

УДК 674.416

## Прогнозирование объемного выхода и вида строганого шпона на основе информационно-математического моделирования срезаемых слоев и их оценки

Н.О. Бегункова<sup>a</sup>, С.П. Исаев<sup>b</sup>, О.И. Бегунков<sup>c</sup>

Тихоокеанский государственный университет, ул. Тихоокеанская 136, Хабаровск, Россия

<sup>a</sup>natali-beg@mail.ru, <sup>b</sup>Sisaev@mail.khstu.ru, <sup>c</sup>begunkov@mail.khstu.ru

Статья получена 22.05.2013, принята 12.08.2013

*Вид получаемого строганого шпона зависит не только от метода продольного раскроя круглых лесоматериалов (кряжей), но и, как показали наши исследования, от формы кряжа. Форма образующей кряжа может быть представлена прямой, параболой или параболой Нейля. В предыдущих работах авторами были построены математические модели круглого лесоматериала для случая, когда форма его образующей имеет вид прямой и параболы. В статье предыдущие математические модели дополнены и могут использоваться для виртуального раскроя при образующих кряжа в виде параболы Нейля, что позволяет охватить практически все виды форм кряжей, получаемых при разделке хлыстов, и более объективно прогнозировать вид шпона, его текстуру и выход. Для различных форм кряжей приведены методика и результаты расчетов прогнозирования объемного выхода и вида строганого шпона.*

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

## Predicting volume yield and type of sliced veneer on the basis of information-mathematical modeling of cut layers and their evaluation

N.O. Begunkova<sup>a</sup>, S.P. Isaev<sup>b</sup>, O.I. Begunkov<sup>c</sup>

Pacific National University, 136 Tikhookeanskaya st., Khabarovsk, Russia

<sup>a</sup>natali-beg@mail.ru, <sup>b</sup>Sisaev@mail.khstu.ru, <sup>c</sup>begunkov@mail.khstu.ru

Received 22.05.2013, accepted 12.08.2013

*The type of sliced veneer we obtain depends not only on the rip-cutting technique of round wood (blocks) but also on the block's form as it has been revealed by our research. The block generator form can be presented as a straight line, parabola or semicubical parabola. In their previous papers, the authors developed the round wood mathematical models when the block generator form was a straight line or a parabola. This article contains the updated mathematical models applicable for virtual cutting when the block generator's form is a semicubical parabola. It allows covering almost all types of block forms obtained in the process of tree-length cutting and predicting more objectively the type of veneer, its texture and volume yield. The methodology and the results of calculations to predict the volume yield and type of sliced veneer have been provided.*

**Keywords:** round wood, mathematical model, annual ring, sliced veneer, type of veneer, wood texture, prediction.

**Введение.** В производстве мебели, как правило, в качестве облицовочного материала используют пленочные материалы, имитирующие в основном текстуру древесины. Для более широкого применения строганого шпона необходимо повысить его конкурентоспособность. Этого, конечно, можно добиться повышением эффективности использования древесины и облицовыванием деталей высококачественной мебели строганным шпоном. Однако сегодня необходимо еще и применение информационных технологий совместно с соответствующим программным обеспечением [1].

Высококачественная мебель, облицованная строганным шпоном, должна иметь художественную привлекательность, которая обеспечивается, с одной стороны, высоким уровнем декоративной ценности тек-

стуры древесины самого строганого шпона, с другой - наличием сложных художественных рисунков. Для целенаправленного осуществления дизайнерских разработок различных видов мебели, с целью получения желаемого рисунка необходимо управлять формированием целостного декоративного образа будущего вида текстуры строганого шпона, поэтому несомненный интерес представляет разработка технологии прогнозирования вида текстуры. Согласно ГОСТ 2977-82 [2] вид шпона (радиальный, полурadiальный или тангентальный) определяется визуально. При этом имеют значение прямолинейность и параллельность расположенных на поверхности листа шпона годичных слоев.

В современных технологических процессах используются сканирующие устройства и программное обеспечение, позволяющие не только определять размеры и форму каждого кряжа, но и вычислять с помощью прикладных математических пакетов объемы достаточно сложных по форме тел независимо от принятой схемы продольного раскроя кряжей.

В настоящей работе для прогнозирования объемного выхода и вида строганого шпона разработаны численные методики, позволяющие более адекватно определять вид шпона и его объем.

