



NÁVRH UPÍNACIEHO MECHANIZMU KMEŇOV DELIACEHO UZLA MANIPULAČNEJ LINKY

Juraj Mikleš – Milan Mikleš

Abstract

At article is introduced basic distribution of chucking devices. Choose is most commonly used chucking device with two jaws (levers) situated in the bottom part of cutting mechanism. For this chucking device is made the force analysis for purpose of keep split log in the equability condition in the various situations. Set are they conditions stagnancy of cutting log.

Key words: wood cross-cutting line, chucking device, force analysis

ÚVOD

Deliaci uzol manipulačných liniek na skladoch dreva pozostáva z nasledovných mechanizmov:

- a) rezného mechanizmu ktorým je najčastejšie kotúčová alebo reťazová píla, výnimočne nožový skracovací mechanizmus
- b) posuvný mechanizmus, najčastejšie s hydrostatickým pohonom
- c) upínací mechanizmus, ktorý pridrží delený kmeň predovšetkým počas pilenia a zabezpečí, aby nedošlo k jeho pohybu

Manipulačné linky na výrobu sortimentov dreva sa delia do dvoch hlavných skupín, buď sú s pozdĺžnym a priečnym premiestňovaním kmeňa (sústavou dopravníkov) alebo kmeň sa nepremiestňuje a pohyblivé je skracovacie zariadenie. Vo všetkých prípadoch je nutná nepohyblivosť kmeňa pri priečnom delení.

1. VÝZNAM A ROZDELENIE UPÍNACÍCH MECHANIZMOV

V priebehu priečného pilenia výsledná rezná sila a odpor odtlačania snažia sa vyhodit' rozpil'ovaný kmeň na stranu (pri posuve píly zhora dolu) alebo vyzdvihnúť o (pri posuve píly zdola nahor), a taktiež ho otáčať okolo pozdĺžnej osi. Pre udržanie kmeňa v priebehu pilenia v zafixovanom (pevnom) stave slúži upínací mechanizmus.

Pri posuve píly zhora dolu v niektorých prípadoch sa možno obísť všeobecne bez upínacieho mechanizmu. Preto prísuvný a odsuvný dopravník sa vybavujú obrubou (obr. 1a), o ktorú sa opiera svojou bočnou časťou rozpil'ovaný kmeň, uložený na dopravníku excentricky. Pritom kinematický uhol posuvného pohybu θ protismerný sa mení v závislosti od priemeru pilenia d . Častejšie kmeň sa centruje na prísuvnom a odsuvnom

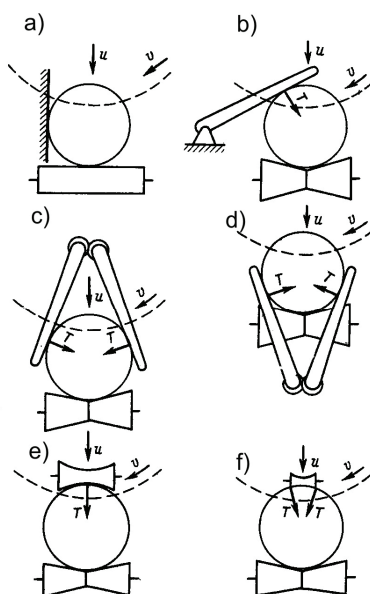
dopravníku a skrakovacie zariadenie sa vybavuje upínacím mechanizmom v podobe jednej alebo dvoch čeľustí alebo valčekov, ktoré sa prtláčajú k povrchu kmeňa za pôsobenia vlastnej tiaže alebo za pomoci hydro alebo pneu pohonu.

