

ORODJE ZA BRIZGANJE POLIMERNIH MATERIALOV

Andrej Glojek

VSEBINE:

OSNOVE ZA DOLOČANJE ORODJA

- Zahteve izdelka
- Zahtev orodja
- Zahteve stroja
- Tehnično prevzemne zahteve

VRSTE ORODIJ

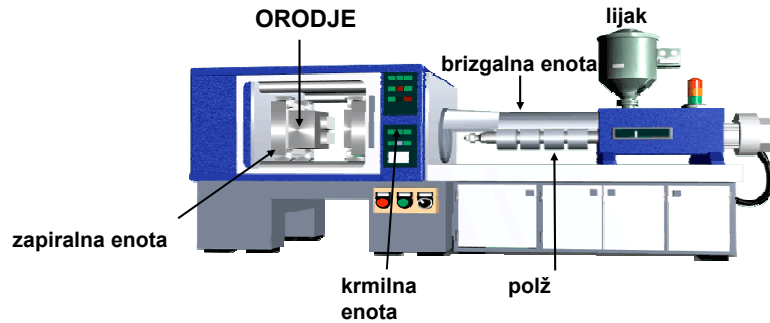
SISTEMI ORODIJ

- Normalije
- Število in razporeditev gnezd
- Dolivni sistemi
- Stranski pogoni
- Odvijalni sistemi
- Snemalni sistemi
- Odpiranje orodja z več ravninami
- Temperiranje orodij
- Odzračevanje orodij
- Vodenje in centriranje orodij
- Nadzor delovanja orodja

DOLOČITEV OSTALIH ZNAČILNOSTI ORODIJ

- Material za dele orodja
- Določitev skrčkov
- Določitev snemalnih kotov
- Določitev obdelave kalupnih površin

STROJ ZA BRIZGANJE Z ORODJEM

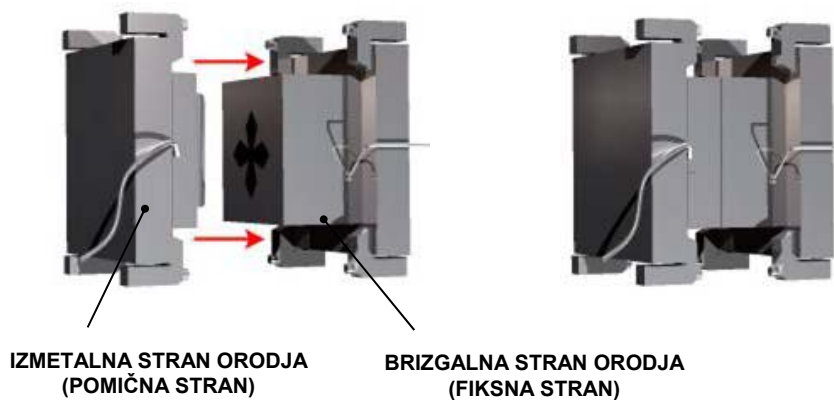


- glavne naloge orodja
- dogajanje v orodju
- zasnova in izdelava orodja

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

3/74

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE



ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

4/74

DOLOČANJE ORODJA

OSNOVE ZA DOLOČANJE ORODJA

- zahteve izdelka
- zahteve orodja
- zahteve stroja
- tehnično prevzemne zahteve

VRSTE ORODIJ (osnovno, odvijalno, toplokanalno orodje ...)

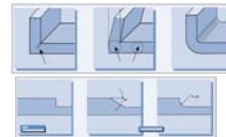
SISTEMI ORODIJ (normalije, dolivni sistemi, temperiranje ...)

DOLOČITEV OSTALIH ZNAČILNOSTI ORODIJ (material, skrčki, snemalni koti ...)

OSNOVE ZA DOLOČANJE ORODJA

Zahteve izdelka:

- določena oblika izdelka (debelina sten, snemalni koti, zaokrožitve, mere),
- določena izvedba izdelka (enokomponenten, večkomponenten),
- naknadna obdelava izdelka (lakiranje, mehanska ob. varjenje ...),
- material izdelka (razmerje med debelino in potjo tečenja mase),
- določene uporabne zahteve (mehanske, optične, vizualne, ekonomičnost).



Zahteve orodja:

- prototipno ali produkcijsko,
- tehnične možnosti izdelave,
- način dela (avtomatsko, polavtomatsko, ročno),
- določen opis dela (ščipanje dolivkov, vlaganje segmentov ...),
- določena življenjska doba orodja, število izdelanih kosov in čas ciklusa.

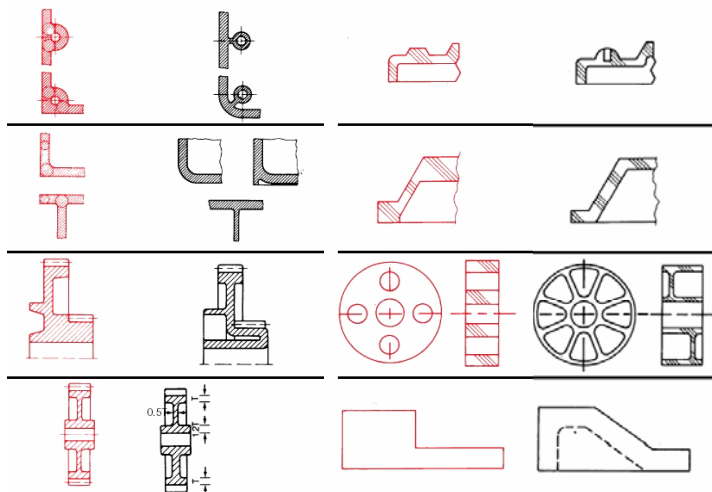
Zahteve stroja: glede na tehnologijo izdelave izdelka (vertikalni, horizontalni, večkom.)

- priključne mere za orodje (centriranje, izmetavanje, kakšni so priključki za temperiranje, hidravlični, pnevmacki, za nadzor in krmiljenje)

Tehnično prevzemne zahteve za orodje: (splošni podatki, priključitev na stroj, ogrodje orodja, material za dele, dolivni sistem, snemanje, hladilni sistem, vzorčenje ...)

OSNOVE ZA DOLOČANJE ORODJA

Zahteve izdelka: (enakomernost debelin)



ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

7/74

OSNOVE ZA DOLOČANJE ORODJA

Tehnično-prevzemne zahteve za orodja: (kriteriji za izdelavo in prevzem orodja)

•**splošni podatki:** - stroj, material, teoretični skrček, orientacijski snemalni koti, čas ciklusa, število izdelanih kosov, ploščice s podatki (splošni podatki, hladilni tokokrog, toplokanalni blok), - splošna napisna ploščica (koda orodja, izdelka, ime izdelka, teža), - izvedba orodja (prototipno, toplokanalno ...), - način dela (avtomatsko, polavtomatsko, z robotom) - obdelava površin (erodirano, jedkano, peskano), - priključitev na stroj (način vpetja, možnost vpetja posameznih polovic, varovanje orodja pred odprtjem, premer centrirnega obroča, premer šobe orodja – radij, poglobitev šobe orodja na ploskvi vpenjalne plošče stroja, vrsta snemalnega droga)

•**ogrodje orodja** (tip, dobavitelj)

•**material za glavne dele orodja** (termična in površinska obdelava)

•**dolivni sistem** (hladnokanalni, toplokanalni, mesto dolivanja)

•**sistem snemanja** (izvedba snemalnega sistema, oblika in mesto snemalcev)

•**stranski pomiki** (mehanski, hidravlični, pnevmacki, vrste priključkov)

•**hladilni sistem** (vrste, mesto priključkov, število tokokrogov, izvedba hlajenja, označitev tokokrogov)

•**sistem nadzora in regulacije** (fotocelice, mikrostikala za nadzor pozicije gibov)

•**potrditev osnutka orodja** (datum)

•**vzorčenje** (datum, število izdelanih kosov za potrditev delovanja orodja, merski protokol izdelkov iz vseh gnezd)

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

8/74

DOLOČANJE ORODJA

OSNOVE ZA DOLOČANJE ORODJA

- zahteve izdelka
- zahteve orodja
- zahteve stroja
- tehnično prevzemne zahteve

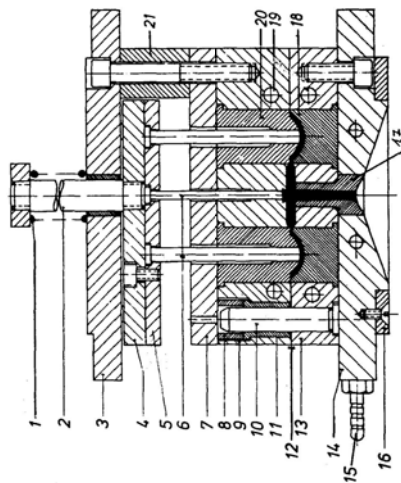
VRSTE ORODIJ (osnovno, odvijalno, toplokanalno orodje ...)

SISTEMI ORODIJ (normalije, dolivni sistemi, temperiranje ...)

DOLOČITEV OSTALIH ZNAČILNOSTI ORODIJ (material, skrčki, snemalni koti ...)

VRSTE ORODIJ

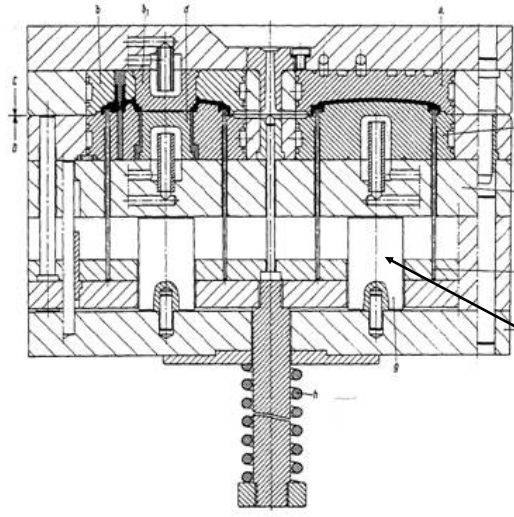
SESTAVNI DELI ORODJA



1. Tlačna vzmet
2. Izmetalni drog
3. Vpenjalna plošča – izmetalna stran
4. Izmetalna plošča
5. Vračalna plošča
6. Izmetač
7. Podložna plošča
8. Centrirna puša
9. Oblikovna plošča – izmetalna stran
10. Vodilni steber
11. Vodilna puša
12. Delilna ravnina
13. Oblikovna plošča – dolivna stran
14. Vpenjalna plošča – dolivna stran
15. Hladilni priključek
16. Centrirni obroč
17. Dolivna šoba
18. Oblikovni vložek – dolivna stran
19. Hladilni kanal
20. Oblikovni vložek – izmetalna stran
21. Distančna letev

VRSTE ORODIJ

SESTAVNI DELI ORODJA



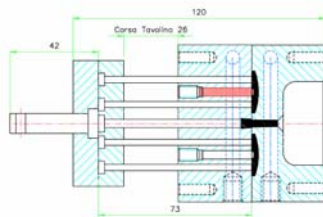
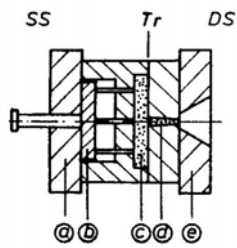
9. Podporni steber

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

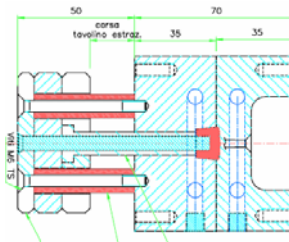
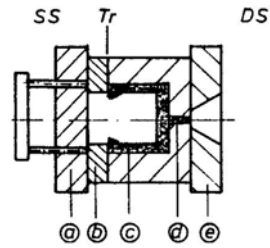
11/74

