

4. Билей П.В. Сушка древесины твердых лиственных пород. – М.: Экология, 1992. – 224 с.
5. Kszysik F. Nauka o Drewnie. – PWN& Warszawa, 1974. – 653 s.
6. Стриха И.А. Припуски на усушку буковых пиломатериалов. – Киев, 1950. – 54 с.

УДК 630.812:674.032.13

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЗОНАНСНЫХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ МОЛОДНЯКОВ НЕРАЗРУШАЮЩИМ СПОСОБОМ

Е.А. Васенев,

студ. гр. ИМБП-32, ПГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ.
snakemc93@mail.ru

А.А. Соколова,

студ. гр. СС-31, ПГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ.
vpochte_anna@mail.ru

В статье исследуются способы определения резонансных свойств древесины и их корреляция.

Свойство древесины усиливать звук без искажения тона называется резонансной способностью [3]. В свою очередь, древесина, которая обладает данной способностью, называется резонансной. Она используется, главным образом, в музыкальной промышленности: для изготовления дек музыкальных инструментов, внутренней отделки концертных залов и т. д.

В настоящее время приходится сталкиваться с проблемой нехватки древесины с уникальными резонансными свойствами. Этот материал является весьма дорогим: стоимость 1 м³ сертифицированной резонансной ели составляет 50–70 тыс. рублей. Более того, затруднено определение резонансных свойств среди растущих деревьев, что может привести к нерациональному и убыточному использованию и без того редкого сырья в качестве обычного сортимента. Ситуация также усугубляется отсутствием диагностики акустических свойств древесины как в зрелом возрасте к моменту рубки, так и молодняков.

Поэтому имеется необходимость целевого выращивания резонансных деревьев и проведения их диагностики древесины еще в стадии подростка.

Данная проблема решается на базе «Учебно-опытного лесхоза» и «Лаборатории квалиметрии резонансной древесины» при кафедре стандартизации сертификации и товароведения ПГТУ.

Резонансные свойства характеризуются акустической константой K [5]

$$K = \sqrt{\frac{E}{\rho^3}}, \quad (1)$$

где E – динамический модуль упругости, Н/м²; ρ – плотность древесины, кг/м³.

Для того чтобы рассчитать акустическую константу, необходимо найти динамический модуль упругости и плотность древесины. Существующие стандартные методы нахождения модуля упругости [1, 2] не подходят для ранней неразрушающей диагностики дендроакустических свойств.

Поэтому целью нашей работы являлся поиск оптимального неразрушающего способа определения дендроакустических свойств молодняков.

Перед нами были поставлены следующие задачи:

1. Выполнить экспериментальные исследования по определению акустических показателей древесины на идеальном образце тремя способами: ультразвуковым, виброакустическим и статическим.
2. Провести статистическую обработку результатов исследований и оценить точность данных способов.
3. Определить достоинства и недостатки рассматриваемых способов. Выбрать наиболее точный и эффективный способ.

Для испытаний использовался идеальный образец березы цилиндрической формы, размерами диаметром 3мм, длиной 100 мм. Плотность определялась стереометрическим методом.

Исследования проводились по методике изложенной в работе [6].

1. Ультразвуковой метод заключается в измерении времени прохождения звуковой волны t вдоль деревянного образца длиной L на приборе УК-14П и вычислении скорости прохождения звука c , через которую можно рассчитать динамический модуль упругости $E_{дин.}$ (формула (2)) и акустическую константу K (формула (3)). Результаты измерений и вычислений представлены в таблице 1.

$$E_{дин.} = c^2 \rho, \quad (2)$$

$$K = \frac{c}{\rho} = \frac{L}{t\rho}. \quad (3)$$

2. Резонансный метод основан на выявлении собственной (резонансной) частоты образца f при пропускании через образец детерминированного звукового сигнала с повышающейся частотой и определении $E_{дин.}$ с учетом его рабочей длины l , диаметра d и плотности ρ (формула (4)), а также константы K по формуле (1) [4]. Результаты измерений представлены в таблице 2.

$$E_{дин.} = \frac{A\gamma^4 f^2 10^2}{305I_z}, \quad (4)$$

где γ – объемный вес, г/см³; I_z – момент инерции поперечного сечения, см⁴.