Na obr. 1 sú znázornené základné typy upínacích mechanizmov s jednou upínacou čeľusťou (obr. 1b); s dvomi čeľusťami, umiestnenými zhora (obr. 1c) alebo zdola (obr. 1d) a taktiež s upínacím valčekom, ktorý má rádius krivosti povrchu väčší ako rádius prierezu rozpilovaného kmeňa (obr. 1e), alebo menší od tohto polomeru (obr. 1f). Mechanizmy s upínacím valčekom v podstate predstavujú rôznorodosť upnutia z horným umiestnením čeľustí. Upínací mechanizmus, znázornený na obr. 1, pracuje tak, ako zobrazený na obr. 1b pri podmienke horizontálneho umiestnenia upínacej páky. Pôsobenia upínacieho valčeka uvedeného na obr. 1e, analogicky pôsobenie dvojpákového upínacieho mechanizmu s horným umiestnením pák (obr. 1c). Najviac sú rozšírené upínacie mechanizmy, zobrazené na obr. 1b, d.

Pri posuve píly zhora, dolu sa používajú všetky druhy mechanizmov zobrazených na obr. 1; pri posuve píly zdola nahor druh uvedený na obr. 1d použitý byť nemôže, ostatné typy mechanizmov áno.

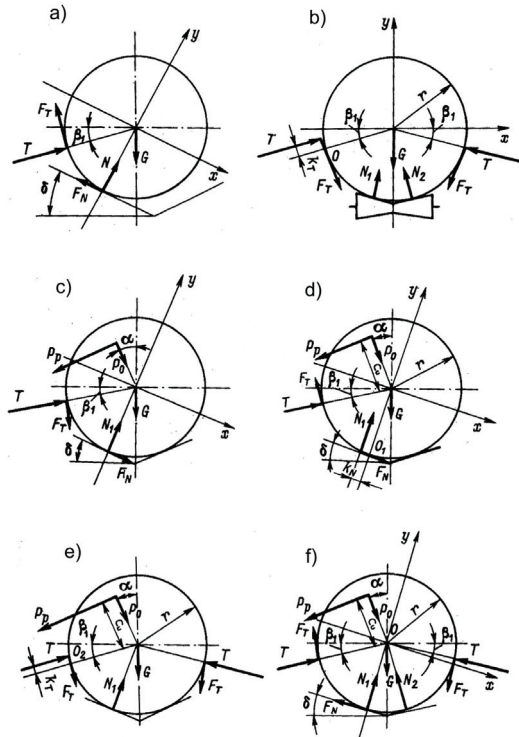
Zariadenia, určené pre priečne krátenie kmeňov sa vybavujú obyčajne dvomi úpinkami, umiestnenými pred pílou a za ňou. Tieto úpinky v priebehu pílenia udržiavajú ako zostávajúcu časť kmeňa tak aj odpilovanú časť. Posledné je osobitne dôležité pri výrobe a začelovaní, keď chýba upnutie, ktoré je umiestnené za pílu, kmeň sa ničím neudrží, a môže byť vyhodnený na stranu. Zariadenia, určené pre skrakovanie kmeňov, zadné začelovanie obyčajne nevykonávajú, preto sa môžu vybaviť len jedným uchytením, umiestneným pred pílu ktorá udržiava v priebehu pílenia len zostávajúcu časť kmeňa.

Upínacie mechanizmy, zobrazené na obr. 1c, d vykonávajú taktiež centrovanie rozpilovaného kmeňa na prísuvnom a odsuvnom dopravníku, a mechanizmus sa spodným umiestnením upínacích čeľustí (obr. 1d), viacej podopiera kmeň, čo vyvoláva odstránenie zovretia píly v reznej škáre.



Obr. 1: Druhy upínacích mechanizmov

Upínacie mechanizmy niekedy okrem svojej úlohy plnia tiež úlohu merania priemeru v mieste rezu. Výsledky týchto meraní mechanickým alebo elektrickým prenosom sa dostávajú k reguláru rýchlosti posuvu (napr. k ventilu alebo k variatoru) alebo k vybaveniu, ktoré vyberá program skracovania (delenia) v závislosti od prepilovaného priemeru.



Obr. 2: Schémy upínacích mechanizmov s dvomi čeľusťami umiestnenými zdola

2. UPÍNACIE MECHANIZMY S DVOMI ČEĽUSŤAMI (PÁKAMI) UMIESTNENÝMI ZOSPODU

2.1 Silová analýza upínacieho mechanizmu

Upínací mechanizmus s dvomi čeľusťami, umiestnenými zdola, plní funkciu centrovania rozpilovaného kmeňa do začiatku pílenia a jeho udržanie v nepohyblivom stave počas pílenia.

