



МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.093

С.П. Исаев

Исаев Сергей Петрович родился в 1960 г., окончил в 1982 г. Хабаровский политехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии деревообработки Хабаровского государственного технического университета. Имеет около 50 печатных работ в области рационального и комплексного использования древесины на основе оптимального раскря и процессов склеивания.



ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРИГОДНОСТИ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ*

Приведены расчетные формулы и порядок их применения при оценке технологической пригодности круглых лесоматериалов перед обработкой.

Ключевые слова: круглый лесоматериал; кривизна сортимента, пиломатериалы полной длины, лущеный шпон, объем продукции.

При переработке круглых лесоматериалов необходимо оценить возможность получения из них лесопродукции заданного объема и качества. Косвенным показателем такой оценки может служить максимальный цилиндрический объем древесины, получаемый из бревна.

В работе [2] нами предложен один из возможных критериев такой оценки – коэффициент формы сортимента K_ϕ , который определяют отношением объема цилиндра полной длины, вписанного в сортимент, к фактическому объему данного сортимента. Основные параметры бревна, характеризующие его типоразмер без учета качества внутренней структуры древесины: диаметр комлевого торца; диаметр вершинного торца; длина; наибольший прогиб бревна – возможно прогнозирование на этапе раскря [3].

Таким образом, имеем два варианта размерных характеристик круглого лесоматериала: расчетные данные на этапе раскря хлыста; фактический обмер сортимента (после раскря).

Наша задача определить направление переработки круглого лесоматериала с учетом коэффициента его формы.

Пусть d_0 – диаметр комлевого торца бревна; d_L – диаметр вершинного

* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования Российской Федерации (грант Т02 – 11.4 – 2151).

торца бревна; L – длина бревна; ℓ – наибольший прогиб бревна (стрела прогиба); x_1 – расстояние от комлевого торца бревна до сечения, в котором достигается наибольший прогиб.

Выясним, при каких соотношениях между параметрами d_0, d_L, L, ℓ, x_1 , решение задачи о центрах базирования: 1) не существует, т.е. диаметр вписанного цилиндра настолько мал, что отсутствует возможность выработки продукции из его объема; 2) существует, но не единственное; 3) существует и единственное. В случае, когда решение существует, найдем диаметр наибольшего вписанного цилиндра $d_{\text{цк}}$ и смещение центров базирования относительно его геометрического центра (Δ, δ) . В основу этого положим выражения при аналитическом решении задачи определения центров базирования круглых лесоматериалов перед обработкой.

Предположим, что при обмере бревна получены значения d_0, d_L, L, ℓ, x_1 . Построим вспомогательные функции $d(x)$ и $\bar{y}(x)$.

Простейшая линейная функция $d(x)$, принимающая при $x=0$ и $x=L$ заданные значения, имеет вид

$$d(x) = A_0 + A_1 x. \quad (1)$$

Учитывая, что $d(0) = d_0, d(L) = d_L$, получаем систему уравнений для определения коэффициентов A_0, A_1 :

$$\begin{cases} A_0 + A_1 \cdot 0 = d_0; \\ A_0 + A_1 L = d_L. \end{cases} \quad (2)$$

Решая систему (2), находим

$$A_0 = d_0; \quad (3)$$

$$A_1 = \frac{d_L - d_0}{L}. \quad (4)$$

Для построения функции $\bar{y}(x)$ имеем четыре условия: $\bar{y}(0) = 0, \bar{y}(x_1) = \ell, \bar{y}(L) = 0, \bar{y}'(x_1) = 0$. Простейшая удовлетворяющая этим условиям функция – многочлен третьей степени:

$$\bar{y}(x) = B_0 + B_1 x + B_2 x^2 + B_3 x^3. \quad (5)$$

Учитывая начальные условия на функцию $\bar{y}(x)$ (5), получаем систему уравнений

$$\begin{cases} B_0 + B_1 \cdot 0 + B_2 \cdot 0^2 + B_3 \cdot 0^3 = 0, \\ B_0 + B_1 x_1 + B_2 x_1^2 + B_3 x_1^3 = \ell, \\ B_0 + B_1 L + B_2 L^2 + B_3 L^3 = 0, \\ B_1 + 2B_2 x_1 + 3 \cdot B_3 x_1^2 = 0. \end{cases} \quad (6)$$

