

шественно прохождению гамма-кванта по лигнину или целлюлозе, поэтому флуктуации в прошедшем потоке отсутствуют.

Зависимость коэффициента ослабления от угла β при значениях остальных параметров, соответствующих проделанным ранее вычислениям, приведена на рис. 1. Для наиболее часто встречающихся углов наклона сучков, лежащих в пределах $40-80^\circ$, $\cos\beta$ дает вклад в $\mu_{\text{ф}}$ порядка 50 % его значения. Для углов $0-40^\circ$, соответствующих порокам строения (наклон волокон), $\cos\beta$ дает вклад до 10 %.

Таким образом, предлагаемый в данной работе теоретический подход к вычислению эффективного коэффициента ослабления гамма-излучения позволяет исследовать чувствительность метода гамма-дефектоскопии к различным структурным параметрам древесины и их особенностям, представляющим собой пороки древесины. Он окажется полезным при построении математической модели компьютерной томографической установки, на базе которой может быть разработана высокоточная автоматизированная система по определению качества пиломатериалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кармадонов А.Н. Дефектоскопия древесины. М., 1987.
2. Долацис Я.А. Радиационно-химическое модифицирование древесины. Рига, 1985.
3. Фенгел Д., Вегнер Г. Древесина: Химия, ультраструктура, реакции. М., 1988.
4. Кендалл М., Моран П. Геометрические вероятности. М., 1975.
5. Кимель Л.Р., Машкович В.П. Защита от ионизирующих излучений. М., 1966.

УДК 674.093:658.512.22

А.А. ЯНУШКЕВИЧ, канд. техн. наук,
М.И. КУЛАК, канд. физ.-мат. наук,
М.К. ЯКОВЛЕВ (БТИ)

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСКРОЯ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОГАНОГО ШПОНА

Оптимизация раскроя сырья для производства строганого шпона является необходимым условием увеличения выхода продукции и связана с переходом от визуального раскроя к применению технологических систем с программным управлением. Система оптимального раскроя должна использовать адекватное описание раскраиваемого объекта. Ввиду недетерминированности формы и размеров кряжей численные модели таких объектов имеют существенные преимущества по сравнению с традиционными аналитическими, ибо позволяют представить пространственную форму моделируемого объекта сколь угодно точно. С этой целью нами предложена математическая модель

кряжа, представляющая собой прямой цилиндр с направляющей, моделируемой кубическим сплайном. Как показали исследования [1, 2], разработанные на основе параметрических кубических сплайнов малого дефекта интерполяционные модели обладают высокой точностью даже при малом (не более 10) числе узлов. Для получившего наибольшее распространение на практике способа тронения и сводящегося к нему ванчского четырехстороннего способа раскроя был разработан соответствующий алгоритм, использующий сплайновую модель кряжа. Общее описание алгоритма приводится ниже.

Моделирование раскроя, осуществляемое на основе указанной модели, сводится к формированию на плоском сплайновом контуре поперечных сечений заготовок необходимого вида и размеров. Для этого на замкнутой сплайновой кривой выбирается некоторая произвольная точка $t_0 \in [0, 1]$ и осуществляется построение основной (условно — первой) базисной плоскости заданной ширины p_0 в направлении, параллельном вектору касательной сплайна в точке t_0 . Определяются точки сплайнового контура, в которых касательные параллельны либо перпендикулярны вышеуказанному направлению: точка t_2 — для построения основной (второй) базисной плоскости; точки t_1 и t_3 — соответственно для построения вспомогательных первой и второй базисных плоскостей. Затем в указанных точках устанавливается местоположение соответствующих базисных плоскостей заданных длины и направления. Далее определяется расположение пропилов по диаметральной плоскости (ванчский четырехсторонний способ раскроя) либо по тангенциальным плоскостям (способ тронения) путем отыскания соответствующих точек на основной (первой) базисной плоскости. Положение базисных плоскостей заданных размеров и плоскостей диаметрального или тангенциальных пропилов однозначно фиксирует выбранный вариант раскроя.