В статье используется разработанная математическая модель круглого лесоматериала и его внутренней макроструктуры [3]. Кроме того, известно, что круглый лесоматериал, выкромленный из комлевой части хлыста, обладает более высоким качеством и, следовательно, больше пригоден в качестве сырья для производства строганого шпона. Поэтому, учитывая, что модель комлевой части хлыста может быть представлена параболоидом, полученным при вращении образующей, имеющей вид параболы Нейля [4], систему ограничений разработанной математической модели круглого лесоматериала следует дополнить уравнением образующей, имеющей вид параболы Нейля.

**Построение математической модели.** В итоге, с учетом описанных дополнений построенная математическая модель для моделирования текстуры годичных слоев древесины на разрезах круглого лесоматериала и в его объеме будет иметь вид:

$$\begin{cases} F(u, v) = u \\ G(u, v) = y_c(u) \cos v \\ H(u, v) = y_c(u) \sin v \\ 0 \leq u \leq b, \quad 0 \leq v \leq 2\pi \end{cases} \quad (1)$$

где функция

$$y_c(u) = y(u) - h_c \quad (2)$$

описывает уравнение образующей годичного слоя, в котором в качестве первого слагаемого выступает функция  $y(u)$ , определяющая вид образующей круглого лесоматериала, а именно:

$$y(u) = \begin{cases} \frac{d_k - d_k - d_b}{2} \frac{d_k - d_b}{2L} u, & \text{если образующая - прямая;} \\ \sqrt{\frac{d_k^2 - d_k^2 - d_b^2}{4} - \frac{d_k^2 - d_b^2}{4L} u}, & \text{если образующая - парабола;} \\ \frac{d_k - d_k - d_b}{2} \frac{d_k - d_b}{2L^{2/3}} u^{2/3}, & \text{если образующая - парабола Нейля.} \end{cases} \quad (3)$$

В формуле (3) приняты следующие обозначения:  $L$  – длина круглого лесоматериала,  $m$ ;  $d_k$ ,  $d_b$  – соответственно комлевой и вершинный диаметры,  $см$ . При этом комлевой диаметр  $d_k$  определяется по формуле:

$$d_k = S \cdot L + d_b,$$

где  $S$  – сбеги,  $см/м$ .

Второе слагаемое  $h_c$  в формуле (2) задает расстояние от образующей круглого лесоматериала до образующей годичного слоя. При этом  $0 \leq h_c < \frac{d_k}{2}$ . Данное расстояние  $h_c$  можно определить, зная ширину  $h_r$  годичного слоя:

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

где  $X$  – относительный радиус в сечении ствола,  $X = r/70$ ;  $r$  – радиус в сечении ствола,  $мм$ ,  $r = [5 \dots 200 \text{ мм}]$ .

Ограничением  $b$  для переменной  $u$  в формуле (1) является высота конуса (параболоида или нейлоида) или усеченного конуса (усеченного параболоида или усеченного нейлоида). Эта высота графически ограничивает отдельный годичный слой и определяется как точка пересечения функции  $y_c(u)$  с продольной осью круглого лесоматериала, то есть по формуле:

$$b = \begin{cases} L, & \text{если } y_c(L) \geq 0, \\ \frac{(d_k - 2h_c)L}{d_k - d_b}, & \text{если } y_c(L) < 0 \text{ и образующая - прямая;} \\ \frac{(d_k^2 - 4h_c^2)L}{d_k^2 - d_b^2}, & \text{если } y_c(L) < 0 \text{ и образующая - парабола;} \\ \sqrt{\left(\frac{d_k - 2h_c}{d_k - d_b}\right)^3} L, & \text{если } y_c(L) < 0 \text{ и образующая - парабола Нейля.} \end{cases}$$

Переменная  $v$  в формуле (1) характеризует угол поворота образующей круглого лесоматериала или годичного слоя. При изменении  $v$  от 0 до  $2\pi$  получается модель круглого лесоматериала с отображением годичных слоев внутри него.

Для построения продольного раскроя круглого лесоматериала и отображения текстуры годичных слоев на поверхности плоскости резания необходимо задать уравнение плоскости резания и ограничить в формуле (1) изменение переменной  $v$ .

Уравнение плоскости резания определяется следующим образом:

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

где  $R_1$  задает расстояние от продольной оси круглого лесоматериала до плоскости резания (в вершине круглого лесоматериала), расположенной под углом  $\phi_1$  к этой оси.

