

	Верх	514	520	467	428	488	68,1
Среднее		581	588	531	482	557	63,6

Исходя из данных, приведенных в табл. 2, по плотности древесины исследуемые виды разместились в следующем порядке: сосна Банкса – 524 кг·м<sup>-3</sup>; сосна Веймутова – 437 кг·м<sup>-3</sup>; сосна жесткая – 551 кг·м<sup>-3</sup>; сосна черная – 588 кг·м<sup>-3</sup>.

Исследования ученых (А.М. Боровиков, Б.Н. Уголев, 1989), занимавшихся изучением плотности и пористости древесины на территории Украины, указывают, что для сосны обыкновенной этот показатель составляет 439–504 кг·м<sup>-3</sup>. За данными тех же исследователей плотность древесины сосны Банкса и сосны жесткой в Смоленской и Орловской областях, соответственно, составляет 475 и 495 кг·м<sup>-3</sup>. Плотность древесины сосны крымской из Крыма составляет 644 кг·м<sup>-3</sup>; сосны черной с Кавказа – 634 кг·м<sup>-3</sup> [1, 2, 5]. Согласно данным европейских норм (данные с EN 350-2) плотность древесины при влажности 12 % сосны Веймутова составляет 400 кг·м<sup>-3</sup> (340–510 кг·м<sup>-3</sup>), древесины сосны черной – 470 кг·м<sup>-3</sup> (400–600 кг·м<sup>-3</sup>), древесины сосны обыкновенной – 520 кг·м<sup>-3</sup> (330–890 кг·м<sup>-3</sup>) [3].

Приведенные данные свидетельствуют о том, что древесина сосны крымской и сосны черной имеет более высокую плотность, чем древесина сосны Банкса и сосны Веймутова. Вероятно, причиной относительно низкой плотности древесины сосны Веймутова заключается в особенностях строения кроны дерева, а также в процессе очистки ствола от сучьев. Как утверждают ученые, породы с активно протекающими процессами очистки ствола от сучьев, имеют значительный градиент плотности древесины вдоль ствола. В тоже время, породы с замедленным процессом очистки от сучьев, формируют ствол с более равномерным распределением плотности. Исходя из этого, близость кроны обеспечивает более интенсивное образование ранней древесины годичного слоя. В тоже время зона поздней древесины в этом же направлении сужается почти до полного исчезновения, что влечет за собою уменьшение значения показателя плотности древесины [5].

Установлено, что плотность древесины различных видов сосны с увеличением высоты ствола уменьшается. Особенно четко выражена данная закономерность между комлевой древесиной и средней частью ствола.

Таким образом, исходя из результатов проведенных исследований по изучению плотности древесины интродуцированных видов сосны, древесину данных видов можно использовать наряду с древесиной сосны обыкновенной.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Божок О.П. Древинаознавство с основами лісового товарознавства / О.П. Божок, І.С. Вінтонів. – Київ: НМК ВО, 1992. – 320 с.
2. Боровиков А.М. Справочник по древесине / А.М. Боровиков, Б.Н. Уголев. – М.: Лесн. пром-сть, 1989. – 296 с.
3. Вінтонів І.С. Древинаознавство / І.С. Вінтонів, І.М. Сопушинський, А. Тайшінгер. – Львів: РВВ УкрДЛТУ, 2005. – 256 с.
4. Перельгин Л.М. Строение древесины / Л.М. Перельгин. – М.: Изд-во АН СССР, 1954. – 200 с.
5. Полубояринов О.И. Плотность древесины / О.И. Полубояринов. – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – 160 с.
6. Уголев Б.Н. Испытания древесины и древесных материалов / Б.Н. Уголев. – М.: Лесн. пром-сть, 1965. – 251 с.

