

4. Колесникова А.А., Апремов А.А., Галаятдинов А.Р. Акустические свойства древесины овражных деревьев ели // Деревообр. пром-сть. – 2010. – №2. – С. 29–31.
5. Колесникова А.А., Ялпаева Е.Г. Отбор резонансной древесины в условиях оврага // Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса. – Кострома, 2012. – С. 56–58.

УДК 620.174.22

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ПРИ ИЗГИБЕ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЛЕЕНОГО БРУСА

**А.А. Титунин,**

д-р техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.  
titunin62@mail.ru

*В статье представлены результаты экспертной оценки прочностных свойств пиломатериалов, установлена взаимосвязь модуля упругости с сучковатостью древесины.*

К качеству пиломатериалов в производстве клееного бруса предъявляются достаточно высокие требования по наличию сучков, которые влияют на прочностные и деформативные свойства древесины и определяют, таким образом, качество готовой продукции. Определенная взаимосвязь прочностных свойств и сучковатости древесины подтверждена исследованиями отечественных и зарубежных авторов. Достаточно подробно вопросы влияния неоднородностей строения древесины на модуль упругости и другие показатели прочности древесины рассмотрены в работах В.А. Варшавского [1], А.М. Боровикова и Г.Н. Хабаровой [2], W. Cusca [3] и др. Основываясь на полученных результатах, авторами были предложены различные методы оценки влияния макродефекта – сучка на прочностные свойства древесины. Согласно требованиям нормативно-технической документации на большинство отечественных предприятий применяется визуальная сортировка сырья, в ходе которой в зависимости от размеров, состояния, взаимного расположения сучков и других параметров косвенным методом прогнозируется несущая способность материала. В то же время имеется опыт машинной сортировки пиломатериалов по прочности, основанной на непосредственном определении модуля упругости при изгибе вдоль волокон по пласти [4]. Второй способ является более затратным. Однако для практики именно он позволяет учесть большинство факторов, оказывающих влияние на прочностные свойства древесины, в том числе – особенности макростроения, сезон и район заготовки.

С учетом выше изложенного при проведении экспертной оценки качества пиломатериалов, согласно заявке ООО «Русбрус» (г. Кострома), в качестве одного из основных показателей прочности древесины, применяемой для изготовления клееного бруса, принят модуль упругости при изгибе. Объектом исследований являлись обрезные пиломатериалы хвойных пород – ель (*Picea abies*) и сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), произрастающие в Архангельской, Вологодской, Ивановской, Кировской, Нижегородской и Костромской области. В ходе лабораторных испытаний за период с 12.02.2010 по 20.09.2012 гг. было установлено, что все пиломатериалы независимо от района произрастания по видимым дефектам (сучки, трещины, смоляные кармашки, грибные поражения и пр.) соответствуют техническим условиям ООО «РУСБРУС» Вместе с тем отмечается, что основные значения показателей прочностных свойств пиломатериалов – модуль упругости пиломатериалов при изгибе и плотности определенным варьируются в зависимости от сортности и района произрастания.

В качестве примера в табл. представлены результаты механических испытаний, выполненных в соответствии с ГОСТ 21554.1–81 «Пиломатериалы и заготовки. Методы определения модуля упругости при статическом изгибе» [5].

Размеры пиломатериалов, мм 45×120×2000; порода сосна; влажность пиломатериалов, % 12,3; сорт А и В; схема нагружения образцов – одноточечная по пласти. Аппаратура и инструменты: машина испытательная ДИ-1 с усилием 5000 Н, штангенциркуль по ГОСТ 166–80 с погрешностью измерения 0,05 мм, электровлагомер GANN НТ6, индикатор часового типа по ГОСТ 577–68 для измерения прогиба с погрешностью 0,01 мм.

Минимальное и максимальное значения прикладываемой нагрузки устанавливались 320 Н и 960 Н; приращение нагрузки  $\Delta P = 640$  Н. Прогиб измерялся индикатором часового типа при минимальном и максимальном значении нагрузки. Расстояние между центрами опор  $L = 1200$  мм. Максимальное значение напряжения при изгибе  $\sigma = 5$  МПа.

В соответствии с требованиями стандарта [5] модуль упругости при статическом изгибе ( $E$ ) с округлением до 0,001 ГПа для каждого образца определялся по формуле

$$E = \frac{1}{4 \cdot 10^3} \frac{\Delta PL^3}{bh^3 \Delta f},$$

где  $\Delta P$  – приращение нагрузки, Н;  $L$  – расстояние между центрами опор, мм;  $b$  – ширина образца, мм;  $h$  – толщина образца, мм;  $\Delta f$  – приращение прогиба, мм.