VRSTE ORODIJ

OSNOVNO ORODJE



ORODJE S PRISILNIM SNEMANJEM

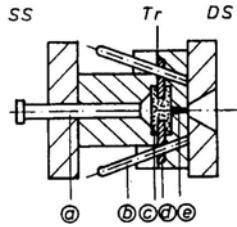


ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

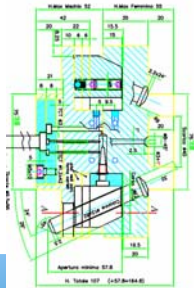
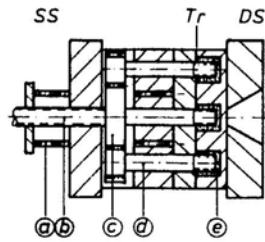
12/74

VRSTE ORODIJ

ORODJE S STRANSKIMI POGONI



ODVIJALNO ORODJE

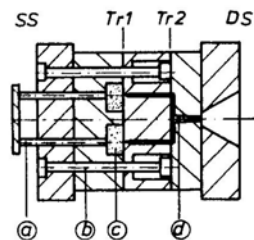


ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

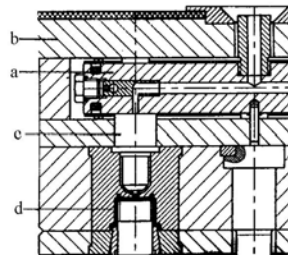
13/74

VRSTE ORODIJ

ORODJE Z VEČ DELILNIMI RAVNINAMI



TOPLOKANALNO ORODJE

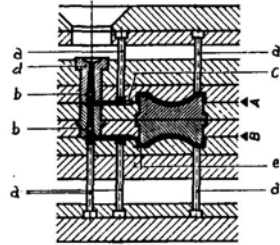


ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

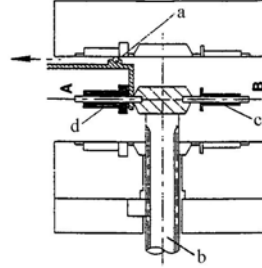
14/74

VRSTE ORODIJ

ETAŽNO ORODJE



POSEBNE IZVEDBE
(DVOKOMPONENTNO ORODJE)

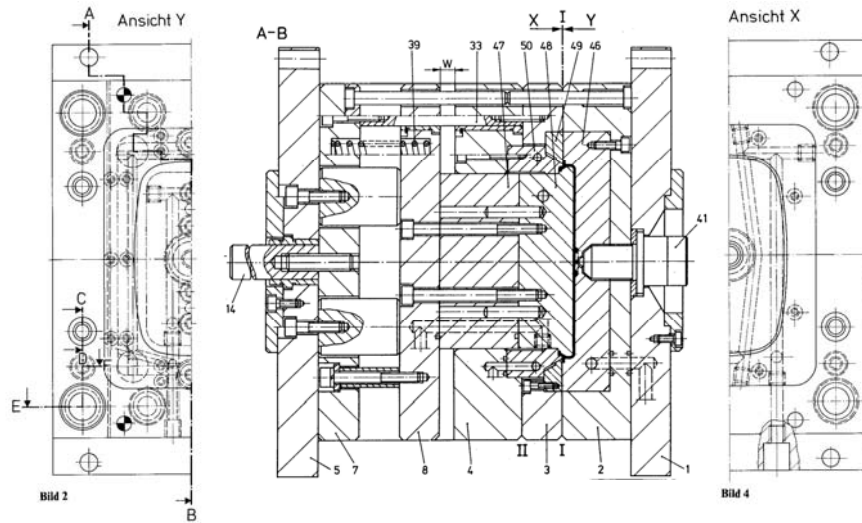


ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

15/74

VRSTE ORODIJ

ORODJE S PRISILNIM SNEMANJEM

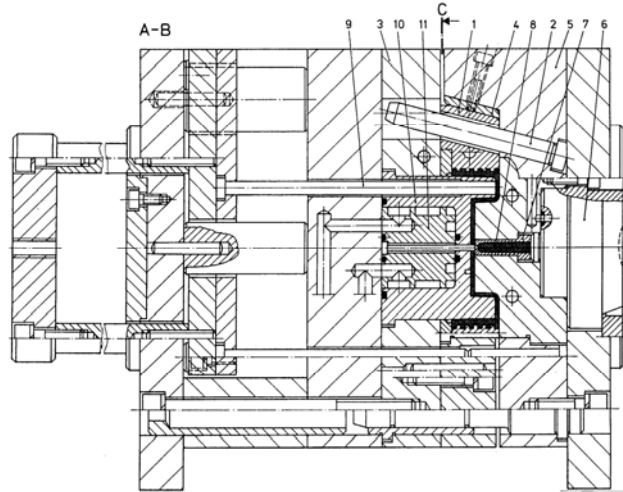


ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

16/74

VRSTE ORODIJ

ORODJE S STRANSKIMI POGONI

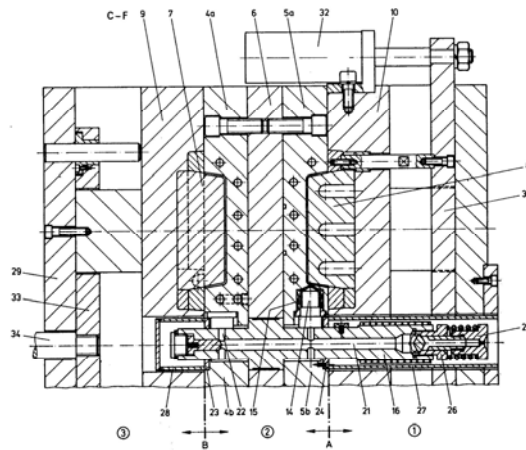


ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

17/74

VRSTE ORODIJ

ETAŽNO ORODJE



ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

18/74

DOLOČANJE ORODJA

OSNOVE ZA DOLOČANJE ORODJA

- zahteve izdelka
- zahteve orodja
- zahteve stroja
- tehnično prevzemne zahteve

VRSTE ORODIJ (osnovno, odvijalno, toplokanalno orodje ...)

SISTEMI ORODIJ (normalije, dolivni sistemi, temperiranje ...)

DOLOČITEV OSTALIH ZNAČILNOSTI ORODIJ (material, skrčki, snemalni koti ...)

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

19/74

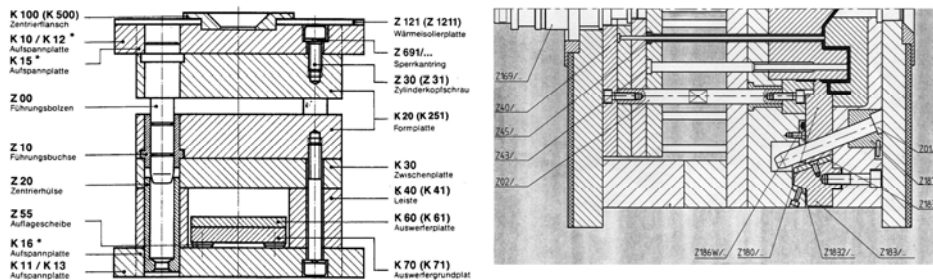
SISTEMI ORODIJ

NORMALIJE

Normalije so sistem standardnih delov orodij. Normalije se stojijo iz sistema standardnih ogrodij in plošč ter iz sistema standardnih dodatnih delov.

Ogrodje je osnova vsakega orodja. Ogrodje je sistem plošč, v katerega vgrajujemo ostale sisteme orodij.

Določamo ga glede na velikost izdelka, število gnezd v orodju, izvedbe ostalih vgrajenih sistemov ter izvedbe izbranega stroja za brizganje.

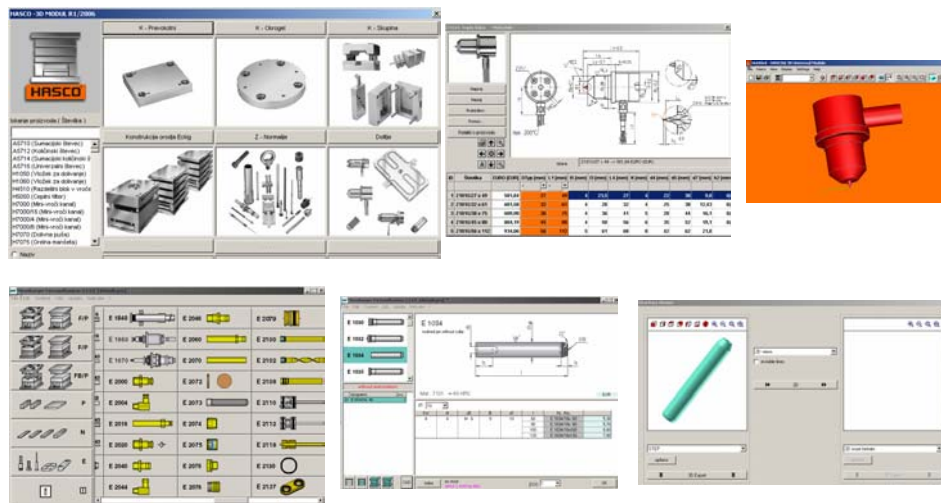


ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

20/74

SISTEMI ORODIJ

NORMALIJE



ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

21/74

SISTEMI ORODIJ

ŠTEVILO IN RAZPOREDITEV GNEZD

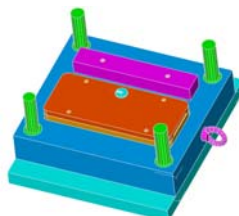
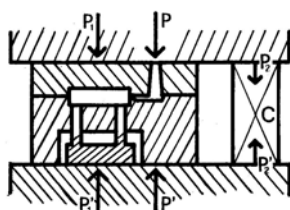
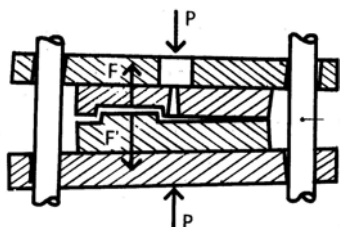
- Od števila in velikosti gnezd je odvisna izbira:
 - tipa in velikosti ogrodja
 - dolivnega sistema
- Gnezda morajo biti razporejena tako, da se lahko postavi takšen dolivni sistem, da bodo poti tečenja mase za vsa gnezda enake in čim krajše.
- Pri razporeditvi gnezd moramo omogočiti optimalno postavitev sistema temperiranja (temperiranje vpliva na pravilno oblikovanje izdelka, notranje napetosti, izgled površine ter na cikle brizganja).
- Število gnezd določimo glede na osnovi ocene, kaj se bolj splača:
 - ali delati cenejše orodje z manjšim številom gnezd za manjši stroj, ali delati dražje orodje z več gnezdi.
- Prevladujoče je tudi letno število izdelanih kosov ter limitna cena izdelka.
- Na izbiro pa ne vplivajo samo ekonomski kriteriji, ampak tudi tehnični (sposobnost izdelave).

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

22/74

SISTEMI ORODIJ

ŠTEVILO IN RAZPOREDITEV GNEZD



ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

23/74

SISTEMI ORODIJ

Določitev velikosti orodja

Velikost orodja je odvisna predvsem od razpoložljivega stroja: brizgalni volumen, kapaciteta plastificiranja, zapiralne sile, vpenjalne površine (razdalja med vodili) ter odpiranja in zapiranja stroja.

Maksimalno število gnezd:
$$n_1 = \frac{V_6}{V}$$

$$V_6 - \text{brizgalni volumen}$$

$$V - \text{volumen izdelka in dolivka}$$

Upoštevanje kapacitete plastificiranja

V_p – volumen plastificiranja (cm³/min)
 \dot{S} – število brizgov na minuto

$$n_2 = \frac{V_p}{V_{izdelka} + V_{dolivka}} * \dot{S}$$

Zapiralna sila je: $F \text{ (kg)} > S \text{ (cm}^2\text{)} * p \text{ (bar)}$

Zapiralna sila stroja mora biti večja od sile, ki deluje z brizgalnim specifičnim pritiskom (p) mase na projekcijo površine vseh izdelkov (z dolivki) na delilno ravnino.