УДК 630.812.73

### ОБЪЕМНАЯ ТВЕРДОСТЬ КАК ФАКТОР РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ТЕПЛОЙ ОБРАБОТКИ НЕКОТОРЫХ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ

**А.П. Комиссаров,**

д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВПО УГЛТУ, г.Екатеринбург, РФ

**В.В. Савина,**

ст. преподаватель, ФГБОУ ВПО УГЛТУ, г.Екатеринбург, РФ

*Vik\_savina@bk.ru*

**Е.Р. Самаркин,**

студент гр.МТД-45 ФГБОУ ВПО УГЛТУ, г.Екатеринбург, РФ

*В статье дается определение необходимости введения понятия объемная твердость древесины как физической величины, позволяющей характеризовать ее состояние в процессах тепловой обработки. На базе понятия объемной твердости дано определение жесткости как безразмерной величины, выражающейся отношением объемной твердости к плотности древесины.*

В современных условиях производства различных изделий и материалов из древесины значительно повышаются требования к качеству выпускаемой продукции. При этом необходимо изыскивать новые пути оптимизации технологических процессов.

Одной из наиболее актуальных задач является совершенствование системы управления параметрами тепловой обработки древесины. Сушка пиломатериалов, прогрев фанерного сырья перед лущением, автоклавная пластификация – все это в значительной мере предопределяет качество получаемой продукции и эффективность работы предприятия.

Разработанная Б.С. Чудиновым теория тепловой обработки древесины позволяет решить многие задачи технологического характера [1], но существует необходимость повышения точности расчетов по расходу тепловой энергии на данные операции и для оперативного контроля состояния древесины.

Пока можно утверждать, что точность расчетов по теплообменным процессам не слишком высока и находится в пределах до  $\pm 15\%$ . Столь значительный диапазон изменчивости обусловлен неоднородностью физико-механических показателей древесины, которая зависит от многочисленных и часто не поддающихся контролю факторов.

Расчеты по определению потребления тепловой энергии на обработку древесины связаны с ее теплофизическими свойствами, которые опосредованно выражены коэффициентами теплоемкости ( $C$ ), теплопроводности ( $\lambda$ ) и температуропроводности ( $a$ ). Значения коэффициентов  $\lambda$  и  $a$  принимаются с учетом направления теплового потока, доли поздней древесины в общей массе, наличия сердцевинных лучей. В связи с неопределенностью и сложностью количественной оценки этих факторов установить величины тепловых коэффициентов с высокой степенью точности часто не удается или даже невозможно. Если изменения физико-механических свойств при тепловой обработке древесины выразить через некую адекватную средневзвешенную величину, то все возникающие проявления будут учтены в совокупности. По нашему мнению, этой величиной может быть критерий жесткости древесины, который определяется из выражения:

$$K_{жс} = \frac{\sigma}{\gamma}, \quad (1)$$

где  $K_{жс}$  — безразмерная величина жесткости;  
 $\sigma$  — объемная твердость древесины,  $\text{кН/м}^3$ ;  
 $\gamma$  — плотность древесины,  $\text{кН/м}^3$ .

Выбор такого подхода подтверждается следующим.

По исследованиям Волынского В.Н. [2] очень тесная взаимосвязь наблюдается между твердостью и плотностью древесины любых пород (коэффициент корреляции до 0,954). Это дает возможность сократить изменчивость коэффициента  $K_{жс}$  по твердости и плотности до  $\pm 5\%$ .

Поскольку на практике разрезов, абсолютно ориентированных по направлению волокон древесины, не существует, то нет и необходимости учитывать разные направления воздействия теплового потока на обработанный материал. Тем не менее, при решении задач по тепловым процессам исследователи зачастую сталкиваются с большим числом переменных факторов, в результате чего оказывается невозможно вскрыть закономерности того или иного теплообменного явления.

Как известно, в теории теплопередачи применяют безразмерные теплофизические комплексы, называемые критериями теплового подобия. Эти критерии могут быть применены и для математического описания процессов гидротермической обработки.

