



PIŠE: prof. dr Vladislav Zdravković

Ljušteni furniri obuhvataju preko 90% svetske proizvodnje furnira. Imaju široku primenu, od furnirskih ploča, LVLa, delova za nameštaj (furnirskih otpresaka), ambalaže za voće i povrće do delova za podne obloge.

Kvalitet ljuštenog furnira od presudnog je značaja za kvalitet lepljenih proizvoda od furnira. Iako proizvodnja ljuštenog furnira neupućenima izgleda jednostavna, kvalitetan furnir podrazumeva kvalitetne trupce optimalne vlažnosti za ljuštenje, odgovarajuću hidrotermičku obradu, i precizno podešavanje ljuštilice (odnosa noža i pritisne grede). Podešavanje odnosa između noža i pritisne grede ima za posledicu loš ili dobar furnir u pogledu varijacije debljine, dubine pukotina i hrapavosti (slika 1).

Iskusni operatori na ljuštilici mogu da podeše parametre ljuštenja na osnovu zvuka mašine koji nastaje tokom ljuštenja. To navodi na zaključak da postoji zvučni potpis koji ukazuje na defekte u furniru. Vršena su istraživanja šta operatori mašina čuju kao dobro podešavanje mašine. U Francuskoj je konsultovano deset operatera na ljuštilici iz pet različitih kompanija. Svaki od njih je bio u stanju da oseti pojavu pukotina samo na osnovu zvuka koji dopire iz mašine tokom ljuštenja. U Japanu je utvrđena jaka korelacija između verovatnoće pojave zvučnog pritiska višeg od zadatog praga i površinske hrapavosti furnira. Oni su takođe ukazali na to da se najvažniji pikovi u signalu dobijenom sa mikrofona mogu povezati sa pojavom pukotina u furniru.

Ono što se u Srbiji radi u praksi je najčešće podešavanje „odoka“ i „prema iskustvu“, a ono što se meri je u najboljem slučaju debljina furnira na nekoliko mesta ili provera furnira da li je dobar savijanjem na jednu ili drugu stranu. Ovo ne može dovesti do proizvodnje kvalitetnog furnira i sve se naravno kompezuje kroz veću potrošnju lepka i prilikom presovanja ili čak na brusilici.

Cilj u ovome članku je da se ukaže na složenost proizvodnje furnira i na to da se uz relativno mala ulaganja, kvalitet furnira može dovesti pod kontrolu. Jedini uslov je DA JE MAŠINA ISPRAVNA i da se poznaju režimi ljuštenja furnira.

Kako je kvalitet furnira kompleksna kategorija (definisana preko parametara kvali-

Kvalitet ljuštenog furnira –

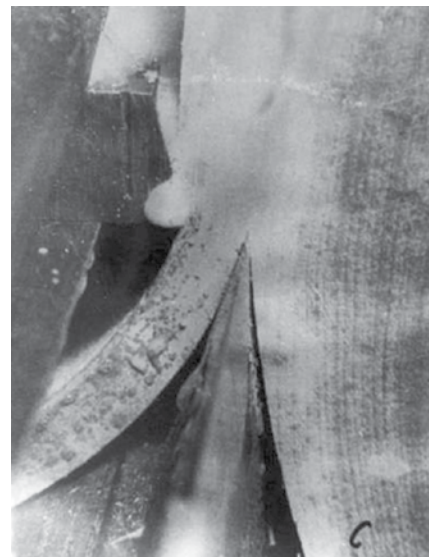
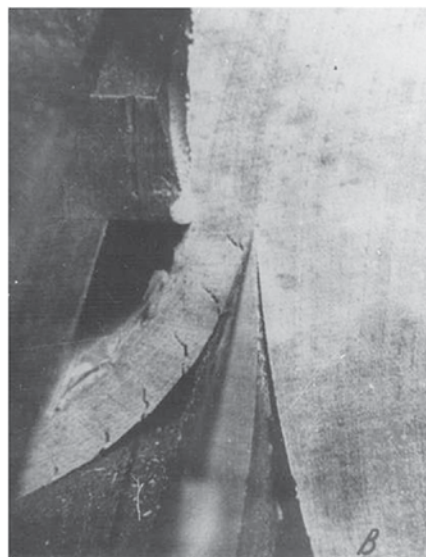
teta: varijacije debljine, hrapavosti, dubine pukotina i frekvence pukotina), vrlo je teško jednoznačno odrediti kriterijum kvaliteta. Za sada nije moguće, u industriskim uslovima, obezbediti merenje ovih veličina na samoj mašini, u realnom vremenu i ostvariti AUTOMATSKO UPRAVLJANJE, mada se neki pokušaji vrše. Da bi proizvodnja ljuštenog furnira bila konkurentna jedan od puteva je razvoj on-line kontrolnih sistema ili najmanje sistem podrške u odlučivanju za operatora mašine (support decision system).

