

УДК 674. 093:674.038.16:691.11

А.Д. Голяков, О.А. Лисицына

Голяков Александр Дмитриевич родился в 1939 г., окончил в 1969 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат технических наук, профессор кафедры лесопильно-строгальных производств Архангельского государственного технического университета. Имеет более 50 печатных трудов в области механической технологии древесины и изучения показателей механических свойств пиломатериалов.



Лисицына Ольга Александровна родилась в 1973 г., окончила в 1996 г. Архангельский государственный технический университет, аспирант кафедры лесопильно-строгальных производств АГТУ. Имеет 3 научные статьи в области технологии деревообработки.



ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ СВОЙСТВ СОСНОВЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

В ходе дисперсионного анализа установлено, что показатели конструкционных свойств сосновых пиломатериалов, выпиливаемых из различных зон комлевых и срединных бревен больших диаметров, зависят как от места доски в поставе, так и от места вырезки бревна из хлыста.

Ключевые слова: пиломатериалы, механические свойства, конструкционная ценность, модуль упругости.

Известно, что значительная часть пиломатериалов используется в качестве конструкционных в строительстве. В настоящее время в Европе разработаны нормативы и существуют сортировочные устройства для разделения пиломатериалов по конструкционной ценности [1, 7–10]. Как известно [2, 5], модуль упругости пиломатериалов хорошо коррелирует с большинством показателей их механических свойств и поэтому может служить характеристикой конструкционной ценности.

Мы исследовали сосновые пиломатериалы (доски) на малом лесопильном предприятии. С помощью лабораторной установки на этом предприятии определяли модуль упругости досок при их поперечном изгибе E_y .

Величину прогибов, характеризующих жесткость досок в отдельных сечениях, определяли на пролете 440 мм при постоянной изгибающей силе в интервалах ее изменения: 862 Н – для сечения 22 × 100 мм и 1293 Н – для сечения 22 × 150 мм в период разгрузки со скоростью 0,825 мм/с. Фактическая влажность пиломатериалов $W = 12 \dots 14$ %. Модуль упругости вычисляли по фактическому размеру сечений и приводили к E_y пиломатериалов

сечением 22×100 мм с одинаковой влажностью $W = 12\%$ в соответствии с рекомендациями В.Н. Волынского [2].

Доски выпиливали на лесопильных рамах из бревен диаметрами $22 \dots 30$ см, получаемых из комлевой или срединной части хлыстов. Выпиловку досок одной толщины (22 мм) вели брусом-развальным способом при номинальной толщине бруса 100 и 150 мм. Пиломатериалы не имели явной гнили, трещин и обзола.

В пределах доски длиной 6,0 м испытанию подвергали сечения на расстоянии 0,5; 3,0 и 5,5 м от комлевого торца. Дополнительно изучены наиболее ослабленные пороками сечения (по визуальной оценке).

Для обработки результатов использовали дисперсионный анализ. Исследовали общую дисперсию распределения модуля упругости сечений; рассеивание среднего и минимального модулей упругости досок, выпиленных из комлевых и некомлевых бревен; рассеивание модулей упругости досок, выпиленных из определенной зоны хлыста, в том числе из комлевых бревен разной длины.

На основании результатов исследования выборок сделаны следующие выводы.

Распределение модуля упругости E_y во всех выборках подчиняется закону нормального распределения (рис. 1).

Рассеивание модуля упругости с вероятностью 0,95 характеризуется диапазоном 4,81 ... 8,85 при среднем значении $E_y = 6,83$ ГПа (рис. 1, кривая 1), т. е. механические показатели различаются в пределах 84,0 %, относительно среднего значения – на 29,6 %. Фактическое рассеивание E_y имеет асимметрию ($A/m_a = 1,24$), наблюдается небольшой эксцесс ($E/m_e = -0,25$) (m_a и m_e – ошибка асимметрии A и эксцесса E).

Кривые 2 и 3 показывают распределение среднего модуля упругости досок, который может характеризовать пиломатериалы, выпиленные из комлевых и срединных бревен диаметром 22 см, при их групповом использовании (например в клееной несущей конструкции).

Из рис. 1 следует, что доски из комлевых бревен имеют более высокие показатели механических свойств. Различие средних арифметических значений модуля упругости в выборках (6,46 и 7,63 ГПа) составляет 1,17 ГПа, т.е. 18,1 % и достоверно с вероятностью более 0,99. Различие минимальных значений в выборках составило 0,15 ГПа. Это значительно



Рис. 1. Распределение модуля упругости пиломатериалов, выпиленных из бревен номинальным диаметром 22 см: 1 – модуль упругости отдельных сечений пиломатериалов; 2 – средний модуль упругости досок, выпиленных из некомлевых бревен; 3 – то же из комлевых

Рис. 2. Распределение модуля упругости пиломатериалов, выпиленных из срединных бревен диаметром 22 см (1) и комлевых диаметром 26...28 см (2)



меньше, чем средних, что связано с большей дисперсией механических свойств пиломатериалов, выпиленных из комлевых бревен.

Для срединных бревен с учетом сбега $s_{\text{ср}} = 0,85$ комлевыми (условно парными) являются бревна диаметром 26 ... 28 см. Сравнение среднего модуля упругости пиломатериалов, выпиленных из некомлевых и комлевых бревен, в выборках 6,67 (без учета сердцевинной доски) и 8,58 ГПа (рис. 2) показало, что пиломатериалы, выпиленные из комлевых бревен диаметром 26 ... 28 см (по номиналу), имеют значительно более высокие механические показатели, чем выпиленные из парных им срединных бревен (разница составила 29 %).

