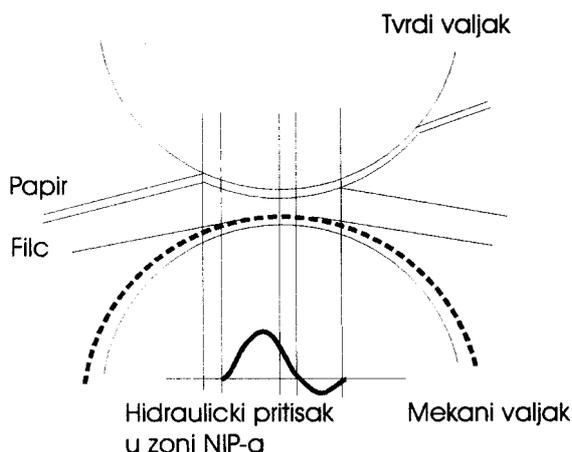


MEKŠE OBLOGE VALJAKA – BOLJE ODVODNJAVANJE (PRVA PRESA PAPIRNOG STROJA PS 2, BELIŠĆE, HRVATSKA)

U presi papirnog stroja se pomoću valjaka između kojih prolazi papirna masa formiraju zahtevane tehničke osobine papira. Da bi se papir mogao odgovarajuće formirati, na valjke se nanosi elastomerna obloga određene tvrdoće. U ovom radu pokazaće se na praktičnom primeru da mekše obloge u načelu daju bolje rezultate u odnosu na procenat suve mase i strukturu papira. Sa strane proizvođača gumiranih valjaka, slaba strana mekih obloga su veće deformacije pa je teže postići dobru adheziju obloge na metalno jezgro valjka. Samo najbolji proizvođači u toj branši sposobni su savladati tako visoke zahteve.

U presi papirnog stroja papir uobičajeno prolazi između dva valjka, od kojih je jedan "tvrd" (elastomerna obloga veće tvrdoće), a drugi "mekan" (elastomerna obloga manje tvrdoće). Primarna funkcija prese je pored formiranja papira određenog kvaliteta (suoća, struktura i slično) i odvajanje vode iz papira. Ovaj proces događa se u zoni, koju papiraši često nazivaju "NIP" zona. Želja svih papiraša je odvesti maksimalnu količinu vode pomoću prese, jer je mehaničko istiskivanje mnogo jeftinije nego kasnije termičko sušenje papira u zoni sušenja. Šema formiranja papira u NIP-u zajedno sa dijagramom distribucije pritiska prikazana je na slici 1 [1].

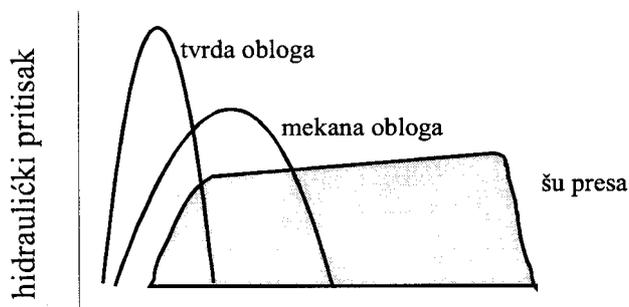
Da bi krivulja hidrauličkog pritiska vode u NIP-u bila što ravnomernija, a time formiranje papira optimalno, proizvođači papirnih strojeva u poslednjih desetak godina forsiraju izgradnju presa na bazi takozvanog »shoe–press« koncepta, koji daje veoma povoljne rezultate



Slika 1. Formiranje papira i dijagram distribucije pritiska
Figure 1. Formation of paper and the distribution of pressure

naročito kod proizvodnje kartonskih, a u zadnje vreme takođe toaletnih papira [2].