Určíme silu T na upínacej čeľusti, nevyhnutnú pre centrovanie rozpilovaného kmeňa (obr. 2a). Z podmienky, že $\sum F_y = 0$, určíme:

$$N = G \cdot \cos \delta - T \sin(\beta_1 + \delta) - f_T T \cos(\beta_1 + \delta)$$

Podmienkou možnosti centrovania kmeňa (t.j. premiestnenia vpravo pôsobením upínacej sily T) sa udáva nasledovná nerovnosť:

$$\sum F_x = 0 \quad G \sin \delta - F_N + T \cos(\beta_1 + \delta) - F_T \sin(\beta_1 + \delta) > 0$$

Keď zoberieme $F_N = f_N N$ a $F_T = f_T T$, dostaneme

$$T)G \frac{f_N \cos \delta - \sin \delta}{(f_N - f_T) \sin(\beta_1 + \delta) + (1 + f_N f_T) \cos(\beta_1 + \delta)} \quad (1)$$

kde: β_1 - uhol medzi upínacou čelúťou a vertikálnou osou.

Pri výpočte veličiny T podľa vzťahu (1) je, nutné pre centrovanie kmeňa brať najväčšiu hodnotu f_N a najmenšiu f_T .

Pri spodnej polohe upínacích čelústí do začiatku pílenia pri pôsobení sily T je možné vytlačané (skĺznutie) kmeňa hore alebo vykotúľanie hore po jednej z čelústí (obr. 2b).

Reakcie N_1 a N_2 postavíme rovné nule, vtedy kmeň nie je vytlačáňý hore a platí podmienka:

$$\sum F_y = 2T \sin \beta_1 + 2F_T \cos \beta_1 - G < 0;$$

keď zoberieme

$$F_T = f_T T \quad G = 0, \text{ dostaneme}$$

$$\beta_1 < \arctan f_T \quad (2)$$

keď zoberieme $f_T = 0,40$ dostaneme; $\beta_1 < 0,38 \text{ rad}$.

Podmienkou, že kmeň sa nevykotúľá hore po upínacej čelústi je, že platí:

$$\sum M_0 = T k_T - T r \sin 2\beta_1 + F_T (r + r \cos 2\beta_1) + G r \cos \beta_1 > 0$$

Zoberieme $F_T = f_T T$ a $G = 0$, po určitých úpravách dostaneme

$$\beta_1 < \frac{1}{2} \arcsin \frac{\frac{k_T}{r} + f_T + f_T \sqrt{1 - 2 \frac{k_T}{r} f_T - \left(\frac{k_T}{r}\right)^2}}{1 + f_T^2}$$

Pri malom zjednodušení tento výraz nadobudne tvar

$$\beta_1 < \frac{1}{2} \arcsin \frac{2f_T + \frac{k_T}{r}}{1 + f_T^2} \quad (3)$$

Pri $k_T/r = 0,08$ a $f_T = 0,40$ určíme, že $\beta_1 < 0,44 \text{ rad}$. Keď porovnáme hodnoty β_1 , získané podľa vzťahov (2) a (3) môžeme určiť, že nepohyblivosť kmeňa do začiatku pílenia sa zabezpečuje pri podmienke, že $\beta_1 < 0,38 \text{ rad}$. Veľkosť sily T , vyvolaná upínacími čelúšťami, musí zabezpečovať nepohyblivosť kmeňa aj v čase jeho delenia. Pri pôsobení reznej sily P_p a odporu proti odtlačaniu P_0 rozpiľovaný kmeň môže byť vyrazený po podopieracích valčekoch (kĺzanie); vykotúľaný po pridržiavacích valčekoch alebo po upínacej čelústi, prípadne sa začať otáčať okolo svojej pozdĺžnej osi. Určíme veličinu T , zabezpečujúcu nepohyblivosť kmeňa počas pílenia, pre každý zo sledovaných prípadov možných premiestnení.