Ограничение на изменение переменной  $v$  имеет вид:

$$v \in \begin{cases} [0, 2\pi], \text{ если } y_c(u) \leq z_1(u, v) \\ \left[ \pi - \arcsin \frac{z_1(u, v)}{y_c(u)}, 2\pi + \arcsin \frac{z_1(u, v)}{y_c(u)} \right] \end{cases}$$

Для отображения текстуры годовичных слоев с двух сторон у некоторой пластины, вырезанной из круглого лесоматериала, добавляется еще одно уравнение плоскости резания:

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

где  $R_2$  ( $R_2 > R_1$ ) задает расстояние от продольной оси круглого лесоматериала до второй плоскости резания (в вершине круглого лесоматериала), расположенной под углом  $\phi_2$  к этой оси.

Ограничение на изменение переменной  $v$  примет следующий вид:

$$v \in \begin{cases} \left[ \arcsin \frac{z_1(u, v)}{y_c(u)}, \arcsin \frac{z_2(u, v)}{y_c(u)} \right], \text{ при } y_c(u) > z_2(u, v) \\ \left[ \pi - \arcsin \frac{z_2(u, v)}{y_c(u)}, \pi - \arcsin \frac{z_1(u, v)}{y_c(u)} \right], \\ \text{при } y_c(u) > z_2(u, v); \\ \left[ \arcsin \frac{z_1(u, v)}{y_c(u)}, \pi - \arcsin \frac{z_1(u, v)}{y_c(u)} \right], \\ \text{при } z_1(u, v) \leq y_c(u) \leq z_2(u, v) \end{cases}$$

Возможность полученной математической модели круглого лесоматериала отображать текстуру годовичных слоев на поверхности плоскости резания предлагается использовать для оценки вида строганого шпона.

Согласно ГОСТ 2977-82 радиальным шпоном считается такой, у которого все годовичные слои имеют вид прямых параллельных линий. Такой вид, например, получается, когда плоскость резания параллельна образующей круглого лесоматериала, а сама образующая имеет вид прямой или параболы. Тогда лист шпона можно считать радиальным (рис. 1).

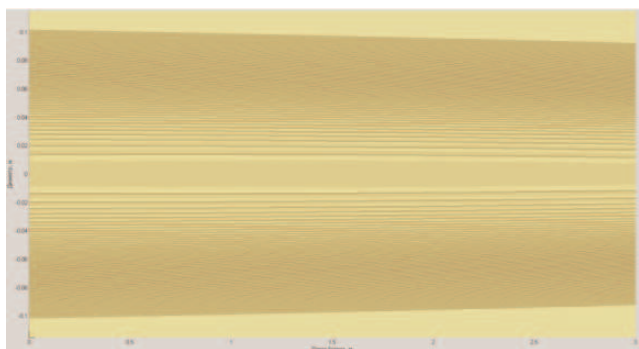


Рис. 1. Модель текстуры листа шпона при плоскости резания, параллельной образующей круглого лесоматериала (образующая имеет вид параболы)

В случае, если образующая круглого лесоматериала имеет вид параболы Нейля или плоскость резания расположена к его оси под углом  $\phi$  (угол  $\phi$  отличен от угла наклона образующей круглого лесоматериала), то

одна часть годовичных слоев, отображаемых на поверхности листа шпона, будет иметь вид прямых параллельных линий, а другая часть – вид конуса нарастания (рис. 2). Если первая часть годовичных слоев занимает не менее  $\frac{3}{4}$  площади листа шпона, то согласно ГОСТ 2977-82 такой шпон считается полурадиальным, иначе – тангентальным. Следовательно, необходимо найти границу между этими двумя частями, а затем по соотношению площадей этих частей определить вид шпона: полурадиальный или тангентальный.

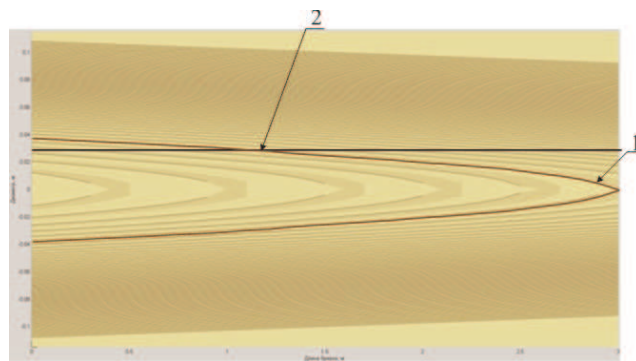


Рис. 2. Модель текстуры листа шпона при плоскости резания, параллельной оси круглого лесоматериала (образующая имеет вид параболы)

Алгоритм нахождения границы между зоной листа шпона, которую можно отнести к радиальному шпону, и зоной, в которой годовичные слои имеют вид конуса нарастания, изложен в статье [3]. Суть этого алгоритма заключается в следующем.

