

polimeri

časopis za plastiku i gumu



4
1992

dvomjesečnik za proizvodnju, preradu i primjenu polimernih materijala

UREDNIŠTVO/EDITORIAL OFFICE

Berislavićeva 6, 41001 Zagreb, P. O. Box 119, Croatia
tel. (041) 422-936

Glavni i odgovorni urednik/Editor:

Barbara VIDOŠA RASTOVIĆ

Zamjenik glavnog i odgovornog urednika/Editor representative:

Mladen ŠERCER

Urednik za inozemstvo/Foreign contributions editor:

Igor ČATIĆ

Urednik ekonomskog publiciteta/Advertising manager:

Aleksandar BERANOVSKY

Uredništvo:

Aleksandar BERANOVSKY, Igor ČATIĆ, Vlasta ELES-LJUBIĆ, Dragutin FLEŠ, Branka LUCARIĆ, Pero RAOS, Jadranka RASUO, Dubravko ROGALJE, Zdravko SAKAČ, Mladen ŠERCER, Đurđica ŠPANIČEK, Barbara VIDOŠA RASTOVIĆ (svi iz Zagreba)

Lektor: Zdenka ŠEMPER

Lektor za engleski jezik: Vladimir IVIR

Korektor: Anita MALENICA

Grafički urednik: Fred PERBOVC

Izdavački savjet/Publishing Council:

Barbara ZOVKO (Zagreb), predsjednik Izdavačkog savjeta
Kšimir ADAMIĆ (Cleveland), Ivo BELAMARIĆ (Zagreb), Viktor FIOLIĆ (Zagreb), Franjo FLAJŠMAN (Zagreb), Dragutin FLEŠ (Zagreb), Stjepan HREŠĆ (Prelog), Vladimir HUSAR (Zagreb), Zvonimir JANOVIĆ (Zagreb), Damir LALIĆ (Zagreb), Ivo LEGIŠA (Zagreb), Tatjana MALAŠIĆ (Ljubljana), Vesna MARIĆ (Zagreb), Jaroslav PECHO (Samobor), Bertie PREISLER (Samobor), Urban ROJE (Split), Ivan ŠMIT (Zagreb), Zoran ŠUŠTERIĆ (Kranj), Barbara VIDOŠA RASTOVIĆ (Zagreb), Ivica ŽERJAV (Celje)

Časopis procesiraju sekundarni časopisi: Chemical Abstracts, Current Contents, Referativnyi žurnal i RAPRA

Cijena pojedinačnog sveska: za pojedinca 100 HRD, za radne organizacije 200 HRD

Pretplata: godišnja za pojedince 700 HRD, za obrazovne i znanstvene organizacije te samostalne knjižnice 2500 HRD, za sve ostale radne organizacije i ustanove 5000 HRD (uključuje objavljivanje kratkih informacija o radnoj organizaciji); članovima DPG-a pretplata je uključena u članarinu; godišnja pretplata za inozemstvo 100 CHF

Žiro-račun: 30102-678-929 SDKH Zagreb

Ekonomski publicitet:

crno-bijela 1/1 stranica 20000 HRD, 1/2 stranice 12000 HRD, 1/3 stranice 10000 HRD, svaka dodatna boja 5000 HRD; puni kolor 1/1 stranica 35000 HRD, 1/2 stranice 22000 HRD, naslovna stranica 80000 HRD, zadnja stranica omota 60000 HRD za inozemstvo: crno-bijela 1/1 stranica 1200 USD, svaka dodatna boja 200 USD;

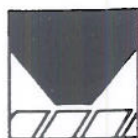
puni kolor 1/1 stranica 1800 USD, 1/2 stranice 1200 USD
rabat: za četiri uvrštenja 10 %, za osam uvrštenja 20 %

Naklada: 800 primjeraka

Slog i prijelom: M & D, Zagreb

Tisak: Škalor & Erent, Zagreb

Zagreb, kolovoz 1992.



