

бревен со сложной кривизной, с учетом своеобразной геометрической интерпретации.

Таким образом, математическое и программное обеспечение с использованием сплайн-функции позволяет моделировать и производить имитацию раскря хлыстов, бревен, брусьев и необрезных досок, обладающих любыми произвольными пороками формы. Это обеспечение может лежать в основе автоматизированных систем индивидуальной оптимизации раскря такого сырья с высокой точностью.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бронштейн И. Н., Семендяев К. А. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВУЗов.— М.: Наука, 1980.— 976 с. [2]. Елсаков С. Г., Калитеевский Р. Е. О раскря пиловочных бревен неправильной формы // Изв. вузов. Лесн. журн.— 1990.— № 2.— С. 60—68. [3]. Захаров В. К. Лесная таксация.— М.: Высш. школа, 1961.— 357 с. [4]. Копейкин А. М. Математическое моделирование и автоматизация управления операцией обрезки пиломатериалов: Автореф. дис. . . канд. техн. наук.— Минск; 1971.— 23 с. [5]. Менделеев Д. И. Работы по сельскому хозяйству и лесоводству.— М.: Изд. АН СССР, 1954.— 240 с. [6]. Петровский В. С. Автоматическая оптимизация раскря древесных стволов.— М.: Лесн. пром-сть, 1970.— 183 с. [7]. Пижурин А. А., Розенблит М. С. Основы моделирования и оптимизации процессов деревообработки.— М.: Лесн. пром-сть, 1988.— 294 с. [8]. Сухов И. Е. Раскря хлыстов и сортировка пиловочника на лесопильных предприятиях с целью увеличения выхода пиломатериалов: Автореф. дис. . . канд. техн. наук.— Л., 1986.— 20 с.

Поступила 20 февраля 1990 г.

УДК 621.933.6

ПРИМЕНЕНИЕ КРИВОШИПНО-КУЛИСНОГО МЕХАНИЗМА В КАЧЕСТВЕ МЕХАНИЗМА СОГЛАСОВАНИЯ СКОРОСТЕЙ РЕЗАНИЯ И ПОДАЧИ ЛЕСОПИЛЬНОЙ РАМЫ

Г. Ф. ПРОКОФЬЕВ, Ю. А. ВАРФОЛОМЕЕВ

Архангельский лесотехнический институт

Шероховатость поверхности пиломатериалов, получаемых на лесопильных рамах, в значительной степени определяется величиной подачи на зуб U_z рамной пилы. На двухэтажных лесопильных рамах, применяемых в промышленности, подача распиливаемого материала задается равномерной и непрерывной. Пилы совершают возвратно-поступательное движение. Использование такой кинетики приводит к неравномерности подачи на зуб при рабочем ходе и скоблению зубьями дна пропила при холостом ходе. В конце рабочего хода пил подача на зуб возрастает и до двух раз превышает среднюю расчетную. Качество пиломатериалов по шероховатости получается низким; на пилы действуют пиковые силы, превышающие средние в 5—8 раз; характерна низкая надежность пил и захватов, интенсивное затупление зубьев пил. Для выравнивания подачи на зуб может быть использован кривошипно-кулисный механизм с вращающейся кулисой, встроенный в механизм подачи [1].

Схема механизма непрерывно-переменной подачи лесопильной рамы приведена на рис. 1. Кривошип кривошипно-кулисного механизма 1 с вращающейся кулисой жестко связан с кривошипом коленчатого вала. При равномерном вращении кривошипа угловая скорость кулисы — переменная, так как ось ее вращения смещена относительно оси вращения кривошипа. От механизма 1 движение через передачи 2, 4 и вариант 3 (или коробку скоростей) передается на подающие вальцы 5.

Перемещение распиливаемого материала S без учета проскальзывания в вальцах определяли по формуле

$$S = \frac{\varphi_k d_B}{2i}, \quad (1)$$

где φ_k — угол поворота кулисы, рад;
 d_B — диаметр подающих вальцов, мм;
 i — передаточное отношение механизмов, расположенных между кулисой и вальцами.

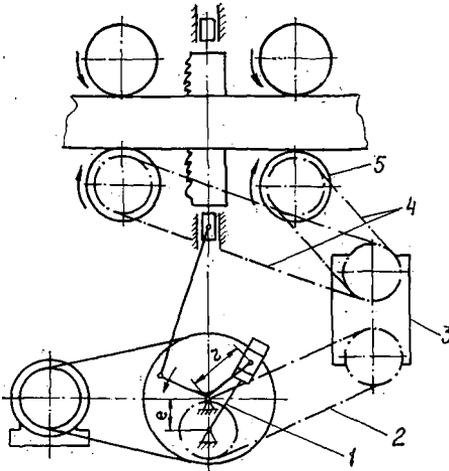


Рис. 1.

