

MILAN RIKALOVIĆ
dipl. inž.
VISKOZA — Loznica

Uređaj za razvrstavanje folije

Prikazana je originalna konstrukcija za razvrstavanje folija. Data je matematička analiza za izbor regulacionih veličina uređaja. Kao primer daje se proračun za regenerisanu celuloznu foliju.

Einrichtung für Folienrandversetzung

Hier wurde eine Originalkonstruktion der Einrichtung für Folienrandversetzung dargestellt. Es ist eine mathematische Analyse für Auswahl von Regelungsgrößen der Einrichtung gegeben. Als Beispiel gibt man eine Berechnung für regenerierte Zellulosefolie.

1. Opis i način rada

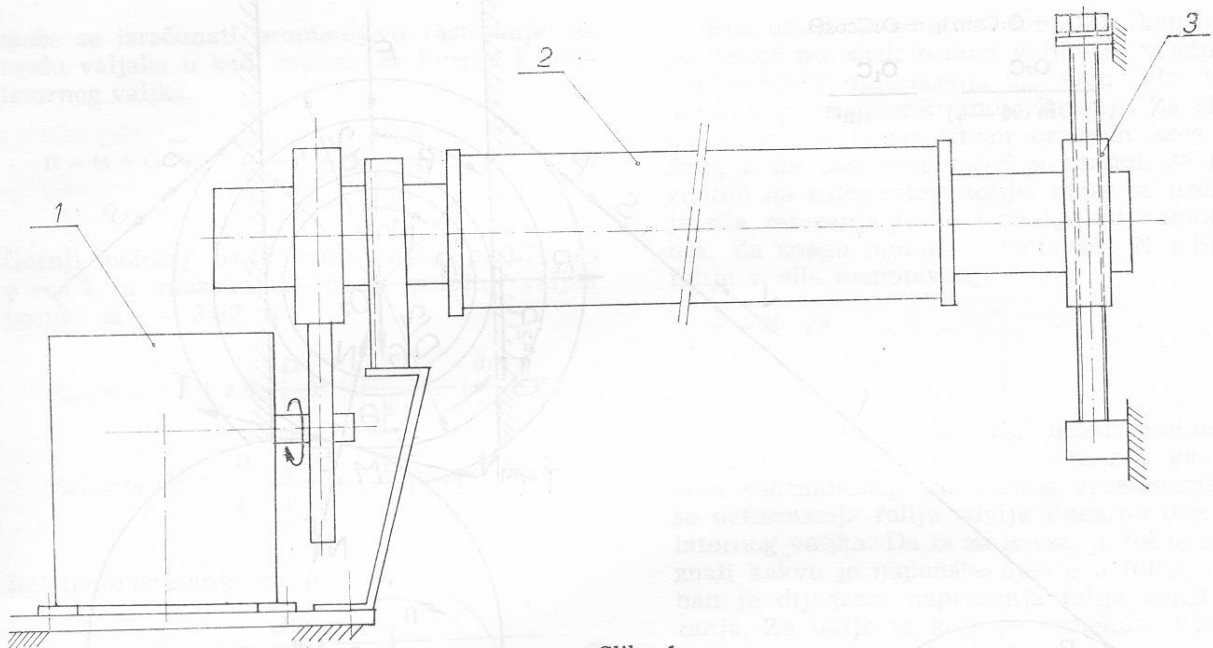
Putanja folije na mašinama za proizvodnju raznih vrsta folija (mašina za livenje folija) je pravolinijska, ukoliko je mašina dobro iznive-lisana. Namotavanje folije na valjke u tom slu-čaju je uglavnom ivica na ivicu. Ako bi se ivica pomerala levo i desno po 2—5 cm, postigli bi se sledeći efekti: Kvalitetnije namotavanje (jer zadebljani krajevi folije izazivaju veći proce-nat deformisanih i blokiranih valjaka), povolj-niji rad u lakirnici i daljoj preradi folije. Ovim bi se povećalo učešće iskorišćenosti folije vi-ših klasa, a smanjio procenat otpada. Ukoliko se oscilovanje folije ostvari na gornjem delu mašine za livenje, povoljni efekti su još i efi-kasnije i ravnomernije sušenje folije.

Prikaz jednog takvog uređaja pravljenog za razvrstavanje celofanske folije dat je na slici 1. Isti uređaj se u principu može upotrebiti i za druge vrste folija uz proveru veličina koje se daju u ovom radu.

