

LJUBOMIR S. LUKIĆ¹
MILORAD V. KRGOVIĆ²
ILIJA M. JARAKOVIĆ³

¹Mašinski fakultet,
Univerziteta u Kragujevcu,
Kraljevo

²Tehnološko–metalurški fakultet,
Univerzitet u Beogradu,
Beograd

³Servoteh d.o.o.,
Beograd

STRUČNI RAD

676.05:621.798.1-0.35.42/.46

FORMING MAŠINE ZA PROIZVODNJU ELEMENTA PAPIRNE AMBALAŽE

Danas je u svetu veoma rasprostranjena primena "form" ambalaže u tehnologiji savremenog pakovanja širokog spektra proizvoda. Tehnološki proces izrade proizvoda "form" ambalaže ima tri osnovne faze: priprema mase, u kojoj je osnovna sirovina voda i otpadni papir, formiranje proizvoda u alatu na forming mašini i proces sušenja. Preduzeće "SERVOTEH" iz Beograda razvilo je familiju forming mašina za različite uslove rada (ručno, poluautomatski i automatski), različite proizvodne kapacitete i varijantni broj alata. Sistem forming mašina "SERVOTEH"-a obuhvata više različitih konstrukcionih rešenja: potapajući, okretni i rotacioni sistem. U radu se prikazuje tehnološki proces, integralni i konceptijski pristup razvoju forming mašina i sistem alata [1–7].

Savremeni razvoj industrije pakovanja proizvoda u oblasti proizvodnje elektronskih komponenata, Hi-Fi uređaja, video, telefonskih i tv aparata, hemijskih i drugih proizvoda koji se pakuju u staklenim bocama, zatim u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda, a posebno jaja koja zahtevaju veliki stepen zaštite prilikom transporta, zahteva sasvim novi pristup baziran na elementima papirne ambalaže, ili kako se to uobičajeno naziva "form" ambalaže. Najšire poznat i jedino moguć način pakovanja jaja (slika 1) jeste u "form" ambalaži. To su standardne podloške za pakovanje 30 komada jaja, različitih veličina, svrstanih u grupe od 15, 17, 20 i 22 libre. Takođe jaja se pakuju i u kutije sa poklopcima od 6, 10 i 12 komada, koje su izrađene kao "form" ambalaža.

Sirovinski sastav mase od koje se izrađuju proizvodi "form" ambalaže čini uglavnom otpadni papir i voda uz neke male hemijske dodatke i boju, ukoliko se želi obojen proizvod. Pripremljena masa se dovodi u forming mašinu u kojoj se izrađuje "forma" proizvoda i odlaže na transporter sušare sa oko 70% vlage. Ukoliko se radi o proizvodima sa manjim stepenom tačnosti mera i oblika, posle procesa sušenja proizvodi se odmah pakuju za otpremu korisnicima. Ako se zahteva veći stepen tačnosti, posle procesa sušenja proizvodi idu na alate za termo presovanje, na kojima se ostvaruje finalni visok nivo tačnosti mera i oblika "form" ambalaže.

U skladu sa zahtevima tehnološkog procesa, proizvodna linija za izradu elemenata za pakovanje (slika 2), tzv. "form" ambalaže, sastoji se od nekoliko osnovnih tehnoloških celina, koje rade kontinualno u zatvorenom sistemu:

- Sekcija za pripremu mase sadrži palper i najčešće tri rezervoara. Jedan rezervoar je za vodu,

drugi prihvata masu iz palpera i poseduje mikser za mešanje i treći sadži završno pripremljenu masu za izradu proizvoda, koji takođe poseduje mikser za mešanje mase. Početak pripreme mase je u palperu u kome se meša otpadni papir i voda.

- Forming mašina u sopstvenom rezervoaru sadrži pripremljenu masu koju provlači kroz former–alat i tako stvara proizvod koji se skida transfer–alatom i njime odlaže na transporter sušare, ukoliko se radi o automatskoj mašini sa manipulatorom, a ukoliko je mašina bez manipulatora mora se ručno odnositi sa forming mašine do transportera sušare.

