



МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 630*945.4

А.С. Торопов, В.Ф. Краснова

Марийский государственный технический университет

Торопов Александр Степанович родился в 1950 г., окончил в 1973 г. Марийский политехнический институт, доктор, профессор кафедры деревообрабатывающих производств Марийского государственного технического университета, заслуженный деятель науки республики Марий Эл. Имеет более 180 печатных работ в области интенсификации процессов распиловки лесоматериалов.

E-mail: kafedradop@mail.ru



Краснова Валентина Феликсовна родилась в 1978 г., окончила в 2000 г. Марийский государственный технический университет, старший преподаватель кафедры деревообрабатывающих производств МарГТУ. Имеет около 10 печатных работ в области раскря круглых лесоматериалов.

E-mail: 8felix@mail.ru



СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАСКРОЯ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО, ПОРАЖЕННОГО ВНУТРЕННЕЙ ЗАБОЛОНЬЮ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Разработана математическая модель нового способа раскря круглых лесоматериалов, имеющих кольцевые поражения смежных годовичных слоев, с целью увеличения выхода качественной пилопродукции.

Ключевые слова: внутренняя заболонь, круглые лесоматериалы, аллометрический метод исследований, методика проведения замеров, дуб черешчатый, математическая модель, продольный раскря.

Существующие направления использования древесины, пораженной внутренней заболонью, не позволяют рационально использовать ее здоровую часть. Необходимо создание и внедрение специальных технологий по переработке такой древесины, способствующих максимальному выходу качественной пилопродукции.

Внутренняя заболонь – несколько смежных годовичных слоев, расположенных в ядровой древесине и сходных по цвету и другим свойствам с заболонью [1]. Данный порок появляется в стволе растущих деревьев дуба черешчатого по причине воздействия экстремально низких температур [2]. На торцах круглых сортиментов он имеет вид одного (рис. 1) или нескольких концентрических светлых колец, на продольных разрезах наблюдается в

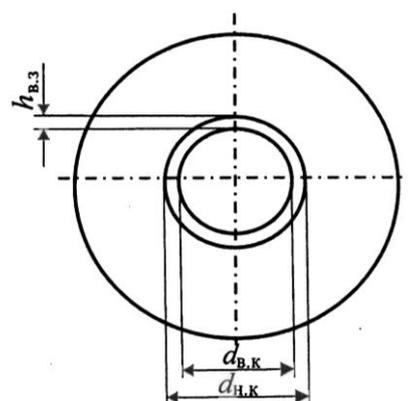


Рис. 1. Кольцо внутренней заболони на торце круглого сортимента

виде светлых полос на темной ядровой древесине, проходящих по всей длине сортимента. Внутренняя заболонь, как и нормальная, обладает повышенной водопроницаемостью, пониженной стойкостью к загниванию. В старых деревьях дуба внутренняя заболонь

часто бывает поражена грибами, принимает светло-бурую окраску и называется в практике «красным поясом».

Ширина кольца внутренней заболони в произвольном сечении

$$h_{в.з} = \frac{d_{н.к} - d_{в.к}}{2},$$

где $d_{в.к}$, $d_{н.к}$ – соответственно диаметры внутренней заболони по внутреннему и наружному слоям кольца в произвольном сечении, м.

Оптимальный раскрой круглых лесоматериалов осуществим при адекватном аналитическом описании формы образующей хлыста, а также развития пороков, в частности внутренней заболони. Изменение диаметра внутренней заболони по внутреннему и наружному слоям кольца по длине ствола дерева в соответствии с аллометрическим методом исследований [4] (рис. 2) имеет следующий вид:

$$d_{в.к} = d_{в.к0} - a_1 l^{b_1}; \quad (1)$$

$$d_{н.к} = d_{н.к0} - a_2 l^{b_2}, \quad (2)$$

где $d_{в.к0}$, $d_{н.к0}$ – соответственно диаметры внутреннего и наружного слоев внутренней заболони в комлевом торце, м;

a_1 , a_2 – константы начального состояния,

$$a_1 = \left(\frac{d_{в.к0} - d'_{в.к}}{\psi^{b_1}} \right);$$

$$a_2 = \left(\frac{d_{н.к0} - d'_{н.к}}{\psi^{b_2}} \right);$$

l – расстояние от комля до искомого сечения, м;

b_1 , b_2 – константы равновесия, передающие темп изменения $d_{в.к}$ и $d_{н.к}$ относительно l ,

$$b_1 = \ln \left[\frac{d_{в.к0} - d''_{в.к}}{d_{в.к0} - d'_{в.к}} \right] / \ln \left[\frac{\psi + f}{\psi} \right];$$

$$b_2 = \ln \left[\frac{d_{н.к0} - d''_{н.к}}{d_{н.к0} - d'_{н.к}} \right] / \ln \left[\frac{\psi + f}{\psi} \right];$$

