

**УДК 674.023.05**

**ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ РАМНИХ ПИЛОК НА ПРОЦЕС  
РОЗПИЛЮВАННЯ ЛІСОМАТЕРІАЛІВ ТВЕРДИХ ЛИСТЯНИХ  
МАТЕРІАЛІВ**

**З.С.Сірко, кандидат технічних наук, доцент кафедри технології  
деревообробки, М.О. Білецький, аспірант кафедри технології  
деревообробки.  
(НУБіП України)**

*Досліджено вплив параметрів рамних пилок на процес розпилювання лісоматеріалів твердих листяних порід. Визначено величини подачі на зуб залежно від породи розпилюваної деревини.*

Параметри рамних пилок – це лінійні та кутові їх характеристики, а оптимальні їхні величини – це ті величини, які забезпечують найбільш високий ефект процесу розпилювання лісоматеріалів. Оптимальні параметри рамних пилок повинні задовольняти наступні основні критерії: забезпечувати високу продуктивність та якість розпилювання; обумовлювати найменші втрати деревини в тирсу; забезпечувати найменші витрати на виробництво одиниці продукції. Особливого значення набуває це питання у відношенні розпилювання цінної деревини твердих листяних порід, яка в Україні складає в середньому третю частину в загальному балансі розпилюваної сировини.

Мета досліджень. Вивчити вплив параметрів рамних пилок на продуктивність та якість розпилювання деревини твердих листяних порід.

Матеріали і методика досліджень. В роботі були застосовані відомі аналітичні залежності визначення продуктивності процесу розпилювання деревини, взаємозалежності кроку зубів та площі западин з подачею на зуб пилки.

Результати досліджень. Продуктивність лісопиляльних рам вираховували в м<sup>3</sup> за одиницю часу по формулі:

$$Q = \Delta n / 1000 \cdot T \cdot K_g \cdot K_m \cdot \frac{q}{L_6}, \quad 1.1$$

де:  $\Delta$  – посилення(подача) матеріалу за подвійний хід пильної рамки, мм;

$n$  – частота обертів валу або число подвійних ходів пиляльної рамки, хв<sup>-1</sup>;

$T$  – тривалість робочої зміни;

$K_g$  – коефіцієнт використання робочого часу;

$K_m$  – коефіцієнт використання машинного часу;

$q$  – середній об'єм колоди, м<sup>3</sup>;

$L_6$  – довжина колоди, м.

Позначивши 
$$Q_n = \frac{\Delta n}{1000}; T_p = T \cdot K_g \cdot K_m; P_g = \frac{q}{L_6}$$

Отримаємо 
$$Q = Q_n \cdot T_p \cdot P_g \quad 1.2$$

де:  $Q_n$  – технічна лінійна продуктивність рамної пили, м/хв.;

$T_p$  – дійсний час роботи лісопиляльної рами, хв ;

$P_g$  – множник, який характеризує параметри колод, які розпилюються, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

Технічну продуктивність рамної пилки можна описати виразом

$$Q_{п.т.} = \Delta \cdot h_{п.т.} \text{ мм}^2/\text{хв} \quad 1.3$$

де:  $h$  – висота пропилю, мм.

Із врахуванням втрат  $K_{н.п.}$  по вині рамної пилки середня за зміну продуктивність буде:

$$Q_{п.т.} = \Delta \cdot h_{п.т.} \cdot K_{н.п.}, \text{ мм}^2/\text{хв} \quad 1.4$$

Аналогічно визначають продуктивність одного зуба пили:

$$Q_z = S_z \cdot h_{п.т.} \quad 1.5$$

де  $S_z$  – подача на один зуб, мм.

Із формули (1.4) випливає, що продуктивність пов'язана з інструментом через фактори  $\Delta$ ,  $S_z$ , Кн.п., але так як  $\Delta = S_z \cdot Z$ , то функціональний зв'язок можна виразити залежністю:

$$Q_n = \varphi(S_z, Z, \text{Кн. п.}), \quad 1.6$$

де:  $Z$  – число зубів, які приймають участь у різанні за хід пилкової рамки.

