



## МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.023

**В.М. Меркелов, Н.А. Часова**

Брянская государственная инженерно-технологическая академия

Меркелов Владимир Михайлович родился в 1955 г., окончил в 1981 г. Брянский технологический институт, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии деревообработки Брянской государственной инженерно-технологической академии. Имеет более 80 печатных работ в области деревообработки.  
E-mail: vromanov62@mail.ru



Часова Наталья Александровна родилась в 1976 г., окончила в 1998 г. Брянский государственный педагогический университет, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики Брянской государственной инженерно-технологической академии. Имеет более 20 печатных работ в области математического анализа.  
E-mail: chasnat@bk.ru



### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА СЛОЕВ ДРЕВЕСИНЫ, ИМЕЮЩИХ РАЗЛИЧНЫЕ УРОВНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАДИОНУКЛИДАМИ

Приведена методика определения объема слоев древесины, позволяющая прогнозировать получение продукции с допускаемым уровнем загрязнения радионуклидами.

*Ключевые слова:* радионуклид, параболоид, объем древесины, функция.

Раскрой древесины, загрязненной радионуклидами, необходимо производить с учетом их распределения по поперечному сечению ствола. Ранее\* было установлено, что наибольший уровень загрязнения отмечается в наружных слоях древесины и уменьшается от периферии к центру сортимента. При раскросе следует ограничить объем слоев древесины, имеющих уровень загрязнения выше допустимого. Средняя удельная активность радионуклидов в пилопродукции зависит от объема каждого из слоев, имеющих различный уровень загрязнения.

Удельную активность радионуклидов в пилопродукции ( $\lambda$ , Бк/кг) можно определить по формуле

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i V_i}{\sum_{i=1}^n V_i},$$

где  $\lambda_i$  – удельная активность радионуклидов в  $i$ -м слое бревна, Бк/кг;

$V_i$  – объем  $i$ -го слоя бревна в доске (брусе), м<sup>3</sup>;

$n$  – число загрязненных слоев сортимента.

Таким образом, для получения пилопродукции с допускаемым уровнем загрязнения необходимо знать удельную активность радионуклидов в каждом слое и объем соответствующих слоев.

В данной работе рассматривается методика определения объема слоев пилопродукции, имеющих различные уровни загрязнения радионуклидами, в зависимости от геометрических

\* Симонов А.С., Меркелов В.М. Особенности раскроса древесины, загрязненной радионуклидами // Лесн. журн. 1997. № 1–2. С. 155–160. (Изв. высш. учеб. заведений).

характеристик пиловочного сырья. При этом необходимо учитывать следующие основные условия: толщину и число слоев; содержание радионуклидов в каждом из них; диаметр, сбег и длину пиловочного сырья; толщину, ширину, длину доски и ее местоположение в поставе.

За основу взята классическая теория определения геометрических характеристик досок, получаемых при распиловке бревен. В нашем случае образующая бревна принимается за эллиптический параболоид.

Объем каждого загрязненного слоя древесины в пиломатериалах ( $V_i, \text{м}^3$ ) находим по формуле

$$V_i = F_i(a, S, L, c, d, t) - f_i(a, S, L, c, d, t), \quad (1)$$

где  $F_i(a, S, L, c, d, t)$  – функция, ограничивающая  $i$ -й слой сверху;

$f_i(a, S, L, c, d, t)$  – функция, ограничивающая  $i$ -й слой снизу, при  $i = n$   $f_i(a, S, L, c, d, t) = 0$ ;

$a$  – расстояние до наружной пласти доски, м;

$S$  – толщина доски с учетом усушки, м;

$L$  – длина бревна, м;

$c$  – сбег бревна, см/м;

$d$  – диаметр бревна в вершинном торце, м;

$t$  – толщина слоя, ограничивающего  $i$ -й слой сверху, м.