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

24/74

SISTEMI ORODIJ

DOLIVNI SISTEMI

Ima nalogo, da privede raztaljeno maso iz brizgalnega stroja po najkrajši možni poti in brez večjih izgub tlaka do kalupne votline oziroma gnezda.

RAZVRSTITEV DOLIVNIH SISTEMOV

Hladnokanalni dolivni sistemi

Toplokanalni dolivni sistemi

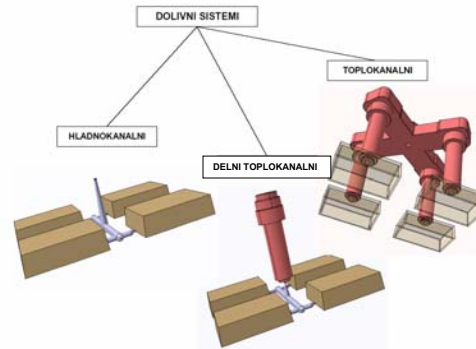
izolirani kanali

kanali z zunanjim gretjem

kanali z notranjim gretjem

Delni toplokanalni dolivni sistemi

Sistemi brez dolivkov



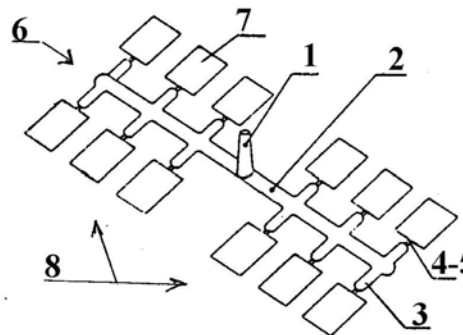
ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

25/74

DOLIVNI SISTEMI

Elementi hladnokanalnega dolivnega razvoda

1. dolivni kegelj / stožčasti dolivek / palični dolivek,
2. glavni dolivni kanal,
3. stranski dolivni kanal,
4. prehodni kanal,
5. ustje / vstopna odprtina,
6. celotni dolivek,
7. izdelek / gnezdo / kalupna votlina,
8. odpresek.



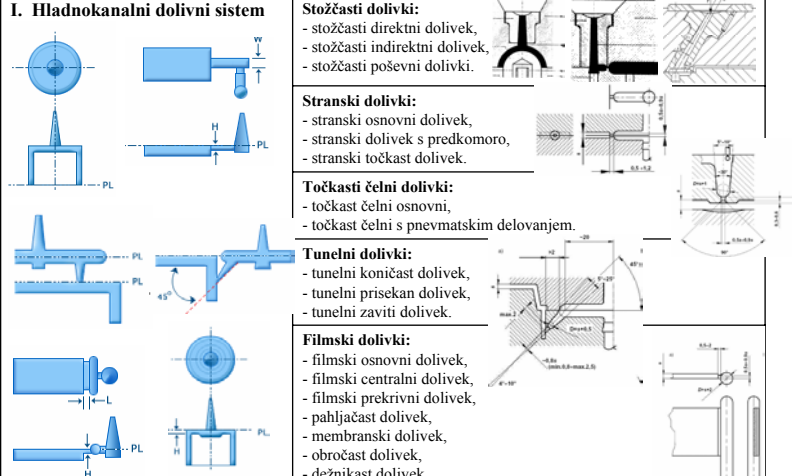
ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

26/74

DOLIVNI SISTEMI

Generalna razvrstitev dolivnih sistemov

I. Hladnokanalni dolivni sistem



Stožčasti dolivki:

- stožčasti direktni dolivek,
- stožčasti indirektni dolivek,
- stožčasti poševni dolivki.

Stranski dolivki:

- stranski osnovni dolivek,
- stranski dolivek s predkomoro,
- stranski točkasti dolivek.

Točkasti čelni dolivki:

- točkasti čelni osnovni,
- točkasti čelni s pnevmatskim delovanjem.

Tunelni dolivki:

- tunelni koničast dolivek,
- tunelni prisekan dolivek,
- tunelni zaviti dolivek.

Filmski dolivki:

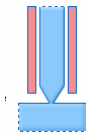
- filmski osnovni dolivek,
- filmski centralni dolivek,
- filmski prekrivni dolivek,
- pahljačasti dolivek,
- membranski dolivek,
- obročasti dolivek,
- dežnikasti dolivek.

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

27/74

DOLIVNI SISTEMI

Generalna razvrstitev dolivnih sistemov



II. Toplokanalni dolivni sistem

- izolirani kanali,
- kanali z zunanjim gretjem,
- kanali z notranjim gretjem.

III. Delni toplokanalni dolivni sistem

IV. Sistemi brez dolivkov

- a) šoba kot ustje.
- b) šoba s predkomoro

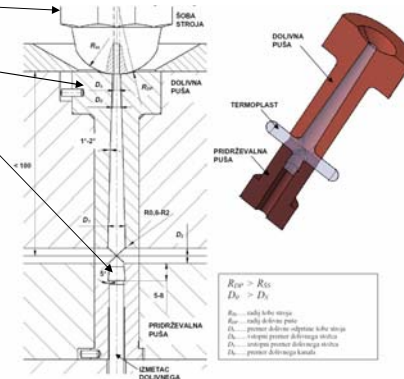
ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

28/74

DOLIVNI SISTEMI

Glavni elementi dolivnega sistema so sledeči:

- šoba stroja,
- šoba orodja,
- izvlačilna puša z izvlačilnim trnom,
- glavni in stranski dolivni kanali,
- prehodni kanali in ustja ("dolivki").



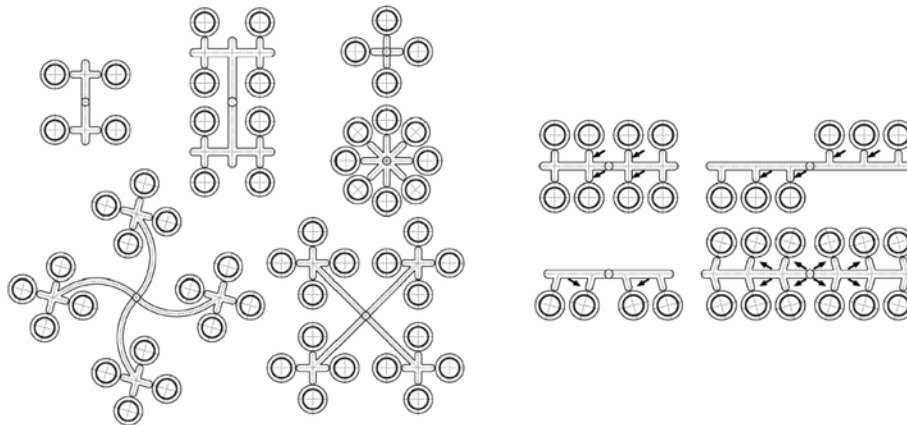
ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

29/74

DOLIVNI SISTEMI

Glavni elementi dolivnega sistema

OBLIKE DOLIVNIH KANALOV



Naravno uravnoteženi dolivni sistemi

Neuravnoteženi dolivni sistemi

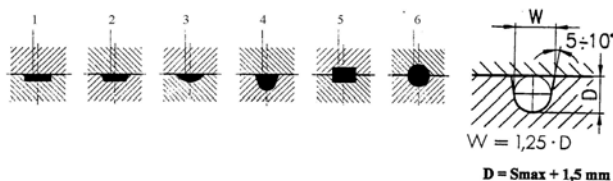
ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

30/74

DOLIVNI SISTEMI

Glavni elementi dolivnega sistema

DOLOČITEV DOLIVNIH KANALOV



Močno temperirano maso vbrizgamo v precej hladnejše orodje (osnova).

Zahteve: dolžina kanalov čim manjša, da material steče v kalupno votlino v najkrajšem možnem času, izberemo precej velik presek dolivnega kanala, da se masa ne ohladi prehitro, kanal naj bo po možnosti okrogel

PEHODNI KANALI IN USTJA

Za prehodne kanale in ustja bomo uporabljali skupen izraz DOLIVEK.

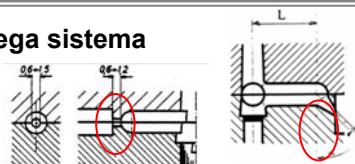
ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

31/74

DOLIVNI SISTEMI

Glavni elementi dolivnega sistema

Prehodni kanali in ustja



Ustje je skrajni del dolivnega razvoda in povezuje dolivni kanal s kalupno votlino. Glede na obliko, debelino, material in druge značilnosti izdelka so razvili najrazličnejše oblike ustij, za katere pa veljajo neke skupne značilnosti in zahteve:

- ustje je praviloma najožji del dolivnega razvoda,
- ustje naj bo čim manjše, da se masa, ki teče skozi, zaradi trenja dodatno pregreje, pri tem pa se ne sme termično poškodovati. Tako pregreta talina ima nižjo viskoznost in dobro zapolni kalupno votlino. Poleg tega pa se del kalupa okoli ustja tudi dodatno pregreje in ustje ne zamrzne prehitro. V času delovanja naknadnega tlaka je s tem pretočnost ustja zagotovljena,
- ustje naj ne nudi prevelikega upora masi,
- oblika ustja mora omogočiti dobro razkalupljenje in trganje od izdelka.

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

32/74

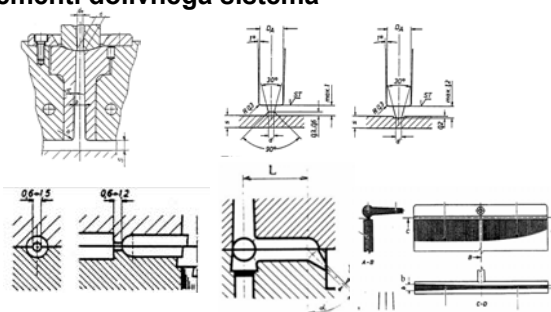
DOLIVNI SISTEMI

Glavni elementi dolivnega sistema

OBLIKE DOLIVKOV

Glede na mesto dolivanja:

- **centralni dolivni sistem**
- **stranski dolivni sistem**



Najobičajnejši izvedbi dolivkov centralnega dolivnega sistema sta: **centralni stožčasti dolivek** in **centralni točkasti dolivek**. Manj pogoste oblike so: **centralni filmski dolivek**, **membranski dolivek** in **obročast dolivek**. Najpogostejša raba centralnih dolivnih sistemov je pri enognezdnih orodjih in toplokanalnih sistemih z več gnezdi.

Značilnost stranskih dolivnih sistemov je postavitev dolivka na bočno stranico izdelka.

Najobičajnejše izvedbe dolivkov stranskega dolivnega sistema so: **stranski normalni dolivek**, **tunelni dolivek** in **stranski filmski dolivek**.

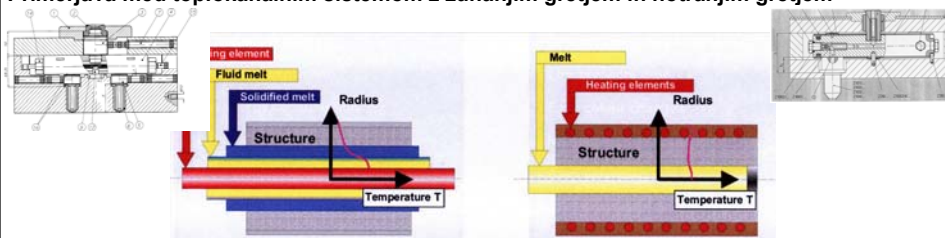
ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

33/74

DOLIVNI SISTEMI

Glavni elementi dolivnega sistema

Primerjava med toplokanalnim sistemom z zunanjim gretjem in notranjim gretjem



Prednosti notranjega gretja	Prednosti zunanje gretje
Ni problemov s puščanjem.	Definiran pretok preseka.
Ni termalnega raztezanja.	Mali padec tlaka (ni uporov).
Nizka poraba energije.	Enostavna sprememba (menjava) barve.
Ni vpliva na temperaturo orodja.	Ni temperaturne razlike.
Kratek reakcijski čas.	Lahko balansiranje.
Velika stabilnost orodja.	