$d'_{в.к}$, $d''_{в.к}$ – диаметр внутренней заболони по внутреннему слою кольца в двух местах замера по длине поражения, м;

$d'_{н.к}$, $d''_{н.к}$ – диаметр внутренней заболони по наружному слою кольца в двух местах замера по длине поражения, м;

ψ – абцисса места первого замера, м;

f – расстояние между замерами диаметров внутренней заболони, м.

Через математические ожидания [4] выражения (1) и (2) будут иметь следующий вид:

$$m_{d_{в.к}} = m_{d_{в.к0}} - m_{a_1} l^{m_{b_1}}; \quad (3)$$

$$m_{d_{н.к}} = m_{d_{н.к0}} - m_{a_2} l^{m_{b_2}}. \quad (4)$$

Здесь $m_{d_{в.к0}}$, $m_{d_{н.к0}}$, m_{a_1} , m_{a_2} , m_{b_1} , m_{b_2} – математические ожидания соответственно случайных величин $d_{в.к0}$, $d_{н.к0}$, a_1 , a_2 , b_1 и b_2 .

При этом

$$m_{a_1} = \left(\frac{1}{m_{\psi}} \right)^{m_{b_1}} (m_{d_{в.к}} - m_{d_{в.к0}});$$

$$m_{a_2} = \left(\frac{1}{m_{\psi}} \right)^{m_{b_2}} (m_{d_{н.к}} - m_{d_{н.к0}});$$

$$m_{b_1} = \ln[(m_{d_{в.к0}} - m_{d_{в.к}}) \times (m_{d_{в.к0}} - m_{d_{в.к}})] / \ln[(m_{\psi} + m_f) / m_{\psi}], \quad (5)$$

$$m_{b_2} = \ln[(m_{d_{н.к0}} - m_{d_{н.к}}) \times (m_{d_{н.к0}} - m_{d_{н.к}})] / \ln[(m_{\psi} + m_f) / m_{\psi}]. \quad (6)$$

Здесь $m_{d_{в.к}}$, $m_{d_{н.к}}$, $m_{d'_{в.к}}$, $m_{d'_{н.к}}$, m_f , m_{ψ} – математические ожидания соответственно случайных величин $d'_{в.к}$, $d'_{н.к}$, $d''_{в.к}$, $d''_{н.к}$, f и ψ .

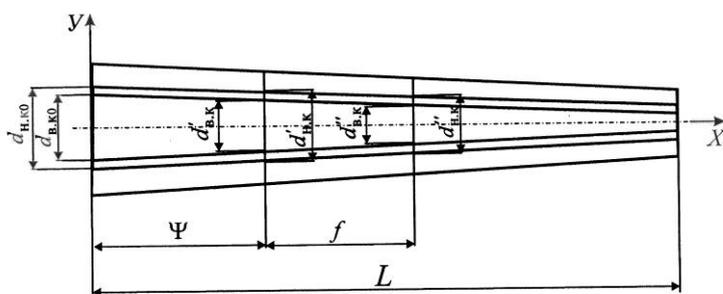


Рис. 2. Расчетная схема

В целях проведения дисперсионного анализа необходимо определить линейаризованную дисперсию.

Дисперсию в точке $x = m_x$ определяют следующим образом:

$$D(x_{\langle n \rangle}) = \sum_{i=1}^n \left[\frac{\delta\varphi(x_{\langle n \rangle})}{\delta x_i} \right]_{x=m_x}^2 D_{x_i}. \quad (7)$$

