



МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 630*945.4

А.С. Торопов, С.А. Торопов, Е.В. Микрюкова

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 около 180 печатных работ в области интенсификации процессов распиловки лесоматериалов.
E-mail: kafedradop@mail.ru



Торопов Сергей Александрович родился в 1971 г., окончил в 1993 г. Марийский политехнический институт. Имеет около 10 печатных работ в области интенсификации процессов распиловки лесоматериалов.
E-mail: kafedradop@mail.ru



Микрюкова Елена Вячеславовна родилась в 1975 г., окончила в 1997 г. Марийский государственный технический университет, старший преподаватель кафедры деревообрабатывающих производств МарГТУ. Имеет около 10 печатных работ в области раскроя круглых лесоматериалов.
E-mail: lemikora@ya.ru



ИССЛЕДОВАНИЕ ПОРАЖЕННОСТИ ДРЕВЕСИНЫ НАПЕННОЙ ГНИЛЬЮ

Получены адекватные модели для математического описания процесса раскроя круглых лесоматериалов, пораженных напенной гнилью, на пилопродукцию.

Ключевые слова: напенная гниль, древесина, аллометрический метод, методика проведения замеров, ель, пихта, береза, осина.

Оптимальный раскрой лесоматериалов осуществим при адекватном аналитическом описании формы образующей хлыста, а также развития пороков, в частности сердцевинной напенной гнили.

Изменение диаметра напенной гнили по длине ствола дерева в соответствии с аллометрическим законом [2] (рис. 1) имеет следующий вид:

$$d_{\Gamma} = d_{\Gamma 0} - a l_{\Gamma}^b, \quad (1)$$

где d_{Γ} – диаметр напенной гнили в произвольном сечении, м;

$d_{\Gamma 0}$ – диаметр гнили в комле круглого лесоматериала, м;

l_{Γ} – длина поражения напенной гнилью, м;

a, b – соответственно константы начального состояния и равновесия,

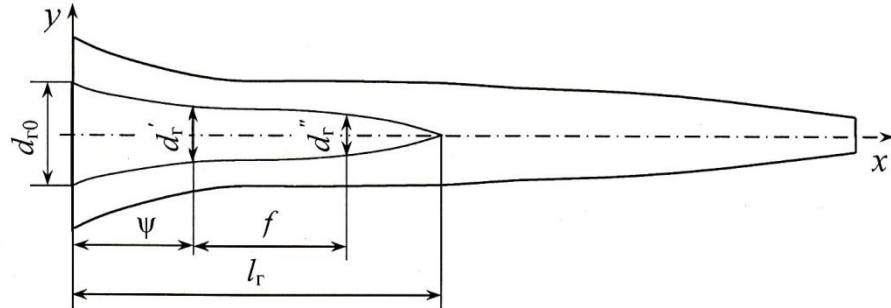


Рис. 1. Расчетная схема

$$a = (1/\psi)^b (d_{r0} - d_r');$$

$$b = \ln[(d_{r0} - d_r'')/(d_{r0} - d_r')] / \ln[(\psi + f)/\psi];$$

d_r', d_r'' – диаметр гнили в двух местах замера по длине поражения l_r ;

ψ – абсцисса места первого замера, м;

f – расстояние между замерами диаметров гнили, м.

Согласно (1), исследуемая функция зависит от нескольких случайных аргументов.

Известно, что математическое ожидание M функции от произвольного числа случайных аргументов $\varphi(x_1, \dots, x_n)$

$$M[\varphi(x_1, \dots, x_n)] = \int_{-\infty}^{+\infty} \varphi(x_1, \dots, x_n) f(x_1, \dots, x_n) dx_1 \dots dx_n, \quad (2)$$

где $f(x_1, \dots, x_n)$ – многомерная плотность распределения величин x_1, \dots, x_n .

Дисперсия

$$D[\varphi(x_1, \dots, x_n)] = \int_{-\infty}^{+\infty} [\varphi(x_1, \dots, x_n) - m_\varphi]^2 f(x_1, \dots, x_n) dx_1 \dots dx_n. \quad (3)$$

В общем случае найти M и D довольно сложно. Для этого чаще всего используют метод статистической линеаризации, основанный на разложении функции в ряд Тейлора в точке $x_i = m_{x_i}$, т. е. в окрестности математического ожидания x .

При этом формула для определения математического ожидания имеет следующий вид:

$$M(x_{(n)}) = \varphi(x_1, \dots, x_n) + \sum_{i=1}^n \frac{\delta \varphi(x_{(n)})}{\delta x_{(n)}} M(x_i - m_{x_i}) + \dots \quad (4)$$

В случае, если x_1, \dots, x_n – независимые случайные величины,

$$M(x_{(n)}) = \varphi(x_1, \dots, x_n) + \frac{1}{2} \sum \frac{\delta^2 \varphi(x_{(n)})}{\delta x_{(n)}^2} \Big|_{x=m_x} D(x_{(n)}), \quad (5)$$

где $D(x_{(n)})$ – дисперсия в точке $x = m_x$.

