

Проведені дослідження дають змогу за коефіцієнтами витрати деревини і прийнятими технологічними операціями розробити основні нормативні показники у виробництві клееного бруса та сучасних столярних конструкцій, розрахувати потребу у вихідній сировині та виробничу потужність цеху (дільниці). Розроблені нормативи витрат деревини у виробництві сучасних та традиційних СВ дадуть змогу контролювати питання щодо раціонального та ефективного використання деревинної сировини, впровадити у виробництво науково обґрунтовані прогресивні норми.

### Література

1. Руководящие технико-экономические материалы по нормированию расхода сырья и материалов в производстве пиломатериалов / Г.И. Захарьин. – Архангельск : Изд-во ЦНИ-ИМОД, 1991. – 219 с.
2. Розробити науково-обґрунтовані нормативи витрат деревини у виробництві пиломатеріалів : звіт з НДР / НЛТУ України; кер. О.Б. Ференц. – Тема № 316 д-05. – Львів : Вид-во НЛТУ України, 2005. – 73 с.
3. Розробити науково-обґрунтовані нормативи витрат деревини у виробництві столярно-будівельних виробів : звіт з НДР / НЛТУ України; кер. О.Б. Ференц. – Тема № 08.24-10-06. – Львів : Вид-во НЛТУ України, 2006. – 144 с.

### Стадник М.М., Ференц О.Б. Ресурсоохороняющие технологии эффективного использования древесины в деревообрабатывающем производстве

Уточнены существующие и разработаны научно-обоснованные нормативы расхода древесины хвойных и лиственных пород в производстве пиломатериалов с использованием ленточнопильного оборудования. Рассмотрены вопросы нормирования расхода сырья в производстве трехслойного клееного бруса и столярных изделий.

**Ключевые слова:** пиловочные бревна, оборудование, пиломатериалы, клееный брус, нормативы.

### Stadnyk M.M., Ferents O.B. The resource-saving technology for effective timber at woodworking industry

The scientifically-substantiated norms of charges the timber of coniferous and foliage species for producing lumbers with using dand-pollen equipments are determined. Some problems of charges the timber for producing three-layered glued squared beam and finish are discussed.

**Keywords:** pollen logs, equipments, lumbers, glued squared beam, norms.

УДК 674.05

Проф. В.Р. Пасіка, д-р техн. наук –  
Українська академія друкарства

### УДОСКОНАЛЕННЯ ГОЛОВНОГО МЕХАНІЗМУ ЛІСОПИЛЬНИХ РАМ

Розглянуто удосконалений головний механізм лісопильних рам. Показано, що змінюючи програмовано довжину кривошипа можна забезпечити повне зрівноваження інерційних навантажень на пильну рамку і отримати у середині кінематичного циклу ділянку із квазісталою швидкістю. Удосконалений механізм додатково містить не менше двох пружин, які розміщені по обидва боки від пильної рамки перпендикулярно до її руху. Це дасть змогу підвищити продуктивність і покращити якість пропилу.

Лісопильні рами – традиційний і найбільш розповсюджений тип обладнання на теренах СНД. Тут є кваліфіковані кадри з експлуатації і вироб-

ництва лісопильних рам. Невисока вартість забезпечується добре відпрацьованим і оптимізованим виробництвом. Подача колод торець в торець забезпечує високу продуктивність. Однак лісопильні рами мають вади, усунення яких дасть змогу збільшити продуктивність і якість пропилу.

Головним механізмом лісопильних рам є кривошипно-повзунний механізм (КПМ), з повзуном якого жорстко з'єднана пильна рамка. Кінематичні характеристики КПМ такі, що у крайніх положеннях механізму на повзун діє стрибок пришвидшення (м'який удар), що викликає появу сил інерції, які за своєю величиною можуть досягати великих значень. Це призводить до збільшення металомісткості головного механізму, потужності приводу, додаткового навантаження на обертальні кінематичні пари, зменшення продуктивності лісопильної рами. До того ж, маса пильної рами створює жорсткі умови частоті обертання кривошипа, що не дає змогу наблизитись до оптимальної для сирової деревини швидкості різання (40-50 м/с) [1]. Розповсюджені лісопильні рами через істотні інерційні навантаження потребують великих за масою фундаментів. Якість пропилу і зношення зубів пилки залежать від рівномірності швидкості пропилу, а за відомого приводу ці характеристики не можна вважати задовільними, оскільки КПМ не забезпечує сталої швидкості руху повзуна.

Пропонуємо шляхи вдосконалення лісопильних рам з метою збільшення продуктивності та покращання якості пропилу. Для прикладу розглянемо двоповерхову лісопильну раму 2Р75-1(2), яка випускається у Росії.