В этом случае теплообменный критерий Фурье  $F_0$  выражается формулой:

$$F_0 = \frac{a\tau}{R^2}. \quad (2)$$

Он определяет связь между скоростью изменения температурного поля в твердом теле, его физическими характеристиками и размерами.

Другим равноценным критерием, полученным в данной работе, является показатель жесткости древесины (1), который связан с ее физическими характеристиками.

Объемная твердость древесины определяется по формуле:

$$\sigma = \frac{3p}{\pi R^3}, \quad (3)$$

где  $p$  — сила, действующая на образец при определении объемной твердости,  $\text{кН}$ .

Этот критерий также может быть применен для определения степени сопротивления древесины тепловому воздействию. В окончательном виде критерий жесткости выражается формулой:

$$K_{жс} = \frac{3p}{\gamma\pi R^3}, \quad (4)$$

Отсюда следует, что критерии  $F_0$  и  $K_{жс}$  по своим физическим характеристикам адекватны. Это позволяет решить некоторые задачи, связанные с расчетом тепловых процессов гидротермической обработки и определением тепловых коэффициентов для древесных материалов. После преобразования тождественного выражения критериев выявляется формула определения коэффициента температуропроводности  $a$

$$\frac{a\tau}{R^2} = \frac{3p}{\gamma\pi R^3}, \quad a = \frac{3p}{\tau\gamma\pi R} \text{ [м}^2\text{/ч]}. \quad (5)$$

На основании оценки жесткости древесины можно с достаточно высокой степенью точности определить коэффициент температуропроводности расчетным методом и, следовательно, назначить наиболее приемлемые для конкретных условий производства параметры технологического процесса тепловой обработки.

Исследования, проведенные при получении строганого шпона, показали, что пластические свойства древесины в результате ее прогрева от 0°С до 100°С существенно изменяются. При этом модуль упругости сокращается на величину 0,93 МПа, а именно, с 1,34 МПа до 0,41 МПа. Исходя из предположения, что эластичность будет изменяться по такой же закономерности, что и модуль упругости, примем соотношение:

$$T = \frac{\sigma K}{\gamma} \text{ [}^\circ\text{C]}, \quad (6)$$

где  $\sigma$  — объемная твердость древесины, кН/м<sup>3</sup>;

$\gamma$  — плотность древесины, кН/м;

$K$  — коэффициент перевода жесткости (показатель эластичности) древесины,  $K = 9,3$ .

Введенный в формулу коэффициент означает, что для уменьшения жесткости древесины на единицу на нее оказывается тепловое воздействие, эквивалентное давлению в 9,3 кН/см<sup>2</sup>.

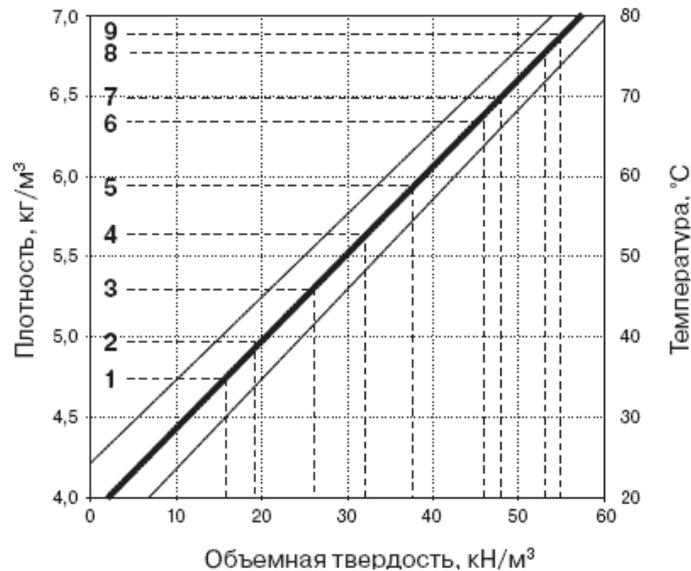
Пользуясь этой формулой, была составлена номограмма (рис.1) зависимости оптимальной температуры нагрева для некоторых пород древесины перед строганием (лущением) от ее жесткости. При этом плотность древесины определялась по формуле:

$$\rho_w = 0,957\rho_{12} \frac{100 + W}{100 + 0,6W} 9,81 \text{ [Н/м}^3\text{]}. \quad (7)$$