Основным элементом алгоритма является определение местоположения базисной плоскости с заданными шириной пласти и направлением на сплайновой модели сечения $\vec{C}(x(t), y(t))$. Это реализовано в алгоритме следующим образом. Фиксируем произвольное $t_0 \in [0, 1]$ и определим на отрезке $[0, r_1]$ функцию

$$P_r = P_r(t_0, r),$$

численно равную ширине базисной плоскости, проведенной в направлении, параллельном вектору касательной сплайна в точке $\vec{C}(x(t_0), y(t_0))$, и отстоящей от нее на расстояние r . Величина $r_1 > 0$ выбрана в предположении, что $P_r(t_0, r_1)$ существует. Очевидно, что функция P_r непрерывна на отрезке $[0, r_1]$ и достигает на нем своего наибольшего значения. По определению

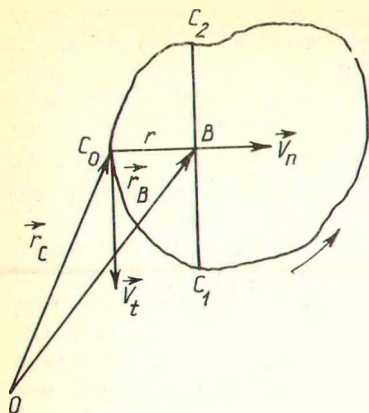
$$P_r(t_0, r) = |\vec{C}(t_2) - \vec{C}(t_1)|,$$

где t_2, t_1 — параметры точек пересечения базисной плоскости и сплайнового контура.

Найдем координаты точки B пересечения нормали сплайна в точке t_C с исковой базисной плоскостью (рис. 1). Очевидно,

$$\vec{r}_B - \vec{r}_C = t \vec{V}_n, \quad (1)$$

Р и с. 1. Определение положения базисной плоскости



где $\vec{r}_B$, $\vec{r}_C$ — соответственно радиусы-векторы точек B и C_0 ; $t \in (-\infty, \infty)$ — параметр прямой C_0B ; $\vec{V}_n$ — вектор нормали сплайна в точке C_0 , при этом его положительное направление соответствует направлению "внутри" контура.

Переходя в равенстве (1) к модулям векторов, получим

$$|\vec{r}_B - \vec{r}_C| = r = |t| \cdot |\vec{V}_n|; \quad t = \pm r / |\vec{V}_n|.$$

В последней формуле необходимо взять знак "+", так как возрастание параметра прямой t совпадает с положительным направлением ее направляющего вектора $\vec{V}_n$. Тогда из равенства (1) следует, что

$$\vec{r}_B = \vec{r}_C + r \vec{V}_n / |\vec{V}_n|. \quad (2)$$

Чтобы найти точки пересечения прямой C_1C_2 и сплайнового контура, достаточно в уравнение $(\vec{r} - \vec{r}_B) \cdot \vec{V}_n = 0$ вместо $\vec{r}$ подставить $\vec{C}(x(t), y(t))$ и решить полученные кубические уравнения. Однако при числе узлов, например, $N = 8$ необходимо решить 16 таких уравнений, что, несомненно, ухудшит временные характеристики алгоритма при его реализации на ЭВМ. Поэтому был избран другой путь. С этой целью введем на множестве точек сплайна $\vec{C}(x(t), y(t))$ "функцию точки" $F(t) = (\vec{r} - \vec{r}_B) \cdot \vec{V}_n$ с вещественными значениями. Очевидно, что функция $F(t)$ непрерывна на отрезке $[0, 1]$ и на концах отрезков $[t_2 - h, t_2 + h]$, $[t_1 - h, t_1 + h]$, где $h > 0$, принимает значения разных знаков. На основании известной теоремы о промежуточных значениях в каждом из указанных отрезков существует хотя бы одна точка $\tilde{t}$ такая, что $F(\tilde{t}) = 0$. Значение $\tilde{t}$ можно вычислить с заданной точностью за конечное число шагов, используя так называемые методы двоичного поиска либо "золотого сечения". Зная параметры t_1 и t_2 , можно легко найти и значение функции $P_r = P_r(t_0, r)$, т. е. ширину базисной плоскости, проведенной в направлении, параллельном вектору касательной сплайна в точке $\vec{C}(x(t_0), y(t_0))$ и отстоящей от нее на расстояние r .

Аналогично функция $P_r = P_r(t_0, r)$ непрерывна на отрезке $[0, r_1]$, и для

любого $p_0 \in [0, P_{\text{max}}]$ существует $r \in [0, r_1]$ такое, что $P_r(t_0, r) = p_0$. Процедура двоячного поиска, или "золотого сечения", примененная к функции $P_r(t_0, r)$ на отрезке $[0, r_h]$, где $P_h = P_r(t_0, r_h) > p_0$ и $r_h < r_1$, позволяет найти искомое r . Тогда по формуле (2) определим r_B , затем t_1 и t_2 , что однозначно фиксирует положение базисной плоскости.

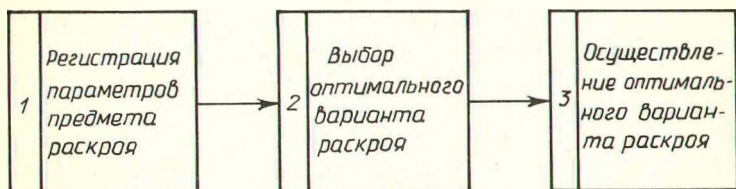
Алгоритм реализован на профессиональной персональной ЭВМ ЕС-1840 на языке Турбо-паскаль в операционной системе MS DOS. Моделирование раскроя осуществлено в интерактивном режиме.