Osnivač i izdavač/Publisher:
DRUŠTVO PLASTIČARA I GUMARACA
Garićgradska 6, 41001 Zagreb,
P. O. Box 119, Croatia
tel. (041) 338-132

SADRŽAJ/CONTENTS

4/1992

PREGLEDNI ČLANCI/REVIEWS

- 111 *Fluoropolimeri* (D. Fleš)
Fluoropolymers (D. Fleš)

IZLAGANJA SA ZNANSTVENIH SKUPOVA/ CONFERENCE PAPERS

- 119 *Deformacijsko bubrenje čađom punjenih kaučukovih smjesa* (B. Fajdiga i Z. Šušterić)
Die Swell of Carbon Black Loaded Rubber Compounds (B. Fajdiga and Z. Šušterić)
123 *Sustavi za brzu izmjenu kalupa* (M. Šercer i K. Buntak)
Quick Mould Change System (M. Šercer and K. Buntak)

STRUČNI ČLANCI/PROFESSIONAL PAPERS

- 127 *Mogućnost razvika kemije fluora u Hrvatskoj* (T. Dragičević i K. Vitrisal)
The Possibilities of Development of Fluorine Chemistry in Croatia (T. Dragičević and K. Vitrisal)

RUBRIKE/DEPARTMENTS

- 109 Riječ urednika: *Citiranje literature* (B. Rastović)
109 Na pomoć autorima: *Latinička transliteracija ruskoga jezika* (B. Rastović)
110 Odjeci
110 Predstavljamo Vam knjigu (139)
131 Sveučilište: *Podaci i činjenice* (T. Čulig)
135 Iz svijeta plastike i gume (B. Lucarić i sur.): *U susret kvaliteti...* (135, B. Lucarić), *Polimerni materijali* (136, B. Lucarić), *Postupci i oprema* (137, R. Orlić)
139 Pismo članu: *Pismo br. 85* (P. Raos)
140 Podsjetimo se: *Cilindar, filter, kalendar ili cilindar, filter, kalendar?* (D. Malić)
142 Stručni skupovi i priredbe: *10. dani Društva plastičara i gumaraca: Tečaj Simuliranje kalupne šupljine* (142), *Tečaj Razvoj injekcijski prešanih polimernih proizvoda* (142), *Savjetovanje Vlaknima ojačani polimerni kompoziti* (130, Đ. Marincel), *Savjetovanje Proizvodnja, primjena i preradba plastike* (142, O. Mardešić), *Sekcija Proizvodnja i ispitivanje polimera* (143, D. Heblin)
143 Predstavljamo Vam časopis (D. Fleš)
144 Kalendar stručnih skupova (A. Bartolović)

EKONOMSKA PUBLICISTIKA

Astra - Ljubljana (XLVI), BELIŠĆE, TVORNICA STROJEVA - Belišće (XLV), CHROMOS, TVORNICA GRAFIČKIH BOJA - Samobor (L), CINKARNA CELJE - Celje (XLII), COMMERCE - Ljubljana (XLVIII), HEPLAST - Prelog (LIII), INA-OKI, Zagreb (LIV), INA-Rafinerija Zagreb - Zagreb (XLI, XLVII), PAB AKRAPOVIĆ - Buzet (LII), SAVA KRANJ-Kranj (LI), TOZ - Zagreb (XLIX)

Naslovna stranica:



INA Industrija nafte s.p.o., Zagreb
Rafinerija Zagreb - dio postrojenja

UDC 678.027.7
Conference paper

Received: 1992-04-24
Accepted: 1992-06-03

CORRESPONDENCE

Doc. dr. Mladen ŠERCER, dipl. inž.
Fakultet strojarstva i brodogradnje
Katedra za preradu polimera
Đure Salaja 5
41000 Zagreb, Croatia

Mladen ŠERCER i Krešimir BUNTAK
Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb

Sustavi za brzu izmjenu kalupa*

Danas su prešaonice prisiljene na fleksibilnost i pravodobnu (e. just-in-time) proizvodnju. Sustavi za brzu izmjenu kalupa omogućuju brzu preorijentaciju proizvodnog sustava na novi proizvod, što je potrebno za "just-in-time"-proizvodnju. Širok prihvata "just-in-time"-proizvodnje u Japanu rezultirao je u više od 50 % slučajeva uporabom sustava za brzu izmjenu kalupa pri injekcijskom prešanju polimera.