2.2 Vyrážanie vľavo po podopierajúcom valčeku

Výpočtová schéma je uvedená na obr. 2c. Veličina reakcie N_1 sa určuje z podmienky, že $\sum F_y = 0$ (pritom smer pôsobenia sily F_T je prijaté opačne ako je zobrazené na obr. 2c):

$$N_1 = G \cdot \cos \delta - T \sin(\beta_1 + \delta) - F_T \cos(\beta_1 + \delta) + P_p \sin(\alpha + \delta) + P_0 \cos(\alpha + \delta)$$

Podmienkou toho, že rozpiľovaný kmeň nebude vyrazený vľavo po opornom valčeku je:

$$\sum x = F_N + G \sin \delta + T \cos(\beta_1 + \delta) + F_T \sin(\beta_1 + \delta) - P_p \cos(\alpha + \delta) + P_0 \sin(\alpha + \delta) > 0$$

Keď zoberieme $G = 0$; $F_T = f_T T$; $F_N = f_N N_1$; $P_0 = \alpha_0 P_p$;
dostaneme

$$T \rangle P_p \frac{A'_1}{B'_1} = P_p \lambda_1 \quad (4)$$

kde:

$$A'_1 = \cos(\alpha + \delta)(1 - \alpha_0 f_N) - \sin(\alpha + \delta)(f_N + \alpha_0);$$

$$B'_1 = \cos(\beta + \delta)(1 - f_N f_T) + \sin(\beta + \delta)(f_T - f_N)$$

2.3 Vykotúľanie vľavo po podopierajúcom valčeku

Výpočtová schéma je uvedená na obr. 2d. Veličina podpornej reakcie N_1 je taká, ako v predchádzajúcom prípade. Podmienkou toho, aby sa rozpiľovaný kmeň nevykotúľal vľavo po podpornom valčeku alebo traverze sa ukazuje:

$$\sum M_{01} = N_1 \cdot k_N + Gr \sin \delta + Tr \cos(\beta_1 + \delta) + F_T [r - r \sin(\beta_1 + \delta)] + P_0 r \sin(\alpha + \delta) - P_p [C_u + r \cos(\alpha + \delta)] \rangle 0$$

Z danej nerovnosti určíme

$$T \rangle P_p \frac{C_u / r + A'_2}{B'_2} = P_R \cdot \lambda \quad (5)$$

kde:

$$A'_2 = \cos(\alpha + \delta)(1 - \alpha_0 k_N / r) - \sin(\alpha + \delta)(k_N / r + \alpha_0);$$

$$B'_2 = \cos(\beta_1 + \delta)(1 - f_T k_N / r) - \sin(\beta_1 + \delta)(k_N / r + f_T) + f_T$$

2.4 Vykotúľanie vľavo po upínacej čelusti

Výpočtová schéma je uvedená na obr. 2e. Reakcia $N_1 = 0$. Podmienkou toho, že rozpiľovaný kmeň sa nebude kotúľať vľavo po upínacej čelusti je

$$\sum M_{02} = T k_T + Gr \cos \beta_1 - Tr \sin 2\beta_1 + F_T (r + r \cos 2\beta_1) - P_p [c_u - r \sin(\alpha - \beta_1)] + P_o r \cos(\alpha - \beta_1) \rangle 0$$

Z danej nerovnosti určíme:

$$T \rangle P_p \frac{C_u / r - A'_3}{B'_3} = P_p \lambda_3 \quad (6)$$

kde

$$A'_3 = \sin(\alpha - \beta_1) + \alpha_o \cos(\alpha - \beta_1);$$

$$B'_3 = f_T \cos 2\beta_1 - \sin 2\beta_1 + k_T / r + f_T$$

2.5 Otáčanie kmeňa okolo svojej pozdĺžnej osi

Výpočtová schéma je uvedená na obr. 2f. Možno predpokladať, že $N_2 = 0$, keď upnutie kmeňa sa uskutočňuje v troch bodoch.