Следовательно, чтобы получить дисперсию $D(d_{в.к})$ необходимо продифференцировать (1) по $d_{в.к0}$, $d'_{в.к}$, $d''_{в.к}$, ψ и f . Аналогично, чтобы получить дисперсию $D(d_{н.к})$ необходимо продифференцировать (2) по $d_{н.к0}$, $d'_{н.к}$, $d''_{н.к}$, ψ и f . Далее подставляем их математические ожидания и дисперсии, т. е. $m_{d_{в.к0}}$, $m'_{в.к}$, $m''_{в.к}$, m_{ψ} , m_f , $D_{d_{в.к0}}$, $D'_{д_{в.к}}$, $D''_{д_{в.к}}$, D_{ψ} и D_f , и вычисляем $D(d_{в.к})$. Аналогично подставим $m_{d_{н.к0}}$, $m'_{н.к}$, $m''_{н.к}$, m_{ψ} , m_f , $D_{d_{н.к0}}$, $D'_{д_{н.к}}$, $D''_{д_{н.к}}$, D_{ψ} , D_f и вычисляем $D(d_{н.к})$.

На основе математических положений (1)–(7) можно проводить исследования с целью определить изменения диаметра внутренней заболони

по внутреннему и наружному слоям кольца по длине древесного ствола в соответствии с аллометрическим методом.

Для определения пораженности древесины на срубленных деревьях (хлысты) нами была предложена методика, предполагающая непосредственное измерение диаметра внутренней заболони по внутреннему и наружному слоям кольца в двух взаимно перпендикулярных направлениях после проведения поперечных пропилов на торцах круглых лесоматериалов (рис. 3).

Данная методика была нами апробирована при исследовании пораженности внутренней заболонью круглых лесоматериалов дуба черешчатого в Мариинско-Посадском производственном участке ГУП «Чувашский лесхоз» Чувашской Республики.

С использованием результатов замеров по предлагаемой методике и ранее разработанной программы ALLOMPR [4] получены аллометрические зависимости диаметра внутренней заболони по внутреннему и наружному слоям кольца по длине ствола дуба черешчатого:

$$d_{в.к} = 0,372 - 0,0336l^{0,4411};$$

$$d_{н.к} = 0,400 - 0,0382l^{0,4267}.$$

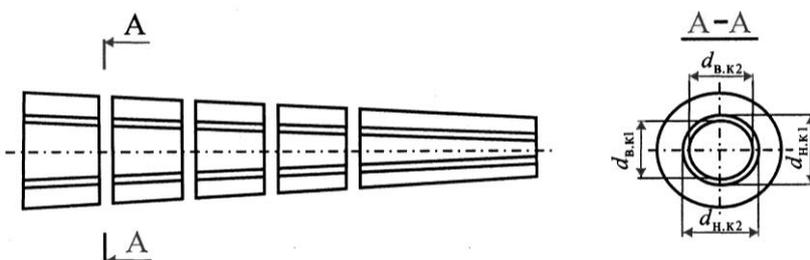


Рис. 3. Методика проведения замеров

Адекватность полученных математических моделей доказана с помощью критерия Фишера.

Полученные зависимости позволяют определить объем, занимаемый внутренней заболонью:

$$V_{в.з} = \frac{\pi}{4} \int_0^l d_{н.к}^2 dl - \frac{\pi}{4} \int_0^l d_{в.к}^2 dl .$$

После подстановки в это выражение формул (1) и (2) и интегрирования

$$V_{в.з} = \frac{\pi}{4} \left(d_{н.к0}^2 L + 2 \frac{a_2 d_{н.к0}}{b_2 + 1} L^{b_2 + 1} + \frac{a_2^2}{2b_2 + 1} L^{2b_2 + 1} - d_{в.к0}^2 L - 2 \frac{a_1 d_{в.к0}}{b_1 + 1} L^{b_1 + 1} - \frac{a_1^2}{2b_1 + 1} L^{2b_1 + 1} \right),$$

где L – длина хлыста.

На основе проведенных исследований составлена математическая модель раскроя круглых лесоматериалов, имеющих кольцевые поражения смежных годовичных слоев по новому способу [3], который предполагает их раскрой на сектора в продольном направлении. Сектора делят на сердцевинную часть, пораженную часть и периферийный сегмент, который в дальнейшем разделяют на боковые заготовки (рис. 4).