Если сравнивать по модулю упругости доски, выпиленные из комлевых бревен разных диаметров, то можно отметить повышение их механических показателей с увеличением диаметров бревен от 22 до 30 см (рис. 3). То же наблюдается в отношении минимальных показателей досок (худшие сечения). Все выборки подчиняются закону нормального распределения, ошибки среднего арифметического не превышали 6 % с двухсторонней вероятностью 0,90.

Модули упругости пиломатериалов, выпиленных на разном расстоянии от сердцевины бревна, тоже различаются. На рис. 4, а приведены кривые распределения среднего модуля упругости досок, выпиленных из комлевых и срединных бревен разного диаметра. По диаграмме можно сделать вывод, что доски П2, выпиленные как из комлевых, так и некомлевых бревен, являются наиболее ценными в конструкционном отношении.

Для комлевых бревен диаметром 28 см модуль упругости подгорбыльных досок П2 составил 9,66 против 9,19 ГПа для подгорбыльных П1. Для комлевых бревен диаметром 22 см — соответственно 8,28 против 7,69 ГПа; для бревен диаметром 22 см некомлевой вырезки — 7,03 против 6,96 ГПа. Следовательно, характер кривых соответствует распределению плотности древесины в стволе дерева [3, 4, 6].

На рис. 4, б приведено соотношение средних арифметических минимальных значений модуля упругости пиломатериалов, выпиленных из раз-



Рис. 3. Зависимость модуля упругости досок от диаметра комлевых бревен: 1 — средний, 2 — минимальный

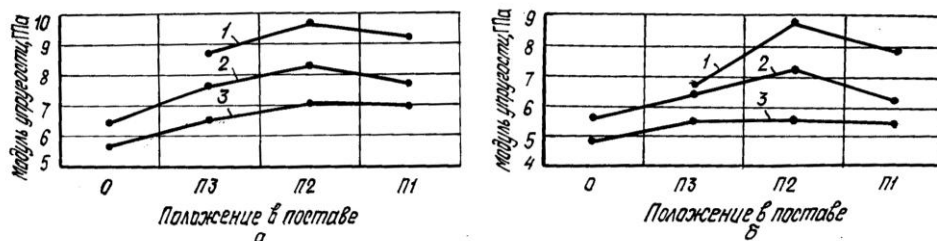


Рис. 4. Зависимость среднего модуля упругости (а) и модуля упругости худшего сечения пиломатериалов, выпиленных из комлевых (1, 2) и срединных (3) бревен диаметром 28 (1) и 22 см (2, 3), от положения в поставе: П1 – подгорбыльные; П2 – подподгорбыльные; ПЗ – третьи от края постова; 0 – сердцевинные

ных зон комлевых и некомлевых бревен, которое аналогично приведенному на рис. 4, а, т.е. наиболее ценными в конструкционном отношении при единичном использовании являются также подподгорбыльные доски, выпиленные из комлевых бревен. Абсолютные значения модуля упругости худших сечений пиломатериалов оказались на 10 ... 20 % ниже соответствующих показателей среднего модуля упругости досок. Причем пиломатериалы, выпиленные из комлевых и срединных бревен меньших диаметров (22 см), под действием наблюдаемых визуально пороков древесины снизили свой модуль упругости значительно больше, чем доски, выпиленные из относительно толстых (28 см) бревен. Минимальный модуль упругости всех боковых досок, выпиленных из срединных бревен, оказался практически одинаковым – не зависящим от местоположения доски по толщине бревна (рис. 4, б, кривая 3).

Таким образом, показатели конструкционных свойств пиломатериалов зависят как от места доски в поставе (расстояние от доски до оси бревна), так и от места вырезки бревна из древесного хлыста. Наиболее ценны в конструкционном отношении при любом использовании (единичном или пакетном) пиломатериалы, выпиленные в качестве подподгорбыльных досок (вторых от края постова) из комлевых бревен больших диаметров (в исследованном диапазоне). Модули упругости этих досок, по сравнению с сердцевинными пиломатериалами, выпиливаемыми из срединных бревен, более чем на 50 % выше (соотношение средних значений составляет $9,6/5,6 = 1,7$ раза).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровиков А.М. Качество пиломатериалов. – М.: Лесн. пром-сть, 1990. – 255 с.
2. Волынский В.Н. Взаимосвязь и изменчивость физико-механических свойств древесины. – Архангельск: АГТУ, 2000. – 196 с.
3. Голяков А.Д. Исследование плотности древесины сосны // Лесн. журн. – 2003. – № 1. – С. 98–101. – (Изв. высш. учеб. заведений).

4. *Голяков А.Д.* Исследование плотности древесины ствола сосны // Комплексная переработка древесного сырья на базе эффективных и энергосберегающих технологий: Тез. докл. – Архангельск: АГТУ, 2000. – С. 70–71.

5. *Голяков А.Д.* Экспериментальное исследование корреляционных связей жесткости и прочности пиломатериалов. // Лесн. журн. – 1972. – № 2. – С. 77–80. – (Изв. высш. учеб. заведений).

6. *Полубояринов О.И.* Плотность древесины. – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – 160 с.

7. CEN/TC 124/215 «Structural timber – Strength classes – Assignment of visual grades and species».

8. EN 338 «Structural timber – Strength classes».

9. EN 518 «Structural timber – Grading – Requirements for visual strength grading standart».

10. EN 519 «Structural timber – Grading – Requirements for machine strength graded timber and grading machines».

Архангельский государственный
технический университет

A.D. Golyakov, O.A. Lisitsyna

Investigation of Structural Properties of Pine Sawn Timber

It has been found out in the course of dispersion analysis that parameters of structural properties of pine sawn timber sawn from different zones of butt and central logs of big diameters depend both on the place of board in sawing schedule and cutting place of a log in a tree length.
