

reinforced with Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> particles // Ceramic International. 2009. № 35. P.709.

5. **Guimares FAT, Silva KL, Trombini V.** Correlation between microstructure and mechanical properties of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZrO<sub>2</sub> nanocomposites // Ceramic International. 2009. Vol. 35. P. 741-45.

6. **Tuan WH, Chen RZ, Wang TC.** Mechanical properties of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZrO<sub>2</sub> composites // Eur Ceram Soc. 2002. Vol. 22. P. 2827-33.

7. **Ларин В.К., Кондаков В.М., Малый Е.Н. Матюха В.А., Дедов Н.В.** и др. Плазмохимический способ получения ультрадисперсных (нано) порошков оксидов металлов и перспективные направления их применения // Изв. Вуз. Цветная металлургия. 2003. № 5. С. 59-64.

8. **Суржиков А.П., Франгульян Г.С., Гынгазов С.А., Власов В.А., Васендина Е.А.** Структурно-фазовое состояние ультрадисперсных плазмохимических порошков диоксида циркония // Наноматериалы и наноструктуры. 2012. Т.3, №1. С.14-17.

2. **Hannik RHJ, Kelly PM, Muddle BC.** Transformation toughening in Zirconia –Containing ceramics // Am Ceram Soc. 2000. Vol. 83(3). P.461-87.

3. **Moraes M.C., Elias C.N., Filho J.D., Oliveira L.G.** Mechanical Properties of alumina – zirconia composites for ceramic abutments// Mater Res. 2004. № 7(4). P. 643-49.

4. **Santos C.** Teixeira LHP, Daguano JKMF, Rgero SO, Strecker K, Elias CN. Mechanical properties and cytotoxicity of 3Y-TZP bioceramics reinforced with Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> particles // Ceramic International. 2009. № 35. P.709.

5. **Guimares FAT, Silva KL, Trombini V.** Correlation between microstructure and mechanical properties of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZrO<sub>2</sub> nanocomposites // Ceramic International. 2009. Vol. 35. P. 741-45.

6. **Tuan WH, Chen RZ, Wang TC.** Mechanical properties of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ ZrO<sub>2</sub> composites // Eur Ceram Soc. 2002. Vol. 22. P. 2827-33.

7. **Larin V.K., Kondakov V. M., Malyi E.N., Matyuha V.A., Dedov N.V.** Plazmohimicheskiy sposob polucheniya ultradispersnyh (nano) poroshkov okcidov metallov I perspektivnye napravleniya ih primeneniya. Izv. Vuzov. Tsvetnaya metallurgiya. 2003, №5, s. 59-64

8. **Суржиков А.П., Франгульян Г.С., Гынгазов С.А., Власов В.А., Васендина Е.А.** Структурно-фазовое состояние ультрадисперсных плазмохимических порошков диоксида циркония // Наноматериалы и наноструктуры. 2012. Т.3, №1. С.14-17.

## References

1. **Naglieri V., Palmero P., Montanaro L.** Prepagation and characterization of alumina-doped powders for the design of multi-phase nanocomposites // Therm Anal Calorim. 2009. Vol. 97(1). P. 231-7.

УДК 674.416

# Предсказательное моделирование поверхностей, формируемых при раскрое круглого лесоматериала

Н.О. Бегункова<sup>1</sup>, С.П. Исаев<sup>1</sup>, О.И. Бегунков<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Тихоокеанский государственный университет, ул. Тихоокеанская 136, Хабаровск, Россия. E-mail: natali-beg@mail.ru  
Статья поступила 13.07.2012, принята 15.11.2012

*В статье отражены теоретические основы метода виртуального раскроя круглых лесоматериалов на заготовки для строгания в технологии получения строганного шпона. Известно, что вид получаемого строганного шпона во многом зависит от принятого метода продольного раскроя круглых лесоматериалов (кряжей). В работе предлагается метод трехмерного моделирования, обеспечивающий создание объемной метрической модели круглого лесоматериала, в которой отражена его внутренняя макроструктура, в частности, годичные слои. При этом принято, что форма круглого лесоматериала имеет форму усеченного параболоида вращения, а ширина годичных слоев изменяется по радиусу кряжа. Полученная математическая модель позволяет осуществлять виртуальный продольный раскрой кряжа под любым углом к его продольной оси, отображать более реальную текстуру поверхности древесины в плоскости реза по сравнению с формой кряжа в виде усеченного конуса и тем самым более точно прогнозировать вид шпона и его текстуру.*

**Ключевые слова:** круглые лесоматериалы, годичный слой, строганный шпон, вид шпона, текстура древесины, модель, виртуальный раскрой.