Подача на один зуб пилки залежить від форми западини між зубцями та її площі ( $F_{\text{зап}}$ ), а також від жорсткості зубців( $J_z$ ), їх гостроти( $\rho$ ) і якості розпилюваної поверхні  $R_m$ , тобто:

$$S_z = \varphi(F_{\text{зап}}, J_z, \rho, R_m) \quad 1.7$$

Із врахуванням напруженості роботи западин та виразу  $F_{\text{зап}} = Q \cdot t^2$  отримаємо:

$$S_z = \frac{Q \cdot t^2}{\tau(h_{\text{max}} - t)K_z} \quad 1.8$$

де:  $Q$  – коефіцієнт форми западин;

$t$  – крок зубців, мм;

$h_{\text{max}}$  – найбільша висота пропилу;

$\tau$  – коефіцієнт напруженості западин, який відображає співвідношення між площею западини та боковою площею та який визначають відношенням:

$$\tau = \frac{\alpha_{\text{ущ.}}}{\beta_{\text{зап.}}} \quad 1.9$$

де:  $\alpha_{\text{ущ.}}$  – коефіцієнт ущільнення стружки в процесі пресування її в западині;

$\beta_{\text{зап.}}$  – коефіцієнт заповнення западин зубів стружкою(тирсою);

$K_z$  – поправочний коефіцієнт.

Коефіцієнт  $\beta_{\text{зап.}}$  не залежить від породи деревини, але він залежить від форми западини та радіуса заокруглення її дна. Для прийнятих форм западин  $h_{\text{max}} < H-50\text{мм}$ ;  $\beta_{\text{зап.}} = 0,54$ [1]. При  $h_{\text{max}} \geq H-50\text{мм}$  рекомендують застосовувати пилки товщиною 3,2мм з розведеними зубами та розширенням їх на сторону 1,0мм. При цьому бажано виконувати косе заточування зубців з кутом повороту шліфувального круга  $10^\circ$  або виконують скоси на дні западин зубців[2]. Трудність процесу розпилювання за таких умов при ускладненні транспортування тирси із пропилу враховують поправочним коефіцієнтом  $K_z$ , який визначають за формулою:

$$K_z = 1 \cdot \left(1,78 - \frac{0,85 \cdot h_{\text{max}}}{H}\right) \quad 1.10$$

Найбільша висота пропилу на середині довжини колоди, яку розпилюють “врозвал” розраховують за формулою:

$$h_{\text{max}} = 10 \cdot \sqrt{(d_{\text{в}} + 0,5 \cdot L_{\text{б}} \cdot C)^2 - B_{\text{п}}^2} \quad 1.11$$

де:  $d_{\text{в}}$  – діаметр колоди у верхньому торці, см;

$L_{\text{б}}$  – довжина колоди, м;

$C$  – збіг колоди, см/м, який приймається за довідковою літературою;

$V_{\pi}$  – відстань між двома середніми пилками в поставі, см, при наявності центральної пилки  $V_{\pi} = 0$ .

Поправочний коефіцієнт  $K_3$  враховується тільки при умові, коли його розрахункове значення більше одиниці. Коефіцієнт ущільнення стружки залежить від породи деревини. Якщо для сосни  $\alpha_{упл.с.} = 0,45[1]$ , то для твердих листяних порід коефіцієнт ущільнення буде:

$$\alpha_{упл.т} = \alpha_{упл.с} \cdot \frac{\rho_{т}}{\rho_{с}}, \quad 1.12$$

де  $\rho_{т}$  і  $\rho_{с}$  – щільність вологої деревини відповідно сосни та твердих листяних порід.

Щільність вологої(свіжозрубаної) деревини визначають за формулою:

$$\rho = \rho_0 \cdot (1 + 0,01 \cdot W) \cdot (1 - 0,3 \cdot K_0),$$

де  $\rho_0$  – щільність деревини в абсолютно сухому стані, кг/м<sup>3</sup>;

W – вологість свіжозрубаної деревини, %;

$K_0$  – коефіцієнт об'ємного усихання, %.

