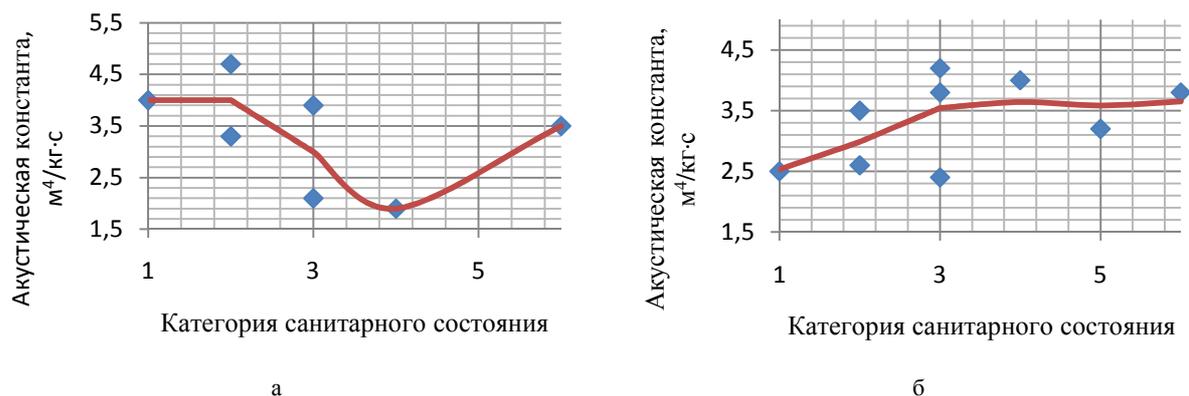


$n$  – категория санитарного состояния деревьев;

$a, b, c, d, e$  – параметры формулы.

Графики изменения акустической константы показаны на рис. 2.



**Рис. 2.** Изменение акустической константы пихты от категории состояния деревьев: а – северные образцы ( $r = 0,76$ ); б – южные образцы ( $r = 0,58$ )

Уменьшение акустической константы от ухудшения категории состояния деревьев у северных образцов (со стороны канавы) явно выраженное в отличие от южных образцов. Характер изменения показателя для южной и северной сторон разный.

Лучшая древесина по резонансным свойствам из исследуемых деревьев у молодой пихты (дерево № 6), с акустической константой в радиальном направлении  $K=4,7$  или  $14,6 m^4/(kg \cdot c)$  вдоль волокон.

Свойства комнатно-сухой древесины меняются от категории состояния деревьев. У северных образцов, со стороны канавы, все показатели уменьшаются от категории состояния. У южных образцов, со стороны склона, плотность комнатно-сухой древесины уменьшается от ухудшения категории состояния, а скорость прохождения УЗВ через древесину и акустическая константа увеличиваются.

#### ВЫВОДЫ

Показатели свойств древесины меняются в зависимости от категории санитарного состояния деревьев и от расстояния до канавы.

По акустическим показателям древесины кернов, определяемым неразрушающим УЗВ методом, возможна оценка экологического состояния среды.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения / Б.Н. Уголев. – М.: МГУЛ, 2001. – 340с.
2. Об утверждении санитарных правил в лесах, расположенных на территории московской области [текст]: Приказ Федеральной службы лесного хозяйства № 5 утв. М-вом юстиции РФ 12.01.99: зарег. 15.03.99. – М.: 1999. – 43 с.
3. Воронин В.И. Влияние сероорганических компонентов атмосферных выбросов на пихту сибирскую / В.И. Воронин, М.К. Соков // Лесоведение. – 2005. – № 2. – С. 62–71.
4. Колесникова А.А. Исследование свойств древесины по кернам / А.А. Колесникова. – Йошкар-Ола.: МарГТУ, 2002. – 178с.

УДК 630.812:674.032.13

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ МОЛОДЫХ ДЕРЕВЬЕВ ЕЛИ

**Е.М. Цветкова,**

магистр каф. ССиТ, ПГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ

**Е.Ю. Салдаева,**

аспирант каф. ССиТ, ПГТУ, г. Йошкар-Ола, РФ

*saldaevaey@marstu.net*

*В статье рассматривается метод определения жесткости молодой древесины ели, основанный на измерении собственной частоты образца.*

Для получения качественной древесины с заданными параметрами, необходимо определять на ранней стадии ее жесткость. Показатель жесткости характеризуется модулем упругости ( $Mo_y$ ). Особый

интерес в этом случае вызывают уникальные резонансные свойства древесины, которые характеризуются максимальной упругостью при минимальной плотности. Данное свойство выражается в формуле акустической константы академика Андреева Н.Н.[1]

$$K = \sqrt{\frac{E_{дин}}{\rho}}, \quad (1)$$

где  $K$  – акустическая константа, м<sup>4</sup>/(кг·с);

$E_{дин}$  – динамический модуль упругости, Па;

$\rho$  – плотность, кг/м<sup>3</sup>.