У лісопильних рамах цього типу параметри КПМ такі:  $n_{кр} = 325 \text{ хв}^{-1}$ ,  $l_1 = 0,3 \text{ м}$ ,  $l_2 = 2 \text{ м}$ ,  $m_{ш} \approx 250 \text{ кг}$ ,  $m_{п} \approx 500 \text{ кг}$ . Максимальне пришвидшення повзуна обчислюємо за виразами [2]  $a_{п} = \omega_{кр}^2 l_1 (1 + l_1 / l_2) \approx 400 \text{ м/с}^2$ , а силу інерції мас, зведених до повзуна, – за виразом  $F_{Si} = m_{зв} a_{п} = (m_{п} + 0,5 m_{ш}) a_{п} \approx 250 \text{ кН}$ .

Для зрівноваження незрівноваженої маси повзуна (пильної рамки) використовуємо комбінований кривошипно-повзунний механізм зі змінною довжиною умовного кривошипа, що забезпечується нерухомим кулачком [3].

Принципову схему такого механізму наведено на рис. 1. Застосування комбінованого КПМ зі змінною довжиною кривошипа і зрівноважувальною системою дає змогу зрівноважити незрівноважену масу повзуна й одночасно отримати ділянку сталої швидкості у середині кінематичного циклу. Якщо врахувати, що сила різання для таких рам становить приблизно біля 10000 Н, то навантаження на пильну раму на робочому ході становитиме  $F_{рама} = F_{різ} - m_{зв} g = 3750 \text{ Н}$ , а на холостому –  $F_{рама х} = m_{зв} g = 6250 \text{ Н}$ . Удосконалений головний механізм лісопильних рам внаслідок таких навантажень можна буде проектувати без холостих ходів, що вдвічі підвищить продуктивність, без збільшення частоти обертання кривошипа. При цьому навантаження на пильну раму зменшиться приблизно у 40 разів.

Удосконалений механізм працює таким чином. У середньому положення ходу повзуна до нього перпендикулярно до напрямної кріпляться з обох боків пружини. У такому випадку сили інерції повзуна завжди будуть

діяти у протифазі до сил пружності пружин. Якщо  $F_{S_n}$  – сила інерції, яка діє на повзун, а  $F_d$  – додаткова сила, яка діє на повзун з боку пружин, то для зрівноваження повзуна необхідно, щоб у кожному положенні повзуна зберігалась рівність  $\vec{F}_{S_n} = -\vec{F}_d$ . Оскільки сила інерції повзуна  $F_{S_n} = m_{зв}\ddot{x}$ , а додаткова сила  $F_d = c_{зв} \cdot x \left(1 - \frac{b}{\sqrt{b^2 + x^2}}\right)$ , то, прирівнявши їх, отримуємо диференціальне рівняння II порядку відносно синтезуючого закону руху повзуна, при якому сили інерції повзуна зрівноважуватимуться силами пружності пружин

$$\ddot{x} + \frac{c_{зв}}{m_{зв}} \cdot x \left(1 - \frac{k_b S}{\sqrt{(k_b S)^2 + x^2}}\right) = 0, \quad (1)$$

де:  $k_b = b/S$ ,  $S$  – хід повзуна,  $b$  – довжина пружини у недеформованому стані.

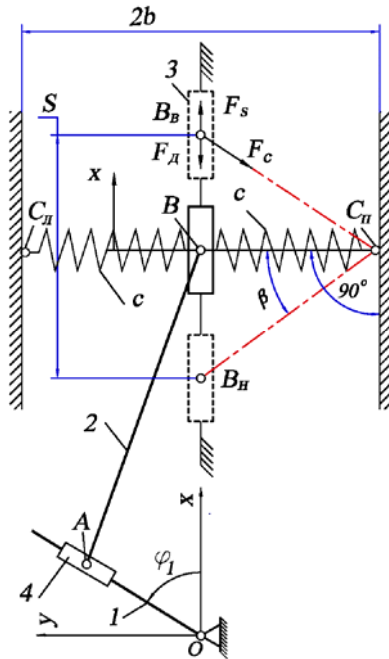


Рис. 1. Структурна схема головного механізму лісопилної рами

Отримане рівняння нелінійне, тому розв'язуємо його числовим методом, подавши у формі Коші

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= x_2, \\ \frac{dx_2}{dt} &= -\frac{c}{m} x_1 \left(1 - \frac{k_b S}{\sqrt{(k_b S)^2 + x_1^2}}\right) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

з початковими умовами: при  $t=0 \rightarrow x_1 = S/2, x_2 = 0$ . Розв'язок системи (2) дає нам необхідний закон руху повзуна  $x_1(t)$ , при якому сили інерції, які діють на повзун, повністю зрівноважуватимуться силою пружності пружин. На рис. 2 наведено кінематичні характеристики синтезованого закону руху повзуна для лісопилної рами 2Р75-1(2), при якому зведена маса повзуна  $m_{зв}$  буде зрівноважена.