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

34/74

SISTEMI ORODIJ

STRANSKI POGONI

Stranski pogoni so posebni sistemi orodja, ki služijo za izvajanje prečnih pomikov drsniških elementov z namenom, da sprostimo izdelek, če ima le-ta preboje, utore, izbokline in druga previsna mesta. Glede na obliko previsnih mest so razvili množico različnih izvedb stranskih pogonov in pomikov, kot so:

- drsniški stranski pogoni,
- čeljustni stranski pogoni,
- vpadna jedra,
- vzmetni snemalci,
- poševni snemalci itd.

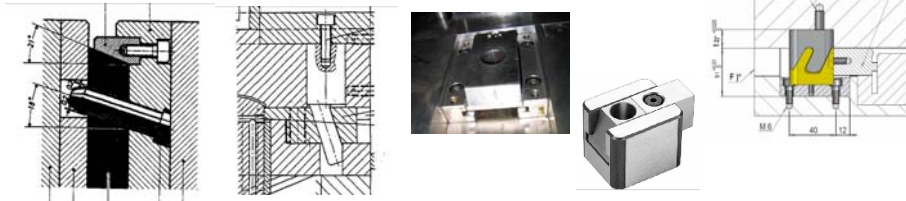
ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

35/74

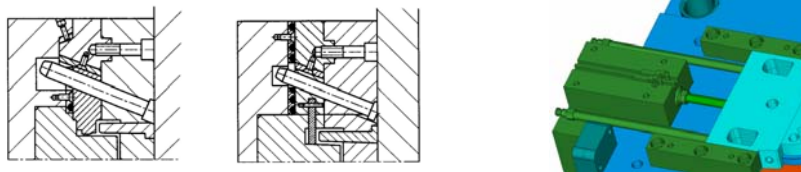
STRANSKI POGONI

DRSNIŠKI STRANSKI POGON

Drsniški pogoni vršijo pomik drsnikov s pomočjo poševnih odmičnih stebrov.



Drsniki so običajno obremenjeni z velikimi aksialnimi silami, ki jih povzročajo v gnezdo vbrizgana plastična masa. V takih primerih mora biti drsnik dobro podprt, kar je prikazano na sliki levo. Če te odzivne sile ni, se uporabi izvedba na sliki desno.



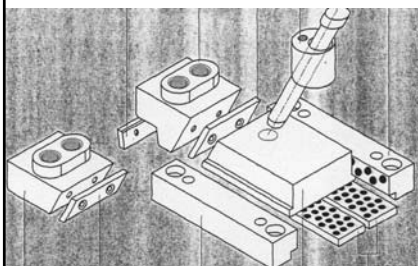
ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

36/74

STRANSKI POGONI

DRSNIŠKI STRANSKI POGON

Na sliki so prikazani tudi drugi elementi drsniškega sistema, kot so vodilne letve, drsne podloge in oporne ploščice. Vsi ti sistemi so predmet ponudbe številnih proizvajalcev normalij.

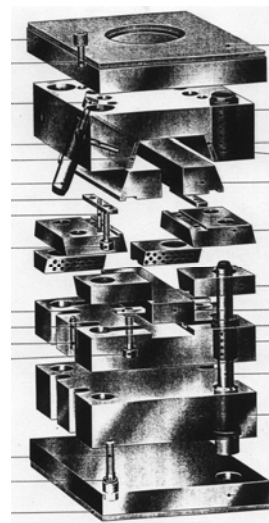


[ANIMACIJA 1 \(senzor položaja\)](#)

[ANIMACIJA 2 \(čeljustni stranski pogon\)](#)

[ANIMACIJA 3](#)

ČELJUSTNI STRANSKI POGON



ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

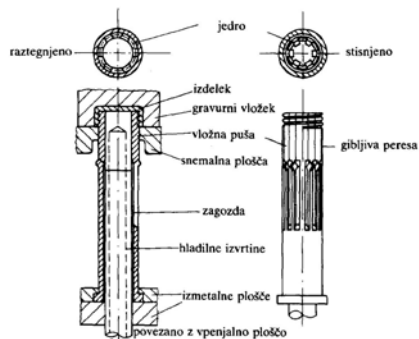
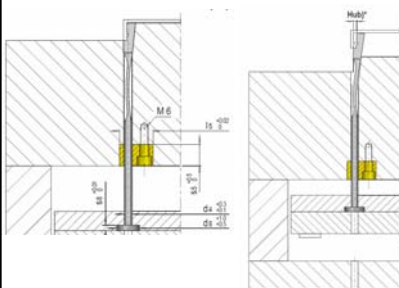
37/74

STRANSKI POGONI

VPADNA JEDRA

Za sprostitvev notranjega navoja ali notranjih utorov so razvili poseben mehanizem, ki izkorišča hod snemalne plošče, da se segmentna puša sname s centralnega trna ter se stisne skupaj. Tako se notranja navojnica sprosti, snemalna plošča pa izmeče izdelek.

VZMETNI SNEMALCI



Vzmetni snemalci predstavljajo prostorsko varčno in ceneno nadomestilo za drsniške pogone. Ko med snemanjem pride snemalec iz vodilne luknje, se zaradi prednapetega stanja odmakne od izdelka in ga tako sprosti.

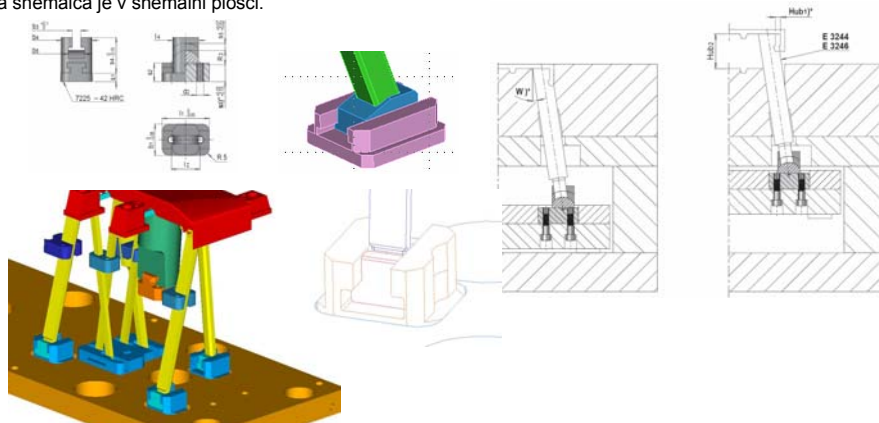
ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

38/74

STRANSKI POGONI

DRSNIŠKI (POŠEVNI) SNEMALCI

Drsniški snemalec oklepa izdelek s previsnimi robovi, s svojo čelno ploskvijo pa pomaga sneti izdelek s kalupa. Drsniški snemalec je poševno nameščen. Med snemalnim gibom ga poševna ploskev odrine od previsne površine izdelka in ga na ta način sprosti. Drsniško vodilo takega snemalca je v snemalni plošči.



ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

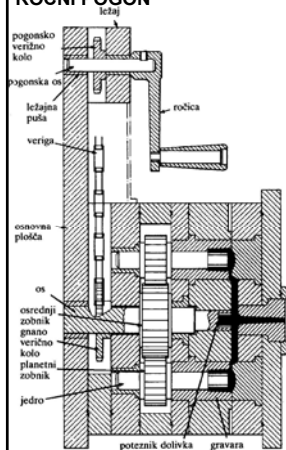
39/74

SISTEMI ORODIJ

ODVIJALNI SISTEMI

Odvijalni sistemi se uporabljajo pri orodjih za izdelavo izdelkov z notranjimi ali zunanji navoji. Sistemi za odvijanje teh navojev so lahko zelo različni.

ROČNI POGON



AVTOMATSKI POGON

Pri avtomatskem pogonu imamo lahko eksterne naprave (elektromotorno gonilo, hidravlični cilindri) ali pa se za pogon odvijalnega mehanizma izkoristi hod odpiranja orodja.

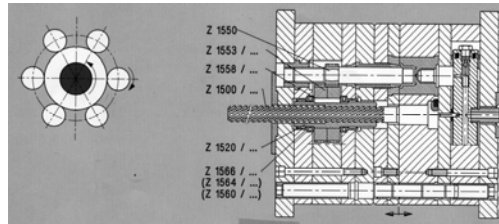
Kot pogonski element je lahko navojno vreteno, matica vretena ali zobata letev.

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

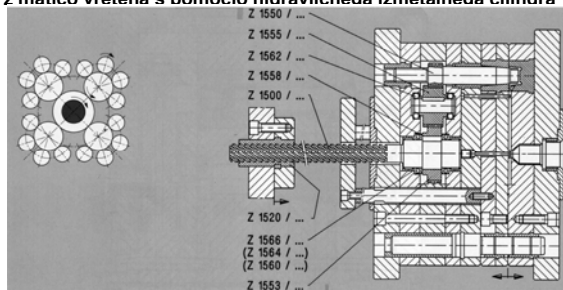
40/74

ODVIJALNI SISTEMI

Primer odvijanja z navojnim vretenom



Primer odvijanja z matico vretena s pomočjo hidravličnega izmetalnega cilindra

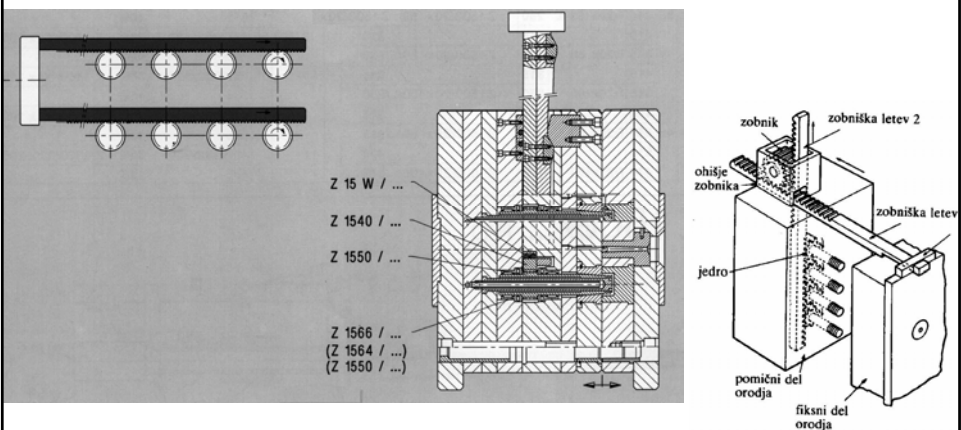


ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

41/74

ODVIJALNI SISTEMI

Pogon z zobatimi letvami



ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

42/74

SISTEMI ORODIJ

IZMETALNI SISTEMI

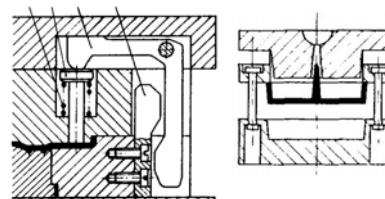
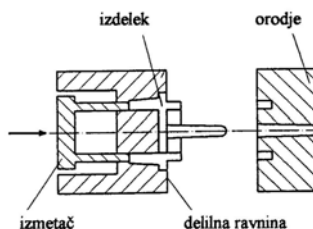
Izmetalni sistemi v orodju so sistemi, ki izvržejo izdelek iz orodja, čim se izdelek dovolj ohladi in postane toliko čvrst, da brez trajnih deformacij prenese obremenitve, ki nastopajo pri izmetavanju.

Orodje je deljeno tako, da se po odpiranju orodja izdelek brez težav loči od obeh polovic orodja. Pri tem moramo zagotoviti, da pri odpiranju orodja ostane izdelek v tisti polovici orodja, ki ima vgrajen izmetalni sistem

Običajno so orodja narejena tako, da izdelek ostane na zapiralni strani orodja, kjer je tudi izmetalni hidravlični cilinder stroja. Včasih moramo izdelek prisiliti z različnimi zarezami, da zapusti mirujočo stran orodja.

