

M. Stefanović, S. Aleksandrović, M. Samardžić *)

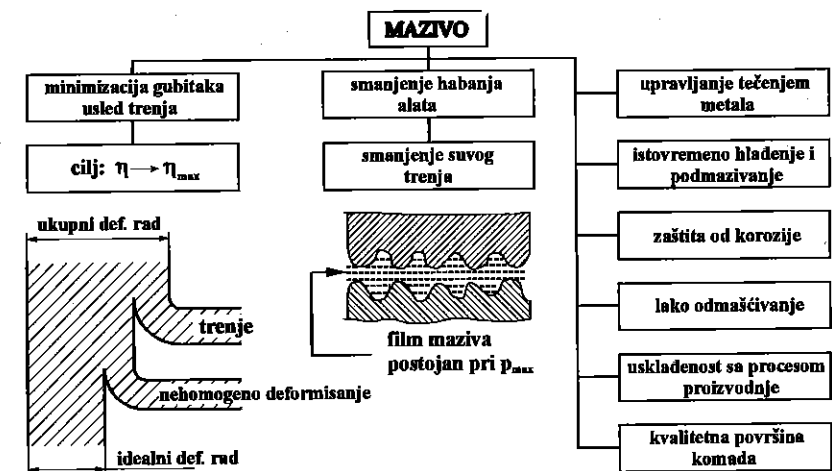
ZNAČAJ DEFORMACIONE ANALIZE PRI OCENJIVANJU KVALITETA MAZIVA ZA DUBOKO IZVLAČENJE

REZIME

Najpotpuniji pokazatelji pri ocenjivanju tehnoloških kvaliteta maziva za duboko izvlačenje uzimaju u obzir realizovano naponsko-deformaciono polje pri oblikovanju. Uopšteno posmatrano, definisani kriterijumi i parametri relevantni za dostizanje granične deformabilnosti, u radu se specijalno koriste za ocenu uticaja tribološkog stanja u kontaktu alata i lima. Navode se rezultati za vrlo različite geometrije izvlačenja, materijale i uslove obrade, pri čemu se pokazana metodologija i dobijeni rezultati mogu uspešno koristiti i u proizvodnim uslovima.

1. UVOD

Pri izvlačenju delova od lima složenog oblika u različitim zonama deformisanja mogu postojati vrlo različiti tribološki uslovi, koje karakterišu i različiti zahtevi prema sredstvu za podmazivanje. Pored osnovne naponsko-deformacione sheme, od značaja su i relativna brzina klizanja, lokalna temperatura, intenzitet prenosa toplote na alat, količina maziva i sl.



Sl. 1 Shematski prikaz uloge maziva [2]

*) Dr Milentije Stefanović, red. prof., Mašinski fakultet u Kragujevcu
Mr Srbišlav Aleksandrović, asistent, Mašinski fakultet u Kragujevcu
Milica Samardžić, dipl. ing., saradnik, Mašinski fakultet u Kragujevcu

S obzirom na uslove trenja, podmazivanje se redovno odvija u graničnom režimu, pri čemu postoji mogućnost da u toku procesa deformisanja pojedine oblasti klizanja imaju i drugačije režime [1].

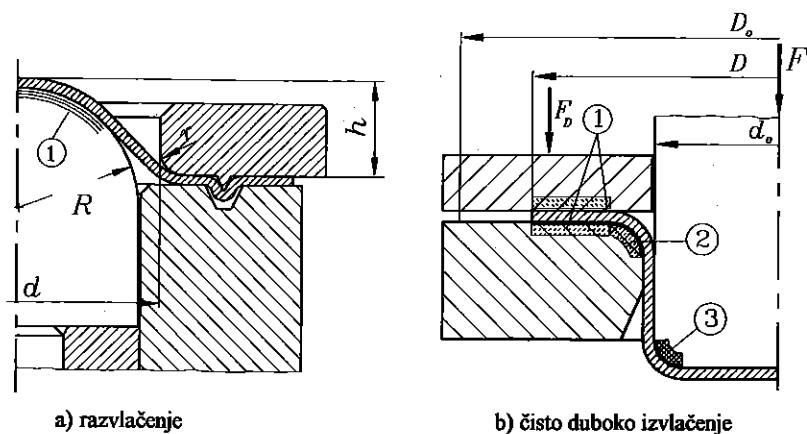
Gubitak energije zbog trenja pri dubokom izvlačenju iznosi 20 do 40 % od uložene energije, uz neizbežne posledice, kao što su nehomogeno deformisanje i habanje alata. Na sl.1 dat je shematski prikaz uloge maziva pri obradi izvlačenjem, sa nizom zahteva koji se postavljaju pri izboru sredstava za podmazivanje [2]. U skladu sa geometrijom komada, vrstom materijala i mašine koji se koriste pri obradi, formirane su i odgovarajuće preporuke za optimalni izbor maziva [3].