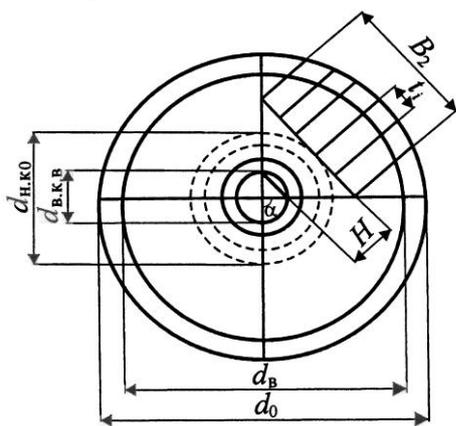


Рис. 4. Схема раскроя круглого лесоматериала, имеющего кольцевые поражения смежных годовичных слоев

Объем пилопродукции, получаемый из круглых лесоматериалов с кольцевым поражением:

$$V_{п/п} = V_I + V_{II} + V_{III},$$

где V_I – объем пиломатериалов, получаемых из секторов после удаления кольцевого поражения; V_{II} – объем пилопродукции, содержащий кольцевое поражение; V_{III} – объем пилопродукции из сердцевинной части секторов.

Объем пиломатериалов, получаемых из секторов после удаления кольцевого поражения:

при четном числе пиломатериалов из сектора

$$V_I = 2N \sum_{i=1}^k t_i h_i l_i;$$

при нечетном числе пиломатериалов из сектора

$$V_I = N(t_i h_i l_i + 2 \sum_{i=2}^k t_i h_i l_i),$$

где N – число секторов;

t_i, h_i, l_i – соответственно толщина, ширина и длина i -го пиломатериала;

k – число пиломатериалов из одного сектора.

Объем пилопродукции, содержащий кольцевое поражение:

$$V_{II} = \frac{1}{2} (B_1 + B_2) \pi H L,$$

где B_1, B_2 – соответственно ширина внутренней и наружной пластей пилопродукции;

H – толщина пилопродукции.

Ширина внутренней пласти пилопродукции

$$B_1 = d_{в.к.в} \sin \frac{\alpha}{2},$$

где $d_{в.к.в}$ – диаметр внутреннего кольца поражения в вершинном торце;

α – угол сектора.

Ширина наружной пласти пилопродукции

$$B_2 = d_{н.к0} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}.$$

Толщина пилопродукции, со-
держащая кольцевое поражение:

$$H = \frac{1}{2} \left(d_{н.к.0} - d_{в.к.в} \cos \frac{\alpha}{2} \right).$$

Объем пилопродукции из серд-
цевинной части секторов

$$V_{III} = \frac{1}{4} N L d_{в.к.в}^2 \cos \frac{\alpha}{2} \sin \frac{\alpha}{2}.$$

При определении эффективно-
сти раскря древесины используют
критерий объемного выхода пилопро-
дукции (p , %):

$$p = \frac{V_{п/п}}{V} 100 ,$$

где $V_{п/п}$ – объем полученной пилопро-
дукции, m^3 ;

V – объем древесины, m^3 .

Таким образом, предлагаемая
методика исследования формы обра-
зующей внутренней заболони по внут-
реннему и наружному слоям кольца
позволяет получать адекватные моде-
ли, которые могут быть использованы
для математического описания про-
цесса раскря на пилопродукцию
круглых лесоматериалов, имеющих
этот порок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вакин А.Т., Полубояринов О.И., Соловьев В.А. Пороки древесины. М.: Лесн. пром-сть, 1980. 112 с.
2. Распространение и характеристика внут-
ренней заболони древесины дуба черешчатого

в Среднем Поволжье/ И.А. Алексеев, А.Х. Газизуллин, В.И. Пчелин, А.С. Яковлев // Экологический вестник Чувашии. 1996. № 13. С. 101–103.

3. Способ раскря круглых лесоматериалов, имеющих кольцевые поражения древесины: заявка 2008124073 РФ: МПК В 27 В 1/00 / Торопов А.С., Торопов С.А., Шарапов Е.С., Краснова В.Ф., Христофоров А.В., Капитонов С.А.; заявитель ГОУ ВПО Марийск. гос. техн. ун-т. № 2008124073/03; заявл. 11.06.08; опубл. 20.12.09, Бюл. № 35.

4. Торопов А.С. Интенсификация производственных процессов поперечной распиловки лесоматериалов: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук / СПбЛТА. СПб., 1993. 31 с.

Поступила 10.06.10

A.S. Toropov, V.F. Krasnova
Mari State Technical University

Perfection of English Oak Cutout Affected by Included Sapwood Caused by Low Temperatures Effect

The mathematical model of a new cutout is developed for round timber with affections of adjacent annual rings aiming at increasing qualitative sawn products output.

Keywords: included sapwood, round sawn timber, allometric research method, measurement technique, English oak, mathematical model, longitudinal cutout.