## Predictive modeling of surfaces formed under round timber dressing

N.O. Begunkova<sup>1</sup>, S.P. Isaev<sup>1</sup>, O.I. Begunkov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pacific National University, 136, Tikhookeanskaya str., Khabarovsk, Russia. E-mail: natali-beg@mail.ru  
The article received 13.07.2012, accepted 15.11.2012

*The article reflects theoretical fundamentals for the virtual round timber dressing method into hewn blanks to be planed in the crossband veneer technique. The crossband veneer type is known to be dependent on the accepted ripping method (round logs). The paper proposes the 3D modeling method aiming at the development of round timber solid metric model, which reflects its internal macrostructure, in particular, its growth-rings. Besides, round timber is considered to have the form of the truncated paraboloid of revolution, with annual ring width changing radially. The obtained mathematical model enables to fulfil the virtual round timber dressing at any angle to its longitudinal axis, reflect more real surface texture in the cutting plane as compared to the truncated cone round log, and thereby predict the veneer type and its texture more accurately.*

**Keywords:** round timber, annual ring, crossband veneer, veneer type, texture, model, virtual dressing.

**Введение.** Формирование стволовой части дерева происходит за счет ежегодного прироста слоя древесины, который называют годичным слоем. Чередование годичных слоев вследствие различия между ранней и поздней древесиной создает внутри объема круглого лесоматериала послойные макроструктурные различия, выражающиеся в изменении цвета древесины и ее текстуры в целом. У некоторых пород макроструктурные различия выражены особенно ярко. Например, у лиственницы и дуба, по данным [1], поздняя древесина темнее и плотнее ранней (соответственно в 2,3 и 1,5 раза), что ярко отражается на плоскостях резов при раскросе и существенным образом формирует текстурный рисунок при продольном раскросе круглого лесоматериала.

При моделировании формы круглых лесоматериалов для упрощения исходят из предположения, что ствол дерева есть тело вращения, причем диаметры по длине ствола от комля к вершине постепенно уменьшаются. Это уменьшение, приходящееся на единицу длины ствола, называется сбегом. Отдельные части ствола приближаются к четырем геометрическим формам: нижняя – к нейлоиду, средняя (отдельные короткие отрезки) – к цилиндру, верхинная – к конусу, а большая часть – к параболоиду [2].

В этой связи, круглый лесоматериал, получаемый в результате поперечного раскрося древесного ствола, принято схематически представлять в виде системы насаженных один на другой параболоидов (или в более простом случае – конусов), имеющих толщину стенки, равную толщине годичного слоя.

Процесс продольного раскрося круглых лесоматериалов сопровождается перерезанием годичных слоев. Установлено, что выбор метода раскрося круглого лесоматериала (кряжа) на заготовки для строгания является одним из факторов, влияющих на вид получаемого строганого шпона, и во многом определяет будущую текстуру его поверхности. Таким образом наличие модели круглого лесоматериала, приближенной к реальным формам его объемно-метрических характеристик с отображением внутренней макроструктуры (годичные слои), позволит прогнозировать расположение годичных слоев на поверхностях плоскостей реза и, как результат, вид и текстуру поверхности шпона.

**Построение математической модели.** Для построения математической модели поверхности круглого лесоматериала (кряжа) примем, что он имеет форму усеченного параболоида вращения, а исходными параметрами служат вершинный диаметр, сбег и длина.

Для математического описания формы поверхности круглого лесоматериала воспользуемся тем, что усеченный параболоид может быть образован вращением параболы  $I$  вокруг горизонтальной оси  $X$  (рис. 1).