Сначала на листе шпона определяется ближайший к периферии годовичный слой, имеющий один из следующих видов:

- 1) параболы с вершиной, расположенной в пределах длины данного листа (годовичный слой 1 на рис. 2);
- 2) двух парабол, вершины которых направлены друг к другу (годовичный слой, представленный в виде парабол 1 и 2 на рис. 3).

Первый вариант возможен, когда выполняется одно из следующих условий:

$$y_c(0) > z_2(0, v) \text{ и } y_c(L) \leq z_2(L, v); \quad (4)$$

$$y_c(0) \leq z_2(0, v) \text{ и } y_c(L) > z_2(L, v). \quad (5)$$

Условие (4) означает, что описываемая функцией  $y_c(u)$  образующая годовичного слоя в комлевой части круглого лесоматериала лежит выше плоскости резания  $z_2(u, v)$ , а в вершинной части – либо ниже данной плоскости резания, либо на ней. И поэтому на данной плоскости резания годовичный слой будет иметь вид параболы с вершиной, причем ветви этой параболы будут направлены к комлевой части круглого лесоматериала (годовичный слой 1 на рис. 2).

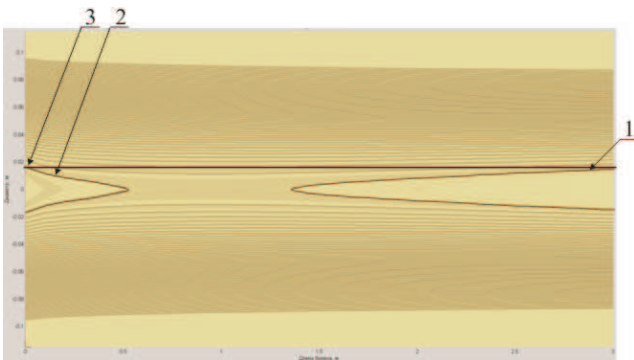
Условие (5) означает, что описываемая функцией  $y_c(u)$  образующая годовичного слоя, наоборот, в комлевой части круглого лесоматериала лежит не выше плоскости резания  $z_2(u, v)$ , а в вершинной части – выше данной плоскости резания. И поэтому годовичный слой на данной плоскости резания будет также иметь вид параболы

лы с вершиной, но ветви этой параболы будут направлены уже к вершинной части круглого лесоматериала.

Второй вариант (две параболы с направленными друг к другу вершинами) возможен только тогда, когда рассматривается модель комлевой части круглого лесоматериала, образующая которого имеет вогнутую форму и поэтому описывается параболой Нейля (рис. 3). При этом сначала необходимо определить такую точку  $P \in [0, L]$ , в которой функция  $y(u)$  образующей круглого лесоматериала расположена на минимальном расстоянии от плоскости резания, то есть:

$$P : y(P) - z_2(P, v) = \min_{0 \leq u \leq L} [y(u) - z_2(u, v)].$$

Кроме того, понятно, что функция  $y(u)$  образующей круглого лесоматериала должна лежать выше плоскости резания по всей его длине.



**Рис. 3.** Модель текстуры листа шпона при плоскости резания, параллельной образующей круглого лесоматериала (образующая имеет вид параболы Нейля)

Далее проверяется выполнение следующих трех условий:

$$y_c(0) > z_2(0, v); \quad (6)$$

$$y_c(P) \leq z_2(P, v); \quad (7)$$

$$y_c(L) > z_2(L, v). \quad (8)$$

Если все три условия (6) – (8) выполняются одновременно для очередного годичного слоя (для внешнего слоя – коры – данные условия не проверяются), то это означает, что расположенная в районе длины  $P$  круглого лесоматериала часть образующей данного годичного слоя лежит не выше плоскости резания, а остальная часть этого слоя (в сторону комля и вершины) – выше плоскости резания. Поэтому данный годичный слой на плоскости резания будет иметь вид двух парабол, вершины которых направлены друг к другу (параболы 1 и 2 на рис. 3).