Обычно отбрасывают и второй член равенства (5):

$$M[\varphi(x_{(n)})] = \varphi(m_{x_1}, \dots, m_{x_m}). \quad (6)$$

Тогда выражение (1)

$$m_{d_\Gamma} = m_{d_{r0}} - m_a l^{m_b}, \quad (7)$$

где $m_{d_{r0}}, m_a, m_b$ – математические ожидания соответственно случайных величин d_{r0}, a и b .

При этом

$$m_a = \left(\frac{1}{m_\Psi} \right)^{m_b} (m_{d'_\Gamma} - m_{d''_\Gamma});$$

$$m_b = \ln[(m_{d_{r0}} - m_{d'_2})(m_{d_{r0}} - m_{d''_2})] / \ln[(m_\Psi + m_f) / m_\Psi], \quad (8)$$

где $m_\Psi, m_{d'_\Gamma}, m_{d''_\Gamma}, m_f$ – математические ожидания соответственно случайных величин $\Psi, d'_\Gamma, d''_\Gamma$ и f .

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

$$D(x_{(n)}) = \sum_{i=1}^n \left[\frac{\delta \varphi(x_{(n)})}{\delta x_i} \Big|_{x=m_x} \right]^2 D_{x_i}. \quad (9)$$

Следовательно, чтобы получить дисперсию $D(d_\Gamma)$, необходимо продифференцировать (1) по $d_{r0}, d'_2, d''_2, \Psi$ и f :

$$\frac{\delta d_\Gamma}{\delta d_{r0}} = 1 - (l/\Psi)^b + (l/\Psi)^b \frac{(d' - d'')}{(d_{r0} - d'') \ln[(\Psi + f)/\Psi]} \ln \frac{l}{\Psi};$$

$$\frac{\delta d_\Gamma}{\delta d'} = (l/\Psi)^b - (l/\Psi)^b \frac{1}{\ln[(\Psi + f)/\Psi]} \ln \frac{l}{\Psi};$$

$$\frac{\delta d_\Gamma}{\delta d''} = (l/\Psi)^b \frac{(d_{r0} - d')}{(d_{r0} - d'') \ln[(\Psi + f)/\Psi]} \ln \frac{l}{\Psi}; \quad (10)$$

$$\frac{\delta d_\Gamma}{\delta \Psi} = -(l/\Psi)^b \frac{f(d_{r0} - d') \ln[(d_{r0} - d'')/(d_{r0} - d')]}{\Psi(\Psi + f) \{ \ln[(\Psi + f)/\Psi] \}^2} \times$$

$$\times \ln \frac{l}{\Psi} - (d_{r0} - d') b (l/\Psi)^{b-1} (l/\Psi)^2;$$

$$\frac{\delta d_\Gamma}{\delta f} = -(l/\Psi)^b \frac{(d_{r0} - d') \ln[(d_{r0} - d'')/(d_{r0} - d')]}{(\Psi + f) \{ \ln[(\Psi + f)/\Psi] \}^2} \ln \frac{l}{\Psi}.$$

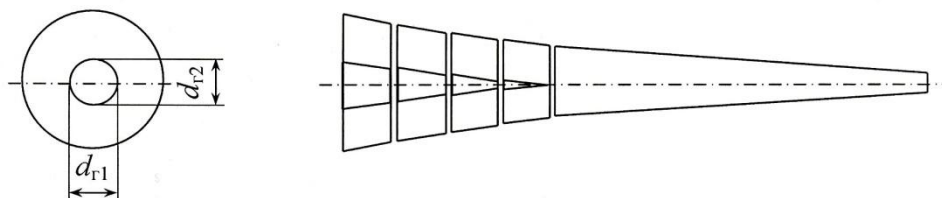


Рис. 2. Методика проведения замеров диаметров напенной гнили на торцах срезов

Далее подставляют их математические ожидания и дисперсии, т. е. $m_{d_{r0}}, m_{d_r'}, m_{d_r''}, m_{\psi}, m_f, D_{d_{r0}}, D_{d_r'}, D_{d_r''}, D_{\psi}$ и D_f , и вычисляют $D(d_r)$.

На основе математических положений (1)–(10) разработана программа ALLOMPR, позволяющая исследовать пораженность древесины напенной гнилью аллометрическим методом.

Предложено несколько методик проведения замеров для определения пораженности древесины напенной гнилью, которые можно разделить на два типа: на срубленных древостоях и на растущих.

Рассмотрим варианты исследования пораженности древесины напенной гнилью на срубленных деревьях (хлыстах).

1. Непосредственное измерение диаметра гнили в двух взаимно перпендикулярных направлениях на торцах после проведения поперечных пропилов (рис. 2).

2. Высверливание гнили с комлевого торца и проведение замеров диаметров внутренней полости (рис. 3).