DESKRIPTORI

brza izmjena kalupa
sustav i oprema
injekcijsko prešanje
just-in-time-proizvodnja

KEYWORDS

Injection moulding
just-in-time production
quick mould change
equipment

Quick Mould Change System

Today, injection moulding plants are more forced to be flexible in their production. Moulding shops must be ready for just-in-time fabrication, too. Quick mould change (QMC) method allows the production system to respond quickly, which is necessary for just-in-time production. The extensive acceptance of just-in-time production in Japan has resulted in more than 50 per cent of injection moulding operations implementing QMC the method.

Uvod

U razvoju opreme za preradbu polimera budućnost bez sumnje pripada potpuno automatiziranoj kontroli procesa i povećanoj fleksibilnosti proizvodnje. U radu se pažnja posvećuje fleksibilnosti proizvodnje osobito na području injekcijskog prešanja polimera. Fleksibilnosti polimernih sustava značajno pridonosi uporaba sustava za brzu izmjenu kalupa. Sustav za brzu izmjenu kalupa – QMC (e. Quick Mould Change) – omogućuje da se proizvodni sustav brzo

preorijentira na novi proizvod. To je nužnost danas sve rasprostranjenije pravodobne – JIT (e. Just in Time) proizvodnje¹. Posljedica je rasprostranjenost JIT-proizvodnje u Japanu i ostalim zemljama primjena sustava za brzu izmjenu kalupa, čime se dobilo na konkurentnosti. Na temelju literaturnih podataka bit će opisan koncept QMC-a, dosadašnji i brzi način izmjene kalupa, razvoj metode i izvedbe QMC-a i utjecaj QMC-a na djelotvorniju proizvodnju.

Koncept sustava za brzu izmjenu kalupa

Povećana konkurencija na tržištu rezultirala je višim zahtjevima kupaca:

- niža cijena,
- poboljšana kvaliteta,
- promjenljiva konstrukcija,
- brža isporuka.

Cilj svake gospodarski opravdane proizvodnje, pa tako i prešaonice za injekcijsko prešanje polimera, zbog povećane je konkurencije sniženje cijene proizvoda uz optimalnu kvalitetu proizvoda. Pritom se mora zadovoljiti uvijek:

$$\text{PROFIT} = \text{PRODAJNI DOHODAK} - \text{PROIZVODNI TROŠKOVI}$$

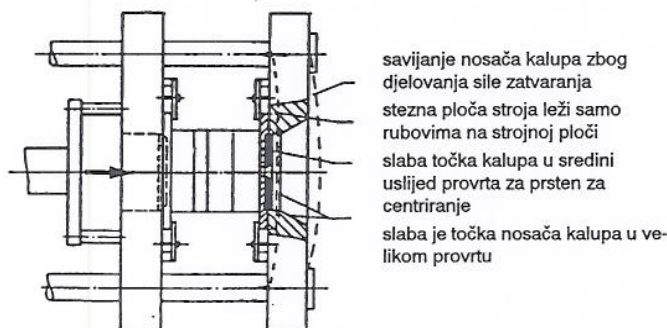
Poseban je izazov proizvođačima zadovoljenje zahtjeva potrošača i pritom ostvarena dobit. Ostvarenju toga teškog cilja pridonosi i primjena sustava za brzu izmjenu kalupa.¹

Tradicionalna izmjena kalupa i prednosti sustava za brzu izmjenu kalupa

Kalup se na ubrizgavalicu tradicionalno pričvršćuje vijcima, maticama, prihvatnicima ili klinovima. To je primjer rješenja koje je rijetko jeftino. Slabe su točke takva načina

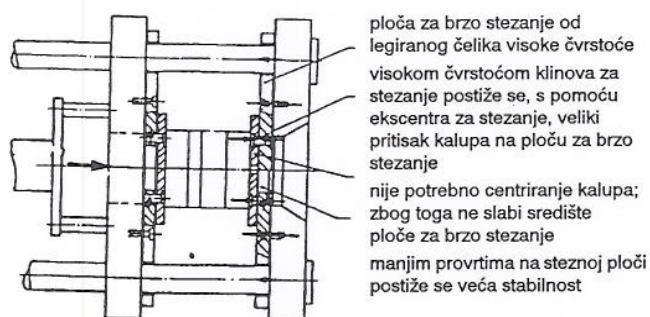
* Rad je referiran na savjetovanju *Proizvodnja, primjena i preradba plastike i gume, 10. dani Društva plastičara i gumaraca*, Društvo plastičara i gumaraca, Zagreb, 16–20. lipanj 1992.