Итак, начиная с первого годичного слоя, расположенного под внешним слоем (корой), рассматривается по порядку каждый годичный слой и проверяется для него выполнение либо условий (4) – (5), либо (6) – (8), в зависимости от типа образующей круглого лесоматериала и угла наклона плоскости резания к его продольной оси. В итоге определяется ближайший к периферии листа шпона годичный слой, имеющий вид одной параболы (двух парабол) с вершиной (вершинами). Если такой годичный слой не будет найден, то шпон данного

листа считается радиальным. На следующем шаге рассматривается только часть параболы (парабол), лежащая выше продольной оси круглого лесоматериала, что связано с симметричностью параболы относительно данной оси. Теперь для этой части параболы (парабол) осуществляется поиск координат  $(x_{д.п.}, y_{д.п.})$  точки, в которой допуск прямолинейности не превышает 0,3 % [3].

После того, как точка с такими координатами найдена (точка 2 на рис. 2 и точка 3 на рис. 3), через нее проводится условная прямая, параллельная продольной оси листа шпона (рис. 2 и 3). Такая условно проведенная прямая позволяет разделить лист шпона на зоны. Теперь зону, расположенную выше условной прямой, можно отнести к радиальному шпону, т. к. все годичные слои на этой части листа шпона будут иметь вид прямых параллельных линий.

Если в дальнейшем предполагается использовать весь лист шпона и нужно определить, к какому виду шпона этот лист отнести, то, используя найденную границу между радиальной и тангентальной зоной листа, вычисляют площади этих зон. При этом возможны следующие варианты:

1) зона радиального шпона имеет вид прямоугольной трапеции (рис. 2 и 3);

2) зона радиального шпона имеет вид прямоугольного треугольника.

Если выполняется первый вариант, вычисляется ширина данного листа шпона в вершинной и комлевой части, учитывая вершинный  $d_v$  и комлевой  $d_k$  диаметры круглого лесоматериала, расстояние  $R_2$  от его продольной оси до плоскости резания  $z_2(u, v)$  и угол наклона  $\varphi$  плоскости резания к этой оси. После этого, используя значение координаты  $y_{д.п.}$  точки, в которой допуск прямолинейности не превышает 0,3 %, а также длину круглого лесоматериала и угол наклона  $\varphi$  плоскости резания, рассчитывается площадь радиальной зоны по формуле площади прямоугольной трапеции. Площадь зоны с тангентальным шпоном определяется по формуле нахождения площади прямоугольника.

При выполнении второго варианта для вычисления площади зоны радиального шпона используется формула для вычисления площади прямоугольного треугольника, в которой в качестве длины первого катета выступает значение разницы между половиной ширины листа шпона в комлевой части и координатой  $y_{д.п.}$  точки, в которой допуск прямолинейности не превышает 0,3 %. Для вычисления длины второго катета используется угол наклона образующей круглого лесоматериала к его продольной оси. Площадь зоны с тангентальным шпоном определяется как разница между площадями всего листа шпона и зоны радиального шпона. При этом площадь всего листа шпона определяется по формуле площади равнобедренной трапеции.

Теперь, зная площади зон радиального и тангентального шпона, вычисляется их соотношение, по которому определяется принадлежность листа шпона к полурadiальному или тангентальному виду. То есть если площадь зоны радиального шпона более чем в три раза превышает площадь зоны тангентального шпона,

то данный лист шпона можно отнести к полурадиальному виду, иначе – к тангентальному.

Кроме того, проверяется соответствие длины и ширины листа шпона требованиям ГОСТ 2977-82 [2]. Причем, если образующая круглого лесоматериала имеет вид параболы Нейля, дополнительно вычисляется ширина листа шпона в районе длины  $P$  круглого лесоматериала, где  $P \in [0, L]$  – точка, в которой функция  $y(u)$  образующей круглого лесоматериала расположена на минимальном расстоянии от плоскости резания. Если длина или ширина шпона не соответствуют требованиям, то данный лист шпона не рассматривается как полезный и идет в отходы.

Если необходимо получить как можно больше радиального шпона, то предлагается использовать способ раскроя каждого листа шпона вдоль условно проведенной прямой (рис. 2 и 3), разделяющей лист на зоны с радиальным и тангентальным шпоном. При применении этого способа расчет происходит следующим образом.