- Sušara poseduje kontinualni transportni sistem koji prihvata vlažne proizvode i tokom transporta kroz sušaru procesom sušenja se odstranjuje vlaga.

- Termo presa poseduje alate sa grejačima koji imaju istu geometrijsku formu kao "former"–alat i transfer–alat i služi da formira pravilnu geometriju proizvoda koji se tokom procesa sušenja po pravilu deformišu, u onim slučajevima kada se od proizvoda zahteva veća geometrijska tačnost oblika.

Masa iz jednog rezervoara u drugi se prebacuje pumpama. Neophodna je sigurnosna i merno regulaciona oprema za kontrolu gustine mase, odstranjivanje metalnih i drugih primesa iz papirne mase, odvajanje vazduha od vode, kao i upravljački sistem za rad sekcije za pripremu mase, forming mašine i sušare na bazi PLC kontrolera. Za rad forming mašine potrebno je kompresorsko postrojenje i vakuum pumpa.

PRINCIP RADA FORMING MAŠINE

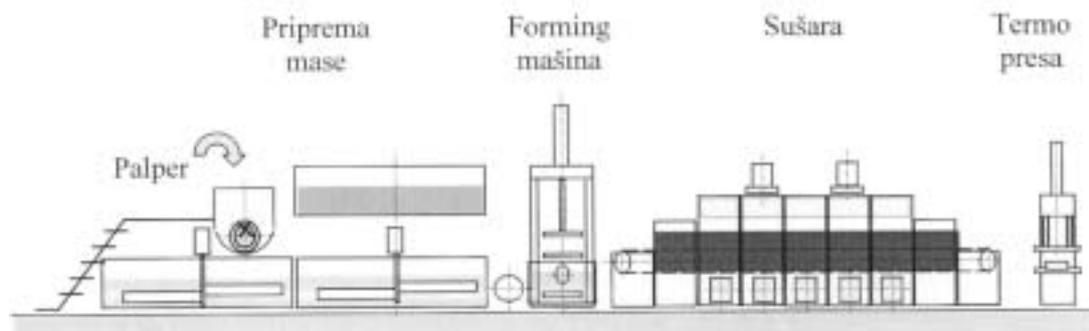
Preduzeće "SERVOTEH" iz Beograda razvilo je familiju forming mašina (slika 3), za različite uslove rada (ručno, poluautomatski i automatski), različite proizvodne kapacitete i alternativni broj alata.

Forming mašina poseduje noseću konstrukciju (1) unutar koje se nalazi rezervoar (2) u koji se dovodi pripremljena masa, određene recepture i konstantne gustine, u zavisnosti od vrste i kvaliteta "form" ambalaže

Adresa autora: Lj. Lukić, Mašinski fakultet Kraljevo, 36000 Kraljevo, Dositejeva 19, E–mail: lukic.lj@maskv.edu.yu
Rad prihvaćen: Jun 3, 2005



Slika 1. Primeri "form" ambalaže za pakovanje jaja
Figure 1. Examples of "form" packaging for eggs

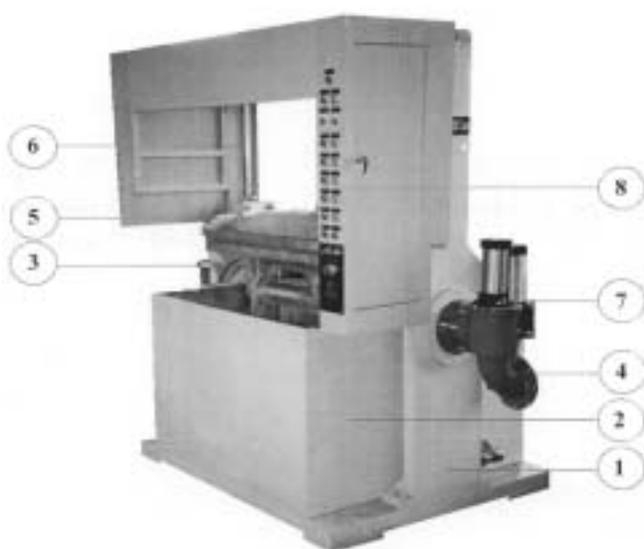


Slika 2. Shema proizvodno tehnološke linije za proizvodnju "form" ambalaže
Figure 2. Schematical presentation of a production line for "form" packaging