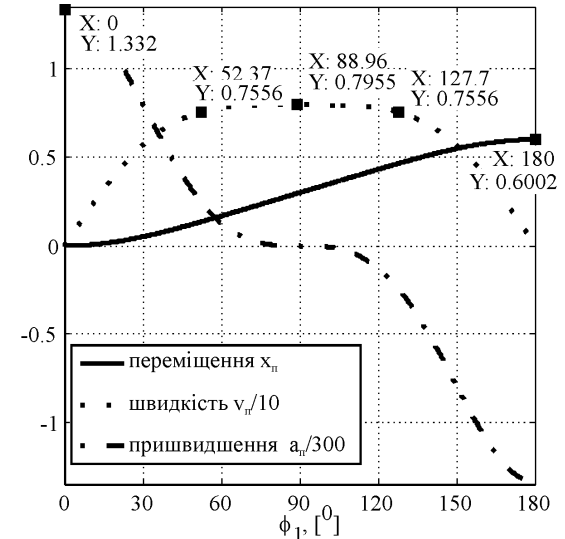


Рис. 2. Кінематичні характеристики синтезованого закону руху повзуна

Варто зауважити, що на кутах повороту кривошипа  $\phi_1 = 52,37^\circ - 127,7^\circ$  (рис. 2) швидкість є сталою у межах 5% похибки, що позитивно вплине на якість пропилу і довговічність пил. Отримати такі характеристики за допомогою вихідних КІМ зі сталою геометрією неможливо. Щоб забезпечити рух повзуна за синтезованим законом, необхідно, щоб радіус кривошипа не був сталим, а змінювався відповідно до залежності [4]

$$r_{OA} = x_1 \cos(\phi_1) - \text{sign}(\phi_n - \phi_1) \sqrt{x_1^2(\phi_n) \cdot \sin^2(\phi_n) - x_1^2 \sin^2(\phi_1)},$$

де  $\phi_n$  – кут нахилу кривошипа в момент, коли кривошип і шатун займають взаємно перпендикулярне положення.

На рис. 3 наведено синтезовану траєкторію кінця кривошипа точки А. У верхньому положенні повзуна довжина кривошипа становить  $r_0 = 0,284$  м, а в нижньому –  $r_{180} = 0,3162$  м. При цьому довжина шатуну змінилася і стала  $l_{2c} = 2,016$  м. Найменшу довжину кривошип займає у горизонтальних положеннях. Аналізуючи візуально отриману криву, як профіль нерухомого кулачка, бачимо, що кути тиску не будуть перевищувати  $\pm 20^\circ$ , що є досить добре. Зведену жорсткість усіх пружин  $c_{зв}$  визначаємо з умови рівності сили інерції повзуна  $F_{S_n}$  і сили пружності пружин  $F_d$ , зведених до напрямку руху повзуна у крайньому положенні

$$c_{36} = m_{36} \omega_1^2 l_1 (1 + l_1 / l_2) \frac{2\sqrt{k_b^2 + 0,25}}{S(\sqrt{k_b^2 + 0,25} - k_b)} \quad (3)$$

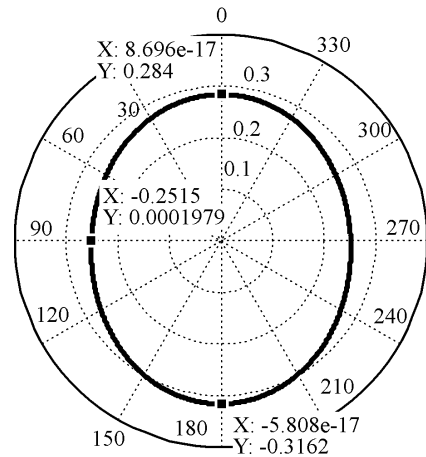


Рис. 3. Синтезована траєкторія кінця кривошипа (теоретичний профіль кулачка)

Отже, теоретичні дослідження показують, що застосування КПМ зі змінною довжиною кривошипа до двоповерхових рам (і не тільки) є можливим і перспективним, оскільки це приведе до збільшення продуктивності, зменшення металомісткості механізму і фундаменту під ним, покращить якість пропилу і збільшить термін придатності пил. Більш конкретну відповідь можна буде дати після проведення додаткових досліджень.