Угол поворота кулисы [3]

$$\varphi_k = \operatorname{arctg} \left(\frac{\sin \gamma}{\lambda_k + \cos \gamma} \right). \quad (2)$$

Здесь $\gamma = \alpha + \beta$ — угол поворота кривошипа кривошипно-кулисного механизма, рад;
 α — угол поворота кривошипа механизма резания, рад;
 β — угол смещения кривошипа кривошипно-кулисного механизма по отношению к кривошипу механизма резания, рад;

$\lambda_k = \frac{e}{r}$ — параметр кривошипно-кулисного механизма;

e — расстояние между осями кривошипа и кулисы, мм;

r — радиус кривошипа, мм.

Для вращающейся кулисы $\lambda_k < 1$, т. е. $e < r$.

Подставив значение φ_k в формулу (1), имеем:

$$S = \frac{d_B}{2i} \operatorname{arctg} \left(\frac{\sin \gamma}{\lambda_k + \cos \gamma} \right). \quad (3)$$

Для расчета изменения подачи на зуб U_z (при перемещении пил из верхней мертвой точки в нижнюю), максимальной подачи на зуб $U_{z \max}$ и величины внедрения зубьев пил в древесину при холостом ходе используем методические положения, изложенные в работе [2].

Рассмотрим два смежных зуба рамной пилы, установленной под углом Θ (угол уклона пилы). Угол, на который необходимо повернуть кривошип коленчатого вала лесопильной рамы, чтобы первый зуб переместился на величину y :

$$\alpha_1 = \arccos \frac{R - y}{R}. \quad (4)$$

Угол, на который необходимо повернуть кривошип коленчатого вала рамы, чтобы второй зуб был на уровне первого:

$$\alpha_2 = \arccos \frac{R - y + t \cos \theta}{R}. \quad (5)$$

Перемещение распиливаемого материала при повороте кривошипа на угол α_1

$$S_1 = \frac{d_B}{2i} \operatorname{arctg} \left[\frac{\sin(\alpha_1 + \beta)}{\lambda_K + \cos(\alpha_1 + \beta)} \right]. \quad (6)$$

Перемещение при повороте кривошипа на угол α_2

$$S_2 = \frac{d_B}{2i} \operatorname{arctg} \left[\frac{\sin(\alpha_2 + \beta)}{\lambda_K + \cos(\alpha_2 + \beta)} \right]. \quad (7)$$

Подача на зуб

$$U_z = S_1 - S_2 + t \sin \theta. \quad (8)$$

Учитывая, что

$$\frac{d_B}{2i} = \frac{U_{zcp} R}{\pi t} = \frac{\Delta}{2\pi} \quad \text{и} \quad \sin \theta = \frac{y}{2R},$$

и подставив значения S_1 и S_2 в уравнение (8), имеем:

$$U_z = \frac{\Delta}{2\pi} \left\{ \operatorname{arctg} \left[\frac{\sin(\alpha_1 + \beta)}{\lambda_K + \cos(\alpha_1 + \beta)} \right] - \operatorname{arctg} \left[\frac{\sin(\alpha_2 + \beta)}{\lambda_K + \cos(\alpha_2 + \beta)} \right] \right\} + \frac{t y}{2R}, \quad (9)$$

где Δ — подача распиливаемого материала за один оборот коленчатого вала лесопильной рамы (посылки), мм;

R — радиус кривошипа коленчатого вала рамы, мм;

t — шаг зубьев рамной пилы, мм;

y — уклон пилы, мм;

$$\alpha_1 = \arccos \frac{R - y}{R}; \quad \alpha_2 = \arccos \frac{R - y + t}{R}.$$

Здесь принято $\cos \theta \approx 1$.

Наибольший эффект от кривошипно-кулисного механизма может быть получен при $\beta = \frac{\pi}{2}$.

На рис. 2 приведены графики, показывающие изменение подачи на зуб U_z за рабочий ход пилы. При расчетах по формуле (9) принято $U_{zcp} = 2$ мм, $R = 300$ мм, $t = 26$ мм, λ_K равно 0; 0,3; 0,4 и 0,5.