koja se proizvodi. Uvek se dovodi nešto veća količina mase nego što je tehnološki potrebno, da bi se

održavao konstantan nivo mase u rezervoaru u toku rada mašine. To se postiže prelivnim sistemom. Mašina ima radni sto (3) na koji se postavlja "form"-alat. Radni sto ima svoje kretanje (pravolinijsko ili rotaciono) kojim potapa "form"-alat u masu. Kada je alat potopljen u masi, dejstvuje vakuumski sistem (4) mašine, tako što kroz alat i mrežicu na radnoj površini alata usisava masu, pri čemu samo voda prolazi kroz mrežicu u papirna vlakna ostaju na mrežici stvarajući "formu" proizvoda. Debljina "forme" zavisi od gustine mase, jačine i vremena delovanja vakuumnog sistema. Kada se postigne "forma" radni sto svojim kretanjem iznosi "form"-alat iz mase sa formiranim proizvodom.

Skudanje formiranog proizvoda sa "form"-alata ostvaruje se pomoću gornjeg transfer-alata, koji se postavlja na transfer ploču (5). Transfer ploča ima svoje vodice (6) po kojima se vertikalno kreće ukoliko radni sto ima rotaciono kretanje, a ukoliko radni sto ima vertikalno pravolinijsko kretanje, tada je transfer ploča nepokretna. Proizvod sa transfer-alata se može prenositi na transporter sušare ručno ili to može biti automatski sa manipulatorom. Vertikalno pravolinijsko kretanje radnog



Slika 3. Forming mašina SERVOTEH tipa FM 1500 O2
Figure 3. SERVOTEH type FM 1500 O2 forming machine

stola ili transfer ploče izvodi se pomoću pneumatskog cilindra. Rotaciono kretanje radnog stola se ostvaruje okretnim cilindrom (7).

Kada radni sto iznese iz mase formirani proizvod, dolazi do spajanja sa transfer-alatom. U tom trenutku prestaje dejstvo vakuumskeg sistema na "form"-alatu i dejstvo vakuumskeg sistema se usmerava na transfer-alat. Tako se forma oslobađa od mrežice "form"-alata, a vakuumski sistem je sada čvrsto drži uz kontaktnu površinu transfer-alata. Kada se proizvod prenese sa "form"-alata na transfer-alat, tada radni sto ide u sledeći ciklus formiranja proizvoda, a na transfer-alatu prestaje dejstvo vakuumskeg sistema, čime se proizvod potpuno oslobađa i sa malim dejstvom vazdušnog pritiska kroz otvore na transfer alatu, proizvod se oslobađa i odlaže ili automatski na transportni sistem sušare, ili na tacnu sa koje radnik postavlja "form"-proizvod na sušaru.

Sistem upravljanja (8) forming mašinom realizovan je primenom PLC kontrolera, i on je integrisan sa sistemom upravljanja sekcije za pripremu mase i sušare. Rad forming mašine je potpuno usklađen sa brzinom transportnog sistema sušare, odnosno njenim kapacitetom. Vakuumski sistem se ostvaruje pomoću vakuum pumpe, a kompresorsko postrojenje stvara komprimovani vazduh za odvajanje "form"-proizvoda od transfer-alata. Voda koju vakuumski sistem kroz "form"-alat izvuče iz rezervoara ide u posebnu posudu – separator, u kome se odvaja vazduh od vode. Vazduh izlazi u at-

mosferu, a voda se vraća u palper i tako koristi za novu pripremu mase.