pričvršćivanja kalupa dugo vrijeme montaže, ručna montaža, savijanje ploče za kalupe zbog djelovanja sile zatvaranja (slika 1) i visoki gubici, čemu su posljedica dodatni troškovi koji



SLIKA 1. Tradicionalni način pričvršćivanja kalupa
FIGURE 1. Traditional method of mould fastening

višestruko povećavaju nabavnu cijenu proizvoda. Praktična je pomoć rješenju toga problema sustav za brzu izmjenu kalupa, koji se može ugraditi u sve ubrizgavalice, puhalice i preše za izravno i posredno prešanje, bez obzira na godinu proizvodnje i veličinu stroja. Zanimljiva je dodatna svrha to-



SLIKA 2. Ručno stezanje kalupa sustavom za brzu izmjenu kalupa
FIGURE 2. QMC hand fastening system

ga sustava, veća čvrstoća veze kalup/ploča za pričvršćivanje kalupa na ubrizgavalici (slike 1 i 2). Savijanje nosača kalupa kod sustava za brzu izmjenu kalupa neznatno je (slika 2). Prednost je sustava za brzu izmjenu kalupa pred tradicionalnim i što se bez velikih troškova praktično svaki kalup može prilagoditi takvu načinu pričvršćivanja.

Razvoj sustava za brzu izmjenu kalupa

Automatizaciji procesa injekcijskog prešanja i ostalih postupaka preradbe cilj je skraćanje pripremno-završnih vremena. To se u prvome redu odnosi na zastoje uzrokovane promjenom prerađivanog materijala i/ili promjenom kalupa, te podešavanja pomoćne opreme. Nastojanja da se ubrza izmjena kalupa na ubrizgavalici obuhvaćaju četiri faze.²

Prva faza obilježena je primjenom hidrauličkih elemenata za pričvršćivanje kalupa na nosače kalupa ubrizgavalice. Usprkos tome, pri promjeni kalupa zaustavlja se rad npr. ubrizgavalice, te nakon prestanka rada valja izmijeniti kalup i podesiti parametre prerade.

Druga faza u razvoju obilježena je još uvijek ručnom izmjenom kalupa, ali se već uočuje uporaba kolica koja olakšavaju montažu na ubrizgavalicu i skidanje kalupa s ubrizgavalice. U toj fazi već je moguće i predgrijavanje kalupa izvan ubrizgavalice.

Treća faza omogućuje značajno skraćanje vremena trajanja izmjene kalupa, jer su montaža na stroj i skidanje kalupa ubrizgavalice potpuno automatizirani. Ubrižgavalica ima stol koji na kraju serije automatski skida stari i montira novi kalup na ubrizgavalicu. Poslužitelj mora prethodno postaviti novi kalup na stol ubrizgavalice.

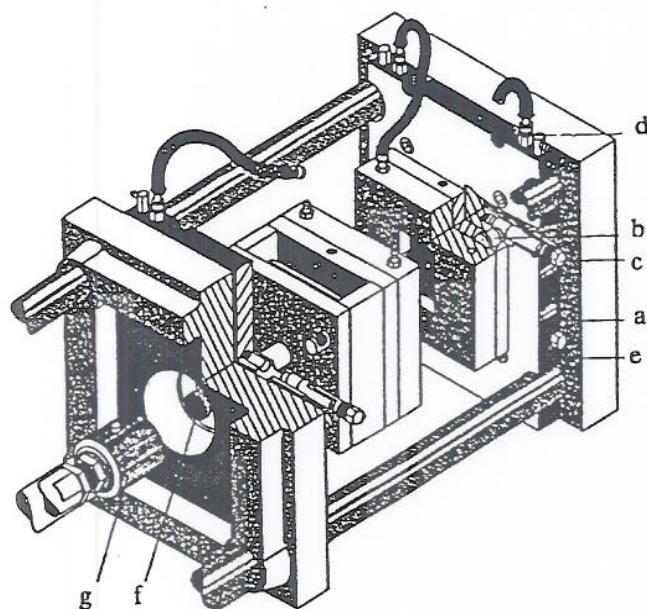
Četvrta faza potpuno se razlikuje od prethodnih. Ona uzrokuje modificiranje ne samo ubrizgavalice, već i čitave organizacijske strukture tvornice. U toj fazi neminovno je prijelaz s koncepcije brze izmjene kalupa na potpuno automatiziranu proizvodnju potpomognutu računalom. U toj se fazi jedna kolica na kojima su smješteni pojedini kalupi upotrebljavaju za potpuno automatsku izmjenu kalupa na nekoliko ubrizgavalica.