Расчеты показали, что наибольшие значения U_{zmax} имеют место при $y = 26$ мм и $y = 600$ мм. При $\lambda_K = 0$ $U_{zmax} = 4,08$ мм; при $\lambda_K = 0,5$ $U_{zmax} = 3,37$ мм, т. е. при непрерывно-постоянной подаче ($\lambda_K = 0$) максимальная подача на зуб на 20 % больше, чем при использовании кривошипно-кулисного механизма ($\lambda_K = 0,5$).

Необходимый уклон пил равен величине перемещения распиливаемого материала за время холостого хода, которому соответствует угол поворота α кривошипа механизма резания от π до 2π . Уклон пил определяли по формуле

$$y = S_{x.x} = \frac{\Delta}{2\pi} \left[\operatorname{arctg} \left(\frac{\sin 1,5\pi}{\lambda_K + \cos 1,5\pi} \right) - \operatorname{arctg} \left(\frac{\sin 2,5\pi}{\lambda_K + \cos 2,5\pi} \right) \right]$$

или

$$y = \frac{\Delta}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{1}{\lambda_K}. \quad (10)$$

При $\lambda_k = 0; 0,3; 0,4$ и $0,5$ необходимый уклон U соответственно равен $0,5 \Delta; 0,407 \Delta; 0,379 \Delta$ и $0,352 \Delta$.

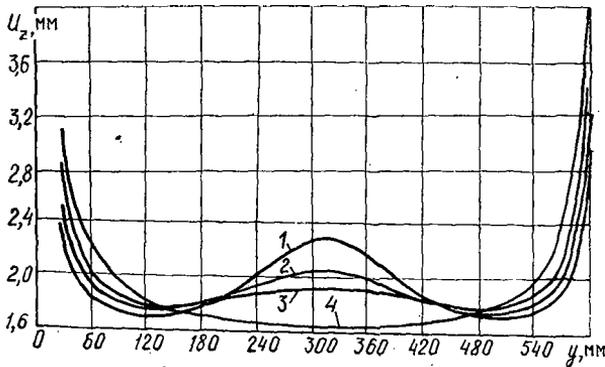


Рис. 2. Изменение подачи на зуб за рабочий ход рамной пилы ($H = 2R = 600$ мм; $U_{z \text{ ср}} = 2$ мм; $t = 26$ мм) при следующих параметрах кривошипно-кулисного механизма: 1 — $\lambda_k = 0,5$; 2 — $0,4$; 3 — $0,3$; 4 — 0

Уравнение подачи на зуб при холостом ходе пил имеет вид

$$U_z = \frac{\Delta}{2\pi} \left\{ \operatorname{arctg} \left[\frac{\sin(\alpha_1 + \beta)}{\lambda_k + \cos(\alpha_1 + \beta)} \right] - \operatorname{arctg} \left[\frac{\sin(\alpha_2 + \beta)}{\lambda_k + \cos(\alpha_2 + \beta)} \right] \right\} - \frac{tY}{2R}. \quad (11)$$

В нижнем положении пил ($y = 2R$) происходит наибольшее вдавливание зубьев пил в древесину. При $R = 300$ мм, $U_{z \text{ ср}} = 2$ мм, $t = 26$ мм, $y = 2R = 600$ мм и $\lambda_k = 0; 0,3; 0,4$ и $0,5$ $U_{z \text{ ск}} = 2,08; 1,88; 1,76$ и $1,63$ мм соответственно.

Определим силы инерции, возникающие при использовании кривошипно-кулисного механизма в качестве механизма согласования скоростей резания и подачи. Уравнение перемещения распиливаемого материала

$$S = \frac{\Delta}{2\pi} \operatorname{arctg} \left(\frac{\sin \gamma}{\lambda_k + \cos \gamma} \right). \quad (12)$$

Скорость движения распиливаемого материала

$$v = \frac{dS}{dt} = \frac{\Delta}{2\pi} \frac{(1 + \lambda_k \cos \gamma) \omega}{(1 + 2\lambda_k \cos \gamma + \lambda_k^2)}. \quad (13)$$

Ускорение распиливаемого материала

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{\Delta}{2\pi} \frac{\lambda_k (1 - \lambda_k^2) \sin \gamma \cdot \omega^2}{(1 + 2\lambda_k \cos \gamma + \lambda_k^2)^2}, \quad (14)$$

где ω — угловая скорость кривошипов механизмов резания и подачи, рад/с,

Максимальные ускорения определяли при $\frac{da}{dt} = 0$.