Решая систему (6), получаем

$$B_0 = 0; \quad (7)$$

$$B_1 = \ell \frac{L(2L - 3x_1)}{x_1(L - x_1)^2}; \quad (8)$$

$$B_2 = -\ell \frac{L^2 - 3x_1^2}{x_1^2(L - x_1)^2}; \quad (9)$$

$$B_3 = -\ell \frac{2x_1 - L}{x_1^2(L - x_1)^2}. \quad (10)$$

Отсюда получим

$$\frac{d_0 - d_L}{L} > \frac{\ell L(3x_1 - L)}{x_1^2(L - x_1)}. \quad (11)$$

В этом случае

$$d_{\text{цк}} = d_L; \quad (12)$$

$$\delta = 0; \quad (13)$$

$$\frac{\ell L^2(3x_1 - L)}{x_1^2(L - x_1)} - \frac{d_0 - d_1}{2} \leq \Delta \leq \frac{d_0 - d_1}{2}. \quad (14)$$

Решение (14) является единственным, если

$$\frac{d_0 - d_L}{L} \leq \frac{\ell L(3x_1 - L)}{x_1^2(L - x_1)}; \quad (15)$$

Тогда

$$d_{\text{цк}} = \frac{d_0}{2} \cdot \left(1 - \frac{x_0}{L}\right) + \frac{d_L}{2} \cdot \frac{x_0}{L} - \left(\bar{y}(x_0) - \frac{d(x_0)}{2}\right); \quad (16)$$

$$\delta = \frac{d_L}{2} - \frac{d_{\text{цк}}}{2}, \quad (17)$$

$$\Delta = \frac{d_0}{2} - \frac{d_{\text{цк}}}{2}, \quad (18)$$

где x_0 – решение уравнения

$$B_1 + 2B_2x_0 + 3B_3x_0^2 + \frac{d_0 - d_L}{L} = 0, \quad (19)$$

удовлетворяющее условию $x_1 \leq x_0 \leq L$.

Особенно просто решение выглядит, если

$$x_1 = \frac{L}{2}, \quad (20)$$

тогда условие единственности решения (14) можно представить в следующем виде:

$$\frac{d_0 - d_L}{\ell} \leq 4\ell. \quad (21)$$

Так как из (10) следует, что $B_0 = 0$, то

$$x_0 = \frac{L}{2} + \frac{(d_0 - d_L)L}{8\ell}. \quad (22)$$

Далее определяем

$$d_{\text{цк}} = \frac{d_0 + d_L}{2} - \ell - \frac{(d_0 - d_L)^2}{16\ell}; \quad (23)$$

$$\delta = \frac{\ell}{2} - \frac{d_0 - d_L}{4} + \frac{(d_0 - d_L)^2}{32\ell}; \quad (24)$$

$$\Delta = \frac{\ell}{2} + \frac{d_0 - d_L}{4} + \frac{(d_0 - d_L)^2}{32\ell}. \quad (25)$$

Таким образом, решение задачи об определении направления переработки круглого лесоматериала с учетом коэффициента его формы позволяет констатировать следующее.

1. Если диаметр $d_{\text{цк}}$, определенный по формулам (12) и (16), настолько мал, что отсутствует возможность выработки продукции из вписанного цилиндра максимального объема, то можно сказать, что решения задачи в данном случае не существует. Возможны варианты переработки такого сортимента либо на несколько коротких, либо получение из него щепы.

2. Решение существует, и оно не единственно при выполнении условия (1). В данном случае диаметр $d_{\text{цк}}$ равен вершинному диаметру бревна, центр базирования вершинного торца совпадает с геометрическим центром, а центр базирования комлевого торца может быть расположен в промежутке, определяемом формулой (14).

3. Решение существует и единственно, если имеет место выполнение условия (15). Расчет диаметра $d_{\text{цк}}$ и ординат точек центров базирования осуществляют по формулам (16)–(18).

В качестве примера рассмотрим лесоматериал (см. рисунок), имеющий следующие характеристики: $d_0 = 300$ мм; $d_L = 240$ мм; $L = 4000$ мм; $\ell = 90$ мм; $x_1 = 1500$ мм; $V = 0,2298$ м³. Отметим, что кривизна сортимента составляет 2,25 %. Согласно ГОСТ 9463–88 такая кривизна не допустима даже для сортиментов III сорта.

Вариант, изображенный на рисунке *а*, предполагает выработку цилиндрических пиломатериалов полной длины. Используя выше полученные формулы, находим $d_{\text{цк}} = 190$ мм, $V_{\text{ц}} = 0,1081$ м³, $K_{\phi} = 0,43$. Принимая во внимание, что выход пиломатериалов из цилиндрической части бревна составляет 70...75 % [1], определяем выход пиломатериалов из бревна – 34,1 %.