Значения прочностных показателей пиломатериалов сорта А и В

Номер образца	Сорт А		Сорт В	
	Приращение прогиба, мм	Модуль упругости, ГПа	Приращение прогиба, мм	Модуль упругости, ГПа
1	2,79	9,062	2,15	11,760
2	2,87	8,809	2,49	10,154
3	2,58	9,800	3,61	7,004
4	2,52	10,033	3,53	7,163
5	2,30	10,993	2,68	9,434
6	2,26	11,188	2,66	9,505
7	2,75	9,194	3,17	7,976
8	2,80	9,030	3,09	8,182
9	2,43	10,405	3,05	8,290
10	2,43	10,405	3,07	8,236
11	2,76	9,161	3,72	6,797
12	2,81	8,998	3,79	6,671
13	2,14	11,815	2,31	10,945
14	2,10	12,040	2,43	10,405
15	2,23	11,338	2,91	8,687
16	2,13	11,870	2,77	9,128
17	2,34	10,805	2,50	10,114
18	2,34	10,805	2,42	10,448
19	2,62	9,650	2,57	9,838
20	2,51	10,073	2,60	9,725
Среднее	2,486	10,274	2,876	9,023
Среднее квадратическое отклонение	0,253	1,052	0,488	1,456
Дисперсия	0,064	1,107	0,238	2,119
Коэффициент вариации	10,18	10,24	16,97	16,14

При анализе полученных результатов видно, что значения модуля упругости пиломатериалов сорта В на 12,1% ниже, чем аналогичные значения пиломатериалов сорта А. Результаты дополнительных исследований, полученные при испытаниях пиломатериалов сорта В, отобранных по признаку «наличие сучков в напряженной зоне», показали, что среднее значение модуля упругости, ГПа для них оказалось значительно ниже – 6,95, при значениях среднеквадратического отклонения и дисперсии соответственно 0,907 и 0,822; коэффициент вариации 13,05%. Эти данные обосновывают требования технических условий относительно отбраковки таких пиломатериалов или вырезки участков с недопустимыми сучками и другими пороками, значительно ослабляющих конструктивные элементы. Может быть также сделан вывод о том, что при соблюдении требований к визуальной сортировке пиломатериалов обеспечивается возможность отбора сырья с требуемыми показателями по прочности.

В ходе экспертной оценки пиломатериалов установлено, что сырье из Архангельской области имеет более высокие (на 19,7–44,3%) показатели по модулю упругости при изгибе, чем сырье из других областей. Самые низкие значения модуля упругости при изгибе получены при испытаниях пиломатериалов из ивановской и нижегородской областей. Основываясь на известных представлениях о макростроении древесины, такие результаты можно объяснить большей плотностью и мелкослойностью древесины, произрастающей в северных районах европейской части России.

В целом сделано заключение, что значения модуля упругости при статическом изгибе, определенные экспериментально, находятся в интервале от 10,65 до 14,81 ГПа и соответствует среднестатистическим данным, полученным ЦНИИМОД для древесины ели (9,6 ГПа) и сосны обыкновенной (12,2 ГПа), произрастающих в Архангельской области и Центральном районе Европейской части России [6].

Пиломатериалы, полученные из древесины, произрастающей в Архангельской, Вологодской, Ивановской, Кировской, Костромской и Нижегородской областях Российской Федерации, удовлетворяют требованиям стандарта JAS 235 по показателю «Модуль упругости при изгибе по пласти»: показатели прочности E105÷F300 для бруса смешанного качества и E105÷F345 для бруса одинакового качества, т.е. среднее значение модуля упругости при изгибе 10,5 ГПа, минимальное значение – 9 ГПа.

**Вывод:** Применение визуальной сортировки пиломатериалов, как одного из элементов производственного контроля качества древесины на предприятии ООО «Русбрус» г. Кострома, обеспечивает выполнение требований отечественных и зарубежных стандартов по показателю прочности – модуль упругости при изгибе и позволяет производить клееный брус требуемого качества. Наиболее предпочтительным является применение в производстве клееного бруса древесины, заготовленной в Архангельской и Вологодской областях