2. OSNOVNI TRIBO-MODELI PRI DUBOKOM IZVLAČENJU

U prethodnim radovima autora izvršena je detaljna analiza tribo-modela pri dubokom izvlačenju i sprovedena sistematska selekcija i podela značajnih parametara, prema strukturi izlaznih veličina iz pojedinih triboloških ispitivanja. Definisani tribo-modeli su, prema stepenu složenosti: osnovni-klizanje između ravnih površina matrice i držača, klizanje sa savijanjem i zatezanjem preko ivice matrice, klizanje preko zateznog rebra i složeni-dvostrano zatezanje (razvlačenje) i čisto duboko izvlačenje [4]. Svaki od nabrojanih modela se može uspešno koristiti i kod ocenjivanja maziva, u skladu sa karakteristikama i ciljem ispitivanja.

Za ocenu uticaja tribološkog stanja pri izvlačenju najpotpuniji su parametri III grupe [5], koji predstavljaju "unutrašnje" pokazatelje procesa oblikovanja i pri njihovom određivanju zahteva se poznavanje kritične zone deformisanja. Parametri ove grupe se određuju grafometrijski, uz poznavanje svih elemenata kompleksne deformacione analize (distribucija deformacija po dubini kritičnog preseka, raspodela u dijagramu granične deformabilnosti, definisanje elemenata istorije deformisanja, nagiba trajektorija i sl.).

Pri dubokom izvlačenju limova sa prevlakama, u tribološkom smislu, dolazi do značajnih promena u odnosu na obradu konvencionalnih limova. Antikorozijska prevlaka, najčešće na bazi cinka ili aluminijuma, mekša je od osnovnog materijala i u regularnim uslovima podmazivanja obezbeđuje smanjenje trenja u kontaktu. Međutim, s obzirom na veliki broj uzastopnih izvlačenja, visokih lokalnih pritisaka i znatnih dužina klizanja, redovno dolazi do odvajanja čestica mekšeg materijala, adhezionog habanja, "galling" pojava i oštećenja površina komada, a ponekad i alata. Podmazivanje u ovakvim uslovima predmet je posebnih izučavanja [6], [7] i neće se u ovom radu detaljnije razmatrati.



Sl.2 Složeni tribo-modeli u obradi dubokim izvlačenjem

3. EKSPERIMENTALNI REZULTATI

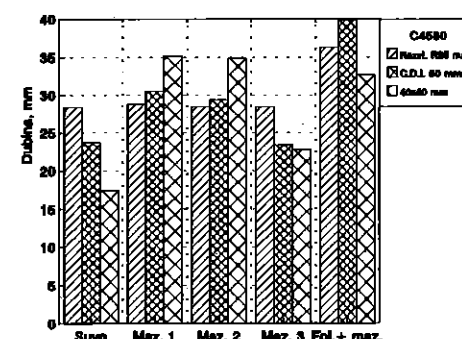
U radu se pokazuju neki rezultati ispitivanja maziva preko složenih tribo-modela, razvlačenjem i čistim dubokim izvlačenjem, prema shemama na sl.2.

Ispitivani materijal je lim debljine 0,7 mm od nerđajućeg čeličnog lima Č4580 (X5CrNi 18 9 po DIN-u), namenjen obradi dubokim izvlačenjem. U tabeli 1 navode se osnovne karakteristike ovog materijala.