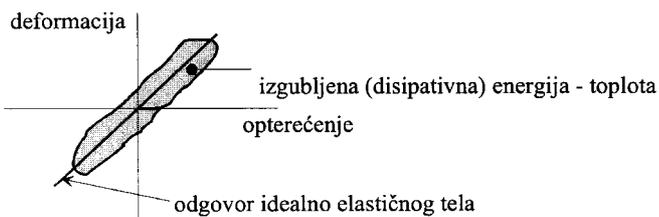
Nažalost ili na sreću, zavisi sa koje strane se gleda na problem, investiranje u šupresu zahteva ogromne svote novca i ponekad se ne može jednostavno primeniti, pa se na ovom području otvara šansa za proizvođače elastomernih obloga valjaka, koji odabirajući povoljan kvalitet elastomera i proizvodnjom mekših obloga valjaka mogu ipak simulirati koncept ravnomernijeg hidrauličkog pritiska u NIP-u bez ikakvih rekonstrukcija mašina osim, naravno, investicije u novu oblogu valjka. Šematsko poređenje sva tri principa prikazano je na slici 2.



Slika 2. Najveći potencijal za istiskivanje vode iz papira se pokazuje kod šu prese (površina pod krivom je najveća)
Figure 2 – The shoe press has the largest potential for removing water from paper (the largest area under the curve)

PONAŠANJE ELASTOMERNE OBLOGE VALJKA U NIP ZONI

Elastomerne (gumene) obloge valjaka ponašaju se kao viskoelastični materijali, što znači da pod napretnjem delimično reaguju kao elastično telo (npr. metalna opruga), a delimično kao fluid (npr. hidrauličko ulje u cilindru) [3]. Posledica takvog ponašanja je, da se jedan deo uložene mehaničke energije (napretnje) pretvara u toplotu koja je posledica međusobnog trenja molekula u polimeru. Ova "izgubljena" mehanička energija rezultira u porastu temperature u oblogi valjka i ukoliko odvajanje



Slika 3. Pretvaranje mehaničke energije primenjene na oblogu u toplotnu energiju

Figure 3. Transformation of mechanical energy applied on the blanket into enthalpy

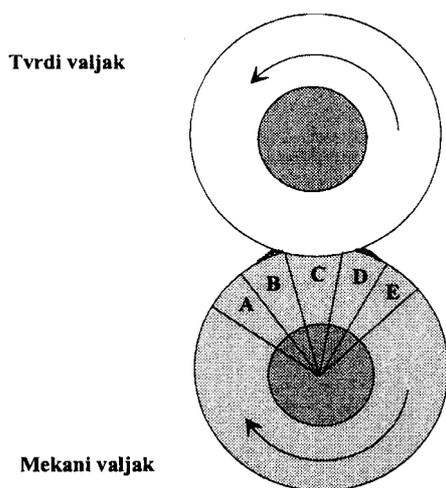
toplote iz valjka nije dovoljno intenzivno može doći do degradacije (pucanja) obloge (slika 3).

Jasno je da kod mekših obloga dolazi do većih deformacija, pa je i efekat pretvaranja mehaničke energije (koji se često naziva i efektom histereze) u toplotu veći. To znači, da proizvođač gumene obloge, ukoliko želi pomoći papirašu kod proizvodnje kvalitetnijeg papira odabiranjem mekše obloge valjka, mora veoma pažljivo odabrati pravu recepturu za proizvodnju obloge valjka.

Ponašanje elastomerne obloge valjka u NIP-u prikazano je na slici 4 [4]. Za fizičko objašnjenje tog procesa razvijeni su veoma složeni teoretski modeli koji se u praksi ipak moraju kombinirati sa određenim iskustvom da bi dobili prave rezultate.

ADHEZIJA METALA I ELASTOMERA

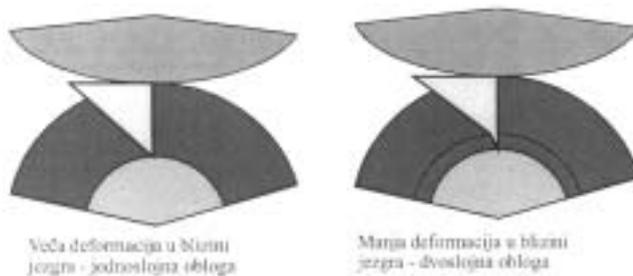
Kao što je rečeno, ukoliko proizvođač elastomerne obloge valjka želi napraviti mekšu oblogu, onda sa jedne strane mora biti pažljiv na pojavu tzv. histereze, opisane u prethodnom delu ovog članka. Pošto su



