

сырья к распиловке и его раскрою на пиломатериалы. Сначала определяются основные технологические параметры системы сортировки бревен — склад рассортированного сырья — лесопильный цех, т. е. необходимая и возможная емкость склада рассортированного сырья, необходимый уровень превышения производительности линии для сортировки бревен над производительностью бревнопильных потоков лесопильного цеха, шт. · мин, и др. Использование данных о числе и границах сортировочных групп бревен, рациональной величине периода работы лесопильных потоков при распиловке закрепленных за ними сортировочных групп бревен производится в ходе планирования раскроя сырья на пиломатериалы. При необходимости можно корректировать основные технологические параметры системы подготовки сырья к обработке (см. рисунок). Это имеет место в случае изменения системы поставок при изъятии выполненных сечений пиломатериалов вследствие выпилки необходимых объемов; при изменении заказа, требующего других поставок, и закрепления сортировочных групп, позволяющих более рационально вести производственный процесс, и др. При необходимости эти варианты проигрываются с использованием взаимосвязанных данных в общей системе программ, находятся и принимаются рациональные решения. Имитация процессов позволяет свести к минимуму экономические потери при оперативном управлении производством пиломатериалов.

### Выводы

1. Разработанная система взаимосвязанных моделей оперативного управления и планирования процессов подготовки и раскроя сырья на пиломатериалы позволяет определить как общие закономерности процессов в динамике, так и их особенности в зависимости от структуры и режимов работы конкретных лесопильных предприятий.

2. Оперативное управление на базе разработанной системы дает возможность получить годовой экономический эффект (в ценах 1991 г.) от нескольких десятков до нескольких сотен тысяч рублей в зависимости от производственной мощности предприятия и других условий.

3. С теоретической точки зрения, проведение исследований на базе этой системы моделей позволяет заложить теоретические основы технологической подготовки пиловочного сырья к раскрою на пиломатериалы, а также САПР технологии лесопиления.

Поступила 23 марта 1993 г.

УДК 674.812

## ПОКАЗАТЕЛИ УПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ ПРЕССОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ ПРИ СЖАТИИ

Ю. Ф. ЧЕРНЫШЕВ, В. Ф. РЕДЬКИН

Красноярский политехнический институт

В общем случае упругой деформации ортотропного тела имеем девять независимых упругих постоянных в главных направлениях. При их определении по [1] следует замерять деформации образцов древесины прессованной (ДП) в трех главных направлениях (вдоль и поперек волокон в радиальном и тангенциальном направлениях).

В лесной промышленности принято считать, что достаточная надежность эксперимента будет обеспечена в том случае, если показатель точности  $r$  не превышает 5 % [4].

Для определения модуля упругости при растяжении и сжатии вдоль волокон коэффициент изменчивости  $v = 20\%$ , а поперек волокон —  $30\%$  [2]. Так как при уплотнении древесины значительно уменьшается разброс ее физико-механических свойств, то можно принять коэффициент изменчивости и вдоль, и поперек волокон равным  $20\%$ .

Необходимое число образцов

$$n = \frac{v^2 t^2}{p^2} = \frac{20^2 \cdot 1^2}{5^2} = 16,$$

где  $t$  — показатель достоверности.

Заготовки для одноосного прессования в радиальном направлении получены из сердцевинных досок комлевых бревен на Красноярском лесозаводе № 4. Бревна стволов лиственницы сибирской в возрасте 100...120 лет вывезены из бассейна левых притоков р. Енисея ниже Красноярска. Условия местопроизрастания — средние, лиственничники разнотравные, класс бонитета II—III.

Сердцевинные доски толщиной 100 мм, шириной 200 мм выпиливали из ядровой части бревна. Доски разделявали по длине прессформы на отрезки длиной 375 мм и хранили в герметически закрытых емкостях в течение года. Для получения древесины  $20\%$ -й влажности в емкости помещали раствор серной кислоты концентрацией  $18,7\%$  [7].

Заготовки размером  $100 \times 200 \times 375$  мм обрабатывали насыщенным паром в автоклаве под давлением  $0,5 \dots 1,0$  атм. Время пропарки, определенное по формуле Б. С. Чудинова [6], равно 3 ч 20 мин. Уплотнение проводили на гидравлическом прессе до степени прессования  $i = 32\%$ . Заготовки древесины сушили при температуре  $110 \dots 140^\circ\text{C}$  в сушильном шкафу до влажности  $6 \dots 8\%$ . Высушенную заготовку постепенно охлаждали до температуры  $30 \dots 40^\circ\text{C}$ . Сушку и охлаждение бруска проводили в прессформах. Для снятия внутренних напряжений заготовку выдерживали не менее суток на стеллаже при комнатной температуре.