С учетом актуальности проблемы была определена цель исследования, которая заключается в определении жесткости древесины по величине динамического модуля упругости молодой древесины ели.

Данная цель обусловила решение следующих задач:

- анализ и выбор методов для определения модуля упругости молодой древесины ели;
- описание методики определения динамического модуля упругости вибрационным способом.

Модуль упругости характеризует свойство материала давать большую или меньшую деформацию под действием данной нагрузки. По величине модуля упругости можно сравнивать жесткость (устойчивость) материала в пределах упругости. Различают динамический и статический модули упругости [2]. Наиболее известные методы их определения представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Методы определения модуля упругости

Так как для определения резонансных свойств древесины нас интересует динамический модуль упругости подробнее рассмотрим способы его определения.

Сущность метода ультразвуковых волн заключается в определении скорости ультразвука путем измерения времени распространения упругой продольной волны по длине образца [3]. Но данный способ не применим для образцов древесины с неоднородностью размеров и формы.

Резонансный (вибрационный) метод позволяет определять динамический модуль упругости образцов по частоте собственных изгибных колебаний [2]. Данный метод является наиболее практичным так как определяет динамический модуль упругости образцов разной формы и малого диаметра.

В рамках Государственного контракта. №16.518.11.7094 была разработана методика определения динамического модуля упругости. Определение динамического модуля упругости проводится по частоте продольных изгибных колебаний образца в виде веточек ели цилиндрической формы закрепленных консольно [4]. Алгоритм проведения измерения представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Алгоритм методики определения динамического модуля упругости вибрационным методом

Моу рассчитывается по формуле (2):

$$E_{\text{дин}} = 64 \pi^2 \ell^4 \rho f^2 / a_0^4 d^2, \quad (2)$$

где  $\ell$  – рабочая длина образца, м;

$\rho$  – плотность образца, кг/м<sup>3</sup>;

$a_0 = 1,875$  – волновое число для основной моды колебаний;

$d$  – средний диаметр образца, мм;

$f$  – собственная частота, усреднённая по двум положениям образца, Гц.

Данная методика основана на использовании установки «Резонанс 4», макет которой представлен на рисунке 3.

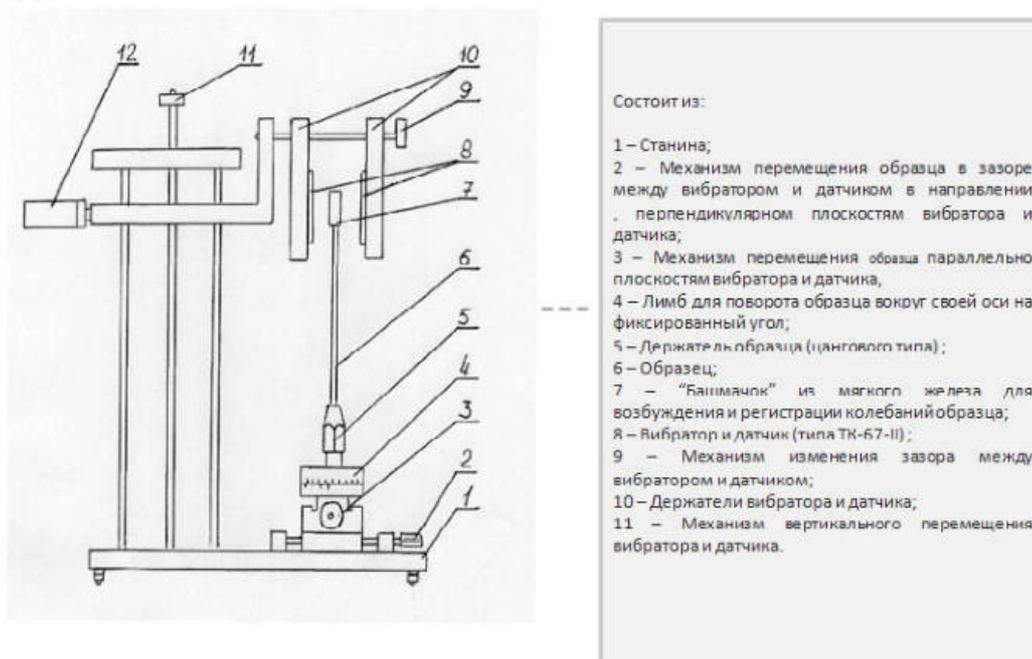


Рис. 3. Макет установки «Резонанс 4»

Установка представляет собой систему из электромагнитного вибратора, возбуждающего колебания исследуемого образца с помощью «колпачка» из пластичного железа и электромагнитного датчика, регистрирующего амплитуду и частоту колебаний образца. По характеристике сигнала поступающего на вход звуковой платы компьютера, в процессе обработки строится график амплитудно-частотной характеристики тестируемого образца[5].