Če pa želimo, da izdelek ostane na mirujoči strani, potem moramo vgraditi izmetalni sistem na mirujočo stran.

Izmetavanje se vrši s snemalnimi iglami, ploščatimi in okroglimi snemalci, snemalnimi pušami, snemalnimi letvami in snemalnimi ploščami. Snemalcev mora biti zadostno število, da je snemanje zanesljivo in da ne povzroča loma ali deformacije izdelka.



ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

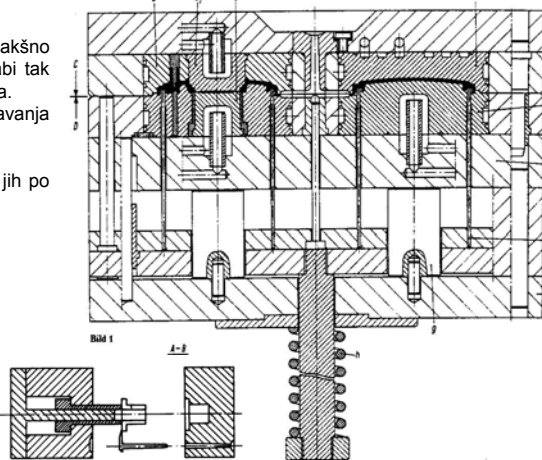
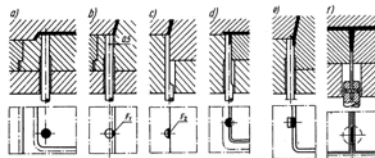
43/74

IZMETALNI SISTEMI

Običajno je izmetavanje avtomatsko. Le v redkih primerih se jemlje izdelek iz orodja tudi ročno, in sicer pri cenениh prototipnih orodjih ali v primerih, ko izdelek ne sme prosto pasti iz orodja, avtomatskih prijemal pa ni na voljo.

Glede na to, kako je izdelek oblikovan in s kakšno silo zadržuje kalupna votlina izdelek, se uporabi tak sistem snemanja, ki najbolj ustreza obliki izdelka. Najenostavnejši in najbolj pogost način izmetavanja je s snemalnimi iglami - slika

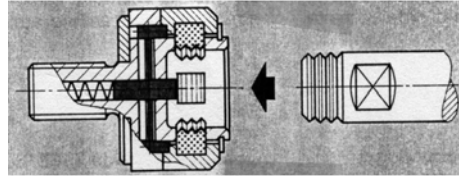
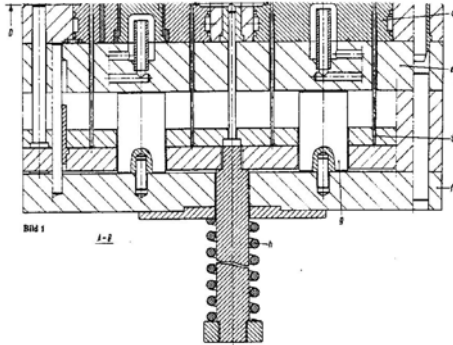
Snemalci vedno puščajo sled na izdelku, zato jih po možnosti namestimo na manj opazno mesto.



ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

44/74

IZMETALNI SISTEMI



Pri novejših strojih je snemalni drog orodja povezan s hidravličnim snemalcem na stroju (standardna sklopka Hasco)

Za pogon snemalnega sistema se izkorišča hod odpiranje orodja (snemalni drog ni povezan s strojem)

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

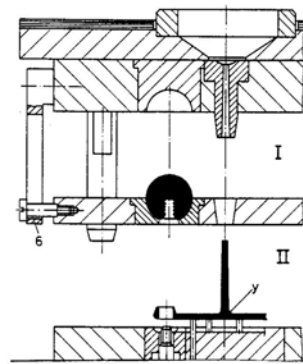
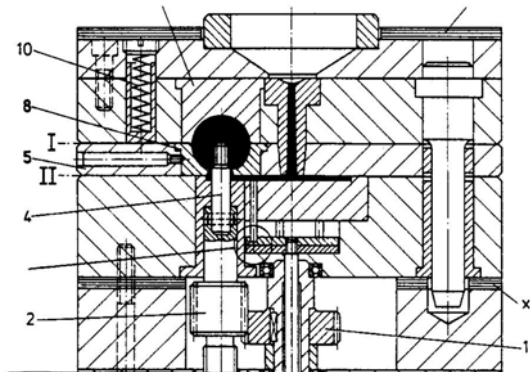
45/74

SISTEMI ORODIJ

SISTEM ODPIRANJA ORODJA Z VEČ DELILNIMI RAVNINAMI

Pri zahtevnejših orodjih, kot so etažna orodja, orodja z različnimi drsnimi pomiki in večgnezda orodja s točkastim čelnim dolivkom potrebujemo več delilnih ravnin, da odstranimo izdelke in dolivke iz orodja.

Razpiranje s pomočjo spiralne vzmeti



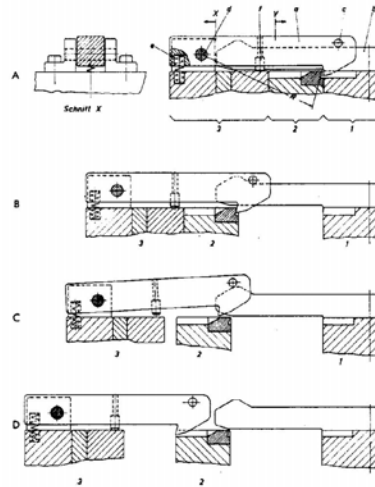
ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

46/74

SISTEM ODPIRANJA ORODJA Z VEČ DELILNIMI RAVNINAMI

Razpiranje s pomočjo vzmetnega kavlja

Razpiranje orodja s pomočjo kavlja je bolj natančno kot razpiranje z verigo, ker so elementi zaskoka togi in se dajo dobro in natančno obdelati. Potrebna pa je absolutna simetričnost vgradnje zaskokov na obeh straneh orodja. Prednost tega sistema v nasprotju z verižnim sistemom je tudi v tem, da ni vezan na točnost hoda odpiranja orodja, ker se kavelj s pomočjo kulise odmakne iz oprijema in orodje se lahko prosto odpira naprej. Zaskoki so izvedeni s togimi kavliji, ki jih tlačna spiralna vzmet drži v oprijemu ali s fleksibilnimi tračnimi vzmetmi s prikovičeno masivno kljuko.



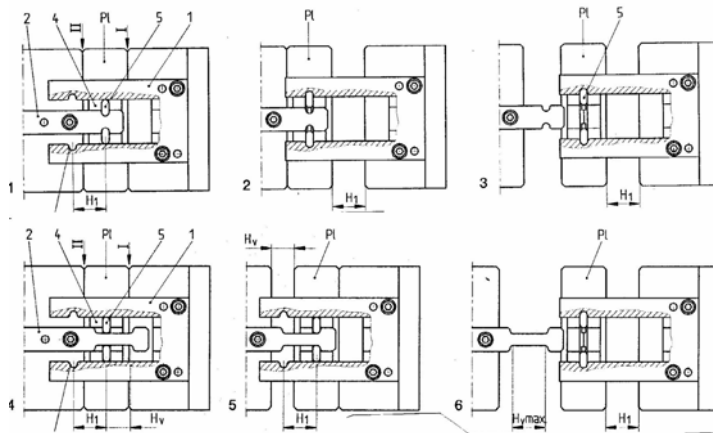
ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

47/74

SISTEM ODPIRANJA ORODJA Z VEČ DELILNIMI RAVNINAMI

Razpiranje s pomočjo vlečnih letev s segmentnimi zatiki

- brez zamika hoda [\(animacija\)](#)
- z zamikom hoda



ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

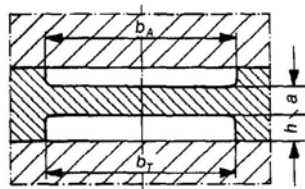
48/74

SISTEMI ORODIJ

TEMPERIRANJE ORODIJ

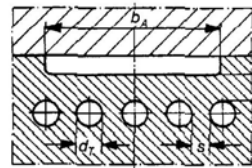
Vsako, tudi najmanjše orodje, mora imeti vsaj najnujnejšo obliko temperiranja. **Naloga sistema temperiranja orodja je prvenstveno ta, da odvede tisto količino toplote iz orodja, ki pride v orodje z raztaljeno plastično maso.** Izdelek se pri tem ohladi na temperaturo, pri kateri je možno izdelek izvreči iz orodja, ne da bi se trajno deformiral. V nekaterih primerih je z maso dovedene toplote v orodje celo manj, kot pa jo orodje odda v okolico. V takih primerih je potrebno orodje celo dogrevati. Če se orodje v danem trenutku s temperirnim medijem hladi ali ogreva, spoznamo po tem, ali temperirna naprava vključuje električne grelce za greetje temperirnega medija ali pa vključuje hlajenje temperirnega medija. Možno je tudi stacionarno stanje. **Naloga sistema temperiranja je torej ta, da vzdržuje tako temperaturo v orodju, ki najbolj ustreza plastični masi, ki jo brizgamo.** Podatke o optimalni temperaturi orodja za točno določeno plastično maso dobimo pri dobavitelju materiala, podatke o splošnih plastičnih masah pa dobimo v raznih tehničnih priročnikih.

Sistem temperiranja mora vzdrževati čimbolj enakomerno temperaturo po celi kalupni površini. Od tega, kako nam to uspeva, je odvisna kvaliteta izdelka in velikost ciklusnih časov.



Fizikalno idealno temperiranje

b_A = širina izdelka
 b_T = širina kanala



Tehnično lahko izvedljivo temperiranje

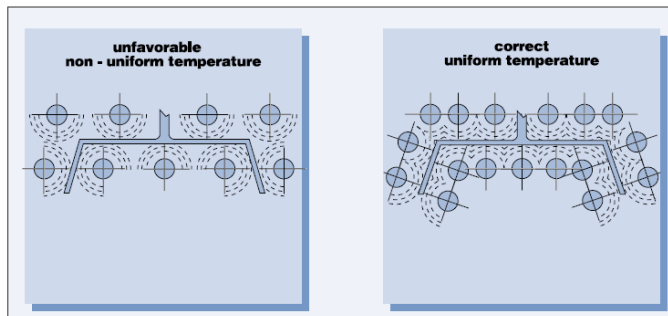
b_A = širina izdelka

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

49/74

TEMPERIRANJE ORODIJ

Kanali morajo biti enakomerno razporejeni vzdolž cele kalupne površine in na pravi razdalji. Na sliki levo je prikazan nepravilen položaj hladilnih kanalov. Medsebojna razdalja je prevelika, razdalja do kalupne površine pa premajhna. Zato je odzemanje toplote neenakomerno, temperatura na posameznih mestih kalupne površine pa je zelo različna. Na sliki na sredini je prikazan pravilen razpored kanalov. Odzvem toplote je enakomernjši, temperatura na kalupni površini pa je tudi izenačena. Na vogalih je običajno več nakopičene toplote. Na teh mestih moramo toploto bolj intenzivno odvajati, sicer se izdelek zvije.



Neenakomerno temperiranje

Enakomernjša temp.

