

$$F_B = F \sin \gamma = Nf \sin \gamma, \quad (3)$$

где γ — угол наклона зубьев к поверхности почвы.

Пренебрегая при некотором допущении силой q , ввиду ее незначительной величины, и решая совместно выражения (1)–(3), находим значение угла:

$$\gamma \leq \arctg \frac{1}{f}, \quad (4)$$

обеспечивающего движение сучьев по зубьям вверх.

Второе движение — заворачивание слоя сучьев — можно достичь приданием верхней части зубьев также вида прямой BC , расположенной под углом α к поверхности почвы.

Значение угла α можно определить исходя из следующих соображений. При движении зубьев слой сучьев, достигнув прямой BC , сначала под действием сил инерции скользит по ней, а затем под действием сил тяжести падает вниз. Следовательно, этот процесс также можно разделить на два движения — первоначальный подъем сучьев по прямой BC и последующее их падение. Рассматривая прямую BC как прямую AB и проводя аналогичные исследования воздействия прямой BC на сучья, находим, что подъем слоя сучьев по прямой BC возможен при значении угла $\gamma_1 \leq \gamma$ (рис. 2). Зная величины углов γ и γ_1 , согласно рис. 2, имеем:

$$\alpha \leq \gamma_1 + \gamma$$

или при $\gamma_1 = \gamma$

$$\alpha = 2\gamma. \quad (5)$$

Полученная форма собирающих зубьев, состоящая из двух рычагов — AB и BC (рис. 3), обеспечивает возможность движения сучьев при их сборе способом свертывания и сокращает трудоемкость изготовления зубьев (прямые рычаги AB и BC можно делать из профильного материала — швеллера, двутавра, труб и др.). Все это дает значительный экономический эффект.

Формулы (4) и (5) пригодны для рабочих органов машин, производящих сбор другого материала (например грунта, сена, соломы и др.), с заменой коэффициента трения сучьев о зубья на коэффициент трения материала о рабочий орган.

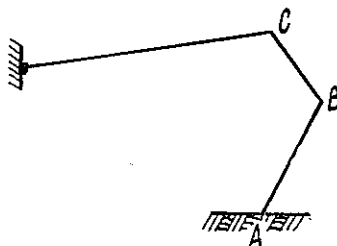


Рис. 3. Рациональная форма собирающих зубьев.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 1050607 (СССР). Устройство для сбора лесосечных отходов/ Ю. Ф. Кичкин.— Оpubл. в Б. И., 1983, № 40. [2]. Виногоров Г. К. Очистка лесосек в современном аспекте.— Тр./ЦНИИМЭ, 1969, № 96, с. 3—38. [3]. Желтов Е. М. Исследование рабочих органов машин для очистки лесосек. Дис. . . канд. техн. наук.— М., 1965.— 166 с.

УДК 674.05

УСИЛИЯ НА НОЖАХ ТОРЦОВО-КОНИЧЕСКИХ ФРЕЗ ДЛЯ ОКАНТОВКИ БРЕВЕН

Н. И. ТИМОФЕЕВ

Таджикский сельскохозяйственный институт

При фрезеровании бревен с получением одновременно технологической щепы рядом с многоножевыми торцовыми фрезами с короткими двухлезвийными ножами [1] применяют также малоножевые торцово-конические фрезы с ножами, имеющими основное наклонное лезвие, рубящее щепу, и короткое зачистное, формирующее пластль бруса.

Схема обработки бревен такими фрезами изображена на рисунке. Здесь процесс образования элементов щепы при фрезеровании аналогичен процессу в барабанных рубильных машинах при подаче измельчаемого материала под острым углом к оси барабана. Специфичны только условия среза щепы участком ножа в области, грани-

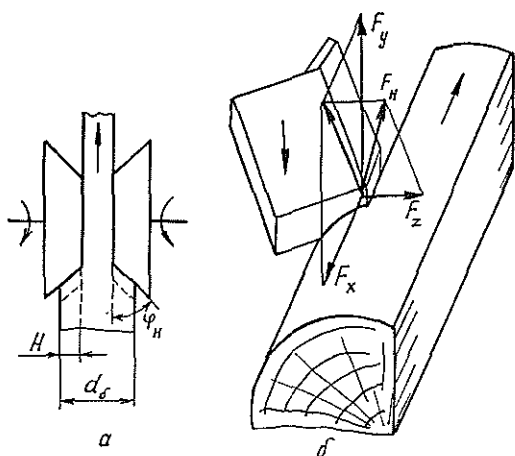


Схема торцово-конического фрезерования бревен мало-ножевыми фрезами.

a — обработка двухкантного бруса; *b* — схема сил на ноже фрезы.