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Варшавский В.А. Исследование влияния неоднородностей строения древесины на модуль упругости и предел прочности при изгибе крупных образцов с установлением связи между ними: автореф. дис. ... канд. тех. наук. – М., МЛТИ, 1975. – 20 с.
2. Боровиков А.М., Хабарова Г.П. О визуальной сортировке брусьев по прочности // ИВУЗ. Лесной журнал. – 1982. – №1.
3. Cucera W. Holzfehler und ihr Einfluss auf die technische Eigenschaften der Fichte und Kiefer. – Holztechnologie, 1970. – № 4. – S. 210–216.
4. Волынский В.Н., Пластинин С.Н. Первичная обработка пиломатериалов на лесопильных предприятиях. – М.: Риэл-пресс, 2005. – 256 с.
5. ГОСТ 21554.1–81 Пиломатериалы и заготовки. Методы определения модуля упругости при статическом изгибе. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 9 с.
6. Боровиков А.М., Уголев Б.Н. Справочник по древесине. – М.: Лесная промышленность, 1989. – 296 с.

УДК 630\*811

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗМЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАХЕИД СОСНЫ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

**А.Н. Чубинский,**

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой технологии лесопиления и сушки древесины СПбГЛТУ, Россия  
*a.n.chubinsky@gmail.com*

**А.А. Тамби,**

канд. техн. наук, доцент кафедры технологии лесопиления и сушки древесины СПбГЛТУ, Россия,  
*a\_tambi@mail.ru*

**Ю.А. Шимкевич,**

аспирант СПбГЛТУ, Россия, *u\_shimkevich@mail.ru*

**С.О. Семишкур,**

студент СПбГЛТУ, Россия, *tlsd@inbox.ru*

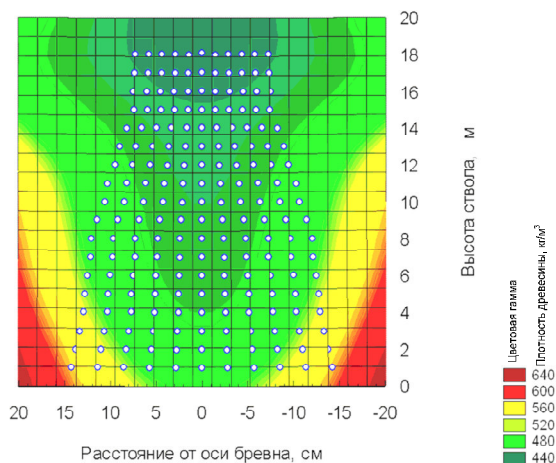
*Статья посвящена оценке плотности и размеров трахеид древесины.*

Существующими отечественными и зарубежными нормативными документами у конструкционных пиломатериалов нормируется количество годовичных слоев в 1 см ширины, что позволяет косвенно оценить их прочностные характеристики.

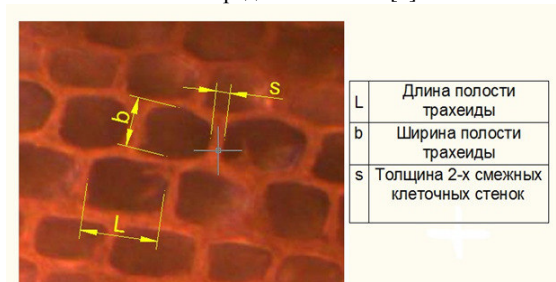
Известно [1, 2], что физические и механические свойства древесины, ее поведение при любом энергетическом воздействии зависит от макро- и микростроения и размеров структурных элементов. Способность древесины сопротивляться действию механических нагрузок зависит от большого числа факторов, в том числе: плотности, влажности, направления волокон древесины, ширины годовичного слоя и соотношения ранней и поздней древесины в годовичном слое, которые связаны с меняющимися геоклиматическими условиями и различны у древесины разного возраста. На рис. 1 представлено изменение плотности древесины сосны Ленинградской области в свежесрубленном состоянии по диаметру и высоте ствола.

Выполненные исследования позволили определить плотность сосны в свежесрубленном состоянии, которая варьирует в условиях Ленинградской области в диапазоне от 440 до 640 кг/м<sup>3</sup>.

Ранее [4], при обследовании деревообрабатывающих предприятий, было установлено, что плотность сосновых пиломатериалов при влажности 10–12% изменяется в еще больших пределах от 350 до 650 кг/м<sup>3</sup>. Приведенные результаты не могут быть объяснены различием во влагосодержании древесины по высоте и диаметру ствола дерева и требуют детальных исследований макро- и микростроения древесины (размеров годовичных слоев и их ранней и поздней зон, размеров полостей трахеид и толщины их стенок). Выполненные исследования (рис. 2–4, табл.)



**Рис. 1.** Денситограмма древесины сосны Ленинградской области [3]



**Рис. 2.** Схема измерения размерных характеристик трахеид сосны Ленинградской области