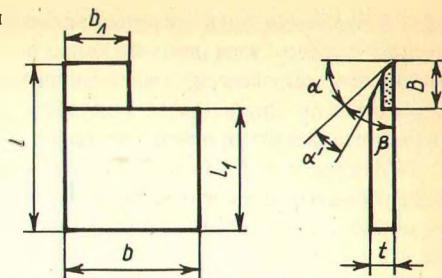


Рис. 1. Режущий элемент с твердым сплавом для обработки гребня



применяются режущие инструменты, приведенные на рис. 1. При эксплуатации таких инструментов с напаянными твердосплавными пластинами очень часто происходит их разрушение. Причиной разрушения являются большие усилия, действующие на резец, неправильный выбор конструкции, материала, размеров и режимов термообработки корпуса. Для установления причин разрушения таких резцов были изготовлены режущие инструменты с напаянными твердосплавными пластинками ВК15. Корпус инструментов сделан из различных конструкционных сталей. Испытания режущего инструмента на работоспособность проводили в производственных условиях на станке ПАРК-7 (табл. 1).

Разрушались в основном те разрезы, которые снимали наибольший припуск.

В целях исключения поломок или деформаций режущих элементов усовершенствована существующая фрезерная головка. С тыльной стороны резца создан подпор на всю длину консоли. Эксплуатация такой фрезы дала положительные результаты, ни один резец (корпус изготовлен из Ст3) не вышел из строя. Режущие элементы имели высокую работоспособность.

Для повышения работоспособности твердосплавного дереворежущего инструмента необходимо исключить пайку пластин к корпусу, а заменить применять механическое крепление. При механическом креплении пластин, их раздельной от корпуса заточке повышается срок службы твердосплавных инструментов, снижается удельный расход твердого сплава на единицу обрабатываемой детали, уменьшаются трудозатраты и расход алмазно-абразивных материалов при заточке и доводке. Только комплексное использование всех возможностей, которые позволяет осуществить каждая группа мероприятий, может дать наибольший эффект.

УДК 634.0.36

С.С. ЛЕБЕДЬ, канд.техн.наук,
А.С. КРАВЧЕНКО (БТИ)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИГЛОФРЕЗЕРНОГО ОКОРОЧНОГО ИНСТРУМЕНТА

Перед лесопильными и деревообрабатывающими предприятиями стоит проблема окорки мерзлой и подсушенной древесины. Лесная отрасль нужда-

ется в высокопроизводительном окорочном оборудовании, способном производить окорку этих лесоматериалов без подсортировки по диаметрам и без гидротермообработки, с наименьшими потерями древесины. В настоящее время широкое применение получили два типа окорочных станков: роторно-скребковый и роторно-фрезерный.

Роторно-скребковые станки приспособлены для окорки сплавной и свежесрубленной древесины. При окорке мерзлой и сухой древесины снижаются качество и производительность окорки. Потери древесины при этом возрастают в 2–3 раза.

Роторно-фрезерные станки хорошо окаривают любую древесину, но имеют два существенных недостатка: повышенный удельный расход мощности и очень большие потери древесины, которые достигают 5–20 % [1].

Отходы окорки лесоматериалов предлагается использовать в различных целях: для изготовления компостов, древесностружечных плит с добавками отходов окорки, приготовления топлива и др. [2]. Однако для реализации этих целей лесоперерабатывающим предприятиям необходимо в существующие технологические потоки встраивать дополнительное оборудование — мельницы для измельчения отходов окорки лесоматериалов, установки для сушки коры и другие, что требует дополнительных капитальных вложений и расширения производственных площадей.

В БТИ им. С.М.Кирова разработан оригинальный иглофрезерный инструмент, предназначенный для окорки лесоматериалов. Преимущества данного инструмента перед существующими: 1) совмещение операций окорки лесоматериалов и измельчения коры, что дает возможность существенно упростить технологию дальнейшего использования отходов окорки; 2) окорка мерзлой и сухой древесины без предварительной ее подготовки и снижения производительности.