На ППЭВМ было выполнено моделирование раскроя сырья для производства строганого шпона из древесины тропических пород красного дерева. Всего было использовано 14 кряжей красного дерева диаметром 600–1200 мм, из которых девять раскраивались по способу трояния и пять — по ванчесному четырехстороннему способу. Исходными данными для моделирования служили вершинные сечения кряжей, представленные в виде дискретного множества точек A_{ij} , $i = 1, 2, \dots, M_j$, где j — номер кряжа. Каждое сечение характеризовалось "коэффициентом эллиптичности" $k = \max|1 - d_1 d_2|$, где d_1, d_2 — взаимноперпендикулярные диаметры. Поперечные сечения описывались сплайном с числом узлов $N = 8$. Точность такого представления оценивалась погрешностью по площади, которая составила не более 1,5–2 %.

Опытные распиловки моделировались на ППЭВМ путем формирования на сплайновой модели заготовок тех же сечений, что и при опытных распиловках. При этом изменение значения параметра $t_0 \in [0, 1]$ позволило получать различные варианты раскроя, что эквивалентно различным вариантам ориентации кряжа при распиловке.

Сравнительный анализ данных опытных распиловки и результатов их моделирования показал, что для сечений, имеющих больший коэффициент эллиптичности, выбор оптимальной ориентации кряжа при распиловке играет существенную роль. Увеличение использования площади сечения за счет ориентации кряжа составило в условиях эксперимента 3–5 %. На ППЭВМ моделировался также раскрой кряжей для получения шпона минимально возможных размеров по ГОСТ 2977–82 "Шпон строганный. Технические условия". В таком случае использование площади сечения было практически полным и достигало 98–99 %.

Анализ результатов исследований убеждает в необходимости применения при раскросе сырья для производства строганого шпона, равно как и пиловочного сырья, систем автоматизированного раскроя на базе технологического оборудования с программным управлением (рис. 2).



Р и с. 2. Функциональная схема системы автоматизированного раскроя

Опишем сформулированные функции более подробно. Для оптимизации раскроя на основе сплайновых моделей сырья необходимо прежде всего определить его параметры: длину и координаты точек поверхности раскраиваемого объекта через определенные промежутки его длины. Для получения такой информации требуются измерительные системы с точностью порядка ± 1 мм, которые в настоящее время разработаны. Полученные данные передаются в блок 2, где осуществляется синтез математической модели объекта и моделирование различных вариантов раскроя. Эти операции выполняются компьютерной системой на основе программного обеспечения, содержащего реализацию соответствующих математических моделей и алгоритмов. Далее с учетом задаваемых критериев оптимальности программным путем выбирается оптимальный вариант. Для осуществления раскроя ЭВМ трансформирует оптимальные решения в командные инструкции (программу раскроя) на ориентацию, базирование объекта и установку пильного оборудования и передает их блоку 3. В блоке 3 технологическое оборудование с программным управлением осуществляет распиловку сырья в соответствии с переданной программой раскроя.

Таким образом, одним из путей увеличения выхода продукции из сырья для производства строганого шпона является разработка и внедрение систем автоматизированного раскроя. При этом увеличение выхода достигается, во-первых, за счет использования оптимального раскроя и, во-вторых, путем повышения точности его осуществления. Это обеспечивается измерительным и технологическим оборудованием, функционирующим на основе математического и программного обеспечения системы автоматизированного раскроя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яковлев М.К., Янушкевич А.А., Кулак М.И. Применение сплайнов в математических моделях хлыстов и бревен // Технология и оборудование заготовки и переработки древесины. Мн., 1988. Вып. 3. С. 97—103. 2. Янушкевич А.А., Кулак М.И., Яковлев М.К. Автоматизированное проектирование раскроя пиловочного сырья на основе сплайновых моделей // Технология и оборудование заготовки и переработки древесины. Мн., 1989. Вып. 4. С. 145—150.

УДК 674.815

А.Б. ЯХЪЯЕВ, Е.А. БУЧНЕВА, канд.техн.наук (БТИ)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФОСФОГИПСА В ИЗГОТОВЛЕНИИ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Для ряда отраслей народного хозяйства требуются огнезащищенные древесностружечные плиты. Однако существующий ассортимент антипиренов для их изготовления ограничен, что связано с влиянием антипиренов на скорость и глубину отверждения полимерного связующего.

Преобладающее большинство известных антипиренов содержит фосфорные соединения или их комбинацию с различными добавками.