Sustav za brzu ručnu izmjenu kalupa, pokazatelj principijelnog rada sustava za brzu izmjenu kalupa

Sustav za brzu ručnu izmjenu kalupa³ sastoji se od dvije ploče za brzo stezanje, visoke tvrdoće, s ugrađenim ekscentrima za zabavljanje, osam klinova za stezanje na nosač kalupa ubrizgavalice, osam vijaka za pričvršćivanje ploče za brzo stezanje na strojeve i ostalog pribora. Kako se pojedini elementi zajedno s kalupom pričvršćuju na ubrizgavalicu, pokazuje slika 3.

Za promjenu kalupa bilo koje veličine, za bilo koju ubrizgavalicu opremljenu sustavom za brzu ručnu izmjenu kalupa, potreban je samo jedan poslužitelj. Pritome je klin za pričvršćivanje upušten u kalup, koji je na ploči za pričvršćivanje kalupa na ubrizgavalicu ili puhalicu vijcima pričvršćen na ploču za brzo stezanje. Ekscentri za zabavljanje s vodicama ugrađeni su i zabavljeni ključem. Pritom ulaze u utor i pričvršćuju kalup na ploču za brzo stezanje. Konusno izvedeni klinovi za stezanje preuzimaju i ulogu centriranja. Stoga pri ubrizgavanju u sljubnicu kalupa nisu potrebni prstenovi za centriranje. Da bi se sustav mogao primijeniti za najrazličitije kalupe, proizvode i veličine strojeva, postoje ploče za brzo stezanje različitih veličina i oblika, od najmanje (200 mm · 200 mm) do najvećih (950 mm · 1450 mm). Različite primjene sustava omogućuju pozicije provrta za klinove u pločama za brzo stezanje. Ploče za brzo stezanje standardne su, s predviđenim sustavom za temperiranje i priključcima za dovod energije. One mogu biti prilagođene potrebama korisnika. Priključak na stroj obavlja se uz pomoć kratke cijevi, na kraju koje su spojke predviđene za pri-

ključivanje. Dodatni priključci za dovod energije na pločama za brzo stezanje u tom su slučaju nepotrebni.



SLIKA 3. Sustav za brzu ručnu izmjenu kalupa: a – ploča za brzo stezanje rukom; b – klin za pričvršćivanje; c – ekscentar za završljivanje; d – priključak vode za hlađenje; e – ploča za temperiranje; f – potisna motka; g – brzostojeća spojka za povezivanje

FIGURE 3. QMC hand-system: a – high-speed mounting plate; b – fastening pin; c – locking excenter; d – cooling water coupling; e – heating plate; f – knock-out bar; g – ejector high-speed mounting coupling

Definicija sustava za brzu izmjenu kalupa

Sustav za brzu izmjenu kalupa nov je način izmjene kalupa, koji se za nekoliko minuta izvede brzo, lako i sigurno. Tako se ostvaruje fleksibilnost potrebna za djelotvornu i profitabilnu "just-in-time" – proizvodnju.

Sustav za brzu izmjenu kalupa sastoji se od:

- opreme i strojeva (hardver),
- novih metoda (softver).