Uređaj se sastoji od tri celine: elektromo-tor-reduktora (EMR) sa postoljem, vođicom i

ekscentrom (poz. 1.), staklenog valjka sa me-talnim nosačem koji oscilira u vertikalnoj rav-ni (oscilatorni valjak, poz. 2.) i podešavača ni-voa oscilatornog valjka sa postoljem (poz. 3.). EMR je specijalne konstrukcije sa regulacijom izlaznog broja obrtaja i visokim prenosnim od-nosom. Motor ima snagu oko 190 W pri 3450 o/min, izlazni broj obrtaja kreće se od — 5 do 35 o/min, a izlazni obrtni moment ima veličinu od 24.9 Nm pri maksimalnoj izlaznoj brzini, a pri 1/10 maksimalne izlazne brzine vrednost 33,9 Nm. Ekscentar na izlaznom vratilu EMR ima mogućnost podešavanja ekscentriciteta u granicama $e = 0+30$ mm, a čitavo postolje EMR ima mogućnost vertikalnog podešavanja za veličinu $a = 310$ mm, pri čemu oscilatorni valjak može da ostvari položaj za 70—400 mm iznad ostalih valjaka mašine za livenje. Pode-šivač nivoa valjaka je na stabilnom nosaču sa navojnim vretenom koje nosi preko osovinice kraj valjka koji ne osciluje.

Uređaj radi tako što se najpre izvrši grubo podešavanje veličina koje se regulišu u zavi-snosti od vrste folije i brzine rada mašine posle čega se uređaj pušta u rad i vrši fino doteri-vanje. Oscilatorni valjak vrši oscilovanje u ver-tikalnoj ravni i izaziva klizanje folije levo i de-sno, čime nastaju oscilacije folije duž mašine za livenje. Veličine koje se mogu regulisati uređajem su: broj obrtaja elektromotor-reduk-tora, nivo oscilatornog valjka u odnosu na valj-ke mašine za livenje, amplituda vertikalnih oscilovanja (veličinom ekscentra e) i nivo ne-pokretnog oslonca oscilatornog valjka na po-dešivaču.



Slika 1

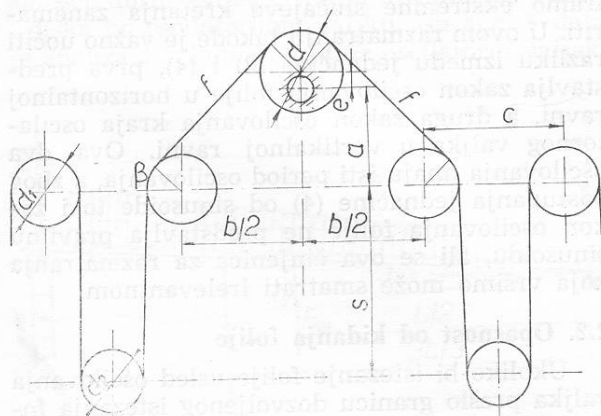
2. Izbor regulatornih veličina za različite folije i uslove rada

Uređaj treba ispitati za sledeće uslove:

- Racionalna talasna dužina folije duž mašine za livenje,
- Ostvarenje klizanja folije duž oscilatornog valjka,
- Bezopasnost od kidanja folije ili trajnih deformacija folije, usled rada uređaja,
- Mogućnost nastanka vertikalnih oscilacija valjka u odnosu na raspoloživi obrtni moment elektromotor-reduktora.

2.1. Kretanje folije duž mašine za livenje

Folija se obično kroz mašinu vodi preko valjaka u dva nivoa, kako bi se skratila dužina mašine. Na slici 2. prikazan je jedan model vođenja folije kroz mašinu sa uređajem za razvrstavanje folije.



Slika 2

Aktivna dužina folije iznosi:

$$x = 2f + \frac{2\beta d}{180} + \frac{2\beta d_1}{180} + k/\pi d_1 + \pi d + k_s \dots (1)$$

gde je k broj zahvaćenih valjaka folijom. Talasna dužina oscilovanja folije duž mašine za livenje može se izračunati iz izraza

$$\begin{aligned} v \text{ (m/min)} & \text{ — brzina folije na mašini za livenje,} \\ n \text{ (o/min)} & \text{ — broj obrtaja ekscentra.} \end{aligned}$$