Из полученных брусков тонкой фрезой вырезали три партии образцов в форме призмы (размер в основании  $20 \times 20$  мм, высота 60 мм): с направлением волокон вдоль оси образца; с направлением тангенциальной и радиальной осей вдоль образца.

На каждый образец клеим БФ-2 наклеивали шесть электротензометрических датчиков сопротивления: два на противоположных гранях вдоль оси (тип ПКБ-20-200) и четыре датчика на четырех гранях поперек оси (ПКБ-10-100). Образцы с наклеенными датчиками под давлением  $0,05$  МПа выдерживали в течение двух суток при температуре  $20^\circ\text{C}$  для полимеризации клея.

Нагружали образцы на винтовой машине УМ-5 ручным приводом в соответствии с требованиями ГОСТ [1].

Для точного замера нагрузки на образцах с продольной осью вдоль и поперек волокон применяли динамометры сжатия ДОСМ-3 и ДОСМ-0,2.

Модуль упругости вдоль и поперек волокон вычисляли соответственно с точностью до 100 и 10 МПа по формуле

$$E = \frac{P}{abmn},$$

где  $P$  — нагрузка, равная разности между верхним и нижним пределом нагружения, кН;

$a, b$  — ширина и толщина образца, см;

$m$  — цена деления электронного измерителя деформации;

$n$  — разность показаний измерителя деформаций между верхним и нижним значениями нагрузки.

Коэффициент поперечной деформации

$$\mu = \frac{m'n'}{mn}$$

Здесь  $m'$ ,  $m$  — цена деления электронного измерителя деформации для датчиков в поперечном и продольном направлениях образца;

$n'$ ,  $n$  — разность показаний измерителя деформаций между верхним и нижним значениями нагрузки соответственно для датчиков в поперечном и продольном направлениях образца.

Для одного образца определяли модуль упругости вдоль его оси и два коэффициента поперечной деформации. При испытании трех партий образцов получали девять упругих постоянных ДП лиственницы сибирской:

$E_a$ ,  $E_t$ ,  $E_r$  — модули упругости соответственно вдоль волокон, поперек волокон в тангенциальном и радиальном направлениях;

$\nu_{ta}$ ,  $\nu_{ra}$ ,  $\nu_{tr}$ ,  $\nu_{rt}$ ,  $\nu_{at}$ ,  $\nu_{ar}$  — коэффициенты поперечной деформации (Пуассона), характеризующие поперечную деформацию в направлении, определяемом первым индексом, от усилия, действующего в направлении второго индекса.

Результаты определения технических упругих постоянных ДП лиственницы сибирской приведены в таблице.

Упругая постоянная	$n$	$M$	$\sigma$	$m$	$\nu$ , %	$\nu$ , %
$E_a$	16	33 400	2060	532	6,16	1,59
$E_t$	16	1 610	173	43,3	10,7	2,69
$E_r$	16	910	183	47,1	20,6	5,15
$\nu_{ra}$	16	0,512	0,104	0,0206	20,3	5,07
$\nu_{ta}$	16	0,470	0,0982	0,0245	20,9	5,20
$\nu_{rt}$	16	0,319	0,0744	0,0186	23,3	5,81
$\nu_{tr}$	16	0,155	0,0322	0,0081	20,8	5,21
$\nu_{at}$	16	0,0263	—	—	—	—
$\nu_{ar}$	16	0,0162	—	—	—	—

Здесь  $n$  — число образцов;  $M$  — средняя арифметическая величина упругой постоянной (модуль упругости измеряется в МПа, коэффициент поперечной деформации — безразмерный);  $\sigma$  — среднее квадратическое отклонение;  $m$  — средняя ошибка среднего арифметического.

Абсолютная влажность образцов во время испытаний составляла  $(7,0 \pm 0,5)$  %, плотность —  $(0,96 \pm 0,07)$  г/см<sup>3</sup>.

Величины  $E_a$  и  $E_t$  имеют высокую точность, точность  $E_r$ ,  $\nu_{ra}$ ,  $\nu_{ta}$ ,  $\nu_{rt}$  и  $\nu_{tr}$  близка к 5 %, что достаточно надежно для такого материала, как прессованная древесина. Величины коэффициентов Пуассона  $\nu_{at}$  и, особенно,  $\nu_{ar}$  очень малы, и поэтому всякие случайные ошибки имеют большой вес.