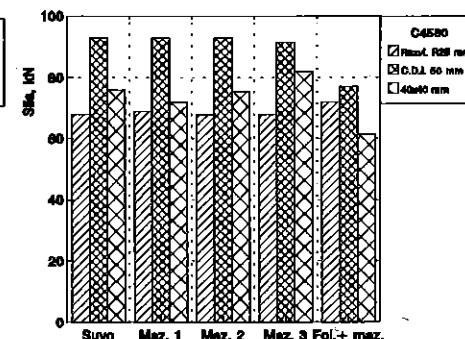
Tabela 1

| R_p , MPa | R_M , MPa | A_{80} , % | r | n |
|-------------|-------------|--------------|-------|-------|
| 309,2 | 655,8 | 33,6 | 1,017 | 0,343 |

Ispitivana su tri maziva (M1, M2, M3) različitih proizvođača, a kao granična stanja korišćeni su folija polietilena sa mazivom ("kvazi-hidrodinamičko podmazivanje") i potpuno odmaščene površine ("suvo trenje"). Ispitivanje razvlačenjem je vršeno polusfernim izvlačaćem prečnika 50 mm, a izvlačenja cilindričnim (prečnika 50 mm) i kvadratnim (40x40 mm) izvlačaćem. Prečnici razvijenog stanja su dati na grafičkim prikazima.



Sl.3 Dubine izvlačenja pri korišćenju različitih maziva



Sl.4 Sile izvlačenja pri korišćenju različitih maziva

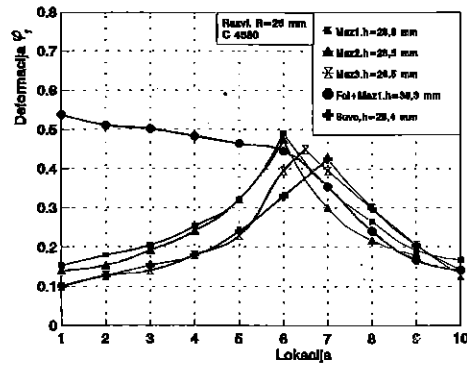
Na sl.3 i 4 pokazane su dubine i sile izvlačenja, kao parametri II grupe, za različita maziva i različite modele ispitivanja. Pri testu razvlačenja, s obzirom da se deformisanje odvija do razaranja, boljem mazivu odgovaraju veće vrednosti dubine i sile razaranja.

Pri ispitivanju dubokim izvlačenjem, razaranje se u uslovima visokog stepena izvlačenja ili pojačanog trenja na obodu odigrava pri većim dubinama izvlačenja; ukoliko je izvlačenje uspešno, boljem mazivu odgovara manja sila izvlačenja.

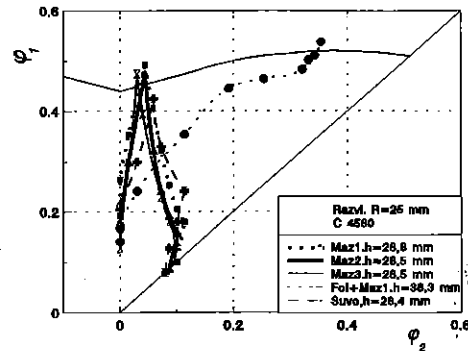
Osnovu svake deformacione analize (lokalne ili integralne) predstavlja distribucija dve glavne linijske deformacije, koja se može predstaviti na razne načine. Najčešće su to zavisnosti u sistemu: glavna deformacija-lokacija mernih mesta na izvučenom komadu (sl.5) ili prikazi u sistemu glavnih deformacija (koordinatni sistem dijagrama granične deformabilnosti, sl.6).

Smanjenom trenju prema sl.5 odgovara ravnomernija raspodela, manje izraženi distribicioni gradijent i razaranje u zoni bliskoj centru komada. Pokazatelji distribucije mogu biti različiti i detaljno su opisani u radu [8].

Boljem podmazivanju odgovaraju visoke vrednosti druge glavne deformacije i približavanje krive distribucije pravcu potpunog ravnomernog deformisanja ($\phi_1 = \phi_2$).