Для листа шпона рассматривается сначала зона радиального шпона. Вычисляется ширина этой зоны посередине ее длины и длина этой зоны. Если найденные значения удовлетворяют требованиям ГОСТ 2977-82, то, в зависимости от формы данной зоны (прямоугольная трапеция или треугольник), вычисляется площадь зоны радиального шпона. В итоге с этой зоны получается два листа радиального шпона, так как лист шпона симметричен относительно продольной оси.

Оставшаяся часть исходного листа шпона, то есть зона тангентального шпона, также проверяется на соответствие требованиям ГОСТ 2977-82 по ширине (понятно, что длина будет соответствовать). Если это требование выполняется, то получается лист тангентального шпона, для которого вычисляется площадь. В противном случае оставшаяся часть исходного листа шпона идет в отходы.

Если по ширине зоны радиального шпона требования ГОСТ 2977-82 не соблюдаются, то выбирается один из следующих вариантов:

1) находится такая длина зоны радиального шпона, посередине которой ширина будет соответствовать требованиям ГОСТ 2977-82, и вычисляется площадь данной зоны с учетом уменьшенной ее длины, которая тоже должна отвечать требованиям ГОСТ 2977-82;

2) вычисляется соотношение площадей зоны радиального и зоны тангентального шпона.

При первом варианте получается два листа радиального шпона. При этом для оставшейся части исходного листа с зоной тангентального шпона аналогично проверяется соответствие ширины требованию ГОСТ 2977-82 и в случае его выполнения получается лист тангентального шпона, для которого вычисляется площадь. Данный вариант применяется, если необходимо получить максимальный выход радиального шпона с каждого листа.

Второй вариант заключается в том, что данный лист шпона уже не будет раскраиваться вдоль условно проведенной прямой, и по найденному соотношению этот лист будет отнесен к полурадиальному или тангентальному виду. Затем будет найдена площадь данного листа шпона. Требования ГОСТ 2977-82 по ширине должны также соблюдаться, иначе лист пойдет в отходы.

Если же длина целого листа шпона не соответствует требованиям ГОСТ 2977-82 по длине, то данный лист шпона вообще не рассматривается как полезный и идет в отходы.

Таким образом, задавая толщину шпона и передвигая плоскость резания  $z_2(u, v)$  от продольной оси круглого лесоматериала к периферии, получаем листы шпона. Каждый лист анализируется с точки зрения принадлежности его к одному из видов: радиальному, полурадиальному или тангентальному. Затем, в зависимости от заданных условий (использование раскроя листа шпона с получением радиального шпона или без раскроя), определяется выход радиального, полурадиального и тангентального шпона с каждого листа.

В дальнейшем, суммируя выход различных видов шпона по всем листам шпона, получаемым со всего объема круглого лесоматериала, определяется процент выхода радиального, полурадиального и тангентального шпона. При этом объем круглого лесоматериала удобнее вычислять по формуле:

$$V_{\text{КЛМ}} = \pi \int_0^L (y(u))^2 du,$$

где  $y(u)$  – функция образующей круглого лесоматериала.

**Анализ результатов.** Результаты расчетов по изложенной выше методике в случаях, когда образующая круглого лесоматериала имеет вид параболы Нейля и параболы, приведены в таблице 1. При этом были приняты следующие параметры модели круглого лесоматериала: вершинный диаметр – 26 см; длина – 3 м; сбег – 1 см/м; толщина шпона – 0,6 мм; толщина отступра – 30 мм; минимальная ширина шпона – 75 мм.

Таблица 1

Выход шпона для различных моделей круглого лесоматериала (КЛМ)

Тип образующей КЛМ	Плоскость резания параллельна	Раскрой листа шпона	Максимизировать выход шпона	Выход шпона, %			
				радиального	полурадиального	тангентального	общий
парабола	оси КЛМ	да	объемный	27,68	0,00	33,86	61,54
			радиального шпона	29,87	0,00	30,44	60,30
		нет		0,00	15,39	52,94	68,33
	образующей КЛМ	да		64,26	0,00	0,00	64,26
нет			64,26	0,00	0,00	64,26	
парабола Нейля	оси КЛМ	да	объемный	27,69	0,00	35,13	62,82
			радиального шпона	30,22	0,00	31,05	61,27
		да	объемный	41,75	6,39	10,29	58,43
	образующей КЛМ	да	радиального шпона	42,87	4,81	10,29	57,98

Анализ полученных данных показывает, что разработанная информационно-математическая модель срезаемых слоев шпона позволяет прогнозировать вид шпона и его количество. В частности, увеличение выхода радиального шпона при строгании параллельно образующей составило в среднем 34 % для сырья с образующей, описываемой параболой, и 12 % для сырья с образующей, описываемой параболой Нейля, в сравнении со строганием параллельно оси круглого лесоматериала.

