

Utjecaj sile prednapinjanja na lateralnu stabilnost lista tračne pile

INFLUENCE OF STATIC TENSION ON A BAND SAW LATERAL STABILITY

Doc. dr **Vlado Golja**, dipl. ing.

Vlado Kranjčec, dipl. ing.

Šumarski fakultet — Zagreb

UDK 630*822.34

Prispjelo: 14. lipnja 1988.

Prihvaćeno: 18. kolovoza 1988.

Prethodno priopćenje

Sažetak

U radu se iznosi metoda mjerenja stabilnosti lista tračne pile. Cilj mjerenja je bio ustanovljavanje ovisnosti lateralne stabilnosti pile o sili prednapinjanja. U radu su pored metode mjerenja izneseni i neki rezultati tih mjerenja.

Ključne riječi: tračna pila — lateralna stabilnost — sila napinjanja.

Summary

The paper deals with the method of measuring band saw tool stability applied in order to determine the dependences of the saw band lateral stability in regard to the straining force. The measuring results thus obtained are stated in this paper too.

Key words: Band saw— lateral stability — static tension.

V. G.

1. Uvod

Problem stabilnosti lista tračne pile u lateralnom smjeru nije nepoznat našoj stručnoj javnosti. Velik broj radova koji razmatraju i objasnjavaju taj problem upućuju na njegovo značenje. Pažnja koja mu se posvećuje sasvim je razumljiva ima li se u vidu da lateralni pomak lista pile direktno utječe na kvalitetu bočnih ravnina rezanja. Time su uvjetovani i dodaci za obradu u narednoj operaciji, pa smanjujući veličinu lateralnog pomaka, možemo direktno utjecati na proizvodne troškove.

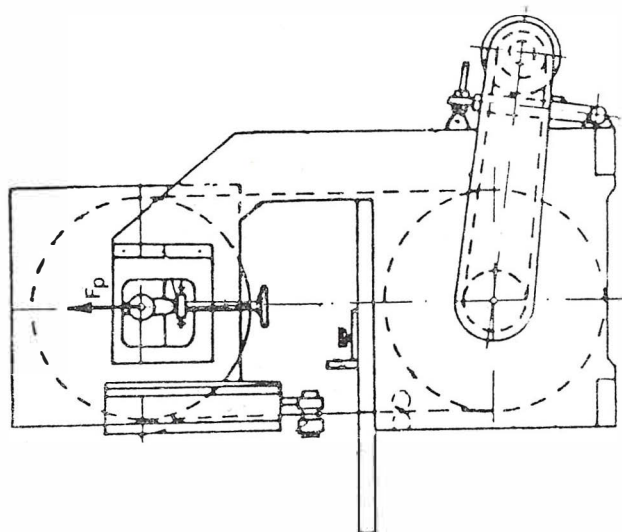
Autori koji razmatraju taj problem u svom pristupu ograničavaju se uglavnom na alat, dok se ostali uvjeti, u kojima su ispitivanja vršena, samo definiraju. Promatrajući stroj-alat-obradak kao jedinstveni sustav, izvršena su mjerenja lateralnog pomaka lista pile u pogonskim uvjetima. Namjera rada je bila ustanoviti utjecaj sile prednapinjanja lista tračne pile na veličinu lateralnog pomaka. Mjerenja su provedena na tračnoj pili »900 P-9R Bratstvo« — Zagreb.

2. Osnove za proračunavanje sile prednapinjanja tračne pile

List tračne pile se prednapinje silom F_p radi postizavanja stabilnosti u radu, te radi ostvarenja mogućnosti prijenosa gibanja i snage (slika 1).

Djelovanjem sile F_H u lateralnom smjeru na list pile doći će do otklona lista za duljinu δ . Uz konstantan iznos sile F_H veličina δ je obrnuto proporcionalna sili prednapinjanja. Promotrimo li sile na

mjestu djelovanja horizontalne sile F_H prema slici 2, moguće je uz uvjet $F_{v1} = F_{v2}$ napisati slijedeće:



Sl. 1 — Shematski prikaz tračne pile
Fig. 1 — Schematic view of a band saw

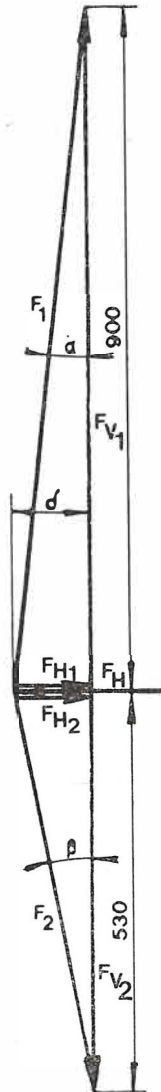
$$F_H = F_{H1} + F_{H2} \quad (1)$$

Nadalje je

$$\frac{F_{H1}}{F_{v1}} = \operatorname{tg} \alpha \quad (2)$$

te je isto tako

$$\frac{F_{H2}}{F_{v2}} = \operatorname{tg} \beta \quad (3)$$



Sl. 2 — Trokut sile u napetom listu pile
Fig. 2 — Triangle of forces in a tight saw blade