Temp. vogalov

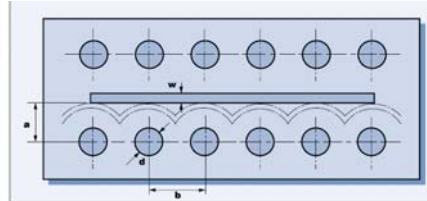
ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

50/74

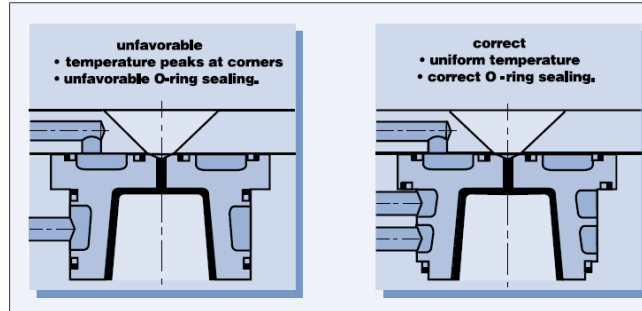
TEMPERIRANJE ORODIJ

Osnovni principi postavitve kanalov

"w"	"d"	"a"	"b"
wall thickness of the product mm (in)	diameter of the cooling channels mm (in)	center distance with respect to mold cavity	center distances between cooling channels
2 (0.08)	8 - 10 (0.31 - 0.40)		
2 - 4 (0.08 - 0.16)	10 - 12 (0.40 - 0.47)	1.5 - 2 d	2 - 3 d
4 - 6 (0.16 - 0.24)	12 - 14 (0.47 - 0.55)		



Tesnjenje in postavitve kanalov

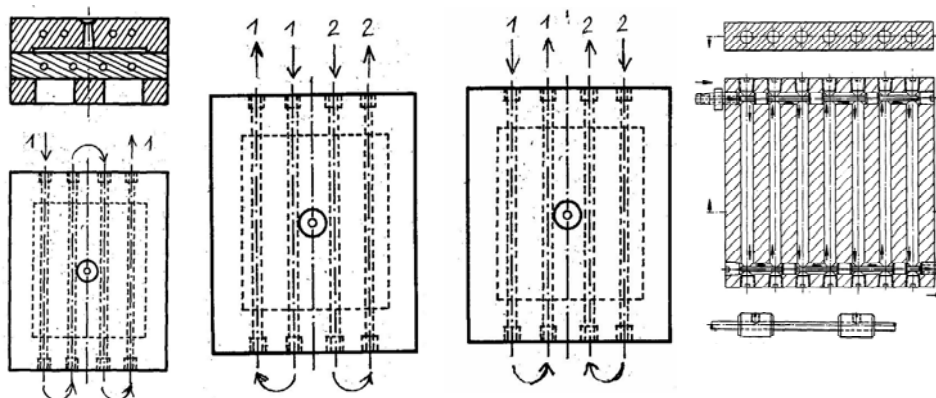


ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

51/74

TEMPERIRANJE ORODIJ

Temperirni tokokrogi za ploščate izdelke

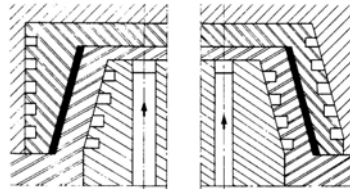
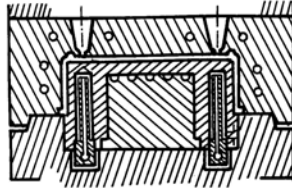


ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

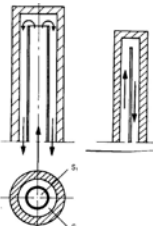
52/74

TEMPERIRANJE ORODIJ

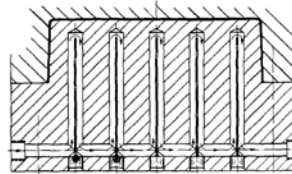
Temperiranje visokih izdelkov



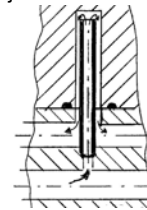
Spiralno temperiranje



Cevni prelivi ta tanke trne



Cevni preliv - zaporedna vezava



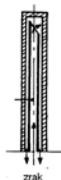
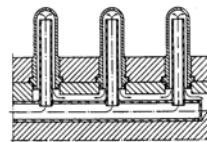
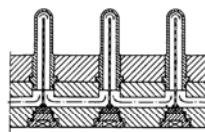
Cevni preliv - vzporedna vezava

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

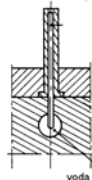
53/74

TEMPERIRANJE ORODIJ

Temperiranje vitkih trnov

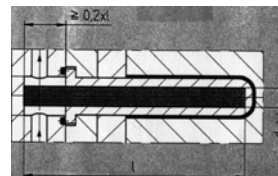


zrak



voda

Hlajenje igelnih trnov pod 5 mm z zrakom ter Cu jedrom



Hlajenje s hladilnim vložkom

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

54/74

TEMPERIRANJE ORODIJ

DOLOČITEV ČASA HLAJENJE

Čas hlajenja je čas od začetka delovanja časa naknadnega časa do začetka odpiranja orodja. Določamo ga računsko iz odvedene toplote pri ohlajanju izdelka ali pa ga določamo z različnimi praktičnimi metodami.

V prid večje produktivnosti je, da je ta čas čim krajši. Odvisen pa je od mnogih činiteljev, kot so vrsta mase, debelina izdelka, oblika izdelka, temperatura taline, temperatura orodja in izvedba hladilnega sistema. Pričakovan čas hlajenja je dostikrat veliko daljši od realno potrebnega časa. Diagram na sliki kaže, kakšne čase lahko dosegamo pri določenih debelinah, če je hlajenje orodja izvedeno zelo dobro oziroma če je hlajenje orodja slabo. Zato moramo sistemu hlajenja posvetiti maksimalno pozornost, ker lahko s tem prihranimo veliko časa in denarja. Teoretični izračuni časa hlajenja so zelo zahtevni.

Za hitro, toda le približno določanje potrebnega časa hlajenja pa so na voljo različne poenostavljene metode, ki bazirajo na praktičnih preskusih in opazovanjih. Te metode so:

- določitev časa hlajenja iz nomograma
- določitev časa hlajenja iz diagramov
- določitev časa hlajenja s približnim izračunom

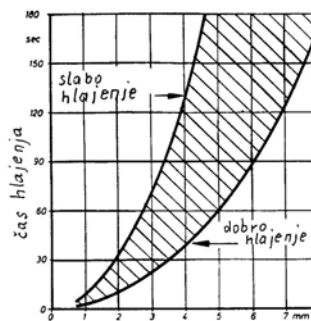


Diagram učinkovitosti hlajenja orodja

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

55/74

TEMPERIRANJE ORODIJ

a) Določitev časa hlajenja iz nomograma

Za določitev po tej metodi potrebujemo naslednje vhodne podatke:

- debelina izdelka, ϑ_e = temperatura izdelka pri razkalupljenju,
- material izdelka, ϑ_w = temperatura orodja,
- temperaturni faktor $\vartheta = (\vartheta_e - \vartheta_w) / (\vartheta_s - \vartheta_w)$ ϑ_s = temperatura taline.

Pri določanju ϑ moramo upoštevati predelovalne pogoje. Okvirno temperaturo orodja priporoča proizvajalec materiala – tabela a. Izbiramo jo glede na zahtevano kvaliteto površine izdelka in obliko izdelka.

Okvirno temperaturo taline tudi priporoča proizvajalec materiala – tabela. Izbiramo jo glede na debelino izdelka. Pri debelih izdelkih izberemo nižjo temperaturo, pri tankih izdelkih pa višjo temperaturo.

Temperaturno prevodnostno število a dobimo tudi iz tabele a.

	temperatura taline	temperatura orodja	temp. prevodnostno št. / cm^2/s /
PS, SAN, ABS	160 - 240	20 - 50	$1,22 \times 10^{-3}$
PE	150 - 220	20 - 50	1,5 do $2,2 \times 10^{-3}$
PP	180 - 240	20 - 50	1,45 do $1,6 \times 10^{-3}$
PMMA	150 - 270	50 - 80	1,05 do $1,14 \times 10^{-3}$
POM	170 - 190	70 - 100	1,3 do $1,61 \times 10^{-3}$
PA	250 - 270	40 - 100	1,25 do $1,35 \times 10^{-3}$
PC	250 - 300	50 - 120	1,4 do $2,00 \times 10^{-3}$
CA, CP, CAB	180 - 210	40 - 70	$1,20 \times 10^{-3}$
PVC	160 - 190	20 - 80	1,22 do $1,30 \times 10^{-3}$

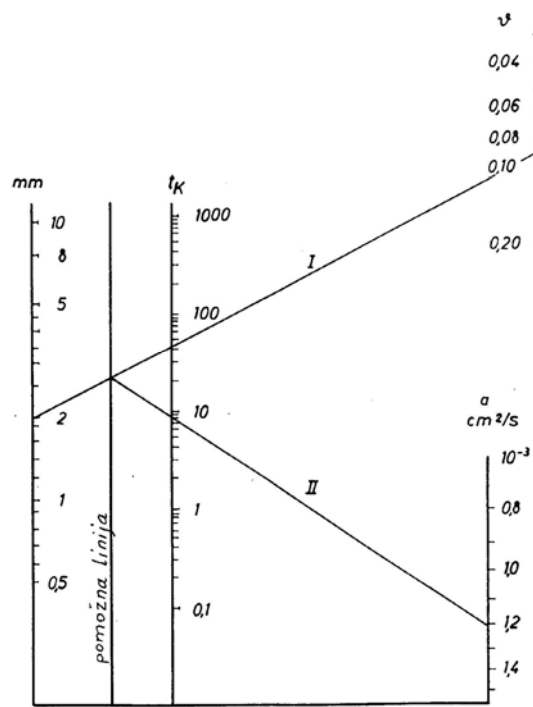
56/74

TEMPERIRANJE ORODIJ

a) Določitev časa hlajenja iz nomograma

Primer: material: polistirol
 debelina 2 mm
 $\vartheta = (40 - 25) / (200 - 25) = 0,09$
 $a = 1,22 \times 10^{-3}$ (za polistirol)

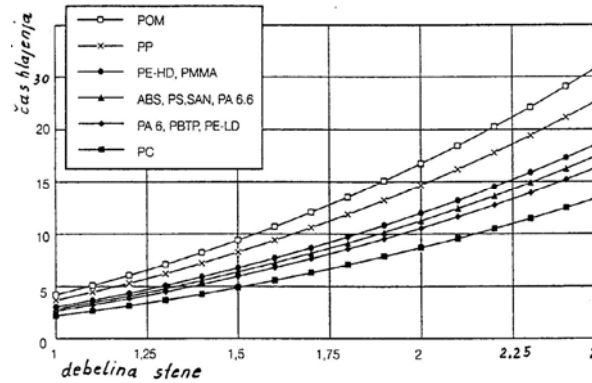
V nomogramu povežemo debelino z ϑ .
 Presečišče s pomožno linijo povežemo z a .
 Na liniji za čas dobimo 8 s.



OROJ

TEMPERIRANJE ORODIJ

b) Določitev časa hlajenja iz diagrama



c) Določitev časa hlajenja s približnim izračunom

Za vsak korak po 0,5 mm pri debelinah od 0 do 4 mm dodamo vrednost 1.

debelina	s	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
/mm/										
vrednost a		1	2	3	4	5	6	7	8	9

S to vrednostjo množimo pripadajočo debelino in dobimo približni čas hlajenja.

Primer: debelina $s = 2$ mm; vrednost $a = 5$; čas hlajenja $t = s \times a = 2 \times 5 = 10$ s

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

58/74

SISTEMI ORODIJ

ODZRAČEVANJE ORODJA

V kalupni votlini je pred vstopom mase v orodje zrak. Zrak se mora pritekajoči talini umakniti, da masa zalije ves volumen kalupne votline. Za to mora poskrbeti sistem odzračevalnih kanalov. Naloga sistema odzračevanja je naslednja:

- Omogočiti hitro polnjenje kalupne votline z maso brez nepotrebnih uporov, ki jih povzroča zrak v kalupni votlini.

- Preprečiti nezalitost kalupne votline ali posedenost izdelka.

- Preprečiti onesnaževanje orodja zaradi oblog, ki prekrijejo kalupno površino zaradi slabega odzračevanja.