#### Заключение

Добавление к ранее построенной модели кряжа модели с образующей в виде параболы Нейля.

Предложенная информационно-математическая модель срезаемых слоев шпона позволяет в режиме реального времени производить оценку вида строганого шпона, его выход и планировать уровень соответствующих показателей, изменяя схему продольного раскроя кряжа.

Одной из самых сложных задач при работе с натуральным шпоном считается сохранение общего рисунка древесины на всех поверхностях деталей изделия. Разработанная информационно-математическая модель позволяет при использовании 3D принтеров для прототипирования виртуально срезаемых листов шпона дать реальную оценку его художественным свойствам. Та-

ким образом, данная модель может помочь дизайнеру добиться впечатления идеальной гармонии рисунка, создаваемого текстурой древесины, даже при многокомпонентных фасадах.

#### Литература

1. Калитеевский Р.Е. Информационные технологии в лесопилении. СПб.: Профи, 2010. 192 с.
2. ГОСТ 2977-82. Шпон строганный. М.: Изд-во стандартов, 1986. 9 с.
3. Бегункова Н.О. Применение информационных технологий для оценки вида строганого шпона // Теоретические и практические вопросы развития научной мысли в современном мире: сборник статей II Международной научно-практической конференции. 29-30 апреля 2013 г.: в 4 ч. Ч.4. Уфа: РИЦ БашГУ, 2013. С. 39 – 43.
4. Анучин Н.П. Лесная таксация. М.: ВНИИЛМ, 2004. 552 с.

#### References

1. Kaliteevsky R. E. Information technologies in sawmilling. SPb.: Profi, 2010. 192 s.
2. The State Standard (GOST) 2977-82. The sliced veneer. M.: Izd-vo standartov, 1986. 9 s.
3. Begunkova N. O. The IT application to assess the sliced veneer type // Teoreticheskiye i prakticheskiye voprosy razvitiya nauchnoy mysli v sovremennom mire: sb. st. II mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Ufa, 2013. Ch. 4. S. 39-43.
4. Anuchin N. P. Forest resource assessment. M.: VNIILM, 2004. 552 s.

УДК 69.002.68; 666.9

## Особенности формирования структуры и свойств модифицированной жидкостекольной композиции

М.Ю. Иванов

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия  
nis@brstu.ru

Статья получена 24.05.2013, принята 21.08.2013

*Представлены результаты исследований формирования структуры и свойств модифицированной жидкостекольной композиции из микрокремнезема. Разработаны составы и способ получения модифицированной жидкостекольной композиции с поризованной структурой для производства эффективного зернистого теплоизоляционного материала. Выявлены закономерности изменения характеристик жидкостекольной композиции (времени синтеза, кинематической вязкости, поверхностного натяжения) в зависимости от ее силикатного модуля, вида и количества модификаторов: активных минеральных добавок (глиежа и золы-уноса), промежуточных и попутных продуктов сульфатно-целлюлозной переработки древесины (сульфатного мыла, пека таллового и пека таллового омыленного). Указанные модифицирующие добавки способствуют снижению поверхностного натяжения на границе раздела фаз сырьевой смеси и увеличению числа контактов, что, в свою очередь, благоприятно сказывается на процессе получения жидкостекольной композиции в целом. Изучены процессы структурообразования и их взаимосвязь со свойствами жидкостекольной композиции из микрокремнезема. Введение добавок глиежа и золы-уноса способствует увеличению кристаллической фазы жидкостекольной композиции (возрастает прочность связей и наблюдается большая степень полимеризации кремнекислородных анионов), а добавок сульфатного мыла, пека таллового и пека таллового омыленного – увеличению рентгеноаморфной фазы (установлено наличие эфирных составляющих целлюлозы).*

**Ключевые слова:** жидкое стекло, жидкостекольная композиция, силикатный модуль, микрокремнезем, модифицирующие добавки, зернистый теплоизоляционный материал.