Slika 4. Prikaz ponašanja obloge mekanog valjka u NIP-u

Legenda: A – ulazak u NIP – relaksirana obloga; B – ulazna deformacija – veliko raztezanje i velika brzina deformacije gume; C – sredina NIP-a – velika deformacija obloge (unošenje mehaničke energije); D – izlazna deformacija – veliko raztezanje i velika brzina deformacije gume; E – izlazak iz NIP-a – povratak obloge u originalno stanje

Figure 4. Presentation of the behavior soft blanket of the in the NIP



Slika 5. Šema poprečne deformacije u oblozi

Figure 5. Schematic presentation of the lateral deformation of the blanket

deformacije mekše obloge kod istog linijskog pritiska veće nego kod tvrde obloge, postavlja se pitanje i kakva je odgovarajuća adhezija elastomera na metalno jezgro. Naime, odvajanje elastomera od jezgra dovodi do oštećenja obloge i time havariju na papirnom stroju. Da bi profil poprečnih deformacija obloge u blizini jezgra bio povoljniji, proizvođači obloga često primenjuju princip proizvodnje obloge u dva ili više slojeva različitih tvrdoća, time da je tvrđa obloga bliže jezgru (poprečna deformacija obloge u blizini jezgra na taj je način manja, slika 5).

Sa druge strane tvrde obloge imaju fizičko-hemijski gledano u načelu manji afinitet do metalne površine jezgra nego mekše obloge, pa je kompanija Schäfer iz Nemačke, čija se tehnologija upotrebljava i u firmi Sava-Schäfer d.o.o., došla do jednog univerzalnog troslojnog rešenja: mekše, tvrde, mekše (slika 6). Ono optimalno rešava sve spomenute probleme, uz to prvi mekši sloj (koji je veoma male debljine) preuzima na sebe moguće vibracije na valjku kad isti radi u stroju. Takvo rešenje bilo je upotrebljeno i na konkretnom primeru u tvornici papira Belišće, što će se pokazati u nastavku ovog članka.

Mekani – funkcionalni sloj obloge

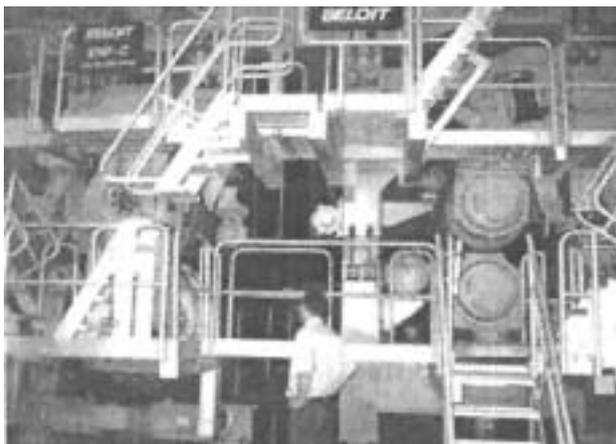


Slika 6. Troslojno rešenje sprečava odvajanje obloge od jezgra

Figure 6. Three-layer solution for preventing detachment of the blanket from the core

PROBLEMATIKA PRVE PRESE PS 2 BELIŠĆE

Na papirnom stroju br. 2 u Belišću najčešće se proizvodi "testliner" gramature 127 g/m², brzina stroja je 550 m/min, a širina papira 5,6 m. Rekonstrukcija prve prese (slika 7) bila je izvedena 1998. godine, pod linijskim naprežanjem od 80 kN/m radila su dva jednaka valjka sa rilovanim oblogama tvrdoće 1–2 P&J (veoma tvrdo) noseći komercijalno ime Ventex obloge. U Belišću nisu bili zadovoljni sa funkcioniranjem prve prese zbog sledećih problema:



Slika 7. Prva presa PS 2 Beliše

Figure 7. The first press of PS 2 Belisce

- na valjcima u paru često je dolazilo do pojava vibracija,
- formiranje papira (struktura) bilo je nezadovoljavajuće,
- dolazilo je do markiranja papira,
- potrebna je bila upotreba filceva relativno visokih gramatura (1800 g/m² donji filc, 1620 g/m² gornji filc; znači oba valjka ekipirana su filcevima), što znači veliki trošak na filcevima,

Tabela 1. Upoređenje varijanti

Table 1. Comparison of the variants

								
	Beliše 0 PM 2, Presa 1		Beliše 2 PM 2, Presa 1		Beliše 3 PM 2, Presa 1		Beliše 5 PM 2, Presa 1	
Brzina (m/min)	550		550		550		550	
Pritisak (kN/m)	75		75		75		75	
Broj Nipova	1		1		1		1	
Dužina valjka (m)	5,6		5,6		5,6		5,6	
Kvalitet papira (g/m ²)	LINER, 127		LINER, 127		LINER, 127		LINER, 127	
	valjak 1	valjak 2						
Presvlaka valjka	GUMA	GUMA	GUMA	GUMA	GUMA	GUMA	GUMA	GUMA
Tvrdoća (P&J)	2	2	25	25	25	25	30	30
Prečnik (mm)	935	935	935	935	935	935	935	935
Debljina (mm)	12,5	12,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5
Rila (mm)	0,7	0,7	0,7	0,7			0,7	0,7
Most (mm)	2,5	2,5	2,5	2,5			2,5	2,5
Dubina (mm)	2,8	2,8	2,0	2,0			2,0	2,0
Otvorena površina – rila (%)	21,6	21,6	21,6	21,6			21,9	21,9
Slepe rupe – prečnik (mm)					2,5	2,5	2,5	2,5
Otv. površ. – slepe rupe (%)					15	15	15	15
Dodatne slepe rupe – prečnik (mm)					2,5	2,5	2,5	2,5
Otv. površ. – dodatne slepe rupe (%)					7,6	7,6	7,6	7,6
Suma otvorenih površina (%)	21,6	21,6	21,6	21,6	22,8	22,8	39,7	39,7
Širina NIPA (mm)	17,22		57,03		57,34		65,12	
Maksimalni pritisak (MPa)	5,53		1,67		1,66		1,46	
Specifična frekvencija (1/s)	3,12		3,12		3,12		3,12	
Protok vode (ml/m ²)	298		582		1.446		2.629	

- potrebno je bilo redovno mesečno pranje filceva jer su se isti brzo zaprljali papirnom masom.

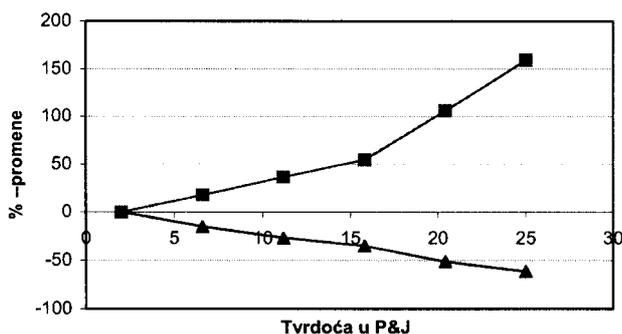
Problem je probao rešiti jedan predstavnik konkurentske firme, ugradnjom obloga od tvrdoće 6 P&J (malo mekše nego originalno) ali nije bio uspešan.

ANALIZA PROBLEMA – PREDLOG ALTERNATIVA

U teorijskoj analizi problema bile su razmatrane mogućnosti:

- Beliše 0: postojeća varijanta sa rilovanim VEN-TEX oblogama,
- Beliše 2: isto kao Beliše 0, s time da je tvrdoća obloge smanjena na 25 P&J (mekše obloge),
- Beliše 3: kao Beliše 2, s time da se umjesto rilovanja izvede slepo bušenje obloga,
- Beliše 5: kao Beliše 2, ali sa kombinacijom rilovanja i slepoga bušenja.