чащей с зачистным лезвием. Передняя грань этого лезвия воздействует на отрезаемый слой древесины в направлении, перпендикулярном оси бревна, в то время как усилия со стороны основного лезвия направлены вдоль оси. Особенность деформирования срезаемого слоя, обусловленная одновременным действием двух лезвий, проявляется только при измельчении слоя древесины относительно малой толщины (при подаче на нож 15...20 мм толщина слоя H до 10 мм), когда стружка срезается в виде ленточки. С ростом толщины измельчаемого слоя влияние на процесс стружкообразования зачистного лезвия уменьшается и элементы щепы образуются скалыванием или расслоением. При расчетах величину усилия на ноже условно можно принимать пропорциональной длине его режущей части. Тогда касательное усилие на ноже

$$F_t = p_{уд} l_p \quad (1)$$

где $p_{уд}$ — удельная сила резания, Н/мм;
 l_p — длина режущей части ножа, мм;

$$l_p = \frac{H}{\sin \varphi_n}.$$

Здесь H — толщина измельчаемого слоя, мм;
 φ_n — угол наклона ножа.

Удельная сила резания

$$p_{уд} = \left(20 + \frac{100}{l_p} \right) K_l K_\psi K_\phi K_\delta K_\alpha K_w K_p K_n, \quad (2)$$

где K_l, K_ψ, \dots, K_n — поправочные коэффициенты, учитывающие влияние режимных факторов фрезерования на усилие резания.

Значения коэффициентов были определены экспериментально на лабораторной установке для следующих условий: длина щепы, равная величине подачи на нож, $l_{щ} = U_z$ — от 5 до 25 мм; угол встречи ψ — от 30 до 100°; угол наклона ножа φ_n — от 20 до 50°; угол резания на основном лезвии δ_n — от 30 до 50°; задний угол резания α_n — от 2 до 10°; влажность древесины W — от 15 до 80 %; порода древесины — сосна, ель, береза.

Углы резания δ_c и α_c на зачистном лезвии взаимосвязаны с углами основного лезвия зависимостями

$$\delta_c = \arctg (\tg \delta_n \cos \varphi_n); \quad (3)$$

$$\alpha_c = \arctg (\tg \alpha_n \cos \varphi_n). \quad (4)$$

Опыты проводили при измельчении слоя древесины толщиной до 40 мм. Значения коэффициентов K_l, K_ψ, \dots, K_n приведены в табл. 1—7.

Таблица 1

Длина щепы $l_{щ}$, мм	10	15	20	25
Коэффициент K_l	0,8	0,9	1,0	1,1

Таблица 2

Угол встречи ψ , град	30	50	70	90
Коэффициент K_{ψ}	0,4	0,6	1,0	1,4

Таблица 3

Угол наклона φ_n , град	20	30	40	50
Коэффициент K_{φ}	0,85	1,10	1,40	1,70

Таблица 4

Угол резания δ_n , град	30	35	40	45
Коэффициент K_{δ}	0,8	1,0	1,2	1,4

Таблица 5

Задний угол α_n , град	3	5	8	10
Коэффициент K_{α}	1,15	1,00	0,90	0,90

Таблица 6

Влажность древесины W , %	20	40	60	80
Коэффициент K_W	1,2	1,1	1,0	1,0

Для острых ножей $K_p = 1$, для затупленных $K_p = 1,3^*$. Влияние породы древесины учитывается коэффициентами K_n : для сосны, ели, березы соответственно K_n равен 1,0; 0,9; 1,1.

Опыты также проводили без зачистного лезвия на ноже. Заметного влияния его на величину касательного усилия F_t при большой толщине измельчаемого слоя древесины не обнаружено. Обрабатываемая плоть формировалась скалыванием элементов щепы и отличалась большими неровностями и ворсистойостью. Неблагоприятные условия резания на конце ножа приводили к его разогреву и засинению лезвия, чего не наблюдалось при наличии зачистного лезвия.

Сила резания на ноже значительно изменяется как по длине обрабатываемого бревна из-за переменной толщины измельчаемого слоя, так и в пределах дуги контакта ножа с древесиной.

Наибольшее значение сила резания принимает при максимальных углах встречи и наличии сучков и косослоя в зоне резания. При этом удельное усилие в пределах размеров перерезываемого сучка увеличивается в 2...3 раза по сравнению с усилием для участков, где нет сучков.

