

УДК 534-8:630*5

В.А. Закамский

Закамский Владимир Александрович родился в 1954 г., окончил в 1977 г. Марийский политехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства Марийского государственного технического университета. Имеет 83 печатные работы в области изучения лесных ресурсов и лесопользования, закономерностей роста и продуктивности рекреационных лесов Среднего Поволжья.



УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА СТВОЛОВ ДЕРЕВЬЕВ НА НАЛИЧИЕ ГНИЛЕЙ

Предложен способ определения внутренней гнили растущего дерева, основанный на принципе ультразвукового тестирования.

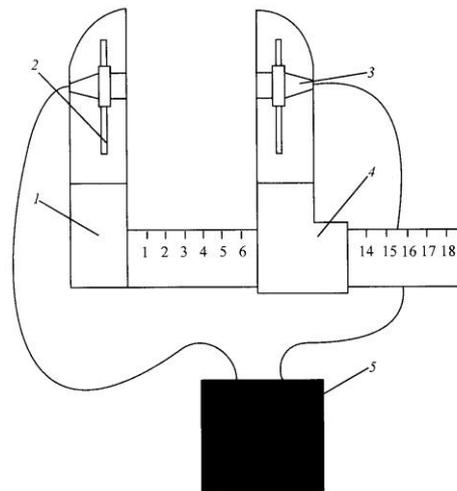
Ключевые слова: стволовые гнили, ультразвуковое тестирование

Оценка качества древесины неразрушающими методами контроля на определение гнилей в стволах деревьев имеет актуальное значение в условиях рыночной экономики для сертификации и стандартизации лесной продукции и рационального ведения лесного хозяйства в лесах различного целевого назначения.

В исследованиях по данному направлению существуют некоторые особенности [1, 2, 4, 5]. Например, стволовые и напенные гнили у деревьев на корню устанавливают визуальным осмотром, простукиванием на слух или извлечением кернов [3, 4, 6]. Однако определение наличия гнилей по внешним признакам требует специального штата квалифицированных специалистов фитопатологов (энтомологов).

Цель предлагаемого способа – выявить гнили у растущих деревьев ультразвуковым прозвучиванием, а следовательно, в дальнейшем удалить пораженные деревья при проведении рубок ухода.

Устройство для обнаружения гнили внутри ствола растущего дерева



В основу используемого способа положена известная зависимость распространения ультразвуковых колебаний от плотности материала и его упругих свойств [1]:

$$C = \sqrt{\frac{E}{P}},$$

где C – скорость ультразвука;

E – модуль упругости;

P – плотность материала.

Цель достигается тем, что при перече́те деревьев используют принцип ультразвукового тестирования ствола растущего дерева в комлевой его части, фиксируя ультразвуковые колебания (УЗК) с помощью специального устройства [6]. Сравнивая значения ультразвуковых колебаний, снятых в различных сечениях ствола, по аномальной величине УЗК выявляют наличие гнили.

Устройство для обнаружения гнили внутри ствола растущего дерева представлено на рисунке. Оно содержит мерную вилку, включающую неподвижную 1 и подвижную 4 продольные ножки, связанные между собой линейкой. На продольных ножках мерной вилки выполнены сквозные продольные отверстия (канавки) 2 с возможностью перемещения по ним датчиков 3 ультразвукового прибора 5.

Подготовка устройства к работе происходит следующим образом. Датчики 3 устанавливают на продольных ножках 1 и 4 мерной вилки так, чтобы их рабочие плоскости располагались на одной линии, с помощью проводников подключают датчики 3 к ультразвуковому прибору 5. Подводят подвижную ножку 4 к неподвижной 1 до образования полного контакта

по всей длине таким образом, чтобы установленные на них датчики 3 соприкасались по всей площади, без видимых просветов. Подключают ультразвуковой прибор к источнику питания. Прибор готов к работе [5].

В биологическом плане работа устройства связана с толщиной ствола. Известно, что при ее увеличении можно установить взаимосвязь между диаметром дерева, плотностью древесины и временем распространения ультразвуковых колебаний [3].

Объектом для изучения послужили деревья ели обыкновенной, липы мелколистной, осины, березы повислой, клена ясенелистного, взятых в насаждениях зеленой зоны пос. Светлого лесного фонда Нолькинского лесничества Учебно-опытного лесхоза МарГТУ. Возраст деревьев 20 ... 40 лет, высота 10 ... 15 м, диаметр стволов для всех пород 11,3 ... 12,3 см, средний 12,1 см; у здоровых деревьев 11,5 ... 13,2 см, средний 12,1 см; у деревьев с наличием гнили 11,3 ... 12,3 см, средний 11,9 см.