U tabeli 1 i na slici 8 (izvor podataka kompanija TRIAD Austrija, kooperanat) može se videti uticaj promene tvrdoće na širinu NIP-a i veličinu hidrauličkog pritiska u NIP-u. Uočljivo je da mekša obloga značajno utiče na povećanje širine NIP-a i smanjenje maksimalnog hidrauličkog pritiska u NIP-u. Pored toga možemo videti, da dodatna obrada obloge (slepo bušenje i kombinacija rilovanje/slepo bušenje) doprinosi većoj širini



Slika 8. Uticaj promene tvrdoće obloge na širinu NIP-a (kvadrat) i hidraulički pritisak (trougao)

Figure 8. Influence of the hardness of the blanket on the size of the NIP zone and the hydraulic pressure

NIP-a i smanjuje hidraulički pritisak. Razlog je u tome, da dodatna obrada proizvodi tzv. otvorenu površinu obloge, koja utiče na efekat dodatnog »omekšanja« obloge koja se kod napreznja može istezati i u prazan prostor (rupe i rile).

Sa druge strane je jasno, da dodatna obrada (bušenje i rilovanje) ima svoje granice, jer se smanjenom površinom elastomera povećava specifično napreznje što ne može da izdrži svaki elastomer.

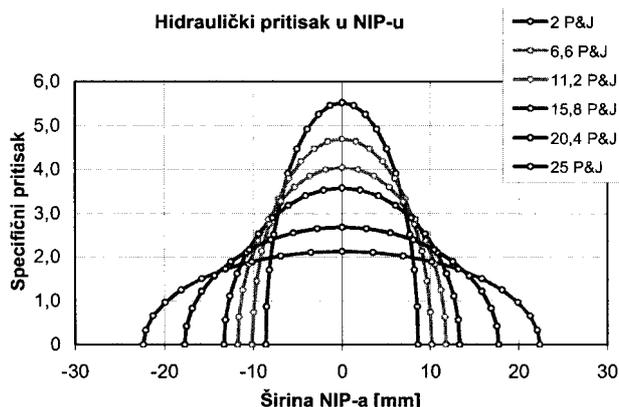
Ako se zaboravi dodatno slepo bušenje i rilovanje (slike 8 i 9) može se videti uticaj promene tvrdoće elastomerne obloge na širinu NIP-a i maksimalni hidraulički pritisak u NIP-u. Upotrebom obloge tvrdoće 25 P&J umesto originalnih 2 P&J širina NIP-a se povećava za faktor veći od 1,5, a hidraulički pritisak pada na manje od polovine originalnog. Potrebno je napomenuti, da su ovi proračuni izrađeni uz zanemarivanje uticaja filceva, pa se konkretne brojke mogu upotrebiti više kao pokazatelj trendova nego kao apsolutni rezultat.

IZBOR REŠENJA

Na osnovu konsultacije sa stručnjacima firme Sava-Schäfer d.o.o. u Belišću je odlučeno, da se u mašinu ugradi sledeća kombinacija valjaka: obloga kvaliteta ZP1*, tvrdoće 25 P&J, dodatno slepo bušenje, otvorena površina 22,8% (originalno 21,6%).

Dodatno rilovanje nije bilo izabrano zbog mogućnosti prevelike deformacije (zatvaranja) rila u eksploataciji, do čega može doći prilikom upotrebe relativno mekih obloga. Rupe proizvedene slepim bušenjem se u tom slučaju ponašaju mnogo bolje.

* ZP1 – specijalna guma na bazi HNBR kaučuka (hidrogenirani NBR kaučuk), ekstremno otporna na abraziju, veoma stabilna u uslovima povišene temperature, sa visokim modulom elastičnosti; primenjuje se na najtežim pozicijama valjaka (usisne, slepo bušene prese sa velikim pritiscima), uspešno se upotrebljava kao alternativa poliuretanskim oblogama [5].