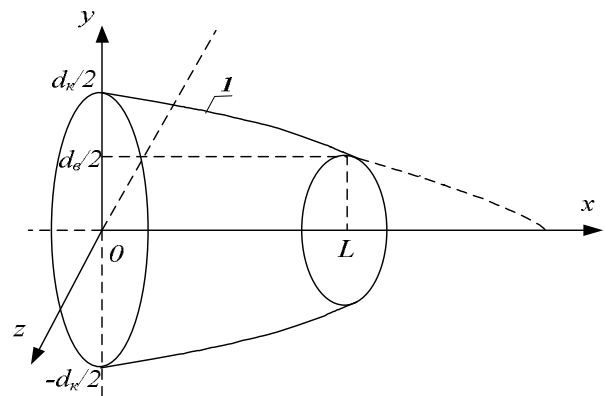


Рис. 1. Графическая модель поверхности круглого лесоматериала.

Уравнение параболы  $I$  определяется исходными данными – вершинным диаметром, сбегом и длиной круглого лесоматериала и имеет следующий вид:

$$y^2(x) = \frac{d_k^2}{4} - \frac{d_k^2 - d_b^2}{4L} x$$

или

$$y(x) = \sqrt{\frac{d_k^2}{4} - \frac{d_k^2 - d_b^2}{4L} x}, \quad (1)$$

где  $L$  – длина кряжа,  $m$ ;  $d_k, d_b$  – соответственно комлевой и вершинный диаметры,  $см$ . При этом комлевой диаметр  $d_k$  определяется как  $d_k = S \cdot L + d_b$ , где  $S$  – сбег,  $см/м$ .

Опишем поверхность, образованную вращением параболы  $I$  вокруг оси  $X$ , с помощью параметрических уравнений:

$$\begin{cases} F(u, v) = u \\ G(u, v) = y(u) \cos v \\ H(u, v) = y(u) \sin v \\ 0 \leq u \leq L, \quad 0 \leq v \leq 2\pi \end{cases}$$

или

$$\begin{cases} F(u, v) = u \\ G(u, v) = \sqrt{\frac{d_k^2}{4} - \frac{d_k^2 - d_b^2}{4L} u} \cos v \\ H(u, v) = \sqrt{\frac{d_k^2}{4} - \frac{d_k^2 - d_b^2}{4L} u} \sin v \\ 0 \leq u \leq L, \quad 0 \leq v \leq 2\pi \end{cases} \quad (2)$$

Для отображения годичных слоев в объеме круглого лесоматериала примем, что слои располагаются параллельно образующей круглого лесоматериала (параболоида). Поэтому каждый отдельный слой будет представлять собой либо усеченный параболоид, либо параболоид, который также может быть образован вращением некоторой параболы вокруг оси  $x$ . Уравнение такой параболы получаем из уравнения (1) с уче-

том расстояния  $h_c$  от образующей круглого лесоматериала до образующей годичного слоя (ширина годичных слоев известна):

$$\begin{cases} y_c(x) = y(x) - h_c \\ 0 < h_c < \frac{d_k}{2}, 0 \leq x \leq b \end{cases}$$

или

$$\begin{cases} y_c(x) = \sqrt{\frac{d_k^2}{4} - \frac{d_k^2 - d_b^2}{4L}x} - h_c \\ 0 < h_c < \frac{d_k}{2}, 0 \leq x \leq b \end{cases},$$

где  $b$  – высота параболоида или усеченного параболоида, зависящая от  $h_c$ .

Ширина годичного слоя  $h_r$  была определена в статье [3] и рассчитывается по формуле:

$$h_r = -0,438X^6 + 4,646X^5 - 18,914X^4 + 36,476X^3 - 32,281X^2 + 8,783X + 2,275,$$

здесь  $X$  – относительный радиус в сечении ствола,  $X = r/70$ ;  $r$  – радиус в сечении ствола, мм,  $r = [5...200$  мм].