TIPOVI I KONSTRUKCIJSKA REŠENJA FORMING MAŠINA

Sistem forming mašina "SERVOTEH"-a obuhvata više različitih konstrukcionih rešenja (slika 4), i to:

- potapajući sistem, kada je transfer ploča nepokretna, a radni sto ima vertikalno pravolinijsko kretanje prilikom potapanja "form"-alata u masu,
- okretni sistem, koji može biti sa jednim radnim stolom i protivtegom za uravnoteženje i sa dva radna stola simetrično postavljena u odnosu na okretnu osu i
- rotirajući sistem, koji ima više radnih stolova sa rotacionim kretanjem i rotacioni sistem transfer ploča.

Za manje kapacitete do 1000 "form"-proizvoda na sat primenjuje se potapajući sistem, do 5000 "form"-proizvoda na sat primenjuje se okretni sistem i za kapacitete veće od 5000 "form"-proizvoda na sat primenjuje se rotirajući sistem forming mašina.

Svaki sistem forming mašina ima mogućnost za ručno odnošenje "form"-proizvoda do sušare (što omogućava korišćenje protočne sušare ili pak sušare tipa komore) ili za automatsku manipulaciju i odlaganje "form"-proizvoda primenom industrijskog robota ili manipulatora.

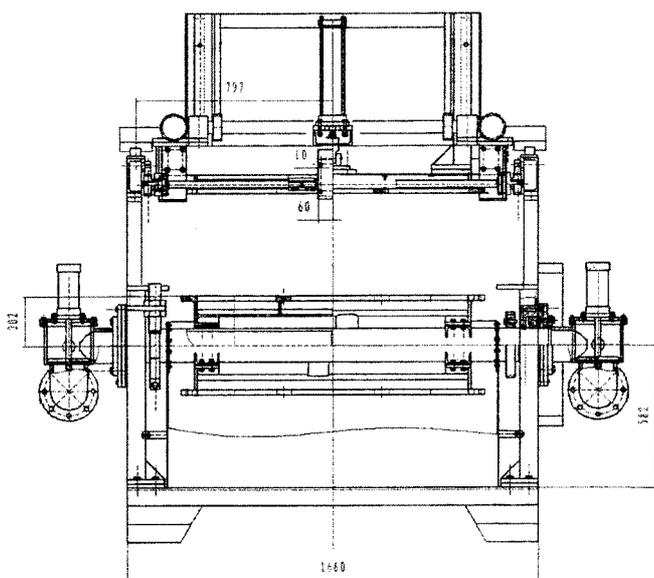
ALATI ZA FORMING MAŠINU

Alat za forming mašinu sastoji se od gornjeg i donjeg dela. Donji deo se naziva "form"-alat a gornji deo transfer-alat (slika 5).

"Form"-alat se vezuje za radni sto mašine, ima komoru iz koje su izbušeni otvori do radne površine koja je prekrivena čeličnim sitom – mrežicom. Otvori su raspoređeni na karakterističnim mestima, u zavisnosti od složenosti geometrijskog oblika proizvoda. Kroz njih se efikasno odvodi voda iz papirne mase, dejstvom vakuumskeg sistema.