Углы поворота кривошипа кривошипно-кулисного механизма, при которых a_{max} ,

$$\gamma = \arccos \frac{1 + \lambda_k^2 \pm \sqrt{1 + 34\lambda_k^2 + \lambda_k^4}}{4\lambda_k}. \quad (15)$$

Значения углов γ , α и максимальных сил инерции при разных параметрах кривошипно-кулисного механизма:

$\lambda_k = 0,3$; $\gamma_1 = 140,2^\circ$; $\alpha_1 = 50,2^\circ$; $\gamma_2 = 219,8^\circ$; $\alpha_2 = 129,8^\circ$; $a_{1\max} = 3,64 \text{ м/с}^2$; $a_{2\max} = -3,64 \text{ м/с}^2$; $\lambda_k = 0,4$; $\gamma_1 = 150^\circ$; $\alpha_1 = 60^\circ$; $\gamma_2 = 210^\circ$; $\alpha_2 = 120^\circ$; $a_{1\max} = 7,46 \text{ м/с}^2$; $a_{2\max} = -7,46 \text{ м/с}^2$; $\lambda_k = 0,5$; $\gamma_1 = 157^\circ$; $\alpha_1 = 67^\circ$; $\gamma_2 = 202,9^\circ$; $\alpha_2 = 112,9^\circ$; $a_{1\max} = 11,1 \text{ м/с}^2$; $a_{2\max} = 11,1 \text{ м/с}^2$.

Максимальные силы инерции, действующие на вальцы механизма подачи,

$$P_{и\max} = ma_{\max},$$

где m — масса перемещаемого подающими вальцами материала, кг.

Так, на лесопильной раме второго ряда при массе бруса $m = 300 \text{ кг}$ и $a_{\max} = 11,1 \text{ м/с}^2$ ($\lambda_k = 0,5$) $P_{и\max} = 3330 \text{ Н}$.

Аналогичные расчеты можно выполнить и для других конструкций механизмов согласования скоростей резания и подачи.

Выводы

1. Применение кривошипно-кулисного механизма в качестве механизма согласования скоростей резания и подачи лесопильной рамы позволяет на 20 % (при $\lambda_k = 0,5$) уменьшить максимальную подачу на зуб при рабочем ходе пил и на 22 % уменьшить глубину вдавливания зубьев (скобление) в древесину при холостом ходе пил.

2. Уклон пил должен соответствовать параметру кривошипно-кулисного механизма; при $\lambda_k = 0; 0,3; 0,4$ и $0,5$ $U = 0,5\Delta; 0,407\Delta; 0,379\Delta$ и $0,352\Delta$ соответственно.

3. Максимальные ускорения распиливаемого материала ($a_{\max} = 11,1 \text{ м/с}^2$) действуют при смещении кривошипа кулисного механизма по отношению к кривошипу механизма резания $\beta = 90^\circ$ и углах поворота кривошипа механизма резания $\gamma_1 = 157^\circ$ и $\gamma_2 = 202,9^\circ$. Полученные данные позволяют определить максимальные силы инерции, действующие на механизм подачи.

4. Использование кривошипно-кулисного механизма в качестве механизма согласования скоростей резания и подачи лесопильной рамы позволяет увеличить подачу с ограничением по шероховатости пило-материалов на 15...20 % и снизить пиковые силы резания.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 697318 СССР, М. Кл. В 27 В 3/10. Механизм непрерывно-переменной подачи лесопильной рамы / Г. Ф. Прокофьев.— № 2610746/29-12; Опубл. 20.11.79 // Открытия. Изобрет.— 1979.— № 42. [2]. Батин Н. А. О кинематике лесопильных рам // Механ. обработка древесины.— 1939.— № 2.— С. 49—53. [3]. Кожевников С. Н. Теория механизмов и машин.— 3-е изд., испр. и доп.— М.: Машиностроение, 1969.— 583 с.

Поступила 23 июня 1989 г.

УДК 674.053 : 621.933.6 (083.75).

О ПЕРЕСМОТРЕ СТАНДАРТА НА МЕЖПИЛЬНЫЕ ПРОКЛАДКИ ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ЛЕСОПИЛЬНЫХ РАМ

Н. И. КОВЗУН

ЦНИИМОД

В настоящее время отраслевой стандарт [4] отменен. Вместо него с 01.01.90 введены технические условия того же названия [6]. В основу