Для определения высоты  $b$  параболоида или усеченного параболоида, графически представляющего отдельный слой, необходимо вычислить значение  $y_c(L)$ . Если это значение функции в точке  $L$ , соответствующей длине круглого лесоматериала, неотрицательно, т. е.  $y_c(L) \geq 0$ , тогда высота  $b = L$ , т. е. высота  $b$  параболоида или усеченного параболоида, графически представляющего отдельный годичный слой, совпадает с длиной круглого лесоматериала. Если же значение  $y_c(L) < 0$ , тогда необходимо найти точку  $b$ , в которой функция  $y_c(x)$  пересекает ось  $X$ , т. е. решить относительно  $b$  уравнение:

$$y_c(b) = 0$$

или

$$\sqrt{\frac{d_k^2}{4} - \frac{d_k^2 - d_b^2}{4L}b} - h_c = 0 \quad (3)$$

Из уравнения (3) находим:

$$b = \frac{(d_k^2 - 4h_c^2)L}{d_k^2 - d_b^2}. \quad (4)$$

Уравнением (4) определяется высота  $b$  параболоида или усеченного параболоида в случае, когда  $y_c(L) < 0$ .

В данном случае высота  $b$  параболоида или усеченного параболоида графически ограничивает отдельный годичный слой и определяется следующим образом:

$$b = \begin{cases} L, & \text{если } y_c(L) \geq 0 \\ \frac{(d_k^2 - 4h_c^2)L}{d_k^2 - d_b^2}, & \text{если } y_c(L) < 0 \end{cases}. \quad (5)$$

Таким образом, получаем следующую математическую модель круглого лесоматериала с отображением годичных слоев в его объеме:

$$\begin{cases} F(u, v) = u \\ G(u, v) = \left( \sqrt{\frac{d_k^2}{4} - \frac{d_k^2 - d_b^2}{4L}u} - h_c \right) \cos v \\ H(u, v) = \left( \sqrt{\frac{d_k^2}{4} - \frac{d_k^2 - d_b^2}{4L}u} - h_c \right) \sin v \\ 0 \leq u \leq b, \quad 0 \leq v \leq 2\pi, \quad 0 \leq h_c < \frac{d_k}{2} \end{cases}, \quad (6)$$

при этом учитываются ограничения (5).

Определено, что при  $h_c = 0$  данная модель будет представлять поверхность образующей круглого лесоматериала (система уравнений (2)), а при  $0 < h_c < \frac{d_k}{2}$  – поверхность образующей годичного слоя.

Из теории продольного раскроя круглых лесоматериалов известно, что в зависимости от ориентации плоскости реза формируется вид поверхности отрезаемой части древесины (радиальный, полурадиальный, тангентальный).

Рассмотрим возможность построения модели плоскости реза, проходящей на заданном расстоянии  $R$  от оси круглого лесоматериала и расположенной под углом  $\phi$  к этой оси (рис. 2). При этом на данной плоскости будут отображаться слои, через которые она будет проходить.

Плоскость реза можем задать уравнением:

$$z(u, v) = R - (u - L) \cdot \operatorname{tg} \phi.$$

Кроме этого, учитывая симметричность параболоида, далее будем рассматривать плоскости реза только в положительной части оси  $Z$ .

Для того чтобы графически отобразить сечение плоскостью  $z(u, v)$ , достаточно в модели (6) ограничить переменную  $v$ , которая задает угол поворота параболы 1 (на рис. 2 относительно противоположного направления оси  $v$ ). В результате должна отображаться та часть усеченного параболоида (параболоида), которая расположена не выше плоскости  $z(u, v)$  и для которой справедливо следующее условие:

$$H(u, v) \leq z(u, v)$$

или

$$y_c(u) \sin v \leq z(u, v), \quad (7)$$

или, учитывая, что  $|\sin v| \leq 1$ ,

$$y_c(u) \leq z(u, v), \quad (8)$$

для данного значения  $u \in [0, b]$ .