Na osnovi (2) i (3) te izjednačavanjem dobivamo

$$F_{H1} = F_{H2} \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} \quad (4)$$

Uvrštavanjem u (1) proizlazi da je

$$F_H = F_{H2} \left(1 + \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} \right) \quad (5)$$

Na osnovi relacija (3) i (5) je

$$F_{H2} = F_{V2} \operatorname{tg} \beta \quad (6)$$

Budući da je

$$\cos \beta = \frac{F_{V2}}{F_2} \quad (7)$$

proizlazi

$$F_{H2} = F_2 \cos \beta \cdot \operatorname{tg} \beta = F_2 \sin \beta \quad (8)$$

te uvrštenjem u (5) i sređenjem dobivamo

$$F_H = F_2 \sin \beta + F_2 \cos \beta \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (9)$$

odnosno

$$F_2 = \frac{F_H}{\sin \beta + \cos \beta \operatorname{tg} \alpha} \quad (10)$$

Za male kutove kao u našem primjeru može se relacija (10) pojednostavniti:

$$F_2 = \frac{F_H}{\sin \beta + \cos \beta \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}} = \frac{F_H}{\sin \beta + \cos \alpha} \quad (11)$$

Na osnovi prikaza na slici 2. može se napisati da je

$$\alpha = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{d}{900} \quad (12)$$

odnosno

$$\beta = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{d}{530} \quad (13)$$

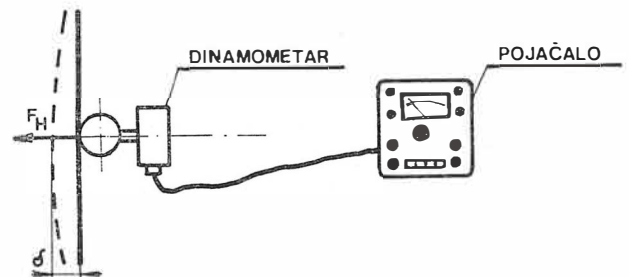
Iz relacija (11), (12) i (13) može se ustvrditi da je za mjerenje sile prednapinjanja dovoljno izmjeriti veličinu horizontalne sile F_H i pripadajuće otklone. Nakon utvrđivanja sile prednapinjanja potrebno je utvrditi veličinu lateralnog pomaka za odgovarajuću silu prednapinjanja.

Ako se rezimira gore navedeno, proizlazi da je za utvrđivanje ovisnosti između veličine lateralnog pomaka lista pile i sile prednapinjanja potrebno mjeriti tri veličine:

- horizontalnu silu F_H
- otklon lista
- veličinu lateralnog pomaka.

3. Mjerni instrumentarij i rezultati mjerenja

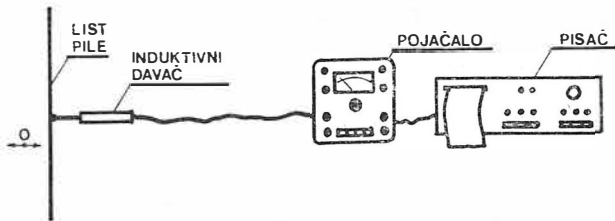
Za mjerenje horizontalne sile F_H uzet je mjerni lanac prikazan na slici 3.



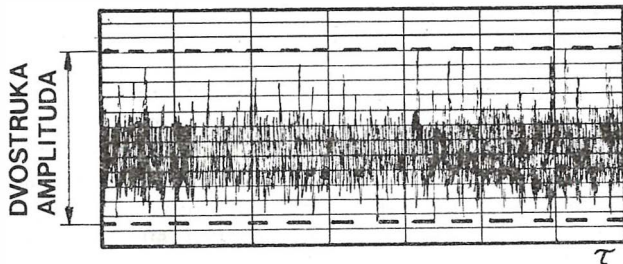
Sl. 3 — Mjerni lanac za mjerenje horizontalne sile F_H
Fig. 3 — Chain measure for measuring horizontal force F_H

Kao davač upotrijebljen je dinamometar HBM KRAFT-AUFNEHMER TIP U 1 s mjernim područjem 0-2000 N. Pojačalo je bilo od istog proizvođača, tip MESSVERSTÄRKER KWS/T5.