Вариант *б* предполагает выработку шпона длиной 1,95 м (с учетом припуска). Выполнив необходимые расчеты находим, что комлевой чурак обеспечивает получение цилиндра с $d_{\text{цк1}} = 250$ мм, $V_{\text{ц1}} = 0,0966$ м³, а вершинный чурак – $d_{\text{цк2}} = 230$ мм, $V_{\text{ц2}} = 0,0783$ м³, $K_{\phi} = 0,76$. Приняв диаметр карандаша после лущения равным 80 мм, определим расчетное количество сырого шпона, полученное при переработке обоих чураков – 0,1553 м³, что составляет 67,5 % от объема бревна.

Вариант *в* предполагает раскрой бревна на три чурака и выработку шпона длиной 1,3 м. Результаты расчетов позволили установить, что из комлевого чурака можно получить цилиндр с $d_{\text{цк1}} = 280$ мм, $V_{\text{ц1}} = 0,0786$ м³,

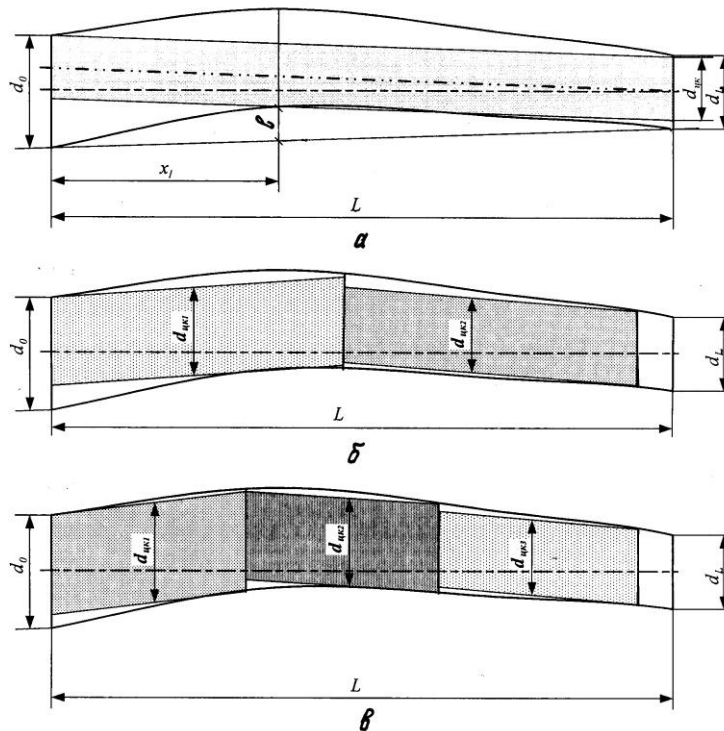


Схема предварительного раскроя сортимента для выработки пиломатериалов (а) и лущеного шпона (б, в)

из срединного – $d_{\text{цк2}} = 280$ мм, $V_{\text{цк2}} = 0,0786$ м³, а из вершинного чурака – $d_{\text{цк3}} = 240$ мм, $V_{\text{цк3}} = 0,0584$ м³, $K_{\text{ф}} = 0,94$. Суммарный объем сырого шпона, полученный из трех чураков – $0,1998$ м³, что составляет 86,9 % от объема бревна.

Результаты выполненных расчетов позволяют сделать следующие выводы.

1. Перед обработкой бревна необходимо дать ему индивидуальную оценку на технологическую пригодность.
2. Оценка круглого лесоматериала не должна сводиться только к определению сорта и вершинного диаметра.
3. Использование круглого лесоматериала следует оценивать исходя из условий его технико-экономической целесообразности: максимума продукции, максимума прибыли; минимума отходов, минимума трудозатрат и т.д.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Власов Г.Д. Технология деревообрабатывающих производств / Г.Д. Власов, В.А. Куликов, С.В. Родионов – М.: Лесн. пром-сть, 1967. – 506 с.
2. Исаев С.П. Коэффициент формы сортиментов – один из критериев рационального раскроя хлыстов / С.П. Исаев // Лесной комплекс: состояние и перспективы развития: сб. научн. тр. Брянск. гос. инженерно-технолог. академ. – Брянск, 2002. – Вып. 4. – С. 40 – 44.

3. *Исаев С.П.* Определение размерных характеристик сортимента в зависимости от места его вырезки из хлыста / С.П. Исаев // Лесной комплекс: состояние и перспективы развития: сб. научн. тр. Брянск. гос. инженерно-технолог. академ. – Брянск, 2002. – Вып. 4. – С. 44 – 47.

Хабаровский государственный
технический университет
Поступила 12.11.03

S.P. Isaev

Assessment of Technological Adequacy of Round Wood Material

The design formulas and way of its use are provided for the assessment of the technological adequacy of round wood materials before processing.