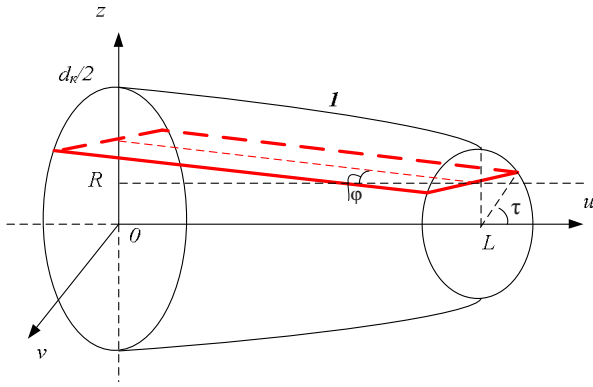


Рис. 2. Графическая модель плоскости реза круглого лесоматериала.

Если условие (8) выполняется для любого значения  $u \in [0, b]$ , то переменная  $v$  (угол поворота) изменяется от 0 до  $2\pi$ .

Если при каком-то значении  $u_\tau \in [0, b]$  для  $v \in [0, 2\pi]$  условия (7) и (8) не выполняются, то справедливо условие:

$$y_c(u_\tau) \sin v > z(u_\tau, v).$$

Тогда для этого значения  $u_\tau \in [0, b]$  определяем угол  $\tau$  (рис. 2), при котором выполняется равенство:

$$y_c(u_\tau) \sin \tau = z(u_\tau, v). \quad (9)$$

Из равенства (9) имеем:

$$\tau = \arcsin \frac{z(u, v)}{y_c(u)} \quad (10)$$

для данного значения  $u = u_\tau \in [0, b]$ .

То есть при некотором угле поворота  $v = \tau$  поверхность образующей круглого лесоматериала (или годичного слоя) пересекает плоскость  $z(u, v)$ .

Так как должна отображаться та часть усеченного параболоида (параболоида), которая расположена не выше плоскости  $z(u, v)$ , то переменная  $v$  (угол поворота) изменяется от  $(\pi - \tau)$  до  $(2\pi + \tau)$ .

Таким образом, получаем дополнительное ограничение для переменной  $v$  в модели (6) в случае графического отображения сечения плоскостью  $z(u, v)$ :

$$v \in \begin{cases} [0, 2\pi], & \text{если } y_c(u) \leq z(u, v) \\ [\pi - \tau, 2\pi + \tau], & \text{иначе} \end{cases},$$

где  $\tau$  определяется по формуле (10).

Технологически возможен вариант, при котором возникает необходимость оценки вида двух поверхностей вырезаемой части древесины из круглого лесоматериала. В этом случае плоскости реза располагаются на некотором расстоянии друг от друга.

Рассмотрим вариант построения двух плоскостей реза, проходящих на заданных расстояниях  $R_1$  и  $R_2$  от

оси круглого лесоматериала и расположенных под углами  $\phi_1$  и  $\phi_2$  к этой оси (рис. 3). При этом между этими плоскостями будут отображаться слои, через которые они проходят.

Для этого также достаточно в модели (6) ввести ограничения на переменную  $v$ . Пусть уравнения плоскостей имеют вид:

$$z_1(u, v) = R_1 - (u - L) \cdot \operatorname{tg} \phi_1,$$

$$z_2(u, v) = R_2 - (u - L) \cdot \operatorname{tg} \phi_2.$$

И пусть для определенности  $z_2(u, v) > z_1(u, v)$ .

Отображаться должна та часть усеченного параболоида (параболоида), которая расположена между плоскостями  $z_1(u, v)$  и  $z_2(u, v)$ . Поэтому если при каком-то значении  $u_\tau \in [0, b]$  для  $v \in [0, 2\pi]$  выполняется условие:

$$y_c(u_\tau) > z_2(u_\tau, v), \quad (11)$$

а тем более  $y_c(u_\tau) > z_1(u_\tau, v)$ , то определяем углы  $\tau_1$  и  $\tau_2$  (рис. 3), при которых выполняются равенства:

$$y_c(u_\tau) \sin \tau_2 = z_2(u_\tau, v), \quad (12)$$

$$y_c(u_\tau) \sin \tau_1 = z_1(u_\tau, v). \quad (13)$$

Из равенств (12) и (13) имеем:

$$\tau_2 = \arcsin \frac{z_2(u, v)}{y_c(u)}, \quad (14)$$

$$\tau_1 = \arcsin \frac{z_1(u, v)}{y_c(u)} \quad (15)$$

для данного значения  $u = u_\tau \in [0, b]$ .