Veličinu N_1 určíme z podmienky, že (pritom smer sily F_T na pravej čelusti (páky) sa berie opačný ako je zobrazené na obr. 2f):

$$N_1 = G \cos \delta - T \sin (\beta_1 + \delta) - F_T \cos (\beta_1 + \delta) + \\ + T \sin (\delta - \beta_1) - F_T \cos (\delta - \beta_1) + P_o \cos (\alpha + \delta) + P_p \sin (\alpha + \delta)$$

Podmienkou, že rozpiľovaný kmeň sa nebude otáčať okolo svojej osi je, že platí:

$$\sum M_o = F_N \cdot r + 2F_T \cdot r - P_p c_u > 0$$

Pritom $F_N = f_N N_1$; $F_T = f_T T$; $P_o = \alpha_o P_p$; $G = 0$

potom dostaneme

$$T > P_p \frac{c_u / r - A'_4}{B'_4} = P_p \lambda_4 \quad (7)$$

kde

$$A'_4 = f_N [\sin(\alpha + \delta) + \alpha_o \cos(\alpha + \delta)];$$

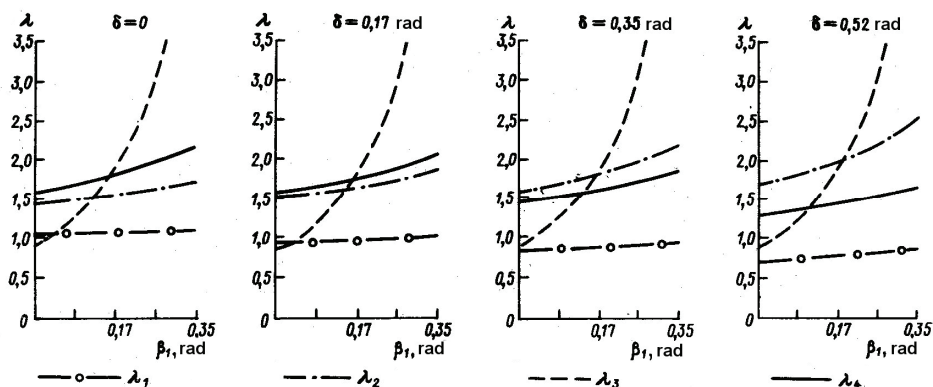
$$B'_4 = 2f_T - f_N [\sin(\delta + \beta_1) - \sin(\delta - \beta_1)] - f_N - f_T [\cos(\delta + \beta_1) - \cos(\delta - \beta_1)]$$

3. VŠEOBECNÉ PODMIENKY NEPOHYBLIVOSTI ROZPIĽOVANÉHO KMEŇA

Pre pilové mechanizmy s $P_p = \text{const}$ analýza vzťahov (4) ÷ (7) ukazuje, že najväčšia hodnota nevyhnutnej upínacej sily T (z čoho vyplývajú aj koeficienty $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$) sa realizuje pri najmenších hodnotách $f_N, f_T, k_N / r, k_N / r, \alpha_o, \alpha$ a pri najväčšej hodnote c_u / r . Keď použijeme vzťahy (4) ÷ (7) určíme veľkosť koeficientu $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ pre rozličné hodnoty δ a β_1 (v medziach prípustných z hľadiska nepohyblivosti kmeňa do začiatku pílenia). Pritom uvažujeme najťažšie podmienky práce upínacieho mechanizmu ($f_N = 0,25$; $f_T = 0,40$; $k_N / r = 0,05$; $k_N / r = 0,08$; $\alpha_o = 0,2$;

$$\alpha = 0 \text{ rad}; c_u / r = 1,0).$$

Pre tieto podmienky získané výpočtové hodnoty $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ a taktiež λ_{\max} sú uvedené v tab. 1a na obr. 3a.



Obr. 3: Grafy $\lambda = f(\delta, \beta_1)$ pre upínacie mechanizmy s dvomi čel'ust'ami, umiestenými zdola

Tab. 1: Hodnoty koeficientu λ pre skracovacie mechanizmy s $P_p = \text{const}$.