Period ili talasnu dužinu treba birati u intervalu 5—15 m, pri čemu manje vrednosti treba uzimati za mašine koje imaju male razmake između gornjih i donjih valjaka. Zakon oscilovanja folije možemo principski prikazati jedinačinom

$$A = A_0 \sin \omega t + \Psi / \dots (3)$$

gde je ω — ugaona brzina fiktivnog obrtanja, A_0 — amplituda oscilovanja, a Ψ fazni ugao pomeranja u odnosu na oscilovanje ekscentra nastao usled otpora klizanju folije i histerezisnih sila u foliji. Kako je $\omega = \pi n/30$ (1/sec), to jedn. (3) se može napisati u obliku

$$A = A_0 \sin \left(\frac{\pi n}{30} t + \Psi \right).$$

Amplituda A_0 zavisi od koeficijenta trenja između valjaka i folije, elastičnih sila u foliji i ugla nagiba valjka (vidi sl. 5). Zbog teškoća u određivanju gornjih uticajnih parametara, amplitudu A_0 treba meriti u određenom režimu rada uređaja. Iz sličnih razloga se eksperimentalno određuje i fazni poremećaj Ψ . Zakon kretanja oscilatornog valjka možemo izvesti sa slike 3.

Obzirom da je u praksi obično $d_1 \approx d$ izraz (12) se pojednostavljuje

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{a + r + \frac{D}{2} \cdot \cos \Theta}{\frac{b}{2}}$$

Redukujući sile F_{qp} , F_{qs} i G na točkić koji se obrće po ekscentru (vidi sl. 5) dobija se jedinstvena sila F .

$$F = G/2 + F_{qp}/2 + 2F_{qs}/3 \quad (13)$$

Usled dejstva sile F na točkiću u nekom proizvoljnom položaju ekscentra dolazi do reakcija N , T , R i Q . Reakcije usled otpornih sila su sile kojima točkić deluje na okolinu (prikazano isprekidanim linijama na slici br 3). Iako je položaj vodice nešto aksijalno pomeren duž ose oscilatornog valjka, možemo smatrati da su sve sile u istoj ravni. Jednačine ravnoteže za točkić, pri čemu je trenutni pol obrtanja (tačka E na sl. 3) momentna tačka su:

$$M_E = R \cdot \frac{D}{2} \cdot \cos \Theta - F \cdot \frac{D}{2} \cdot \sin \Theta - R \cdot \mu_2 \cdot \left(\frac{d}{2} + \frac{D}{2} \sin \Theta \right) - M_{ok} = 0$$

$$N \cdot \cos \Theta - N \cdot \mu_1 \sin \Theta - R \mu_2 - F = 0 \quad (14)$$

$$N \cdot \sin \Theta - N \mu_1 \cos \Theta - R = 0$$

gde su sile trenja T i Q zamenjene preko koeficijenta trenja i odgovarajuće normalne komponente, tj.:

$$T = \mu_1 \cdot N, \quad Q = \mu_2 \cdot R,$$

a M_{ok} predstavlja otporni moment obrtanja točkića po oscilatornom valjku. Rešavanjem sistema (14) dobija se:

$$N = \frac{F}{\cos \Theta - \mu_1 \sin \Theta - \mu_2 (\sin \Theta + \mu_1 \cos \Theta)}$$

$$R = N (\sin \Theta + \mu_1 \cos \Theta) \quad (15)$$

$$M_{ok} = R \left[\frac{D}{2} \cdot \cos \Theta - \mu_2 \left(\frac{d}{2} + \frac{D}{2} \sin \Theta \right) - \frac{D}{2} \cdot F \cdot \sin \Theta \right]$$

Moment, koji treba elektromotor-reduktor da savlada iznosi:

$$M_0 = T(r - e \cdot \sin \Theta) + N \cdot e \cdot \cos \Theta + M_{ok} \quad (16)$$

Uređaj će nesmetano da radi ukoliko je ispunjen uslov:

$$M_{EMR} > M_0 \quad (17)$$

3. Provera rada uređaja za primenu na mašini za livenje lozofana

Uređaj se postavlja na jednu od kada u mokrom delu mašine za livenje, na osnovu iskustvenih podataka. Osnovni podaci sa slike 3. su: $a = 310$ mm, $b = 685$ mm, $e = 30$ mm, $d = 97$ mm, $d_1 = 115$ mm, $D = 80$ mm, $r = 50$ mm. Prema izrazu (B) kritični položaj oscilatornog valjka za ugao $\varphi = 0 + k\pi$ iznosi:

$$\Theta = \pm \arcsin \frac{30}{50 - \frac{80}{2}} = 19^\circ 28' 16''$$

Ugao β se određuje iz izraza (12):

$$\beta = \arcsin \frac{310 + \left(50 + \frac{80}{2} \right) \cos \Theta}{685/2} \sqrt{49^\circ}$$