Djelotvorni proizvodni sustav

Taj je sustav obilježen:¹

1. Promjenama unutrašnjih aktivnosti u vanjske

Svaka aktivnost operacije izmjene može se klasificirati u dvije skupine: vanjsku i unutrašnju. Vanjske aktivnosti su one koje se mogu provoditi dok se kalup uvodi u proizvodnju, npr. priprema za promjenu novog kalupa mora biti obavljena dok stroj radi. Unutrašnje aktivnosti provode se samo onda kad stroj ne radi, npr. kalup se demontira tek nakon zaustavljanja stroja. Pri organiziranju sustava za brzu izmjenu kalupa najviše se pažnje posvećuje načinu promjene unutrašnjih aktivnosti u vanjske. Dobrom pripremom rada skraćuje se vrijeme izmjene kalupa.

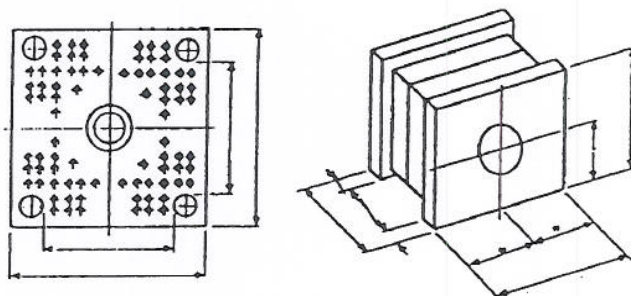
2. Normiranjem i uklanjanjem podešavanja (slika 4)

Standardiziranje i eliminiranje podešavanja kalupa tijekom njegove izmjene ostvaruje se:

- automatskim pomicanjem kalupa uporabom pozicijskih uređaja,
- normalnim učvršćivanjem,
- priključivanjem brzim spojnicama energije, zraka i hidraulike.

3. Uporabom opreme za brzu izmjenu kalupa

Djelotvornom opremom osigurava se brza, laka i sigurna izmjena.



SLIKA 4. Normiranje izmjera kalupa

FIGURE 4. Standardization

Oprema sustava za brzu izmjenu kalupa

Kompletni sustav za brzu izmjenu kalupa zahtijeva četiri osnovna tipa opreme¹. To su:

1. *jedinica za pričvršćivanje*, koja se sastoji od klinaste stezaljke, pogodnog hidrauličkog ventila, izvora pogonske energije;
2. *jedinica za brzo demontiranje* sa spojnicama za električni, zračni i hidraulički dovod;
3. *jedinica za manipuliranje i centriranje kalupa*, koju čine rotirajući valjci prihvatnog stola ubrizgavalice, rotirajući valjci mosne naprave, kolica za kalup s napravom za premještanje kalupa s kolica na stroj i granici;
4. *jedinica pripremne faze i skladištenja*, koja se sastoji od jedinice za predgrijavanje, "stola" prethodnog uskladištenja, skladišta kalupa i njegova pregleda, te servisnog centra kalupa.

Danas se može navesti i peti tip opreme, a to je *robot ili manipulator*.

Metode i izvedbe sustava za brzu izmjenu kalupa

Sustav za brzu izmjenu kalupa⁴ razlikuje dva osnovna načina izmjene kalupa:

- 1) vodoravna izmjena kalupa,
- 2) okomita izmjena kalupa.

Pri vodoravnoj izmjeni kalupa razlikuju se *mirujući* i *pokretni* sustavi.

Mirujući sustav za brzu izmjenu kalupa obilježava nepokretni stol za izmjenu kalupa, koji se nalazi na stražnjoj strani ubrizgavalice. Oko 95 % takvih sustava raspolaže stolom na koji se mogu smjestiti dva kalupa. Kod ubrizgavalica sile zatvaranja do 100 kN zbog praktičnih se razloga ne računa teorijskom maksimalnom masom kalupa, već se nosivost množi s koeficijentom 0,9 (korekcijski faktor). Kod većih sustava uzima se u obzir stvarna masa kalupa. Pogonski medij je onaj medij koji se nalazi u hidrauličkom sustavu ubrizgavalice. Vrijeme izmjene za ubrizgavalice kojima je sila zatvaranja 1000-10000 kN od trenutka vađenja prethodnog, pa do pričvršćivanja sljedećeg kalupa iznosi 0,5-2 min. Posebnu skupinu mirujućeg sustava za brzu izmjenu kalupa čini uređaj za ulaganje kalupa, koji se primjenjuje kada se kalupi zbog nedovoljne visine ili nedovoljnog pomaka granika ne mogu izmjenjivati u okomitom smjeru.

kalupa odozgo s pomoću kranske dizalice pričvršćene na stroj (slika 5).