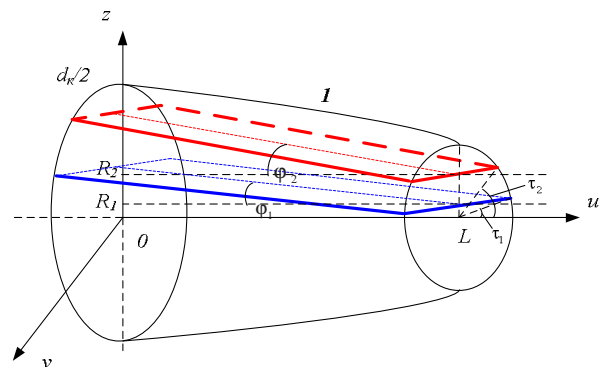


Рис. 3. Графическая модель двух плоскостей реза круглого лесоматериала.

Это означает, что при некотором угле поворота  $v = \tau_1$  поверхность образующей круглого лесоматериала (или годичного слоя) пересекает плоскость  $z_1(u, v)$ , а при  $v = \tau_2$  – плоскость  $z_2(u, v)$ .

Если же при каком-то значении  $u_\tau \in [0, b]$  для  $v \in [0, 2\pi]$  выполняется условие:

$$z_1(u, v) \leq y_c(u, v) \leq z_2(u, v), \quad (16)$$

то поверхность образующей круглого лесоматериала (или годовичного слоя) лежит не выше плоскости  $z_2(u, v)$ . В этом случае по формуле (15) определяем только угол  $\tau_1$ , при котором рассматриваемая поверхность пересекает плоскость  $z_1(u, v)$ .

И так как отображается только та часть усеченного параболоида (параболоида), которая расположена между плоскостями  $z_1(u, v)$  и  $z_2(u, v)$ , то в зависимости от выполнения условия (11) или (16) переменная  $v$  (угол поворота) изменяется соответственно либо от  $\tau_1$  до  $\tau_2$  и от  $(\pi - \tau_2)$  до  $(\pi - \tau_1)$ , либо от  $\tau_1$  до  $(\pi - \tau_1)$ .

Таким образом, получаем дополнительное ограничение для переменной  $v$  в модели (6) в случае графического отображения части круглого лесоматериала, заключенной между плоскостями  $z_1(u, v)$  и  $z_2(u, v)$ :

$$v \in \begin{cases} [\tau_1, \tau_2] \cup [\pi - \tau_2, \pi - \tau_1], & \text{если } y_c(u) > z_2(u, v) \\ [\tau_1, \pi - \tau_1], & \text{если } z_1(u, v) \leq y_c(u) \leq z_2(u, v) \end{cases},$$

где  $\tau_1$  и  $\tau_2$  определяются по формулам (15) и (14) соответственно.

С целью упрощения предложенной выше математической модели заменим усеченный параболоид вращения усеченным конусом, а ширину годовичных слоев примем постоянной величиной. Тогда уравнение образующей будет описываться следующим выражением:

$$y(x) = \frac{d_k}{2} - \frac{d_k - d_b}{2L} x. \quad (17)$$

При этом в качестве кривой  $l$  на рис. 1 будет выступать прямая.