Prema modelu uređaja prikazanom na sl. 2, a za veličine $s = 584$ mm, $c = 225$ mm, $d_2 = 100$ mm, talasnu dužinu oscilovanja treba birati oko 10 m. Za normalnu brzinu folije kroz mašinu od 90 m/min potreban broj obrtaja elektromotor-reduktora po izrazu (2) je:

$$n = 90/10 = 9 \text{ o/min.}$$

Proveru opasnosti od kidanja celofana pri radu uređaja, zasnivamo na podacima prema Fummereru (L3), da čvrstoća kidanja celofana u mokrom stanju u uzdužnom pravcu iznosi $\delta_k = 45 - 60$ N/mm² u zavisnosti od gramature celofana. Prema istom autoru izduženje pri kidanju u uzdužnom pravcu celofana u mokrom stanju iznosi $\Delta f_k = 25 - 35\%$. Prema izrazu (7) $f_{max} = 549,65$ mm, $f_{min} = 504,1$ mm pa će relativno istežanje iznositi:

$$\Delta f = (549,65 - 504,1) \cdot 100 : 504,1 = 9,04\%$$

Na osnovu ovog može se zaključiti da usled istežanja celofana pri radu uređaja neće doći do prekida. Ovo naravno važi za dobro izlivenu i neoštećenu foliju.

Prema izrazu (9) za snagu namotavača od 1 KW i brzinu mašine od 90 m/min i koeficijent iskorišćenja motora od 0,8, biće:

$$P = 1000 \cdot 0,8/90 = 560 \text{ N}$$

Napon od dopunskog istezanja folije, prema izrazu (10) i navedenim podacima iznosi:

$$\sigma = 60 \cdot 9,04/35 = 15,5 \text{ N/mm}^2$$

Prema podacima Instituta za hemijska, tehnološka i metalurška istraživanja, nelakirani celofan gramature 0,15—0,6 m/m² ima debljinu 0,001—0,04 mm. Prema izrazu (11) biće:

$$S = 15,5 \cdot 1300 \cdot 0,04/2 = 403 \text{ N}$$

Aktivna sila F prema izrazu (13) iznosi:

$$F = 100/2 + 560 \cdot \sin 49 + \frac{4}{3} 403 \cdot \sin 49 = 800 \text{ N}$$

gde je:

$$G = 100 \text{ N, težina oscilatornog valjka.}$$

Koeficijent trenja između oscilatornog valjka i vođice za srednje finu obradu površina μ_2 može se uzeti oko 0,15, a koeficijent trenja kotrljanja točkica i ekscentra može se izračunati:

$$\mu_1 = \frac{D}{2r} \cdot \mu_2 = \frac{80}{2 \cdot 50} \cdot 0,15 = 0,12$$

Sile otpora prema izrazu (15) dobijaju sledeće vrednosti:

$$\begin{aligned} N &= 888,8 \text{ N} \\ R &= 370 \text{ N} \\ M_{ok} &= 1,1 \text{ Nm} \\ T &= \mu_1 \cdot N = 0,12 \cdot 888,8 \text{ N} = 106,7 \text{ N} \\ Q &= \mu_2 \cdot R = 0,15 \cdot 370 = 55,5 \text{ N} \end{aligned}$$

Moment koji elektromotor treba da savlada, prema izrazu (16) iznosi:

$$M_o = 30,87 \text{ Nm}$$

Izlazni moment sa tablice elektromotor-reduktora iznosi M_{EMR} 24,9 — 33,9 Nm, u zavisnosti od izlaznog broja obrtaja. Za 10 o/min $M_{EMR} \approx M_o$, što znači da uređaj može da funkcioniše. Praktično, samo za ekstremne gornje regulacione vrednosti uređaja EMR radi sa punom snagom, dok za sve ostale realne uslove rada koeficijent sigurnosti pogona postaje dovoljno visok. Obzirom na uslove koje tokom rada treba da zadovolji potrebno je dovoljno pažnje posvetiti prilikom izbora elektromotor-reduktora. Pravilna primena uređaja zahteva detaljno uputstvo za rad u kome prema tehnološkim zahtevima treba da stoji kojim redosledom treba ostvariti optimalni rad uređaja.

LITERATURA

1. Den Hartog P. J., — Mechanical vibrations Mc Graw — Hill book company, Inc. 1956.
2. Miloserdin J. V., Lakin G. J., — Rasčeti i konstruiranje mehanizmov, priborov i ustanovok, Moskva, Mašinstroenie 1978.
3. Grupa autora — Ispitivanje osobina celofanskih folija, Institut za hemijska, tehnološka i metalurška istraživanja, Beograd 1967. god.

Autor je projektant u Fabrici lozofana.

Lozofan D[®]

to je celofan „lozofan“ proizveden po tehnologiji
američke firme DU PONT koji viskoza-loznica iznosi
na naše i strano tržište