3. Статический метод предполагает измерение максимальной стрелы прогиба образца при его консольном креплении y_{max} и последующем расчете модулей упругости (формулы (5), (6)) [4]. Результаты измерений представлены в таблице 3.

$$E_{ст} = \frac{Pl^3}{3y_{max}I_z}, \quad (5)$$

$$E_{дин} \approx 0,908E_{ст}, \quad (6)$$

где P – вес нагрузки, Н (при максимальном нагружении).

Таблица 1

Расчет акустических параметров ультразвуковым способом

Номер испытания	Время прохождения звука t, мкс	Скорость звука с, м/с	Модуль упругости		Акустическая константа К, м ⁴ /(кг·с)
			Е, Па	Е, МПа	
1	17,5	5731,43	19779902666	19779,9	9,5
2	17,5	5731,43	19779902666	19779,9	9,5
3	17,4	5764,37	20007911189	20007,9	9,6
4	17,2	5831,40	20475916683	20475,9	9,7
5	17,6	5698,86	19555769601	19555,8	9,5
6	17,3	5797,69	20239885033	20239,9	9,6
7	17,4	5764,37	20007911189	20007,9	9,6
8	17,4	5764,37	20007911189	20007,9	9,6
9	17,5	5731,43	19779902666	19779,9	9,5
10	17,2	5831,40	20475916683	20475,9	9,7
Длина образца L=100,3 мм		диаметр d=2,96 мм		масса m=0,41 г	

Таблица 2

Расчет акустических параметров виброакустическим способом

Номер испытания	Резонансная частота f, Гц	Модуль упругости		Акустическая константа К, м ⁴ /(кг·с)
		Е, Па	Е, МПа	
1	119	2140993062	2140,99	3,132
2	120	2177127328	2177,13	3,158
3	120	2177127328	2177,13	3,158
4	120	2177127328	2177,13	3,158
5	120	2177127328	2177,13	3,158
6	120	2177127328	2177,13	3,158
7	120	2177127328	2177,13	3,158
8	120	2177127328	2177,13	3,158
9	120	2177127328	2177,13	3,158
10	120	2177127328	2177,13	3,158
Рабочая длина l=80,2 мм		плотность $\gamma=602,1$ кг/м ³		

Таблица 3

Расчет акустических параметров статическим способом

Номер испытания	mнагр., г	l, мм	y, мм	y' (разгр.), мм	Iz, мм ⁴	Ест, МПа	Един, МПа	К, м ⁴ /(кг·с)
1	10,90	79,9	0,10	0,44	3,768	48198,65	43764,38	14,397
2	17,36	79,9	0,50	0,82	3,768	15355,03	13942,37	8,126
3	23,92	79,9	0,96	1,06	3,768	11017,89	10004,24	6,883
4	30,50	79,9	1,27	1,54	3,768	10620,56	9643,46	6,758
5	36,57	79,9	1,71	1,88	3,768	9456,96	8586,92	6,377
6	42,91	79,9	1,98	2,19	3,768	9584,10	8702,36	6,420
7	49,35	79,9	2,30	2,47	3,768	9488,35	8615,42	6,388
8	55,80	79,9	2,64	2,79	3,768	9346,04	8486,22	6,340
9	62,33	79,9	3,01	3,03	3,768	9156,11	8313,75	6,275
10	68,81	79,9	3,33	3,33	3,768	9137,85	8297,17	6,268

По полученным данным был проведен статистический анализ: оценены погрешности измерений и точность способов.