В соответствии с приведенным выше алгоритмом подставляем выражение (17) в параметрические уравнения (2) и получаем математическую модель круглого лесоматериала с отображением годовичных слоев в его объеме для случая, когда поверхность круглого лесоматериала имеет форму усеченного конуса:

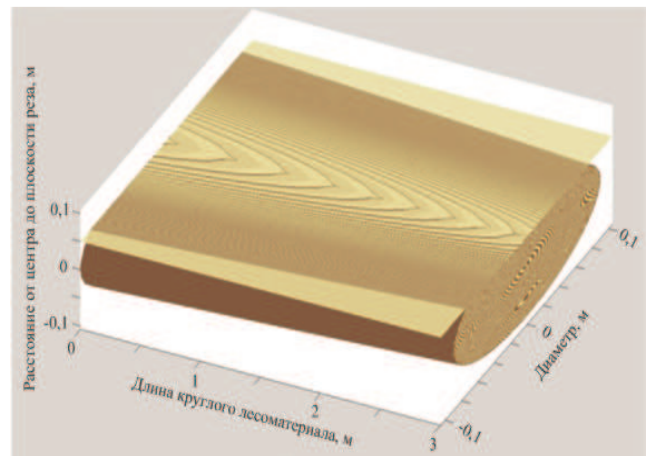
$$\begin{cases} F(u, v) = u \\ G(u, v) = \left( \frac{d_k}{2} - \frac{d_k - d_b}{2L} u - h_c \right) \cos v \\ H(u, v) = \left( \frac{d_k}{2} - \frac{d_k - d_b}{2L} u - h_c \right) \sin v \\ 0 \leq u \leq b, \quad 0 \leq v \leq 2\pi, \quad 0 \leq h_c < \frac{d_k}{2} \end{cases}.$$

При этом высота  $b$  конуса или усеченного конуса графически ограничивает отдельный годовичный слой и определяется следующим образом:

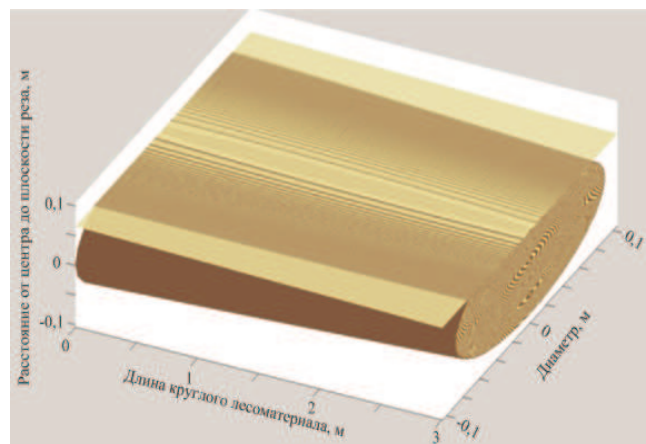
$$b = \begin{cases} L, & \text{если } y_c(L) \geq 0 \\ \frac{(d_k - 2h_c)L}{d_k - d_b}, & \text{если } y_c(L) < 0 \end{cases}.$$

**Компьютерная модель.** Для графической интерпретации предложенной математической модели использовался пакет MATLAB, в котором было разработано приложение с графическим интерфейсом пользователя и составлена программа на встроенном языке программирования.

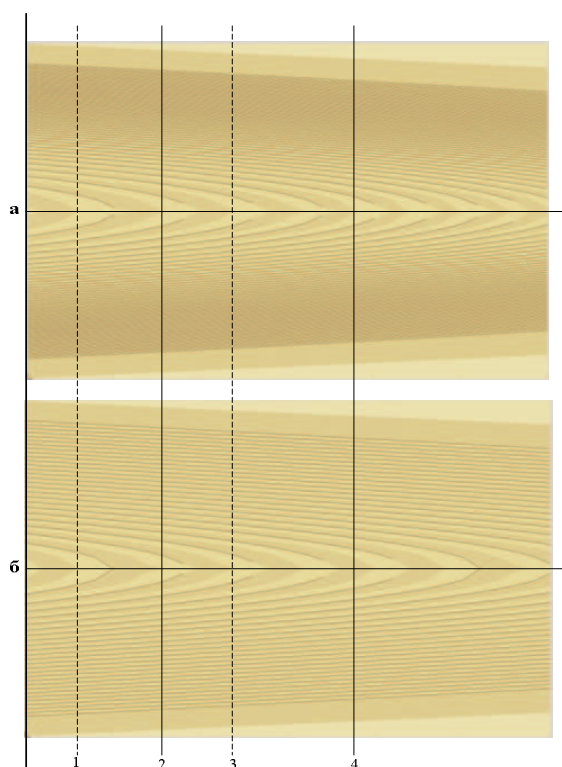
Реконструированная в результате реализации данного программного комплекса модель годовичных слоев древесины в объеме круглого лесоматериала (имеющего форму усеченного параболоида), ее текстура в заданной плоскости реза показана на рис. 4 и рис. 5.