δ , rad	β , rad	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_{\max}
0	0	1,46	2,35	3,29	1,47	3,29
	0,17	1,20	1,96	2,55	1,53	2,55
	0,35	1,03	1,73	2,14	1,58	2,14
	0,52	0,94	1,55	1,72	1,67	1,72
0,17	0	1,08	1,90	2,35	1,47	2,35
	0,17	0,93	1,67	1,91	1,54	1,91
	0,35	0,84	1,50	1,58	1,59	1,59
	0,52	0,79	1,40	1,36	1,68	1,68
	0,70	0,77	1,34	1,18	1,80	1,80
0,35	0	0,81	1,60	1,74	1,47	1,74
	0,17	0,73	1,43	1,44	1,52	1,52
	0,35	0,69	1,33	1,22	1,59	1,59
	0,52	0,67	1,28	1,05	1,67	1,67
	0,70	0,67	1,24	0,91	1,79	1,79
	0,87	0,70	1,24	0,79	1,98	1,98
0,52	0	0,59	1,34	1,25	1,44	1,44
	0,17	0,55	1,25	1,06	1,51	1,51
	0,35	0,53	1,20	0,89	1,57	1,57
	0,52	0,53	1,17	0,76	1,65	1,65
	0,70	0,56	1,17	0,64	1,78	1,78
	0,87	0,60	1,20	0,53	1,96	1,96
	1,05	0,66	1,24	0,43	2,18	2,18

Analýza týchto údajov ukazuje, že na veľkosť nevyhnutnej upínacej sily T výnimočne veľký vplyv má uhol medzi upínacou čelusťou (pákou) a vertikálnou osou (uhol β_1).

Pri $\beta_1 > 0,17 \text{ rad}$ je najviac pravdepodobné vykotúľanie rozpilovaného kmeňa po upínacej páke (čelusti); pritom $\lambda_{\max} \approx 2,0$, ktorý dosahuje pri $\beta_1 = 0,35 \text{ rad}$ skoro $\lambda_{\max} = 8,0$. Pri $\beta_1 < 0,17 \text{ rad}$ najviac pravdepodobné je otáčanie rozpilovaného kmeňa okolo jeho pozdĺžnej osi alebo vykotúľanie po opornom valčeku, pritom $\lambda_{\max} \approx 1,6 \div 2,0$. Uhol sklonu oporných valčekov δ má malý vplyv na veličinu λ_{\max} .

Z uvedeného možno urobiť záver, že v skracovacích zariadeniach s dvomi spodnými upínacími čelusťami, pracujúcimi s $P_p = \text{const}$, uhol medzi upínacou čelusťou a vertikálnou osou (β_1) musí byť menší ako $0,17 \text{ rad}$, pritom sila na upínacích čelustiach (pákach) musí prevyšovať reznú silu v rozmedzí 1,8-2,2 krát. Pridržiavacie valčeky môžu byť valcové, pretože centrovanie rozpilovaného kmeňa sa vykonáva upínacími čelusťami. Pritom treba mať na zreteli, že veličina T , vypočítaná z podmienok nepohyblivosti rozpilovaného kmeňa musí byť väčšia ako sila, nevyhnutná pre centrovanie, vypočítaná podľa vzťahu (1).

LITERATÚRA

1. Juliš, K.; Brepta, R. a kol.: Mechanika I., Statika a kinematika, Praha, SNTL, 1986, 480 s.
2. Mikleš, M.: Teória a stavba lesných strojov II., Zvolen, ES TU, 1993, 274 s.
3. Ulasovec, V.G.: Technologičeskije osnovy proizvodstva pilomaterialov, Jekaterinburg, UGLU, 2002, 510 s.
4. Zalegaller, B.G.; Lastočkin, P. V.; Bojkov, S.P.: Technologija i oborudovanie lesnych skladov, Moskva, Lesnaja promyšlenost', 1986, 349 s.

Tento príspevok je prezentovaný v rámci riešenia vedeckého grantového projektu VEGA 1/0048/09 "Výskum znižovania negatívnych vplyvov pôsobenia lesnej techniky na lesné prostredie s určením technických parametrov lesných mechanizmov pri spracovaní lesnej biomasy".