Moulding Processes*, 388
24. Čatić, I.: *Injekcijsko prešanje polimera i ostalih materijala*, Društvo za plastiku i gumu, Zagreb, 2004, 190-211
25. N. N.: *Decoform in-mould decoration*, www.krauss-maffei.de, 14. 3. 2003
26. N. N.: *Decopress in-mould decoration*, www.krauss-maffei.de, 14. 3. 2003
27. Carpenter, R. W.: *In-Mould Finishing, In Tune with the Newest Decorating Technologies*, Nashville, Tn. 12.-13. 10. 1993., 67-71
28. Sherman, L. M.: *New Film Insert Moulding Technology Dresses up Auto Wheel Covers*, Plastic Technology, 47(2001)1, 45
29. *Sanduk za boce za napitke*, Kaplast, 2009
30. *Ambalaža za sladoled*, Kaplast, 2009
31. IML: *Advantages Outweigh Costs*, Packaging Review South Africa, 27 (2002)4, 37
32. Mapleston, P.: *Low-Pressure Process Simplifies Part Decoration*, Modern Plastic International, 23(1993)4, 42-44
33. Pacitti, S.: *Stick or Twist*, Plastics in Packaging, 5(2003)5, 16-18

DOPISIVANJE / CONTACT

Prof. dr. sc. Igor Čatić
 Sveučilište u Zagreb,
 Fakultet strojarstva i brodogradnje
 Ivana Lučića 5
 HR-10000 Zagreb, Hrvatska / Croatia
 E-pošta / E-mail: igor.catic@fsb.hr

Nova klasifikacija kabela prema kriteriju gorivosti

Priredio: Tvrtko VUKUŠIĆ

Europska komisija i EUROPACABLE (Europsko udruženje proizvođača kabela) u završnoj su fazi definiranja kriterija klasifikacije električnih kabela, prema odrednicama posljednje direktive EU kojom se regulira to područje (EEC 89/106 – *European Construction Products Directive (CPD)*).

Prema analizi velikog broja stručnjaka koji se bave ispitivanjem gorivosti kabela, mali vertikalni test (e. *Single Burning Item, SBI*) ipak nije najbolji izbor za ispitivanje i ocjenjivanje proizvoda kao što su kabela.

Europska komisija okupila je stručnjake iz različitih laboratorija: SP (Švedska), Interscience (UK), ISSEP (Belgija) i CESI (Italija) te im zadala da razviju program mjera i metoda za ispitivanje gorivosti kabela (e. *Fire performance of electric cable, FIPEC*). Uz već postojeću međunarodnu normu IEC 60332-3, dodani su i novi preporučeni, ali ne i obvezni kriteriji, vezani uz količinu i brzinu oslobođene topline pri gorenju, emisiju dima i dimnih plinova te analizu kapanja rastaljenih dijelova kabela (e. *flaming droplets*) prilikom vertikalnog širenja vatre.

Europska komisija objavila je i nacrt norme prEN 50399:2007: *Common test methods for cables under fire conditions - Heat release & smoke production measurement on cables during flame spread test*. Prema zajedničkoj odluci odbora CENELEC TC 20 i CEN TC 127, nacrt norme će 2010. postati obvezatnom normom, kao i dijelovi EN 50399-2-1 i EN 50399-2-2.

U 2010. će se nova klasifikacija kabela provoditi prema normi EN 13501: *Fire classification of construction products and building elements*, uzimajući u obzir rezultate ispitivanja kabela u uvjetima gorenja, prema proceduri i rezultatima dobivenima prema normama EN 50399-2-1 i EN 50399-2-2.

Jedan od vodećih proizvođača opreme za ispitivanje gorivosti materijala i kabela, tvrtka FTT iz Engleske, razvio je dodatne dijelove opreme, koji su prilagođeni zahtjevima IEC 60332-3, tj. IEC 50399, a mogu se prilagoditi postojećoj opremi za ispitivanje gorenja.

www.fire-testing.com