**Рис. 4.** Графическая интерпретация модели годовичных слоев древесины и ее текстура в заданной плоскости реза, параллельной оси круглого лесоматериала.



**Рис. 5.** Графическая интерпретация модели годовичных слоев древесины и ее текстура в заданной плоскости реза, параллельной образующей круглого лесоматериала.



**Рис. 6.** Сравнение текстуры слоя древесины (шпона), полученной с помощью различных моделей в заданной плоскости реза, параллельной оси кряжа: а) сортимент имеет форму усеченного параболоида и переменную ширину годичного слоя; б) сортимент имеет форму усеченного конуса и постоянную ширину годичного слоя.



**Рис. 7.** Сравнение текстуры слоя древесины (шпона), полученной с помощью различных моделей в заданной плоскости реза, параллельной образующей кряжа: а) сортимент имеет форму усеченного параболоида и переменную ширину годичного слоя; б) сортимент имеет форму усеченного конуса и постоянную ширину годичного слоя.

**Анализ результатов.** Декоративная ценность текстуры шпона, полученной с помощью различных моделей в заданной плоскости реза, показана на рис. 6, 7. На рис. 6 проведены линии 1, 2, 3, 4, позволяющие оценить адекватность используемых математических моделей для оценки реальной текстуры шпона. Линии 2 и 4 показывают несовпадение вершин годичных слоев в продольном направлении кряжа. Кроме того, на рис. 6 видно, что в поперечном направлении текстура шпона в обеих моделях также заметно различается.

На рис. 7 с помощью данных моделей получены рисунки текстуры шпона с различной декоративной ценностью. Годичные слои на рис. 7 б имеют вид взаимно параллельных прямых, а на рис. 7 а – взаимно параллельных кривых, дающих текстуру с более высокой декоративной ценностью.

**Заключение.** Сравнение декоративной ценности текстуры шпона, полученной с помощью предложенных математических моделей, показывает, что модель, отражающая круглый лесоматериал в форме усеченного параболоида с переменной шириной годичных слоев, отображает более реальную текстуру поверхности древесины в плоскости реза по сравнению с текстурой, полученной с помощью модели, представляющей круглый лесоматериал в форме усеченного конуса с постоянной шириной годичных слоев.

Таким образом, представление модели кряжа в виде параболоида с переменной шириной годичных слоев позволяет делать виртуальный раскрой под заданным углом относительно продольной оси круглого лесоматериала и более точно отображать и прогнозировать вид шпона и его текстуру в плоскости реза.

#### *Литература*

1. Вихров В. Е. Строение и физико-механические свойства ранней и поздней древесины сибирской лиственницы // Труды ин-та леса АН СССР. 1949. Т. 4. С. 174-194.
2. Анучин Н. П. Лесная таксация. М.: ВНИИЛМ, 2004. 552 с.
3. Бегункова Н. О., Исаев С. П., Бегунков О. И. Учет морфометрических характеристик стволовой части лиственницы даурской в технологии производства строганого шпона // Вестн. КрасГАУ. 2012. № 7(70). С. 165–171.

#### *References*

1. Vikhrov V. E. The structure and physical and mechanical properties of summerwood and latewood of Siberian larch // Trudy instituta lesa AN SSSR, T. 4 1949. S. 174-194.
2. Anuchin N. P. The Forest Measurement. M.: VNIILM, 2004. 552 с.
3. Begunkova N. O., Isaev S. P., Begunkov O. I. Records of morphometric characteristics of Dahurian larch bole in sliced veneer production technology // Vestnik KrasGAU, 2012. №7(70). S. 165–171.