Otklon »δ« mjereno je komparatorom s podjelom 1/100 mm. Lateralni pomak lista pile u radu mjereno je pomoću mjernog lanca prikazanog na slici 4. Kao davač je upotrijebljen induktivni davač proizvođača Hottinger tip W 10 TK. Pojačalo je bilo isto kao pri mjerenju horizontalne sile F_H . Pisač na kojem je registriran otklon bio je od pro-



Sl. 4 — Mjerenje lateralnog pomaka lista pile u radu
Fig. 4 — Measuring of lateral shift of saw blade in operation



Sl. 5 — Zapis lateralnog pomaka
Fig. 5 — Record of lateral shift

izvođača Haneywell tip 2206. Primjer zapisa je dan na sici 5.

Rezultati mjerenja dobiveni po opisanom postupku uz navedeni instrumentarij su dani u tablici I. i u tablici II.

4. Analiza rezultata mjerenja

Na osnovi rezultata mjerenja prikazanih u tablici I. i tablici II, željelo se ustanoviti ovisnost koja bi u promatranom području sile prednapinjanja i odgovarajućih lateralnih otklona najbolje povezivala ove dvije veličine. Nakon grafičkog izjednačenja ovih dviju veličina s pretpostavljenom ovisnošću

$$O = f(F_1) \quad (14)$$

došlo se do zaključka da bi parabola oblika

$$O = A + BF_1 + CF_1^2 \quad (15)$$

dovoljno dobro opisala tu ovisnost u promatranom slučaju. Stoga su te dvije veličine »izjednačene« polinomnom regresijom drugog stup-

PRIKAZ IZMJERENIH PARAMETARA SILA PREDNAPINJANJA I NAPREZANJA U LISTU PILE

Tablica I.

VIEW OF MEASURED PARAMETERS OF STRAINING FORCE AND FORCE IN A SAW BLADE

Table I

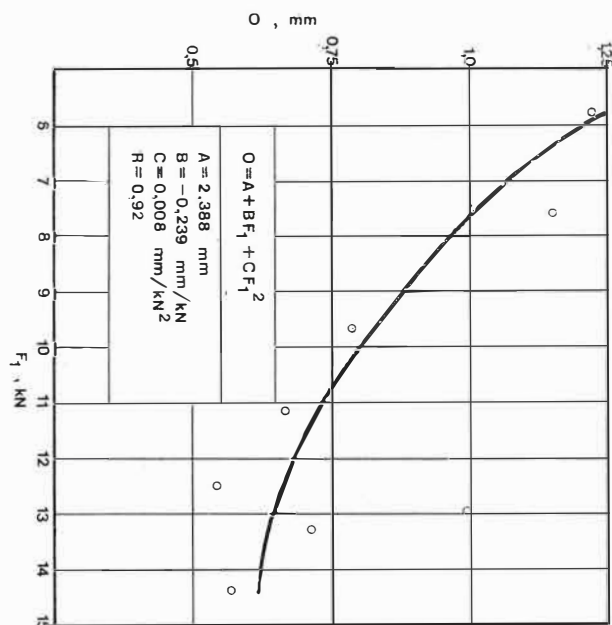
RED. BR.	SILA IZMJERENA DINAMOMETROM	OTKLON LISTA PILE USLJED SILE F_H	KUT DJELOVANJA SILE F_1	KUT DJELOVANJA SILE F_2	SILA PREDNAPINJANJA	ARITMETIČKE SREDINE SILA PREDNAPINJANJA		NAPREZANJA U LISTU PILE
	F_H	δ	α	β	$F_1 = F_2$	$F_1 = F_2$		σ
	kp	mm	°	°	kp	kp	kN	N/m^2
1	25	6,21	0,3953	0,6713	1342,97	1358,52	13,327	271,98
	26	6,40	0,4074	0,6918	1355,27			
	27	6,54	0,4163	0,7069	1377,33			
2	25	6,50	0,4138	0,7026	1283,07	1324,94	12,997	265,26
	35	8,55	0,5443	0,9242	1365,62			
	32	8,05	0,5124	0,8703	1326,14			
3	40	9,40	0,5984	1,0169	1419,58	1469,73	14,418	294,24
	50	9,97	0,6347	1,0781	1672,75			
	30	7,60	0,4838	0,8215	1316,87			
4	31	8,10	0,5156	0,8756	1276,76	1277,60	12,533	255,78
	28	7,50	0,4774	0,8107	1245,49			
	33	8,40	0,5347	0,9080	1310,61			
5	29	8,40	0,5347	0,9080	1151,75	1137,14	11,155	227,66
	28	8,19	0,5214	0,8853	1140,49			
	26	7,75	0,4934	0,8377	1119,17			
6	27	8,85	0,5634	0,9566	1017,78	986,78	9,680	197,56
	24	8,40	0,5347	0,9080	953,17			
	25	8,43	0,5366	0,9112	989,39			
7	24	10,00	0,6366	1,0809	800,67	776,33	7,620	155,42
	22	9,53	0,6067	1,0301	770,14			
	21	9,24	0,5882	0,9988	758,19			
8	18	10,00	0,6366	1,0809	600,51	594,92	5,840	119,10
	20	10,45	0,6652	1,1285	638,53			
	15	9,17	0,5837	0,9912	545,73			