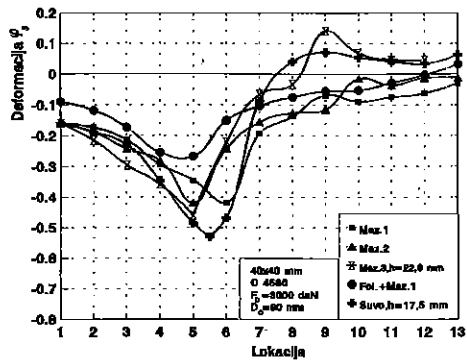


SI.5 Distribucija prve glavne deformacije (razvlačenje)

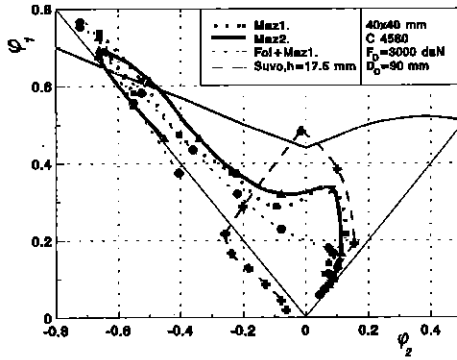


SI.6 Distribucija u sistemu glavnih deformacija (razvlačenje)

Pri čistom dubokom izvlačenju karakteristična je raspodela treće glavne deformacije, po debljini lima, sl.7 i sl.9. Pri slabijem podmazivanju, manje materijala se uključuje u deformisanje u zoni zaobljena izvlačka, te se razaranje odigrava u uslovima ravanskog naponskog stanja, sl.8 i sl. 10.



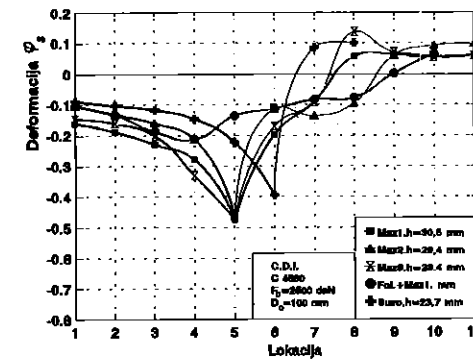
SI.7 Deformacija po debljini lima (izvlačenje, 40x40 mm)



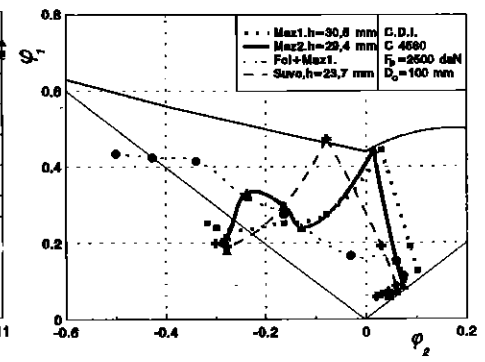
SI.8 Distribucija u sistemu glavnih deformacija (izvlačenje, 40x40 mm)

Najbolja svojstva podmazivanja, posle polietilenske folije, pokazuje mazivo M1. U svim slučajevima mazivo M3 ima najniže pokazatelje kvaliteta.

Sprovedena istraživanja su obuhvatila i verifikaciju u proizvodnim uslovima, rezultate za druge materijale koji se koriste pri dubokom izvlačenju, elemente dopunskih analiza (istorija deformisanja, trajektorije deformacija), i sl.



SI.9 Deformacija po debljini lima (izvlačenje Ø 50 mm)



SI.10 Distribucija u sistemu glavnih deformacija (izvlačenje Ø 50 mm)

4. ZAKLJUČAK

Tribo-modeli razvlačenja i čistog dubokog izvlačenja se uspešno mogu koristiti pri ocenjivanju tehnoloških kvaliteta maziva za duboko izvlačenje, pri čemu su najpotpuniji pokazatelji deformacione analize (tzv. parametri III grupe). Primenjena metodologija je efikasna i u uslovima otežanog podmazivanja, koji postoje pri obradi nerđajućih limova.

Pri ispitivanju razvlačenjem, kvalitetnije mazivo omogućava intenzivnije tečenje u tangencijalnom pravcu, čime se dobija ravnomernija raspodela glavnih deformacija u dijagramu granične deformabilnosti. Ostvarene vrednosti druge glavne deformacije saglasne su sa iznosima dubina pri razaranju.

Realizovane raspodele deformacija po debljini lima i distribucije u sistemu glavnih deformacija u skladu su sa pokazateljima u graničnim uslovima izvlačenja (sila i dubina razaranja). Razlike u distribucijama su direktna posledica kvaliteta maziva, odnosno iznosa trenja na obodu, s obzirom da je podmazivanje vršeno isključivo u ovoj zoni.