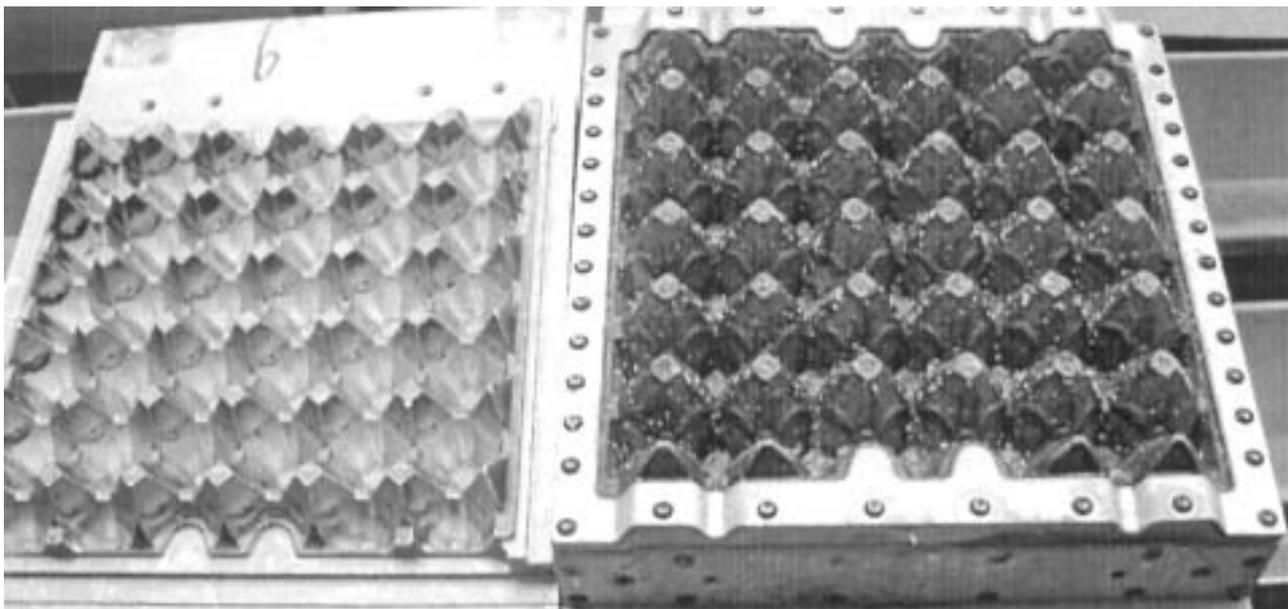
Transfer-alat se postavlja na deo mašine koji služi za skidanje proizvoda sa "form"-alata. Radna površina transfer-alata ima otvore do vakuumske komore i spoljnom površinom odgovara radnoj površini "form"-alata. Transfer-alat precizno naleže na "formu" koja ga odvaja od direktnog naleganja na "form"-alat. Proizvod se odvaja od "form"-alata dejstvom vakuuma kroz otvore na kontaktnoj površini transfer-alata, a omogućuje njegov transfer iz alata dejstvom malog vazdušnog pritiska kroz iste otvore.

Za izradu svake vrste proizvoda mora se posedovati kompletna garnitura alata za taj proizvod, "form" alat i transfer-alat. Za slučaj termo presovanja, potrebno je posedovati i dodatni alat sa ugrađenim grejačima, sa gornjim i donjim delom koji se postavljaju na posebnu presu.



Slika 4. Automatska forming mašina SERVOTEH-a, okretni sistem sa manipulatorom

Figure 4. SERVOTEH automatic forming machine, revolving system with a manipulator



Slika 5. Alat za izradu podložaka za pakovanje 30 komada jaja a) gornji transfer-alat i b) donji "form" alat
Figure 5. Tool for making trays for packing 30 eggs a) upper transfer tool and b) lower "form" tool

ZAKLJUČAK

Forming mašina predstavlja osnovni funkcionalni sistem u tehnološkom procesu izrade elemenata papirne ambalaže, jer se tu formira proizvod od pripremljene mase koji zatim ide u proces sušenja. Forming mašine SERVOTEH-a predstavljaju značajan iskorak u oblasti domaćeg razvoja mašina i opreme za reciklažu i preradu otpadnih sirovina. Ekološki, estetski i funkcionalni zahtevi u tehnologiji pakovanja proizvoda u potpunosti su ispunjeni primenom "form" ambalaže.