Pri hitrem polnjenju kalupa moramo zraku, ki je v kalupni votlini omogočiti, da se umakne pred dotekajočo maso v odzračevalne kanale, ki vodijo na prosto. S tem preprečimo, da bi talina zajela zrak in ga skomprimirala. To bi povzročilo ožig mase na stiku z vročim stisnjnim zrakom. Tak ožig se imenuje »diesel efekt« po znanem principu dieselskih motorjev, ki izkoriščajo močno stisnjen in razgret zrak za vžig dizelskega goriva. Ta efekt je zelo moteč. Poleg ožigov lahko nezadostno odzračevanje povzroči nasprotni efekt: nezlitje dveh masnih tokov, nezadostno zapolnitev kalupa oziroma posedenost, kar lahko omilimo le z ekstremno visokimi polnilnimi tlaki. To pa povzroča velike notranje napetosti. Prava rešitev je vgraditev odzračevanja. Odzračevanje poteka:

- na glavni delilni ravnini,
- na snemalcih in drugih gibljivih elementih,
- na pomožni delilni ravnini,
- na fiksni vložkih.

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

59/74

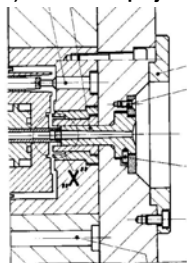
SISTEMI ORODIJ

VODENJE IN CENTRIRANJE

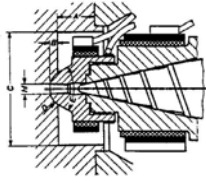
Sistem vodenja in centriranja orodja zagotavlja sledeče funkcije:

- centrično vpetje orodja na stroj,
- vodenje orodja med odpiranjem in zapiranjem,
- vodenje izmetalnega sistema,
- natančno centriranje orodja pred združitvijo gnezd.

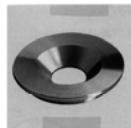
a) Centrično vpetje orodja na stroj



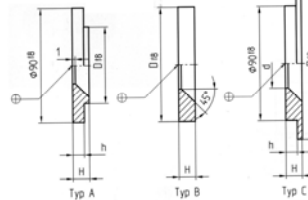
Centriranje orodja s centrirnim obročem



Možnost poškodbe šobe stroja



slika 101.5/c. Oblike centrirnih obročev



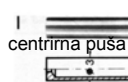
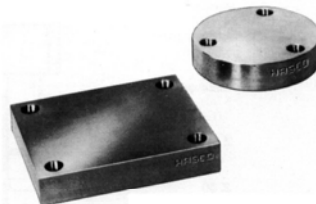
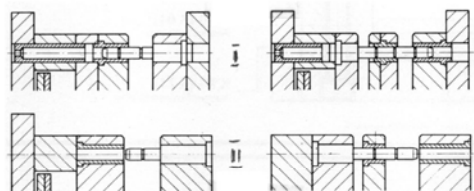
Oblike centrirnih obročev

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

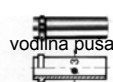
60/74

VODENJE IN CENTRIRANJE

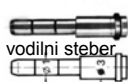
b) Vodenje in centriranje orodja med odpiranjem in zapiranjem



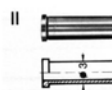
I centrirna puša



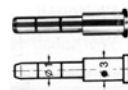
vodilna puša



vodilni steber



II



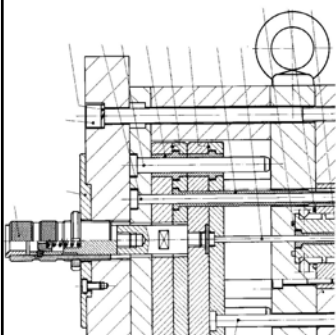
I – za zahtevnejša orodja (centriranje po sistemu enotne izvrtine)
 II – poenostavljeno, najnujnejše centriranje obeh kalupnih plošč

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

61/74

VODENJE IN CENTRIRANJE

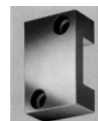
c) Vodenje izmetalnega sistema



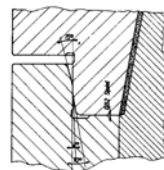
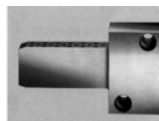
d) Natančno centriranje orodja pred združitvijo



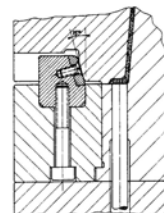
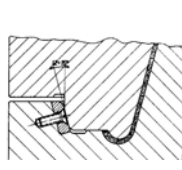
Centriranje z okroglimi elementi



Centriranje s pravokotnimi elementi



Centriranje plošče na ploščo



ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

62/74

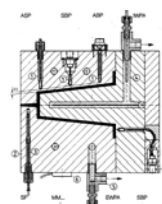
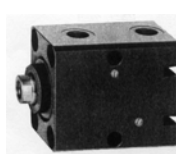
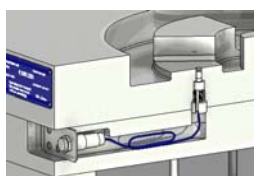
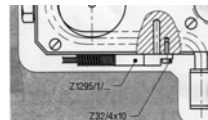
SISTEMI ORODIJ

NADZOR IN REGULACIJA DELOVANJA ORODJA

Vsako orodje nima nadzora in regulacije delovanja. Tudi zelo zahtevna orodja so pogosto brez tega sistema. Čim pa ima orodje toplokanalni sistem, mora imeti vgrajen sistem nadzora in regulacije temperatur elementov toplokanalnega sistema.

Če ima orodje hidravlične ali pnevmatske pogone stranskih jeder, je priporočljivo, da ima tudi mehanizme za nadzor doseženih izhodiščnih položajev drsnikov. Pogosto moramo nadzorovati tudi dosežen izhodiščni položaj izmetalne plošče, da ne pride do trka med drsniki in snemalci. Primerov nadzora orodja je veliko. Predstavili jih bomo le nekaj:

- nadzor in regulacija temperatur v orodju,
- nadzor tlaka v orodju in regulacija procesnih parametrov,
- nadzor položaja stranskih jeder ([animacija](#)),
- nadzor položaja izmetalne plošče,
- nadzor izpadanja izdelkov iz orodja.



ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

63/74

DOLOČANJE ORODJA

OSNOVE ZA DOLOČANJE ORODJA

- zahteve izdelka
- zahteve orodja
- zahteve stroja
- tehnično prevzemne zahteve

VRSTE ORODIJ (osnovno, odvijalno, toplokanalno orodje ...)

SISTEMI ORODIJ (normalije, dolivni sistemi, temperiranje ...)

DOLOČITEV OSTALIH ZNAČILNOSTI ORODIJ

(material, skrčki, snemalni koti ...)

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

64/74

DOLOČITEV OSTALIH ZNAČILNOSTI ORODJA

- material za dele orodja (konstrukcijska C<0,6 %, orodna jekla 0,6 %<C< 2,06 %, jekla za cementiranje, za kaljenje, protikorozijska, za nitriranje)
- določitev skrčkov (material, debelina, mesto dolivanja, procesni parametri)
- določitev snemalnih kotov,
- določitev obdelave kalupnih površin (jedkano, erodirano)

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

65/74

MATERIALI ZA DELE ORODJA

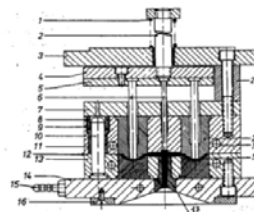
Tabela 1150: Najpogostejše uporabljena jekla pri orodjih za brizganje termoplastičnih mas (2/25/38/41)

Prilček, 11.2000

Vrsta jekla	Številka	Dele orodja																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Konstrukcijska jekla	1.1730			x	x	x		x							x		x					x
	1.0401		x								x	x										
7	1.0501										x											
	1.0715								x													
Orodna jekla	1.2311									x				x					x		x	
za poboljšanje	1.2312				x				x					x	x				x		x	
	1.0159											x										
Orodna jekla	1.2162									x				x					x		x	
za cementiranje	1.2764									x				x					x		x	
Orodna jekla	1.2343						x			x				x				x		x	x	
za kaljenje	1.2826													x					x			
	1.2767									x				x					x		x	
	1.2516				x																	
Orodna	1.2083									x				x					x		x	
protikorozijska jekla	1.2316									x				x					x		x	
jekla za nitriranje	1.2343									x				x					x		x	

1. Tlačna vzmet
2. Izmetalni drog
3. Vpenjalna plošča izmetalna
4. Izmetalna plošča
5. Vredalna plošča
6. Izmetal
7. Podoljna plošča
8. Centrirna puša
9. Gravurna plošča izmetalna
10. Vodilni steber
11. Vodilna puša

12. Delilna ravnina
13. Gravurna plošča dolivna
14. Vpenjalna plošča dolivna
15. Hladilni priključek
16. Centrirni obroček
17. Dolivna šoba
18. Gravurni vložek dolivni
19. Hladilni kanal
20. Gravurni vložek izmetalni
21. Distančna letev



ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

66/74

DOLOČITEV SKRČKOV		Tabela 116 /9 - x/. Okvirne vrednosti za skrčček termoplastičnih materialov (GF = steklo, TV = talk)						
		skrčček (%)						
kratica	kemijski naziv	neojačani	ojačani	ojačani	homo-	ko-	opomba	
polimera		tipi	GF	TV	polimeri	polimeri	% GF	
			(10-40%)	(20-40%)				
PS	Polistiren - normalni	0,2 - 0,6	0,1 - 0,2				GF 30	
SB	Stiren-butadien-kopol.	0,1 - 0,5						
SBB	Stiren-butadien-blokkop.	0,3 - 1,0					prozoren	
ABS	Akrilnitril-butadien-stiren	0,4 - 0,8	0,1 - 0,2				GF 30	
PMMA	Polimetilmetakrilat	0,2 - 0,8						
SAN	Stiren-akrilnitril kopol.	0,2 - 0,7	0,1 - 0,2				GF 30	
ASA	Akrilnitril-stiren-akrilester	0,4 - 0,8						
LDPE	PE - nizke gostote	1,5 - 4,0						
HDPE	PE - visoke gostote	1,5 - 3,5						
EVA	Etilen-vinilacetat kopol.	1,2 - 1,5						
	ionomeri	0,7 - 1,9						
PP	Polipropilen	1,0 - 2,5	0,6 - 1,5	0,7 - 1,5	1,0 - 2,5	0,8 - 2,0	GF 20	
BT	Polibuten	1,5 - 3,0						
PMP	Poli - 4 - metilpenten	1,5 - 3,5	1,0 - 2,0				GF 30	
PA66	Poliamid 66	1,4 - 2,2	0,3 - 0,4				GF 30	
PA6		0,8 - 2,0	0,2 - 0,5				GF 30	
PA11		1,0 - 1,5	0,3 - 0,4				GF 30	
PA610		1,2 - 1,8	0,3 - 0,5				GF 30	
PA612		0,7 - 1,2	0,3 - 0,4				GF 30	
PA12		0,8 - 1,5	0,2 - 0,3				GF 30	
POM	Polioksimetilen	1,8 - 3,0	0,9 - 1,2		1,8 - 3,0	1,5 - 2,0	GF 20	
CA,CP,CAB	Celulozni acetat,.....	0,3 - 0,6	Celulozni propionat, Celulozni acetobutirat					
PUR	Poliuretan - linearni	1,0 - 2,0						

DOLOČITEV SKRČKOV

Točnejše vrednosti skrčkov za konkretne materiale lahko dobimo pri proizvajalcih materialov, ki pri določanju skrčkov upoštevajo naslednje vplivne kriterije:

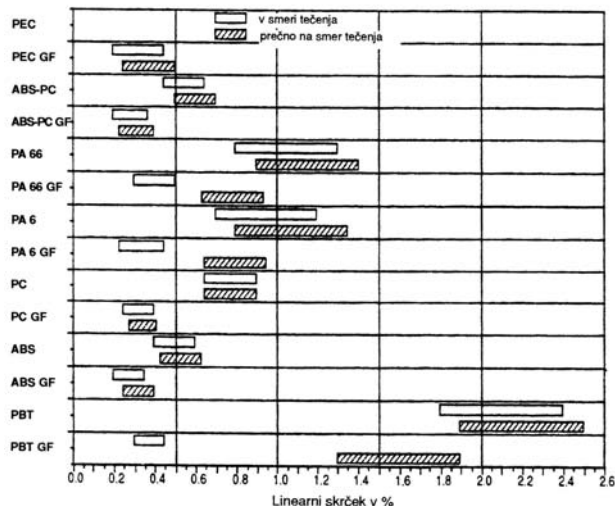
- material izdelka
- debelina izdelka
- mesto dolivanja
- procesni parametri

Vpliv materiala izdelka na skrčček

Skrčček je zelo odvisen od tega, kakšen material smo izbrali za izdelek. Amorfní materiali, kot so PS, ABS, PMMA, PC in drugi imajo sorazmerno majhen skrčček od 0,2 do 0,8 %. Ker imajo amorfní materiali izotropni značaj, kar pomeni, da imajo v vseh smereh enake lastnosti, se krčijo v vseh smereh enako. To pravilo nam znatno olajša določitev mer kalupne votline. To pravilo se nekoliko spremeni, če smo izbrali amorfní material polnjen s steklenimi vlakni. Ti materiali niso več izotropni, saj se zaradi usmerjenosti steklenih vlaken med brizganjem zgodi to, da je skrčček v vzdolžni smeri vlaken-torej v smeri brizganja-manjši, kot pa je v prečni smeri (pravokotno na smer brizganja). Te razlike so pri amorfnih materialih sorazmerno majhne. Čisto drugače se vedejo delno kristalinični materiali kot so PA, PBT, PET in drugi, ki imajo anizotropni značaj že pri neojačanih materialih, kar pomeni, da se krčijo različno v smeri tečenja mase in v prečni smeri, ki je pravokotna na smer tečenja mase. Ta razlika v skrčku v prečni in vzdolžni smeri se bistveno poveča pri ojačanih delno kristaliničnih materialih in je zato pri teh materialih težko določiti pravi skrčček. Računalniške simulacije krčenja so nam lahko pri takih materialih v veliko pomoč.