### Література

1. Бревнопильное оборудование. Сравнительный анализ типов. [Электронный ресурс]. – Доступный с [http://www.ecodrev.ru/Articles/Compare\\_logsaw.html](http://www.ecodrev.ru/Articles/Compare_logsaw.html)
2. Пасіка В.Р. Кінематика важільних механізмів з групами Ассура I і II видів / В.Р. Пасіка // Наукові записки. – 2001. – Вип. 3. – С. 12-16.
3. Пасіка В.Р. Зрівноваження сил інерції повзуна в комбінованих кривошипно-повзунних механізмах / В.Р. Пасіка // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля : зб. наук. праць. – 2003. – № 12(70). – С. 72-79.
4. Пасіка В.Р. Геометричний синтез кривошипно-повзунних механізмів за заданим переміщенням повзуна / В.Р. Пасіка, О.М. Полюдов // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2002. – Вип. 12.8. – С. 174-179.

### Пасіка В.Р. Усовершенствование главного механизма лесопильных рам

Рассмотрен усовершенствованный главный механизм лесопильных рам. Показано, что программно изменение длины кривошипа можно достичь полного уравновешивания инерционных нагрузок на пильной рамке и получить в середине кинематического цикла участок квазиуравновешенности. Усовершенствованный механизм дополнительно включает не менее двух пружин, которые размещены по обе стороны ползуна перпендикулярно к его движению. Это даст возможность повысить производительность и улучшить качество пропила.

### Pasika V.R. The improved main mechanism of the gang-saws

The improved main mechanism of the gang-saws is examined. We changed the crank's length, after that we balanced the inertial loading on the slide-block and get permanent speed in the middle of cycle kinematic. The improved mechanism additionally contains minimum two springs which place to both sides of slide-block athwart to his motion. It will give an opportunity to increase the productivity and improve quality of saw.

УДК 674.093.02

Доц. Л.Н. Горбачова<sup>1</sup>, канд. техн. наук;  
проф. А.С. Куцик<sup>2</sup>, д-р техн. наук; аспір. Л.В. Хмарик<sup>1</sup>

### ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПИЛОВОЇ СИРОВИНИ В ДЕРЕВ'ЯНОМУ ДОМОБУДУВАННІ

Досліджено питання раціонального використання пиловних колод у виробництві будинків з масивної деревини. У собівартості малоповерхових дерев'яних будинків питома вага пилової сировини становить близько 65 %, тому зниження витрат пиловника під час виробництва цієї продукції є актуальним питанням.

**Ключові слова:** пиловна сировина, пилопродукція, дерев'яні конструкційні елементи, оциліндрована колода, дерев'яні будинки, каркасно-панельні будинки.

Сучасний стан українського будівельного ринку характеризується зростанням споживання матеріалів з деревини для потреб промислово-цивільного будівництва, зокрема малоповерхового дерев'яного домобудування; у всі часи техніко-економічна доцільність дерев'яного будівництва в Україні з її значними лісовими запасами не становила сумнівів. З давніх часів в будівництві застосовували дерев'яні споруди оборонного, громадського, господарського, житлового та іншого призначення, які свідчать про широкі можливості деревини як конструктивного матеріалу, що має необхідний ступінь експлуатаційної надійності і довговічності. Хороші механічні, теплоізоляційні та гігієнічні властивості дають змогу деревині виконувати як несучі, так і огорожувальні функції.

Основною конструктивною формою споруд з колоди і бруса є зруб, який виконують з горизонтально розташованих вінців (з колод, брусів), з'єднаних між собою монтажним пазом, врубками, нагелями і іншими видами з'єднань, проте дерев'яне малоповерхове житлове будівництво залишається поки деревини містким видом продукції. У собівартості малоповерхових дерев'яних будинків питома вага пилової сировини становить близько 65 %, причому основним матеріалом для виготовлення малоповерхових будинків продовжує залишатися високоякісна деревина. З іншого боку, особливістю сучасного стану сировинної бази деревообробних підприємств є істотне зниження запасів якісної деревини і збільшення частки малоцінної деревини з невисокими споживчими властивостями. Тому особливої актуальності на сучасному етапі набуває зниження собівартості продукції з деревини за рахунок зменшення витрати пиловника під час виробництва дерев'яних будинків. Зниження вартості кожного квадратного метра малоповерхових житлових бу-

<sup>1</sup> НЛТУ України, м. Львів;

<sup>2</sup> НУ "Львівська політехніка"