Представленный способ в конечном итоге может послужить основой для установления критериев раннего выявления качественной древесины с заданными параметрами для дальнейшего целевого выращивания молодняка и подроста.

В настоящее время проводится апробация, и совершенствование методики для определения модуля упругости молодых деревьев ели в лаборатории Квалиметрии резонансной древесины МарГТУ кафедры ССТ Марийский государственного технического университета под руководством профессора, д-ра техн. наук В.И. Федюкова.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федюков В.И. Ель резонансная: отбор на корню, выращивание, сертификация / В.И. Федюков. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1998. – 204 с.
2. Lindstrom H., Nakada R., Ralston J. Cell wall structure and wood properties determined by acoustics-a selective review. – Holz Roh- und Werkst. 61, 2003. – №5. – С. 321–335.
3. Голдштейн А.Я. Зависимость скорости распространения продольных импульсных ультразвуковых волн от геометрических размеров образцов натуральной и модифицированной полистиролом древесины березы / А.Я. Голдштейн // Химическая модификация древесины. – Рига, 1975. – С. 35–38.
4. Отчет о НИР по ГК №16.518.11.7094 от 26 августа 2011 года.
5. Пат. 2439561 РФ. МПК А 01 G 33/46. Способ ранней диагностики резонансных свойств древесины / Федюков В.И., Салдаева Е.Ю. // Бюл. изобрет. – 2012. – №1.

УДК 630.811.1:674.032.16:630.43

## АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛУБА СТВОЛА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПОСЛЕ ЛЕСНОГО ПОЖАРА

**Е.И. Чернокозинская,**

студент ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет», г. Красноярск, РФ  
kat-ry@mail.ru

**В.В. Стасова**

канд. биол. наук, ст. науч. сотр. ФГБУН Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск, РФ  
roman@akadem.ru

**О.Н. Зубарева**

канд. биол. наук, ст. науч. сотр. ФГБУН Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск, РФ

*Тепловое воздействие на стволы сосны обыкновенной во время лесного пожара вызывает глубокие и разносторонние изменения в структуре и химическом составе живых тканей, проявляющиеся в течение нескольких последующих лет.*

Изучали влияние низовых пожаров на морфометрические характеристики проводящих тканей сосны обыкновенной. Тепловое воздействие на ткани стволов сосны обыкновенной во время пожара вызывает изменения в жизнедеятельности клеток (Гирс, 1982; Michaletz et al., 2012), и, как следствие, структурные изменения тканей в целом. При интенсивном повышении температуры луба и камбиальной зоны наблюдается гибель части клеток, что приводит к нарушению упорядоченного расположения клеток (Michaletz, Johnson, 2004; Dickinson et al., 2004). При этом замещение погибших участков может приводить к формированию расширенных лучей и дополнительного количества осевой и лучевой паренхимы для обеспечения усиленного притока питательных веществ к пораженной области и увеличению содержания живых тканей, способных к делению.

Для изучения воздействия пожаров на проводящие ткани сосны обыкновенной экспериментальные участки были выбраны в Говорковском участковом лесничестве Невонского лесничества Богучанского района Красноярского края. Вблизи пос. Говорково эксперимент проводился в 2002 году, пожар на ПП 1 низовой низкой интенсивности, ПП 2 – средней с переходом к высокой интенсивности, в 2006 году – пожары средней с переходом к высокой интенсивности (ПП Невонка 2) и почвенно-подстилочный (ПП Невонка 5). На экспериментальных участках в 2009 и 2010 гг. были взяты образцы луба из стволов деревьев сосны обыкновенной с различной степенью повреждения комля. На поперечных срезах отмечали изменения структуры ткани, измеряли толщину луба, подсчитывали количество годичных слоев от камбия до перидермы и количество клеток в радиальном ряду в последних годичных приростах флоэмы, определяли частоту расположения флоэмных лучей и процентное содержание тяжелой паренхимы в трех последних годичных приростах флоэмы (Яценко-Хмелевский, 1954). Кроме того, были проведены гистохимические пробы на присутствие лигнина и каллозы в ткани, как показателей проявления защитных реакций (Барыкина, 2004).

Усиление теплового воздействия на ткани ствола при увеличении интенсивности пожара вызывает значительные изменения структуры луба, а именно: расширение флоэмных лучей, образование в их составе смоляных ходов и даже смоляных карманов (крупных смолеместилищ), нарушение упорядоченного расположения клеток. В случае особо сильного повреждения наблюдаются некроз флоэмы с образованием раневой перидермы.

Повреждение ствола огнем вызывает значительную индивидуальную изменчивость толщины луба, вероятно, в зависимости от индивидуальных особенностей дерева, в частности, диаметра ствола и толщины коры. Можно предположить, что уменьшение толщины луба связано с изменением толщ-