Proces ljuštenja furnira predstavlja u osnovi veoma složen dinamički sistem, gde se ne

mogu na jednoznačan način povezati uzroci i posledice, jer sva stanja dinamičkog sistema nisu potpuno jednako verovatna. U takvom sistemu postoje ulazni parametri, atributi procesa i izlazi (Tabela 1).

Parametri pod kontrolom osciluju oko vrednosti na koje su podešeni a parametri van kontrole javljaju se po potpuno slučajnom zakonu.

Zakovitosti koje karakterišu proces ljuštenja furnira imaju statistički, karakter verovatnoće, a kao potvrda toga je to što se svi parametri kvaliteta furnira pokoravaju zakonu normalne raspodele.



Slika 1. Prisustvo ili odsustvo pukotina na naličju furnira određeno je odnosom između noža i pritisivača

Tabela 1. Klasifikacija ulaza, atributa procesa i izlaza pri ljuštenju furnira (Zdravković, 1999)

ULAZNE VARIJABLE (karakteristike trupca)	ATRIBUTI PROCESA (podešavanje ljuštilice)	IZLAZ IZ PROCESA (kvalitet furnira)
Parametri pod kontrolom – vrsta drveta – vlažnost – temperatura – dužina trupčića – prečnik trupčića – centriranje trupčića	Podesivi parametri – zadnji ugao noža – profil noža – stepen pritiska – horizontalno i vertikalno rastojanje – tip i profil pritisne grede – brzina ljuštenja	– varijacija debljine – hrapavost furnira – relativna dubina pukotina – frekvencija pukotina – valovitost furnira – tekstura
Parametri van kontrole – orijentacija vlaknaca – greške građe, čvorovi, – raslojavanje, pukotine – trulež – prstenovi prirasta – reakciono drvo	Nepodesivi parametri – deformacije noža – deformacije pritisne grede – vibracije	

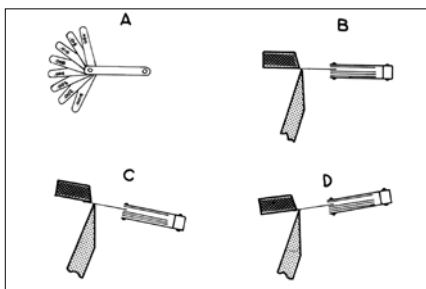
- da li zavisi samo od mašine?



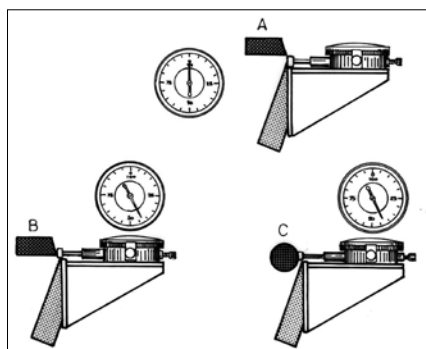
Slika 2. Savremena računarski upravljana ljuštilica

U tabeli 1 su prikazani **Parametri pod kontrolom**, koji se, kako sam naziv govori, mogu kontrolisati blagovremenom preradom trupaca posle seče, odgovarajućom hidrotermičkom obradom i pravilnim centriranjem na ljuštilici. **Parametri van kontrole** odnose se na kvalitet trupaca, koji već godinama opada. **Podesivi parametri** su upravo ono na šta može da se utiče, bez obzira da li je u pitanju najsavremenija ljuštilica (Slika 2) koja je u suštini složena CNC mašina koja može da oljušti i do 18 trupaca u minuti srednjeg prečnika 35cm i dužine 3,3m ili je u pitanju tehnološki zastarela ljuštilica kakve su uglavnom u Srbiji.