Благодаря введению нового понятия безразмерной величины жесткости и на основании проведенных исследований на древесине лиственницы, березы, ясеня составлены режимы гидротермической обработки брусьев в насыщенном паре при температуре 100°С для 12 пород древесины.

Пример определения оптимальной температуры для сосны показан стрелками и составляет 40°С. Под оптимальной температурой понимается температура, при которой эластичность периферийных и центральных зон имеет одинаковые значения и обеспечивает наиболее высокое качество строгания.

На рис. 1 приводится номограмма для определения коэффициента температуропроводности в зависимости от коэффициента жесткости древесины, ее влажности и температуры прогрева. Коэффициент температуропроводности является основным параметром, который используется при определении режима прогрева древесины.



**Рис. 1.** Номограмма для определения оптимальной температуры нагрева на оси сортимента в зависимости от породы древесины: 1 — ель, кедр; 2 — липа; 3 — сосна, осина; 4 — ольха; 5 — береза; 6 — вяз; 7 — бук; 8 — дуб; 9 — ясень

Таким образом, при определенных параметрах тепловой обработки, в частности при оптимальной температуре для каждой породы, можно достичь увеличения скорости и снижения усилий строгания, что безусловно повышает качество механической обработки древесины.

#### ВЫВОДЫ

1. Исследования объемной твердости древесины позволили вскрыть закономерности разрушения древесины в процессе вдавливания в неё пуансона и определить истинный момент измерения величины нагрузки.
2. Проведенные исследования дают возможность на более высоком уровне проводить технологические режимы сушки пиломатериалов и режимы пропаривания сортиментов.
3. В результате проведенных исследований отбраковка пиломатериалов при сушке с 15% сократится до 6–8%, а при пропаривании до 4–5%.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чудинов Б.С. Теория тепловой обработки древесины / Б.С. Чудинов. – М., 1968. –256 с.
2. Волынский В. Н. Взаимосвязь показателей чистой древесины / В.Н. Волынский. – 2-е изд. – Архангельск: АГТУ, 2005. – 178 с.

УДК 630.811:674.031.632.13(51)

### МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КСИЛЕМЫ СТВОЛА БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ В ТЕХНОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ЛАНШАФТАХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

**В.В. Стасова**, канд. биол. наук, старший научн. сотр. ФГБУН Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН  
roman@akadem.ru

**Л.Н. Скрипальщикова**, с.н.с., доцент, к.б.н., ФГБУН Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН

**А.И. Татаринцев**, доцент, к.б.н., ФГБУН Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН

**М.А. Пляшечник**, м.н.с., ФГБУН Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН

**А.А. Некрасова**, ФГБУН Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск, РФ

*Рассмотрены морфометрические характеристики ксилемы ствола березы повислой, произрастающей под влиянием выбросов алюминиевого производства и тепловых станций.*

В связи с происходящим в последнее десятилетие ростом производства, использованием новых технологий, а так же из-за возросшего количества автотранспорта значительно увеличилось техногенное воздействие на биотические компоненты в городских и пригородных ландшафтах. Особое место в промышленных потоках занимает поступление техногенной пыли и тяжелых металлов (ТМ) в окружающую среду и их влияние на древесную растительность. Березовые насаждения Красноярской лесостепи, произрастающие по основному ветровому переносу выбросов алюминиевого производства и тепловых станций, работающих на бурых углях, можно отнести к многолетним техногенным резервуарам этих промышленных потоков. Цель настоящей работы заключалась в изучении морфометрических показателей