DOLOČITEV SKRČKOV

DOLOČITEV SKRČKOV (VPLIV MATERIALA IZDELKA)



ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

69/74

DOLOČITEV OSTALIH ZNAČILNOSTI ORODJA

DOLOČITEV SNAMALNIH KOTOV

Ko se izdelek v kalupu ohladi, se močno oprime sten kalupa. Če hočemo izdelek razkalupiti, moramo imeti na voljo zadostno odpiralno silo stroja kakor tudi zadostno silo za izmetavanje izdelka. Obe sili sta zelo veliki, zlasti pri globokih izdelkih. Sila oprijema nastane zaradi krčenja mase in adhezije (lepljivosti) mase. Poleg tega deluje tudi sila vakuuma, ki dodatno otežuje izmetavanje izdelka. Izmetavanje olajšamo, če vse površine (tudi majhnih globin), ki so v smeri snemanja, naredimo konične in jih dobro spoliramo. Isto velja tudi za površine, ki so v smeri stranskih pomikov. Velja pravilo, da je sila oprijemanja izdelka tem manjša, čim bolj je površina gladka. **Normalni snemalni koti, tako zunanji ko notranji, so 0,5° do 2°.** Večjo vrednost uporabimo pri kompliciranih in globokih oblikah. Snemalni koti so odvisni tudi od širine in dolžine izdelka. Čim večji je izdelek, večje so sile zaradi krčenja izdelka, večji morajo biti snemalni koti. Če zadošča pri izdelku s premerom 30 mm nagib 0,5 %, potem je za izdelek s premerom 150 mm potreben nagib vsaj 2,5 %. Še posebej so snemalni koti odvisni od same mase. Nekatere so zelo gladke in se slabo oprimejo kalupa, četudi imajo velike skrčke. Za poliolefinske mase (HDPE) že zadošča nagib 1 %. V izjemnih primerih zadošča že minimalni snemalni kot 1/4° do 1/8°. V takih primerih je potrebno izvesti posebno študijo, podprto s praktičnimi preskusi. Mase, kot na primer apec, se močno lepijo na kalup in so potrebni dosti večji snemalni koti (2,5 do 3°).

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

70/74

DOLOČITEV OSTALIH ZNAČILNOSTI ORODJA

DOLOČITEV OBDELAVE KALUPNIH POVRŠIN

Določitev obdelave površine je zelo pomembno področje, ki pri naročanju orodja ne sme biti zanemarjeno. Nekatere obdelave površin, ki se nanašajo na vizualni izgled izdelka, so zahtevane že na risbi izdelka. Kalupne površine se obdelujejo na različne načine in z različnimi nameni.

Namen površinske obdelave je:

- 1) doseganje protiobrabne in protikorozijske odpornosti jekel;
- 2) izdelava strukturirane površine z namenom, da dosežemo poseben videz izdelka;
- 3) izdelava polirane površine, da dosežemo zahtevane optične karakteristike izdelka.

1) Protiobrabna in protikorozijska površinska obdelava:

- a) toplotna obdelava jekel:
 - kaljenje,
 - cementiranje,
 - nitiranje,
 - cianizacija;
- b) galvanska obdelava (trdo kromiranje);
- c) kemično nikljanje;
- d) naprevanje titannitrida (TiN).

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

71/74

DOLOČITEV OSTALIH ZNAČILNOSTI ORODJA

2) Strukturirane površine:

- a) peskanje;
- b) elektroerozijska obdelava;
- c) kemično jedkanje.

a) Peskanje

Ta postopek se je pred leti zelo uporabljal za matiranje površine izdelka, sedaj pa se bolj uporabljata za podobne namene elektroerozija in kemično jedkanje. Naročnik izdelka natančno predpisuje, kakšno površino naj ima izdelek in celo zahteva točno določene vrste jekel za doseg želenih površinskih efektov.

b) Elektroerozijska obdelava

Potopna elektroerozija je odzemanje materiala s hitrimi zaporednimi preskoki elektrike skozi dielektrično tekočino med elektrodo z obliko izdelka in delom orodja. Pri vsakem preskoku elektrike se del materiala na obdelovancu in elektrodi segreje do tališča in se razprši v tekoč dielektrik. Na ta način dobimo hrapavo, kraterjem podobno strukturo različnih globlin v odvisnosti od nastavljenega režima dela.

c) Kemično jedkanje

Princip temelji na redukcijsko-oksidacijski topnosti kovin v kislinah, bazah in soleh /22/. Obliko namažemo z emulzijo, občutljivo na svetlobo. Osvetlino jo skozi film z želeno strukturo sliko. Izjedkajo se samo osvetljena mesta.

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

72/74

DOLOČITEV OSTALIH ZNAČILNOSTI ORODJA

3) Polirane površine

Orodja za izdelavo leč iz transparentnih plastičnih materialov imajo običajno vrhunsko polirano površino, da ne pride do nezaželenega raztresanja svetlobe, ki prehaja skozi optično telo. Razlikujemo grobo, zrcalno in vrhunsko poliranje. Vrhunsko poliranje je najvišja možna stopnja poliranja in se uporablja za najzahtevnejše optične dele. Grobo poliranje se izvede samo do take mere, da je možno neovirano snemanje in da ne predstavlja motnje glede izgleda izdelka.

	kemični nikelj	trdi krom	titan-nitrid
trdota (HV)	900 - 1000	800 - 1000	2300
debelina nanosa (μm)	5 - 150	5 - 1000	1 - 4
odpornost proti abraziji	slabo - srednje	srednje	zelo dobro
korozijska odpornost	dobro	omejeno	omejeno
boljše snemanje	delno	delno	dobro
manj oblog	delno	delno	dobro
sijaj izdelka	boljše	slabše	ni razlike
pokrivanje strukture	delno	delno	
pokrivanje lukenj, utorov	dobro	luknja nad Ø3 mm, utor nad 2 mm	omejeno
odstranjevanje nanosa	da	da	da

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

73/74

LITERATURA

- /1/ Michaeli, Greif, Kretzschmar, Kaufmann, Bertel: Technologie des Spritzgiessens - Hanser, München 1993
- /2/ Menges, Mohren: How to make injection molds - Hanser, München 1993
- /3/ Gastrow: Der Spritzgiess - Werkzeugbau in 100 Beispielen - Hanser, München 1990
- /4/ DuPont: Die Top Ten der Spritzgiessprobleme
- /5/ Hasco - Normalien
- /6/ Walter Mink: Grundzüge der Spritzgiess-technik - Zechner und Hüthig, Wien 1966
- /7/ Krauss Maffei: Mehrkomponenten Technologie, 1998
- /8/ R. Morgue: L'official des activités des plastiques et du caoutchouc - Paris 1968; pubblicazione: Metallmeccanica plast s.p.a. - Milano 1969
- /9/ M. Nadj: Polimerni materiali-konstrukcija i prerada - Zagreb 1991
- /10/ ICI: Diakon - Spritzgiessverarbeitung (DN 20-b), 1983
- /11/ Otto Heuel: Referat anlässlich des VKI - Formenbau; Symposium 1979, Brugg-Windsch
- /12/ EMS-Chemie: Grilamid, Grivory, Grilon - 1997
- /13/ DuPont: Crastin: Verarbeitungshandbuch, 1993
- /14/ Ankerwerk: Spritzgiessmaschine AS-25, 1974
- /15/ GEP: Lexan, Noryl, Valox - A guide to successful injection moulding
- /16/ N Montag: Angussfragen bei der Verarbeitung von PMMA-Formmasse; Plastikarbeiter 8/1968
- /17/ Bayer: Angussgestaltung für edle oberflächen, 2000
- /18/ Bayer: Moderne Anschnittechnik, 1992
- /19/ Evikon-Normalien
- /20/ DME-Normalien
- /21/ EDC-Normalien
- /22/ Navodnik: Plastik-ordjar, 1998
- /23/ Morwald: Einblick in die Konstruktion von Spritzgiesswerkzeugen Brunke Garrels Verlag-Hamburg 1963
- /24/ Hoechst: Hostalen, Hostalen PP-1982
- /25/ Hoechst: Der Plastikarbeiter 1961/10
- /26/ Rhone-Poulenc: Techryl, Techster-Gestaltung von formteilen
- /27/ R. Sonntag: Leistungsbestimmung von Spritzgiessmaschinen; "Kunststoff und gummi" 1965/3-Sonderdruck-Ankerwerk Nürnberg
- /28/ Čelak: Izmenjena kopirna u kalupima za injekcijsko prebranje plastomasa, Zagreb 1985
- /29/ M. Hornsdach: Kalkulation von Spritzgiessstellen; Plastikarbeiter 1968/11 Sonderdruck: Ankerwerk Nürnberg
- /30/ Demag KT: Spritzgiessen-Kurz und bundig, 1996
- /31/ Demag KT.
- /32/ Saturnus Avtooprema
- /33/ D. Schauf, Bayer: Zusammenhänge zwischen Schwindung, Orientierung, Toleranzen und Verzug bei der Herstellung von Formteilen (KU 47.327), 1986
- /34/ G.E.P.: Lexan, Noryl, Valox - Für Funktionelles und wirtschaftliches konstruieren, 1982
- /35/ Arno Horburger - Hoechst AG: Werkzeugkonstruktion, 1969
- /36/ Wieser GmbH - Das intelligente Temperiersystem (prospekt TMMG 1)
- /37/ Bojan Krač: Stajirski strojniki, 1981
- /38/ Želiezarna Ravne: Naši proizvodi, 1984
- /39/ Jugoslovenski leksikografski zavodi: Tehnička enciklopedija - Čelik, Zagreb 1969
- /40/ Döbel
- /41/ Edelstahlwerke Buderus AG - Service: Werkzeugstahle für die Kunststoffindustrie
- /42/ Heinz-Dieter Stank: Anforderungen an der Anguss, seine Aufgaben, Anforderungen an Spritzgiessstellen, 1975
- /43/ Privšek: Dolivni sistemi pri kalupih za brizganje termoplastov, 1998
- /44/ Privšek: Orodja za tlačno lije termoplastičnih materialov I, 2000
- /45/ Privšek: Napake in preprečevanje napak pri brizganju, 2002

ORODJE ZA BRIZGANJE PLASTIKE

74/74