Проверкой правильности определения коэффициентов может служить соблюдение равенства упругих постоянных  $a_{12} = a_{21}$  и  $a_{13} = a_{31}$ , справедливое для любого анизотропного тела, имеющего упругий потенциал.

Основываясь на достоверности  $E_a$ ,  $E_t$ ,  $E_r$ ,  $\nu_{ta}$ ,  $\nu_{ra}$  величины  $\nu_{at}$  и  $\nu_{ar}$  исправляем так, чтобы выполнялось равенство упругих постоян-

ных  $a_{at} = a_{ta}$  и  $a_{ar} = a_{ra}$ . В соответствии с ГОСТ 11499—65 величины  $\nu_{at}$  и  $\nu_{ar}$  считаются ориентировочными и не подлежат опытному определению. Но после такого исправления  $\nu_{at} = 0,0226$  и  $\nu_{ar} = 0,0139$ .

Коэффициенты Пуассона в таблице расположены в порядке убывания. Отношение модулей упругости в продольном и поперечном направлениях данного образца также убывает. Начиная с  $\nu_{ra}$  это отношение равно: 36,7; 20,7; 1,77; 0,565; 0,0482; 0,0272. В работах [3, 5] эта зависимость плохо прослеживается, в них не подтверждено даже примерное равенство  $a_{12} = a_{21}$  и т. д.

Таким образом, проведенные испытания позволили определить три модуля упругости в главных направлениях и шесть коэффициентов Пуассона при сжатии ДП лиственницы сибирской.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. ГОСТ 21523.8—87. Древесина прессованная. Методы определения показателей упругих деформаций.— Введ. 01.07.88. до 01.01.94.— М.: Изд-во стандартов, 1989.— 6 с. [2]. ГОСТ 16483.0—89. Древесина. Общие требования к физ.-мех. испытаниям.— Введ. 01.07.90 до 01.07.95.— М.: Изд-во стандартов, 1989.— 13 с. [3]. Житков П. Н. Сравнительная прочность прессованной древесины и подделочного текстолита // Вестник машиностроителя.— 1968.— № 1.— С. 45—46. [4]. Леонтьев Н. Л. Статистическая обработка результатов наблюдения.— М.; Л.: Гослесбумиздат, 1952.— 104 с. [5]. Поздняков А. А., Брюховецкая Т. М. Упругие постоянные древесины сибирской лиственницы // Лиственница.— Красноярск: СибТИ, 1968.— С. 324—327. [6]. Чудинов Б. С. Теория тепловой обработки древесины.— М.: Наука, 1968.— 255 с. [7]. Чулицкий Н. Н. Исследование факторов и характера режима сушки древесины. // Тр. / ВНИИАМ.— 1989.— Вып. 3.— С. 62—74.

Поступила 18 декабря 1992 г.

УДК 620.1

## К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЯЗКОСТИ РАЗРУШЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ АНТИПЛОСКОМ СДВИГЕ

Л. В. СЕНЬКЕВИЧ

Архангельский лесотехнический институт

Важнейшими параметрами при решении задач, базирующихся на методах механики разрушения, которые связаны с технологическими вопросами механической обработки древесины и оценки прочности деревянных конструкций, являются характеристики трещиностойкости. Для изотропных материалов в общем случае трещиностойкость характеризуется критическими коэффициентами интенсивности напряжений ( $K_{Ic}$ ,  $K_{IIc}$ ,  $K_{IIIc}$ ), соответствующих трем типам деформаций: нормальному отрыву, плоскому и антиплоскому сдвигу. Для ортогонально анизотропных материалов, к которым принадлежит и древесина, отмеченные коэффициенты относятся к каждой из плоскостей упругой симметрии. Однако наибольший интерес для практики представляют трещины, развивающиеся вдоль волокон.

В современной литературе более полное освещение получили вопросы определения вязкости разрушения для трещин нормального отрыва ( $K_{Ic}$ ) изотропных материалов. Обширная библиография по этому вопросу содержится в работах [2, 5]. Методика проведения испытаний регламентируется требованиями ГОСТ 25.506—85 [1]. В настоящее время методы определения вязкости разрушения анизотропных материалов нельзя считать достаточно разработанными. В работе [4] излагаются основные предпосылки определения  $K_{Ic}$  лишь для композитных материалов, обладающих различными видами анизотропии. Поэтому представляется