Таблица 7

Угол встречи ψ , град	Коэффициент	
	n	m
60	0,60	0,75
70	0,50	0,85
80	0,40	0,95
90	0,25	1,00
100	0	1,02

Относительная величина составляющих силы резания по координатным осям (см. рис.) зависит от сочетания значений ψ , φ_n , δ , u_z , α_z и соотношения рабочих длин лезвий ножа, находящихся в момент реза в контакте с древесиной. Значения составляющих F_x и F_y можно определить ориентировочно, учитывая коэффициенты n и m , найденные по экспериментальным данным для наиболее характерных условий фрезерования ($u_z = 15...20$ мм; $\delta = 30...35^\circ$; $\varphi_n = 30...35^\circ$; $\alpha_n = 5...6^\circ$) в зависимости от углов встречи ψ [3]:

$$F_x = nF_t; \quad F_y = mF_t. \quad (5)$$

При тех же условиях и $\psi = 60...70^\circ$ осевая составляющая $F_z = (0,3...0,4) F_t$ и уменьшалась до значений $F_z = (0,1...0,05) F_t$ со снижением углов зазора на лезвиях α_z до $1...2^\circ$, увеличением углов резания δ до 50° и уменьшением углов встречи ψ до 30° .

* Принято по аналогии с рубительными машинами.

Следовательно, при необходимости уменьшить осевую составляющую силы резания на фрезе следует снижать значения задних углов резания на лезвиях до предельно возможных по условиям подачи бревна и работать с малыми углами встречи.

Найденное по [1] значение силы на ноже используют при расчетах мгновенных крутящих моментов на фрезе, при анализе вопросов прочности ножей и фрез, а также вопросов вибрации инструмента и обрабатываемых бревен.

При определении мощностных затрат на фрезерование предпочтительнее пользоваться методом расчета по удельным энергозатратам [2]. Удельную работу резания $a_{ср}$, Дж/см³, находили по средней величине удельной силы $p_{уд. ср}$:

$$a_{ср} = \frac{P_{уд. ср}}{u_z \sin \psi_{ср} \sin \varphi_H}, \quad (6)$$

где $p_{уд. ср}$ — удельное среднее усилие в пределах дуги контакта для точки ножа, расположенной на радиусе $R_{ср}$:

$$R_{ср} = R_{min} + 0,4H \operatorname{ctg} \varphi_H.$$

Здесь R_{min} — минимальный радиус резания на рубящем лезвии.

Значение $p_{уд. ср}$ определяли с учетом коэффициента K_ψ для среднего угла встречи $\psi_{ср}$

$$\psi_{ср} = \arccos \frac{2H_n - d_6}{2R_{ср}},$$

где d_6 — диаметр бревна в данном сечении, мм;

H_n — расстояние от оси фрезы до опорного лотка.

Определяют значения крутящего момента на фрезе M_ϕ , Нм, и мощности на фрезерование P , кВт, при обработке бревен заданных размеров [2]:

$$M_\phi = 15,9 \cdot 10^{-5} a_{ср} A u_{об}; \quad (7)$$

$$P = 16,7 \cdot 10^{-9} a_{ср} A u_{об} n_\phi. \quad (8)$$

Здесь A — площадь поперечного сечения измельчаемого слоя на бревне, мм²;

$u_{об} = u_z Z$ — подача бревна на один оборот фрезы, имеющей Z ножей, мм;

n_ϕ — частота вращения фрезы, мин⁻¹.

В случае обработки бревен с измельчением слоя H малой величины (до 10 мм) рекомендуется при силовых расчетах использовать методику, приведенную в работе [1], так как при этом характер стружкообразования специфичен, стружка срезается в основном, в виде ленточки с последующим разламыванием ее на отдельные элементы, а фреза работает как торцовая.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Тимофеев Н. И. Усилия на ножах торцовых фрез для окантовки бревен.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 3, с. 123—125. [2]. Тимофеев Н. И. К расчету мощности на фрезерование бревен торцовыми фрезами.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 50—54. [3]. Тимофеев Н. И. Исследование инструмента дискового типа для получения технологической щепы при окантовке бревен фрезерованием: Дис. . . канд. техн. наук.— Львов, 1971.— 182 с.

УДК 621.316 : 658.26 : 676.011

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

П. И. ПОТЕРЯЕВ

Архангельский лесотехнический институт

Графики электрических нагрузок — следствие действия множества социально-экономических, производственно-технических и экологических факторов, которые принято считать реализациями случайных процессов.

Один из эффективных способов исследования случайных процессов — их моделирование. При построении моделей стохастических процессов в работе [1] предложено расчленять их с последующим синтезом на сумму трех составляющих, выделяя, во-