Trenutno se u Srbiji uvozi godišnje preko 40 miliona podložki za pakovanje 30 komada jaja. Podložke za pakovanje jaja su samo mali deo u grupi proizvoda "form" ambalaže i nekoliko puta su jeftiniji od proizvoda koji se finalno izrađuju na termo presi i koriste u pakovanju mobilnih telefona i drugih proizvoda elektronike koji su znatno skuplji od jaja. Zbog toga program proizvodnje "form" ambalaže ima poseban značaj za razvoj malih i srednjih preduzeća u Srbiji. Kompletna linija zahteva 3 do 4 poslužioaca u smeni, relativno skromne infrastrukturne i sirovinske uslove (oko 200 m² proizvodnog prostora, osnovna sirovina stari papir, vodovodna mreža i kanalizacija, struja i prirodni gas kao energent za sušaru), a može omogućiti ostvarenje veoma visokog profita u odnosu na potrebna ulaganja.

LITERATURA

[1] Lj. Lukić, I. Jaraković, R. Albijanić, Praktične inženjerske analize u razvoju i projektovanju složenih proizvoda,

Zbornik radova 26 JUPITER Konferencije i 13. simpozijum CAD/CAM, Beograd (2000), str. 2.27–2.32.

- [2] M. Milojević, I. Jaraković, Lj. Lukić, Uticaj sedmog formera na povećanje kvaliteta i kapaciteta proizvodnje kartona u Fabriki kartona Umka, Zbornik radova VIII Jugoslovenskog simpozijuma iz oblasti celuloze, papira, ambalaže i grafike sa međunarodnim učešćem, Zlatibor (2002), str.189–192.
- [3] Lj. Lukić, I. Jaraković, M. Milojević, Systems of Heavy Machinery in Paper Industry, Proc. the Fourth International Conference Heavy Machinery HM 2002, Kraljevo 28–30 june 2002, pp. D129–D132.
- [4] Lj. Lukić, S. Stojković, I. Jaraković, Istraživanje i razvoj natoka formera za papirnu industriju, Zbornik radova 29. Savetovanja proizvodnog mašinstva Jugoslavije sa međunarodnim učešćem, Beograd (2002), CD medijum, objavljen rad br. 34.
- [5] Lj. Lukić, Z. Anđelković, S. Stamatović, Information System for Controlling of Production in Paper Industry, Proc. IX International Symposium in the Field of Pulp, Paper, Packaging and Graphics, Zlatibor (2003), pp.53–61.
- [6] Z. Anđelković, Lj. Lukić, Z. Šunjka, M. Tripunović, J. Anđelković, Computer Integrated Manufacturing as a Basis for Succesfull Management, Proc. IX International Symposium in the Field of Pulp, Paper, Packaging and Graphics, Zlatibor (2003), pp.137–142.
- [7] Lj. Lukić, Z. Anđelković, CIM sistemi – primer razvijenog rešenja uvedenog u industrijsku primenu, uvodni referat, Zbornik radova VIII međunarodne konferencije MMA 2003 – fleksibilne tehnologije, Novi Sad (2003), str.173–174.

SUMMARY

PULP MOULDING MACHINES FOR THE PRODUCTION OF PACKING PAPER ELEMENTS

(Professional paper)

Ljubomir S. Lukić¹, Milorad V. Krgović², Ilija M. Jaraković³

¹University of Kragujevac, Faculty of Mechanical Engineering in Kraljevo, Kraljevo, Serbia

²University of Belgrade, Faculty of Technology and Metallurgy, Belgrade, Serbia

³Servoteh d.o.o. Belgrade, Serbia

Paper pulp molds are now commonly applied in the technology of modern packing for a wide range of products. The technological process of producing the paper molds has three basic phases: paper pulp preparation, in which water and waste paper are the basic raw materials, the formation of product in tool pulp moulding machines and process drying. The firm "SERVOTEH" from Belgrade has developed various pulp moulding machines for different operating conditions (manual, semiautomatic and automatic operation), different manufacturing capacities and an alternative number of tools. The system of "SERVOTEH" pulp moulding machines covers several construction solutions: a sinking system, veer system and rotation system. This paper presents the technological process, as well as the integral and concept approach to the design of pulp moulding machines and system tools.

Key words: Pulp moulding machines • Paper elements for packing •

Ključne reči: Forming mašine • Papirna ambalaža •