Zaključak

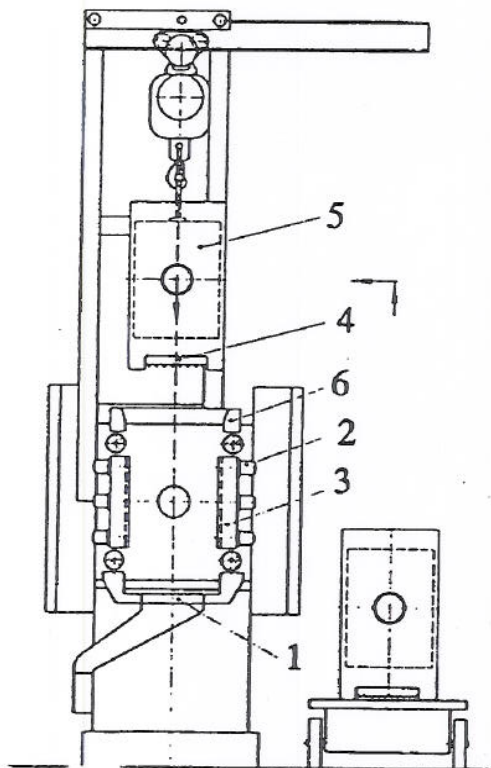
Sustav za brzu izmjenu kalupa nov je način izmjene kalupa koja se za nekoliko minuta izvede, brzo, lako i sigurno. To je također djelotvoran proizvodni sustav sa svim pripadajućim obilježjima. Nakon prijelaza na takvu vrstu izmjene kalupa, već nakon šest mjeseci rezultati su očiti: 90 % kraće vrijeme postavljanja, 50 % veća proizvodnja, 30 % viška prostora, točni rokovi isporuke. Budući da je nekoliko metoda i izvedbi sustava za brzu izmjenu kalupa, njegovo uvođenje zahtijeva sistemsku razradu i iskustvo u provođenju da bi proizvodnja bila što djelotvornija. Kad se primijeni, sustav za brzu izmjenu kalupa daje vrlo dobre gospodarske rezultate.

ZAHVALA

Rad je dio istraživanja što ga financira Ministarstvo znanosti, tehnologije i informatike Republike Hrvatske u okviru projekta Optimiranje integrirane proizvodnje tvorevina. Ministarstvu zahvaljujemo na financijskoj potpori projektu.

LITERATURA

1. O. Oishi: *Total Quick Mold Change*, ANTEC 90, SPE, Dallas, 1990, pp. 1076-1078.
2. N. N.: *Plast. Rubber Int.* 10(5) 25-28 (1985).
3. N. N.: *Plastverarbeiter* 42(7) 88-90 (1991).
4. N. N.: *Katalog tvrtke Battenfeld 88*, Austria, Kottlingbrunn, 1988.
5. G. R. Langecker: *Ind. Prod. Engng.* 2(1984) 96.



SLIKA 5. Jednostavno montiranje kalupa odozgo s pomoću kranske dizalice pričvršćene na stroj: 1 - spojnice na stroju; 2 - hidraulički mehanizam za stezanje; 3 - klinasta vodilica; 4 - spojnice na kalupu; 5 - pomoćne ploče; 6 - dio za smještaj kalupa

FIGURE 5. Simplified mould mounting from above with a hoist fitted on the machine: 1 - coupling components on the machine; 2 - hydraulic clamping cylinder; 3 - wedge-clamp guides; 4 - coupling components on the mould; 5 - auxiliary plates; 6 - locating piece

Pomični sustav za brzu izmjenu kalupa obilježavaju kolica izvedba kojih ovisi o masi kalupa. Okomita izmjena kalupa znači jednostavno, iako ne sasvim automatsko postavljanje