Проведены теоретические исследования параметров иглофрезерного окорочного инструмента. При описании процесса окорки лесоматериалов иглофрезами считаем, что поперечное сечение бревна имеет форму круга. В связи с незначительной массой резца в уравнении движения инерционным членом в первом приближении можно пренебречь, определяя положение резца из условия равновесия крутящего момента и момента сопротивления. Изгиб резца,

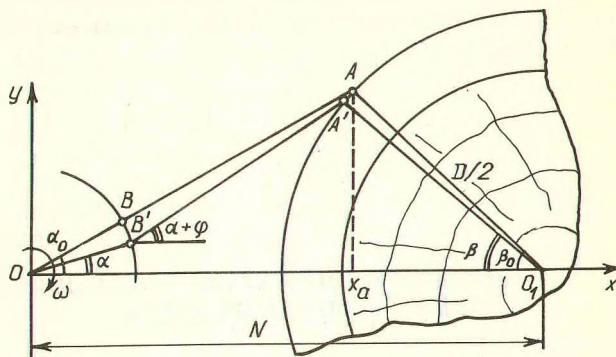


Рис. 1. Расчетная схема взаимодействия иглорезца с окашиваемым бревном

возникающий в процессе обработки материала, приводит к уменьшению крутящего момента, поэтому выполненный ниже расчет без учета изгиба будет демонстрировать наибольшие возможности иглорезы при усилии, срезающем кору.

Расчетная схема взаимодействия иглорезца с бревном представлена на рис. 1.

Для нахождения начальных параметров работы иглорезца запишем систему двух уравнений:

$$\begin{cases} x^2 + y^2 = (a + l)^2; \\ (x - N)^2 + y^2 = D^2/4, \end{cases} \quad (1)$$

где a — параметр инструмента, мм; l — длина иглорезца, мм; N — параметр системы, мм; D — диаметр бревна, мм.

$$N = a + l + D/2 - t,$$

где t — толщина коры, мм.

Толщину коры вычисляем в зависимости от породы и диаметра бревна [3]. Решая систему (1), получим:

$$x_a = \frac{N^2 - D^2/4 + (a + l)^2}{2N};$$

$$y_a = (a + l)^2 - ((N^2 - D^2/4 + (a + l)^2)/(2N))^2.$$

Зная координаты точки встречи иглорезца и поверхности бревна, можем рассчитать углы α_0 и β_0 :

$$\alpha_0 = \operatorname{arctg}(y/x),$$

где α_0 — угол встречи иглорезца с бревном;

$$\beta_0 = \operatorname{arctg}(y/(N - x)).$$

Угол закручивания φ в начальный момент при α_0 равен 0, следовательно, и крутящий момент равен 0.

Дадим приращение углу: $\alpha = \alpha_0 - \Delta\alpha$. При уменьшении угла α угол закручивания φ , а следовательно, и крутящий момент увеличивается. Иглорезец будет скользить по поверхности бревна. Для нахождения координат точки A' запишем систему уравнений:

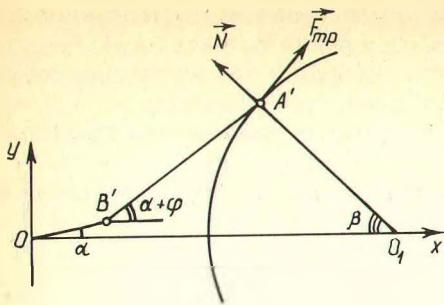
$$a \cos \alpha + l \cos(\alpha + \varphi) = N - D/2 \cos \beta;$$

$$a \sin \alpha + l \sin(\alpha + \varphi) = D/2 \sin \beta.$$

Исключив параметр β и приняв $\sin(\alpha + \varphi) = k$, получим

$$F(k) = a \cos \alpha + l \sqrt{1 - k^2} - N + D/2 \sqrt{1 - \left(\frac{a \sin \alpha + lk}{D/2}\right)^2}. \quad (2)$$

Рис. 2. Расчетная схема для нахождения силы нормального давления иглорезца на поверхность коры



Решив уравнение (2), находим текущий угол φ . По углу закручивания определяем крутящий момент:

$$M_{kp} = \varphi GI_p^i / l_1 ,$$

где M_{kp} – крутящий момент, Н/мм; φ – угол закручивания, рад; G – модуль поперечного сдвига, Н/мм²; I_p^i – полярный момент инерции сечения торсиона, мм⁴; l_1 – длина торсиона, мм.

Силу нормального давления иглорезца на поверхность коры (рис. 2) находим по формуле

$$M_{copr} = IN(\sin(\alpha + \varphi + \beta) + f \sin(90^\circ - (\alpha + \varphi + \beta))) .$$

Из условия равновесия $M_{kp} = M_{copr}$, следовательно,

$$N = \varphi GI_p^i / (l_1 l(\sin(\alpha + \varphi + \beta) + f \sin(90^\circ - (\alpha + \varphi + \beta)))) ,$$

где f – коэффициент трения иглофрезы о поверхность коры.