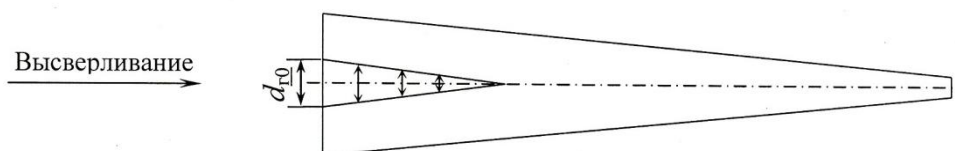


Рис. 3. Методика проведения замеров внутренней полости после высверливания напенной гнили

Эта методика основана на различии в плотности (в твердости) здоровой и пораженной древесины.

Для растущих древостоев предлагаются следующие методики исследования пораженности древесины напенной гнилью:

исследование при помощи кернов (рис. 4, а, б);

удаление гнили через боковое отверстие (рис. 4, в).

С использованием одной из предлагаемых методик исследования пораженности древесины напенной гнилью, результатов А.И. Алексева [1] и программы ALLOMPR получены зависимости диаметра напенной гнили по длине ствола для четырех древесных пород:

- | | |
|-----------|--------------------------------------|
| 1) ель | $d_r = 0,444 - 0,057d_r^{1,0342}$; |
| 2) пихта | $d_r = 0,652 - 0,0227d_r^{1,2376}$; |
| 3) береза | $d_r = 0,386 - 0,153d_r^{0,8395}$; |
| 4) осина | $d_r = 0,303 - 0,0122d_r^{1,0243}$. |

Адекватность этих математических моделей доказана с помощью критерия Фишера.

Полученные зависимости позволяют определить объем, занимаемый напенной гнилью:

$$V_r = \frac{\pi}{4} \int_0^{l_r} d_r^2 dl.$$

После подстановки в это выражение формулы (1) и интегрирования

$$V_r = \frac{\pi}{4} \left(d_{r0}^2 l_r + 2 \frac{a d_{r0}}{b+1} l_r^{b+1} + \frac{a^2}{2b+1} l_r^{2b+1} \right).$$

При определении эффективности раскря древесины используют критерий объемного выхода пилопродукции (% от объема сырья):

$$p = \frac{V_{п.п}}{V} 100,$$

где $V_{п.п}$ – объем полученной пилопродукции, м³;

V – объем древесины, м³.

Для низкокачественной древесины (пораженной напенной гнилью) целесообразно ввести критерий выхода пилопродукции из здоровой части этой древесины. Таким образом, выход пилопродукции (%) из здоровой части низкокачественной древесины

$$p_3 = \frac{V_{п.п}}{V - V_r} 100.$$

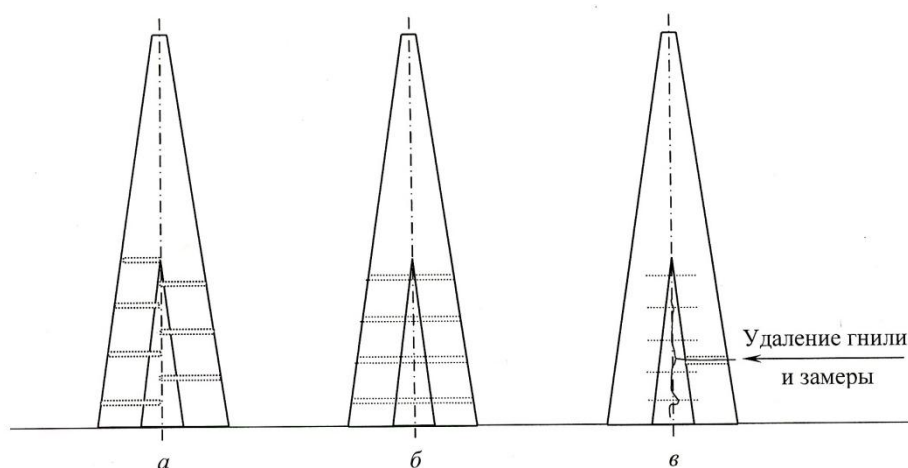


Рис. 4. Методика проведения замеров в растущих древостоях

Этот критерий оценивает эффективность использования здоровой части древесины.

Таким образом, предлагаемая методика исследования формы образующей напенной гнили позволяет получать адекватные модели, которые могут быть использованы для математического описания процесса раскря круглых лесоматериалов, имеющих этот порок, на пилопродукцию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Внедрение нового способа товаризации лесосечного фонда в условиях фауности [Текст]: отчет о НИР (заключ.) / МПИ; Исполн.: Алексеев И.А. и [др.]. – Йошкар-Ола, 1989.

2. *Торопов, А.С.* Интенсификация производственных процессов поперечной распиловки лесоматериалов [Текст]: автореф. дис. ... докт. техн. наук / А.С. Торопов. – СПб., 1993.– 31с.

Поступила 23.06.2008

A.S. Toropov, S.A. Toropov, E.V. Mikryukova
Mari State Technical University

Investigation of Wood Affected by Stump Rot

Adequate models are obtained for mathematical description of the cutting process of round wood affected by stump rot for sawn timber.

Keywords: stump rot, wood, allometric method, measuring technique, spruce, fir, birch, aspen.