Значения акустической константы, найденные разными способами, весьма отличаются друг от друга (см. таблицу 4). Видно, что K при испытаниях ультразвуком наибольшая, при статическом изгибе – наименьшая.

Также была проведена оценка погрешности каждого из способов и, соответственно, их точность. Результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4

Статистический анализ данных

Характеристики измерения акустической константы К	Ультразвуковой способ	Виброакустический способ	Статический способ
Расчетное значение, $\text{м}^4/(\text{кг}\cdot\text{с})$	9,574	3,155	6,268
СКО, $\text{м}^4/(\text{кг}\cdot\text{с})$	0,0893	0,0140	0,0998
Дисперсия, $\text{м}^8/(\text{кг}\cdot\text{с})^2$	0,000069	0,000196	0,009960
Показатель точности, %	0,29	0,14	0,50
Доверительная ошибка, $\text{м}^4/(\text{кг}\cdot\text{с})$, $P = 95 \%$	0,053	0,032	0,2255
Относительная погрешность, %	0,6	1,0	3,5
Коэффициент корреляции	-0,2066		
Критерий Фишера, $P = 95 \%$	2,84 < 3,21 – дисперсии однородны		

Итак, меньшей погрешностью и лучшей точностью обладает виброакустический способ измерения. Более грубые ошибки получены при использовании способа статического изгиба.

Проверена корреляция между ультразвуковым и виброакустическим способами. Сильной корреляционной связи между ними не выявлено ($r = -0,2066$). Между тем, дисперсии выборок этих двух методов оказались однородными. На данном этапе исследований установлено, что наиболее приемлемым способом диагностики акустических свойств деревьев в молодом возрасте является использование виброакустический, с использованием установки типа «Резонанс-4», так как он дает точные и быстрые результаты. Не исключено, что существуют или могут быть разработаны иные способы контроля, поэтому исследования в данном направлении целесообразно продолжать.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 16483.9–73. Древесина. Методы определения модуля упругости при статическом изгибе.
2. ГОСТ 16483.31–74. Древесина. Резонансный метод определения модулей упругости и сдвига и декремента колебаний.
3. Алексеев И.А. Лесное товароведение с основами древесиноведения: учебное пособие. – Йошкар-Ола: Изд-во МарГТУ, 2006. – 457 с.
4. Баженов В.А. Динамический модуль упругости древесины как показатель ее физико-механических свойств // Труды института леса. – М.: Изд-во АН СССР. – 1953. – Т. 2. – 451 с.
5. Федюков В.И. Ель резонансная: отбор на корню, выращивание, сертификация. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1998. – 204 с.
6. Цветкова Е.М., Салдаева Е.Ю. Определение жесткости молодых деревьев ели // Материалы международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса». – Кострома, 2012. – С. 45–48.

УДК 674.815

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ СТРУЖКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

А.Н. Лаврова,

студ., ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.
anneshka_lav@mail.ru

Т.Н. Вахнина,

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.
t_vachnina@mail.ru

Диверсификация древесных ресурсов для производства древесно-стружечных плит (ДСтП) является одним из направлений углубленной переработки древесины, это одна из самых актуальных задач на современном этапе развития российского ЛПК [6, 7].

Опыт использования отходов переработки древесины в плитном производстве неоднозначен. В начальном периоде производства плит использовали почти исключительно стружку-отходы, получаемую на деревообрабатывающих станках, а на отдельных предприятиях и опилки [4, 6, 12, 13]. В 1964–1968 гг. во ВНИИДреве были проведены широкие исследования по изучению свойств древесно-стружечных плит, изготовленных из станочной стружки и опилок, полученных при различных условиях. Это позволило доказать технико-экономическую целесообразность применения указанных видов древесных отходов в производстве ДСтП и разработать основные технологические предпосылки для создания установок малой мощности, предназначенных для изготовления плит из опилок и станочной стружки. После создания оборудования для измельчения древесины в качестве основного вида