Зная силу давления N , можно рассчитать давление иглорезца на поверхность коры:

$$W = N/S ,$$

где N – сила нормального давления, Н; S – площадь контакта, мм².

Если

$$W \geq [W_{cjk}] , \quad (3)$$

начался процесс внедрения иглорезца в кору. В противном случае уменьшаем угол α и повторяем расчет до тех пор, пока соотношение (3) не выполнится.

После выполнения условия (3) расчет проводим по следующей схеме:аем приращение угла α и рассчитываем основные параметры системы – угол закручивания φ и координаты точки (координаты точки A берем из предыдущих расчетов):

$$\begin{aligned} \alpha &= \alpha - \Delta\alpha; \\ \begin{cases} x_B = \alpha \cos \alpha; \\ y_B = \alpha \sin \alpha . \end{cases} \end{aligned} \quad (4)$$

Угол закручивания φ рассчитываем по формуле

$$\varphi = \operatorname{arctg} \left(\frac{y_a - y_b}{x_a - x_b} \right) - \alpha .$$

Зная угол закручивания φ и положение точки B , даем приращение углу φ , т.е. уменьшаем угол закручивания, а тем самым и крутящий момент: $\varphi = \varphi - \Delta\varphi$.

Рассчитаем координаты точки A :

$$\begin{cases} x_a = a \cos \alpha + l \cos(\alpha + \varphi); \\ y_a = a \sin \alpha + l \sin(\alpha + \varphi). \end{cases} \quad (5)$$

Для нахождения глубины внедрения иглорезца в кору запишем систему двух уравнений:

$$\begin{cases} \frac{x - x_b}{x_a - x_b} = \frac{y - y_b}{y_a - y_b}; \\ (x - N)^2 + y^2 = D^2/4 . \end{cases} \quad (6)$$

Из первого уравнения (6)

$$y = \frac{x(y_a - y_b) - x_b y_a + y_b x_a}{x_a - x_b} . \quad (7)$$

Подставляем выражение (7) во второе уравнение (6):

$$(x - N)^2 + \left(\frac{x(y_a - y_b) - x_b y_a + y_b x_a}{x_a - x_b} \right)^2 - D^2/4 = 0 . \quad (8)$$

Из уравнения (8) находим координаты точки пересечения прямой и окружности.

Расчетная схема для определения момента сопротивления представлена на рис. 3.

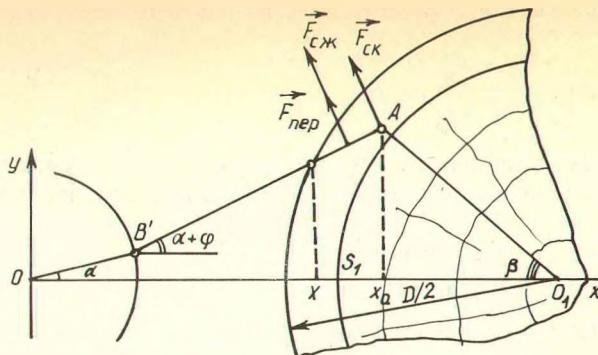
На иглорезец действуют три основные силы: $F_{\text{ск}}$ — сила, необходимая для преодоления сопротивления коры сжатию; $F_{\text{ск}}$ — сила, необходимая для преодоления сопротивления коры скальванию; $F_{\text{пер}}$ — сила, необходимая для преодоления сопротивления коры перерезанию.

$$F_{\text{ск}} = S_{\text{ск}} [W_{\text{ск}}] ,$$

где $S_{\text{ск}}$ — площадь скальвания;

$$S_{\text{ск}} = l \Delta\varphi' d_1 , \quad (9)$$

где l — длина иглорезца; $\Delta\varphi'$ — приращение угла закручивания; d_1 — диаметр иглорезца;



Р и с. 3. Расчетная схема для определения момента сопротивления

$$\Delta\varphi' = \varphi_{\text{н}} - \varphi_{\text{к}},$$

где $\varphi_{\text{н}}$ — начальное значение угла закручивания для данного цикла; $\varphi_{\text{к}}$ — угол закручивания, при котором выполняется условие равновесия $M_{\text{кр}} = M_{\text{сопр}}$ в данном цикле вычислений.