Щільність вологої деревини визначають за формулою:

$$\rho_{д} = 650 \cdot (1 + 0,01 \cdot 70) \cdot (1 - 0,3 \cdot 0,5) = 939 \text{ кг/м}^3, \text{ - для дуба;}$$

$$\rho_{б} = 650 \cdot (1 + 0,01 \cdot 64) \cdot (1 - 0,3 \cdot 0,56) = 887 \text{ кг/м}^3, \text{ - для бука;}$$

$$\rho_{с} = 450 \cdot (1 + 0,01 \cdot 88) \cdot (1 - 0,3 \cdot 0,51) = 716 \text{ кг/м}^3, \text{ - для сосни.}$$

Відповідно коефіцієнт ущільнення стружки буде

$$\alpha_{упл.д.} = 0,45 \cdot \frac{939}{716} = 0,59 \text{ - для дуба;}$$

$$\alpha_{упл.б.} = 0,45 \cdot \frac{887}{716} = 0,56 \text{ - для бука.}$$

Якщо підставити значення  $\alpha_{упл.}$  у формулу (1.9) та прийняти для якісного розпилу  $\alpha_{зап.} = 0,54$ , знайдемо

$$\tau = \frac{0,59}{0,54} = 1,09 \text{ - для дуба;}$$

$$\tau = \frac{0,56}{0,54} = 1,04 \text{ - для бука.}$$

В той час, коли для розпилювання сосни з отриманням пиломатеріалів 1-ї групи якості нормальним є  $\tau = \frac{0,45}{0,54} = 0,83$ .

Виходячи із формули (1.8) для одної і тої ж пилки, величина подачі на зуб для твердих порід деревини повинна бути нижча на 24...29% в порівнянні з величиною подачі на зуб для сосни, в зв'язку з підвищенням значення коефіцієнта напруженості  $\tau$ . Таким чином, стає очевидною необхідність підвищення площі западин пропорціонально підвищенню підвищенню коефіцієнта її напруженості.

Площа западин залежить від кроку зубів та приблизно визначається за виразом

$$t = \sqrt{\frac{S_z \cdot h_{max} \cdot \tau \cdot K_z}{Q}}$$

Розраховані за даною формулою значення кроку зубів для пиляння дуба(при  $\tau = 1,1$  і  $Q = 0,4$ ) в залежності від подачі на зуб, висоти пропилу та коефіцієнта форми западин зубів, приведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Розрахункові значення кроку зубів рамної пилки.

Подача на зуб, мм	Крок зубів при висоті пропилу, мм		
	150	550	950
0,2	9	17	35
0,4	13	24	49
0,6	16	30	60
0,8	18	35	69
1,0	20	39	77
1,2	22	43	85
1,4	24	46	92
1,6	26	49	98

Результати розрахунків показують, що для пиляння лісоматеріалів твердих листяних порід є необхідність застосовувати пилки з кроком зубів більше 40мм.

Величина посылки, яка характеризує продуктивність пилки, визначається за формулою  $\Delta = \frac{Q \cdot t \cdot H}{\tau \cdot (h_{max} - t) \cdot K_z}$ ,

з якого витікає, що при інших рівних умовах вона залежить від кроку зубів та коефіцієнта форми западин.

В результаті проведених аналітичних досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Коефіцієнт заповнення западин стружкою(тирсою) не залежить від породи деревини, але він не залежить від форми западин та радіуса заокруглення її дна.
2. Коефіцієнт ущільнення стружки залежить від породи деревини.
3. Величина подачі на зуб для твердих порід деревини повинна бути нижчою на 24...29% у порівнянні з величиною подачі на зуб для сосни.
4. Для пиляння лісоматеріалів твердих листяних порід необхідно використовувати рамні пилки з кроком більше 40мм.
5. Величина посылки при інших рівних умовах залежить від кроку зубів та коефіцієнта форми западин.

### Список літератури

1. Бершадський А.Л. Расчет режимов резания древесины/А.Л. Бершадский. – М.: Лесная промышленность, 1967. – 175с.
2. Богданов Е.А. Подготовка и эксплуатация рамных пил/ Е.А. Богданов, И.П. Остроумов. –М.: лесная промышленность, 1986. –160с.

## **Аннотация**

### **ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАМНЫХ ПИЛ НА ПРОЦЕСС РАСПИЛИВАНИЯ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ ТВЕРДЫХ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД**

З.С. Сирко, М.О. Белецкий

*Исследовано влияние параметров рамных пил на процесс распиливания лесоматериалов твердых лиственных пород. Установлено величины подачи на зуб в зависимости от породы распиливаемой древесины.*

## **Abstract**

### **INFLUENCE OF PARAMETERS FRAME SAWS ON PROCESS OF SAWING TIMBER OF HARDWOOD TREES.**

Z.S. Sirko, M.O. Beleckiy

*Influence of parameters frame saws on process of sawing timber of hardwood trees was considered. The sizes of serve on a tooth depending on the breed of sawn wood are studied.*