Proces ljuštenja furnira zahteva vrlo tačno podešavanje tokom celog postupka. Zapravo, sile rezanja koje se generišu prilikom ljuštenja sirovog drveta (proces rezanja $0^\circ/90^\circ$), su među najmanjim u obradi drveta. Ravnoteža alata je veoma osetljiva i na najmanje promene podešavanja i svojstava drveta. Lako dolazi do odstupanja od plana rezanja što dovodi do povećane varijacije debljine furnira zbog velike poprečne deformacije sirovog i često zagrejanog drveta pod dejstvom sečiva. Štaviše, uticaj



Slika 3. Najjednostavniji način podešavanja odnosa između noža i pritisne grede



Slika 4. Podešavanje ljuštilice pomoću komparatera

- a. Nulovanje instrumenta
- b. Podešavanje konvencionalne pritisne grede
- c. Podešavanje rotirajuće pritisne grede

pritisne grede menja ravnotežu sila i njeno podešavanje uzajamno je povezano sa podešavanjem noža. U procesu ljuštenja furnira gde krajnji proizvod – furnir postaje u osnovi strugotina – iver, neophodno je pažljivo podešavanje svih parametara da bi se dobio dobar kvalitet furnira (varijacija debljine, kvalitet površine i relativna dubina pukotina) i da bi sistem što duže ostao u stabilnom stanju i to stanje zadržao.

Upravljanje podrazumeva skup trenutnih akcija ili akcija unapred definisanih za određene vremenske periode, koje su usmerene na realizaciju jednog ili više jasno definisanih ciljeva.

Parametre kvaliteta moguće je, u industrijskim uslovima, za sada, meriti samo posle proizvodnje furnira, i taj podatak se može koristiti kao povratna veza ali samo za pravljenje programa upravljanja. Time se postiže OTVOREN SISTEM UPRAVLJANJA koji funkcio-

niše samo po unapred utvrđenom programu. Pri tom mogu da se kompenziraju samo uticaji onih poremećaja koji su unapred bili predviđeni i koji su obuhvaćeni programom.

Upravljački sistem stupa u dejstvo kada se pojave poremećaji koji se očekuju i mere. U slučaju ljuštenja furnira u pitanju je statistička kontrola kvaliteta koja treba da utvrdi da li su svi indikatori kvaliteta (varijacija debljine, hrpavost i relativna dubina pukotina prvenstveno) u granicama tolerancije. Podešavanje ljuštilice u suštini predstavlja problem višekriterijumske optimizacije ali za industrijsku praksu dovoljno je primeniti nekoliko jednostavnih pravila i postupaka koji upravo proizilaze iz pomenute optimizacije.

Rekli smo da je ljuštilica stohastički sistem, i da nam je za ostvarenje otvorenog sistema upravljanja, potrebno da napravimo program upravljanja koji će obezbediti kompenzaciju mogućih poremećaja. Sve to je moguće rešiti na jednostavan način primenom definisanih režima ljuštenja (režimi ljuštenja se detaljno izučavaju na predmetu *Furniri i slojevite ploče* na Šumarskom fakultetu univerziteta u Beogradu) i ovde nisu prikazani zbog svoje složenosti. Fokus je na samom podešavanju mašine. Kada su režimi za pojedine vrste drveta i debljine furnira poznati, podešavanje i najstarije mašine se može izvršiti jednostavno kako je prikazano na slici 3.

Podešavanje odnosa između noža i pritisne grede se može vršiti pomoću komparatera (Slika 4) ili kao što je kod najsavremenijih ljuštilica, pomoću računara i hidraulike, ali u svakom slučaju treba znati kako na koju veličinu treba podesiti ove parametre i kako posle meriti efekat podešavanja.

Savremene ljuštilice podrazumevaju obavezan uređaj za automatsko centriranje, automatsku obradu furnira i automatsko sortiranje. Takve linije dostižu višemilionske vrednosti, a sama ljuštilica neretko prelazi vrednost od milion evra. Ono što postoji u Srbiji su uglavnom tehnološki zastarele mašine, čak i one koje su potpuno automataizovane. Bez obzira na to da li je ljuštilica najsavremenija ili ne, ako je ona ispravna, parametri ljuštenja i režimi obrade su isti, samo se razlikuje sam način podešavanja (da li to radi računar ili čovek). Ovaj članak je deo napora koji ima nameru da upravo ukaže na činjenicu da su proizvodi od ljuštenog furnira još uvek u prednosti u odnosu na proizvode od usitnjelog drveta i da postoji prostor da se kvalitet ovih proizvoda poboljša, počev od poboljšavanja kvaliteta samog polaznog materijala – ljuštenog furnira. ■