Поскольку приращение $\Delta\varphi'$ мало, площадь скальвания, вычисляемая по формуле (9), не дает большой погрешности при расчете силы скальвания; это распространяется и на расчетные площади других напряжений;

$$F_{\text{сж}} = l\Delta\varphi' d_1 [W_{\text{сж}}];$$

$$F_{\text{пер}} = \frac{2\Delta\varphi' l S_1}{\cos(\alpha + \varphi)} [W_{\text{пер}}];$$

$$F_{\text{сж}} = \frac{S_1 d_1}{\cos(\alpha + \varphi)} [W_{\text{сж}}].$$

Зная силы, необходимые для преодоления сил сопротивления коры сжатию, перерезанию и скальванию, можем найти момент сопротивления:

$$M_{\text{сопр}} = F_{\text{сж}} l + (F_{\text{пер}} + F_{\text{сж}}) \left(l - \frac{1}{2\cos(\alpha + \varphi)} \right).$$

Сравним $M_{\text{кр}}$ и $M_{\text{сопр}}$. Если $M_{\text{кр}} > M_{\text{сопр}}$, еще уменьшаем текущий угол φ на $\Delta\varphi$ и повторяем расчет текущего положения системы с системы уравнений (5). При $M_{\text{сопр}} \geq M_{\text{кр}}$ уменьшаем угол α на $\Delta\alpha$ и повторяем весь расчет текущего положения системы с системы уравнений (4). Вычисления проводятся до полного выхода иглорезца из коры бревна.

Описанная модель позволяет получить зависимости угла закручивания, крутящего момента и момента сопротивления для различных пород, диаметров и состояний древесины в зависимости от угла поворота иглофрезы, что дает возможность выбора оптимальных параметров окорочного инструмента для различных условий работы.

ЛИТЕРАТУРА

- Симонов М.Н. Механизация окорки лесоматериалов. М., 1984.
- Разработка технологии подготовки отходов окорки к промышленному использованию: Отчет о НИР (заключ.) ЦНИИМОД; Руководитель М.М.Цывин. Архангельск, 1985.
- Бойков С.П. Окорка круглых лесоматериалов. Л., 1975.

УДК 621.9

НГУЕН ХЫУ ЛОК (БТИ)

РАСЧЕТ ФАСОННЫХ ЦЕЛЬНЫХ НАСАДНЫХ ЗАТЫЛОВАННЫХ ФРЕЗ НА ПРОЧНОСТЬ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭВМ

Проектирование фасонных дереворежущих инструментов предусматривает решение многих вопросов, связанных с их расчетом, конструированием, изготовлением и эксплуатацией.

Фасонные дереворежущие инструменты имеют форму режущих лезвий, определяемых формой профиля обработанной детали. Фасонные фрезы должны обеспечивать точность размеров и высокое качество обработки, идентичную форму, высокую стойкость, надежность и производительность.

В связи с возрастающими требованиями к качеству и надежности фасонных дереворежущих инструментов и с широким внедрением в промышленность ЭВМ встал вопрос о разработке методики их расчета на прочность. Ниже

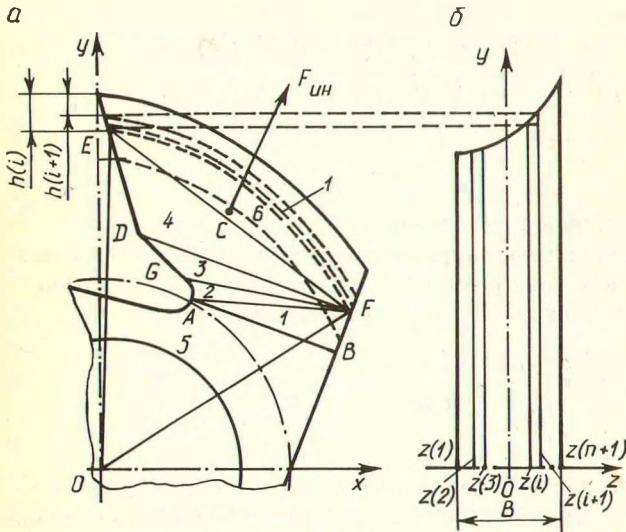


Рис. 1. Схема для определения сил инерции фасонных цельных насадных затылованных фрез:

а – общая схема; б – разбивка профиля зуба фрезы на n участков