Так как  $f_i(a, S, L, c, d, t)$  для  $i$ -го слоя равна  $F_{i-1}(a, S, L, c, d, t)$ , то в дальнейшем будем рассматривать методику определения  $F_i(a, S, L, c, d, t)$ .

Бревно имеет форму усеченного параболоида, поэтому для определения объема слоев необходимо добавить границу, учитывающую длину бревна. Тогда функция, ограничивающая  $i$ -й слой сверху, запишется как

$$F_i(a, S, L, c, d, t) = V_i^n - V_i^y,$$

где  $V_i^n, V_i^y$  – объем слоя древесины, ограниченный наружной плоскостью доски и верхней границей  $i$ -го слоя соответственно без учета усечения бревна и в усекаемой части,  $\text{м}^3$ .

Таким образом, формулу (1) можно представить в виде

$$V_i = (V_i^n - V_i^y) - (V_{i-1}^n - V_{i-1}^y).$$

Методика расчета  $V_i^n$  для  $i$ -го слоя заключается в определении объема эллиптического параболоида, ограниченного наружными пластинами доски. Объем каждой зоны можно рассчитать, взяв за основу уравнение эллиптического параболоида. Если расположить оси координат в соответствии с рис. 1, то это уравнение примет вид

$$z = H - \left( \frac{x^2}{2p} + \frac{y^2}{2q} \right),$$

где  $H$  – высота параболоида;  
 $2p, 2q$  – его параметры.

Параметр  $2p$  для каждого  $i$ -го слоя определяется по формуле

$$2p_i = \frac{D_i^2 - d_i^2}{4L},$$

где  $D_i, d_i$  – оси эллипса по оси  $Ox$  соответственно в комлевом и вершинном торце бревна, ограничивающего  $i$ -й слой сверху.

Оси эллипса по оси  $Ox$  определяются следующим образом:

$$D_i = D - 2 \sum_{i=1}^{i-1} t_i,$$

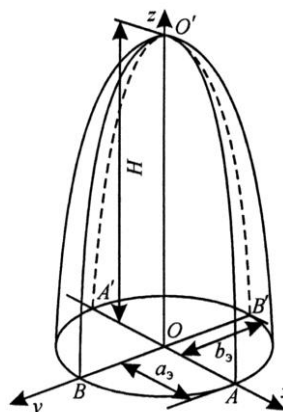


Рис. 1. Эллиптический параболоид

где  $D$  – диаметр бревна в комле, см;

$t_i$  – толщина  $i$ -го слоя;

$$d_i = d - 2 \sum_{i=1}^{i-1} t_i,$$

где  $d$  – диаметр бревна в вершинном торце, см.

Аналогично определяется параметр  $2q$  эллиптического параболоида, ограничивающий  $i$ -й слой сверху:

$$2q_i = \frac{K^2 (R_0^2 - d_i^2)}{4L}.$$

Здесь  $K$  – коэффициент сжатия (растяжения) окружности,

$$K = \frac{b_3}{a_3},$$

где  $a_3, b_3$  – большая и малая полуоси эллипса соответственно.

Полная высота параболоида  $H_i$  для  $i$ -го слоя

$$H_i = \frac{LD_i^2}{D_i^2 - d_i^2}.$$

Объем части  $V_{ab}$  эллиптического параболоида, ограниченного плоскостями  $x = a_1, x = a_2, y = b_1, y = b_2$  (рис. 2, а), определяется по формуле

$$V_{ab} = \int_{b_1}^{b_2} \int_{a_1}^{a_2} \left[ H - \left( \frac{x^2}{2p} + \frac{y^2}{2q} \right) \right] dx dy.$$

Проинтегрировав это выражение и приняв  $b_1 = -b/2, b_2 = b/2, a_1 = a - S, a_2 = a$ , получим

$$V_{ab} = HbS - \frac{b[a^3 - (a-S)^3]}{3 \cdot 2p} - \frac{b^3 S}{12 \cdot 2q}.$$

Объем части  $V_a$  эллиптического параболоида, ограниченного плоскостями доски (рис. 2, б), найдем по формуле

$$V_a = \iint_{(D)} \left[ H - \left( \frac{x^2}{2p} + \frac{y^2}{2q} \right) \right] dx dy,$$

где  $D$  – область на плоскости  $Oxy$ , ограниченная прямыми  $x = a - S, x = a$  и эллипсом, являющимся основанием эллиптического параболоида.