PRIKAZ MJERENJA REZULTATA LATERALNOG POMAKA
Tablica II.

VIEW OF RESULTS OF MEASUREMENT OF LATERAL
SHIFT

Table II

RED BR.	SILA PRED- NAPINJANJA	AMPLITUDA		OTKLON LISTA PILE
		DVOSTRUKA	JEDNOSTRUKA	
	kN	mm	mm	mm
1	13,327	13,5	6,75	0,71
2	12,997	15,3	7,65	0,79
3	14,418	10,5	5,25	0,57
4	12,533	10,0	5,00	0,54
5	11,155	12,5	6,25	0,66
6	9,680	15,0	7,50	0,72
7	7,620	22,5	11,25	1,15
8	5,840	24,0	12,00	1,22



Sl. 6 — Regresijsko izjednačene ovisnosti sile prednapinjanja i jednostranog otklona lista pile.

Fig. 6 — Regressive equating of the dependence of the straining force and unilateral deflection of saw blade.

nja te su dobijene vrijednosti koeficijenata i indeks regresije, kako to prikazuje slika 6. Zbog vi-

sokog indeksa regresije može se zaključiti da je međusobna ovisnost promotrenih veličina dobro pretpostavljena.

5. Zaključno razmatranje

Sva mjerenja su obavljena u toku slobodnog kretanja lista pile. Ustanovljeno je da se list pile zbog prednapinjanja napreže — prema preporuci proizvođača stroja — naprezanjima iznad preporučljivih naprezanja u stručnoj literaturi. Uz to treba primijetiti da su pri minimalnim naprezanjima u listu pile lateralna odstupanja lista pile unutar granica minimalnih dodataka za obradu u navedenim operacijama. Sve bi to moglo navesti na zaključak da se list pile nepotrebno napinje silama koje izazivaju tako velika naprezanja. Međutim, promatranje lista pile u radnim uvjetima pokazuje da su ovakva naprezanja ipak potrebna. Naime, lateralna odstupanja lista pile u radu, pri istim posmičnim brzinama, daleko su veća kod manjih sila prednapinjanja. Stoga je nužno da se, radi povećanja učina stroja, list pile prednapregne većim naprezanjima nego li to preporučuje stručna literatura. No, treba primijetiti da to vrijedi kod stroja koncipiranog na način koji je zatečen u pogonskim uvjetima. Smatramo, međutim, da bi određenim preinakama u konstrukcijskom rješenju stroja, kako pri vođenju obratka, tako pri vođenju lista pile, bilo moguće postići jednake učine i uz daleko niže vrijednosti sile prednapinjanja lista pile. Na taj način bi se pored povećanja učina samog stroja smanjili i otpori vlastitog gibanja, pa bi se i jedinični energetske normativi bruto smanjili.

Literatura:

- [1] Brežnjak, M., Moen, K.: On the Lateral Movement on the Bandsaw Blade Under Various Sawing Conditions. The Norwegian Institute of Wood Working and Wood Technology, Meddelelse nr. 323, 1972.
- [2] Pahlitzsch, G., Puttkammer, K.: The Loading of Bandsaw-Blades: Stresses and Strength Factors, Holz als Roh und Werkstoff, 30, str. 165—174, 1972.
- [3] Pahlitzsch, G., Puttkammer, K.: Schnittversuche beim Bandsägen, Holz als Roh und Werkstoff 33, str. 181—186, 1975.
- [4] Pahlitzsch, G., Puttkammer, K.: Ermittlung der Steifheit von Bandsägeblättern. Holz als Roh und Werkstoff 31, str. 161—167, 1973.
- [5] Pahlitzsch, G., Puttkammer, K.: Schnittversuche beim Bandsägen. Holz als Roh und Werkstoff 34, str. 17—21, 1976.
- [6] Ulsoy, A. G., Mote, C. D.: Vibration of Wide Band Saw Blades. Journal of Engineering for Industry, Vol 104, str. 71—78, 1982. Recenzent: prof. dr Marijan Brežnjak