IMPORTANCE OF STRAIN ANALYSIS IN EVALUATION OF LUBRICANTS FOR DEEP DRAWING

ABSTRACT

The complete indicators in evaluation of technological qualities of lubricants for deep drawing take into account the realized stress-strain field during forming. Generally considered, the criteria are defined as well as the relevant parameters for reaching the forming limit, and in this paper they are specially applied for evaluation of influence of tribological conditions in contact between tool and thin sheet. The results are presented for very different drawing geometries, materials and forming conditions, where the presented methodology and obtained results can also be very usefully applied in manufacturing conditions.

LITERATURA

- [1] Fogg, B., Modern Developments in Lubrication Theory and Practice for Deep Drawing, Sheet Metal Industries, 5, 1976., 296-304.
- [2] Funke, P., Criteria Governing the selection of lubricants for Sheet Metal Forming, Bleche Rohre Profile, 27, 1980., 394-398.
- [3] Sheet Metal Industries Year Book, 1979, Sheet Met. Ind., Surrey.
- [4] Stefanović, M., Tribologija dubokog izvlačenja, Monografija, Jugoslovensko društvo za tribologiju, Kragujevac, 1994.
- [5] Stefanović, M., Razvoj triboloških modela u obradi dubokim izvlačenjem, YUTRIB '91., Kragujevac, 1991., Zbornik radova 135-141.
- [6] Felder, E., Samper, V., Eksperimental study and theoretical interpretation of the frictional mechanism in steel sheet forming, WEAR, 178 (1994), 85-94.
- [7] Simon, J., Siegert, K., Frictional Behaviour and formability of zinc-coated steel sheets, 10th Colloq., Esslingen 1996., 2429-2437.
- [8] Stefanović, M., Ispitivanje maziva postupkom razvlačenja - novi pokazatelji i kriterijumi, Goriva i maziva, 26 (5-6), 1987., 219-228.



26. MEĐUNARODNO SAVJETOVANJE PROIZVODNOG MAŠINSTVA JUGOSLAVIJE 26TH INTERNATIONAL CONFERENCE OF PRODUCTION ENGINEERING

Prof. Antoni Świć D. Sc., Prof. Klaudiusz Lenik D. Sc.
Politechnika Lubelska, Poland

THE ECONOMICAL ANALISES OF FRAME WORKING IN FLEXIBLE MANUFACTURING SYSTEM (FMS)

Summary: The way of definition suitability of processing in flexible manufacturing systems without technological designing was presented. For this purpose a method of defining article complexity and price and time of manufacturing dependance on product complexity, production program and batch quality were worked out. A reasonable and optimal area of FMS application was shown.

INTRODUCE

The economical purposefulness in general case of working in flexible manufacturing system (FMS) can be definite by:

- workpiece set; for which, will be design and build FMS,
- real (existing) system.

It is possible on condition that:

- the workpiece had been worked; the technology, which is worked out the FMS, we can compare with something,
- the workpiece are first time introduce into production.

In both case, is advantageous to dispose possibility of definition for purposefulness of working in the FMS. For this workpiece we won't design manufacturing process; for example; in the pre- classification of work in machining.

I. THE DEFINITION OF PURPOSEFULNESS OF WORKING IN THE FMS

I.1. The comparison production technology in the FMS to basic alternative

The most simple method of definition of purposefulness working in the FMS; it is comparison manufacturing process: for basic and for this, which are worked out in the FMS. The necessary characteristics of manufacturing process for the FMS we can get through the simulation of working in the FMS.

The findings permit to definite working costs (K) and working time (T) for the lot of work which are analysed. Their comparison with analogical data of the basic process permit to eliminate from our analyses some work groups. We eliminate such work for which parameters K and T in the basic process are smaller than the FMS.

For every alternative of machine tool subsystem they definite the working cost for every lot of work:

$$K_{FMS} = \frac{GK_{PO}}{W_z * UPO_{KS}} * \frac{T_p}{60} + IKR * IPS * WS + IKM * IP + GKP * WP \quad (1)$$

and: K_{FMS} - working cost for lot of work in the FMS,