Пусть уравнение эллипса имеет

вид

$$y = 2K \sqrt{R_0^2 - x^2}. \quad (2)$$

Используя (2), получаем

$$V_a = 2 \int_{a-S}^a \left\{ \int_0^{2K\sqrt{R_0^2-x^2}} \left[ H - \left( \frac{x^2}{2p} + \frac{y^2}{2q} \right) \right] dy \right\} dx.$$

Вычисляя последний интеграл, находим

$$V_a = K \left[ \alpha \varphi + \beta a \sqrt{R_0^2 - a^2} - \gamma (a - S) \sqrt{R_0^2 - (a - S)^2} \right],$$

где  $\varphi = \arcsin \left( \frac{a}{R_0} \right) - \arcsin \left( \frac{a - S}{R_0} \right)$ ;

$$\alpha = R_0^2 \left( 2H - \frac{2K^2 R_0^2}{2q} - \frac{R_0^2}{2 \cdot 2p} \right);$$

$$\beta = 2H + \frac{2K^2}{3 \cdot 2q} (a^2 - 5R_0^2) - \frac{1}{2 \cdot 2p} (a_0^2 - 2a^2);$$

$$\gamma = 2H + \frac{2K^2}{3 \cdot 2q} [(a - S)^2 - 5R_0^2] + \frac{1}{2 \cdot 2p} [a_0^2 - 2(a - S)^2].$$

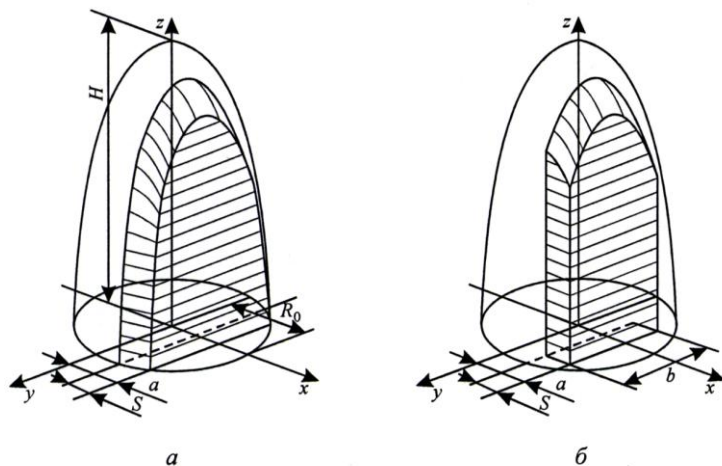


Рис. 2. Схема к определению объема слоев древесины в доске

Значения  $R_0$  для каждого слоя принимаются равными

$$R_0 = \frac{D_i}{2} - \sum_{k=1}^{i-1} t_k .$$

Для расчета  $V^y$  можно воспользоваться приведенными зависимостями, однако необходимо ввести некоторые корректировки:

$$R_0 = \frac{d_i}{2} - \sum_{i=1}^{i-1} t_i ;$$

$$H_i = \frac{LD_i^2}{D_i^2 - d_i^2} - L .$$

Предложенный метод определения объема слоев древесины позволит применять оптимальные схемы раскроя в целях получения пилопродукции

с допустимым уровнем загрязнения радионуклидами.

*V.M. Merkelov, N.A. Chasova*

Bryansk State Academy of Engineering and Technology

#### **Determination of Wood Layers Volume Characterized by Different Levels of Radionuclide Pollution**

The technique for determination of wood layers volume is provided allowing to predict harvesting the production with an allowable radionuclide pollution level.

Keywords: radionuclide, paraboloid, wood volume, function.