Slika 9. Hidraulički pritisak u NIP-u kod promene tvrdoće elastomerne obloge

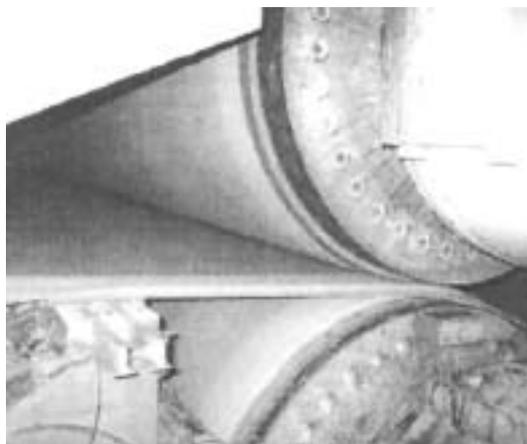
Figure 9. The hydraulic pressure in the NIP as a function of changing the hardness of the elastomer blanket

DISKUSIJA REZULTATA

Ugradnjom mekših obloga pokazalo se, da problemi sa vibracijama valjaka nema. Pošto je hidraulički pritisak manji, manje su i šanse da dođe do prekida ili faltanja papira u presi. Odvodnjavanje u presi je bolje, a time je formiranje papira bolje i suhoća papira ravnomernija. Pošto je pretakanje vode kroz filceve veće, oni se manje prljaju.

Detaljnija istraživanja još nisu napravljena, ali se kao mogućnost poboljšanja u budućnosti pokazuju sledeće mere:

- promena gramature filceva sa 1620 g/m² na 1450 g/m² značila bi uštedu troškova,
- povećanje linijskog pritiska u NIP-u prouzrokovalo bi još veću suhoću papira uz napomenu, da to omogućava veoma napredni ugrađeni elastomer (slika 10),



Slika 10. Ugrađeni valjci sa ZP1 oblogom u prvoj presi PM2 Belišće

Figure 10. The installed rollers with ZP1 blankets in the first press of PM2 Belisće

- ugradnja malo tvrdih obloga (npr. 15 P&J) ali porred bušenih i dodatno rilovanih, da bi se još dodatno povećala konačna suhoća papira.

Na kraju treba napomenuti, da sva dodatna mehanička obrađivanja obloge (slepo bušenje, rilovanje) smanjuju efektivnu površinu obloge pod naprezanjem, pa se time povećava specifično naprezanje. Dosadašnja iskustva govore, da uz upotrebu naprednih obloga otvorena površina može biti i preko 40%, a da obloga to izdrži. Nešto takvo u prošlosti bilo je moguće samo kod poliuretana, a klasične gume nisu bile u stanju da izdrže otvorenu površinu koja je veća od 20%. I zbog toga ZP obloge mogu se okarakterizirati kao alternativa poliuretanu.

LITERATURA

- [1] G.A. Smook: Handbook for Pulp & Paper Technologists, Canadian Pulp and Paper Association, Montreal, 7th printing 1989,
- [2] J. Bauböck: Technology you can feel, Pulp&Paper Europe, October/November 2002 Feature,
- [3] J.D. Ferry: Viscoelastic Properties of Polymers, John Wiley & Sons, New York, 1970
- [4] M. Chase, J. Moore: Elastomer variety marks roller industry, Rubber&Plastic News, November 1997,
- [5] S.X. Guo, W. Von Hellens: Physical properties of peroxide cured HXNBR based compounds, Rubber World, February 2002

SUMMARY

SOFT ROLL LININGS – BETTER CONDUITS (FIRST PRESS OF THE PS 2, PAPER MACHINE, BELISCE, CROATIA)

(Professional paper)

Iztok Dolenc, Sava-Schäfer d.o.o., Kranj, Slovenija

Paper with demanding technical properties is formed in the press of the paper machine when the paper pulp is passed between the rolls. In order to form paper in the appropriate manner, an elastic lining with particular stiffness is spread over the rolls. In this study a practical example of how softer linings generally give better results concerning the percentage of the dry part and the paper structure is presented. From the rubber roll manufacturers' point of view, the weak side of soft linings lies in greater deformations, which present difficulties in obtaining good adhesion between the lining and metal core of the roll. Only the best manufacturers in the industry can match such high demands.

Key word: Paper • Paper machine
• Rolls • Soft roll • Mechanical characteristics • Soft blanket •

Ključne reči: Papir • Mehaničke karakteristike • Papirni stroj • Presa • Obloge •