До прозвучивания, по визуальным признакам на морфологических частях деревьев (присутствие болезней и вредителей, дефолиация, дехромация и др.), определяли наличие или отсутствие стволовой гнили. Время прохождения импульса ультразвуковых колебаний устанавливали на общепринятой в лесной таксации высоте 1,3 м, используя предлагаемое нами устройство [5]. После прозвучивания деревья спиливали. В месте прозвучивания выпиливали образец в виде цилиндра высотой около 10 см, фиксировали обнаружение или отсутствие гнили. Экспериментальные данные представлены в таблице.

Порода	d , см	t , мкс	d / t	
			см/мкс	%
Образцы растущих деревьев				
Ель обыкновенная	<u>11,5</u>	<u>89,7</u>	<u>0,13</u>	<u>12,8</u>
	11,6	166,1	0,07	7,0
Липа мелколистная	<u>12,1</u>	<u>109,7</u>	<u>0,11</u>	<u>11,0</u>
	11,3	162,5	0,07	7,0
Осина (тополь дрожащий)	<u>13,2</u>	<u>108,5</u>	<u>0,12</u>	<u>12,1</u>
	12,3	174,5	0,07	7,0
Береза повислая	<u>11,9</u>	<u>99,1</u>	<u>0,12</u>	<u>12,0</u>
	12,2	123,0	0,10	9,9
Клен ясенелистный	<u>12,0</u>	<u>133,9</u>	<u>0,09</u>	<u>9,0</u>
	12,2	188,9	0,06	6,4
Образцы после естественного высушивания				
Ель обыкновенная	<u>11,5</u>	<u>74,4</u>	<u>0,15</u>	<u>15,4</u>
	11,6	123,5	0,09	9,3
Липа мелколистная	<u>12,1</u>	<u>77,9</u>	<u>0,15</u>	<u>15,5</u>
	11,3	110,8	0,10	10,1
Осина (тополь дрожащий)	<u>13,2</u>	<u>77,8</u>	<u>0,17</u>	<u>16,9</u>
	12,3	83,9	0,15	14,7
Береза повислая	<u>11,9</u>	<u>72,5</u>	<u>0,16</u>	<u>16,4</u>
	12,2	98,6	0,12	12,4
Клен ясенелистный	<u>12,0</u>	<u>74,9</u>	<u>0,17</u>	<u>17,1</u>
	12,2	80,0	0,16	15,8

Примечание. В числителе показатели для здоровых деревьев, в знаменателе – с наличием гнили. d – диаметр ствола; t – время прохождения ультразвукового импульса; d/t – коэффициент ультразвукового прозвучивания.

Анализ табличных данных позволяет отметить, что у здоровых деревьев во всех случаях время прохождения ультразвуковых импульсов меньше, чем у деревьев с наличием внутренней гнили. Коэффициент прозвучивания как отношение диаметра ствола к времени прохождения ультразвукового импульса, который мы предлагаем использовать, выше у здоровых стволов и меньше у деревьев, в стволах которых имеются гнили. Это указывает на большую плотность древесины здоровых деревьев. Коэффициент прозвучивания, выраженный в процентах, который мы называем относительным, более информативен. Например, для деревьев ели обыкновенной, липы мелколистной, осины с наличием внутри гнили он равен 7,0 %, для деревьев со здоровой древесиной изменяется от 11,0 % у липы мелколистной до 12,8 % у ели обыкновенной.

Таким образом, прохождение ультразвукового импульса через ствол дерева предлагаем оценивать по вводимому нами коэффициенту прозвучивания или относительному коэффициенту прозвучивания, которые дают более наглядную и полную информацию о наличии внутри ствола древесных пород пороков (гнилей).

Через пять месяцев после хранения на складе при естественных погодных условиях взятые образцы ($H \approx 10$ см) были вновь прозвучены. Экспериментальные данные также представлены в таблице. Как видно, меньшее время прохождения ультразвукового импульса установлено у выпиленных образцов древесных пород диаметром около 12 см со здоровой древесиной для всех исследованных пород.

После естественного высушивания образцов древесины значения величин прозвучивания подтверждают выводы, которые нами были сделаны в предыдущем случае для деревьев, непосредственно произрастающих в лесу.

Коэффициенты ультразвукового прозвучивания d/t (см/мкс или %) подтверждают выявленные особенности прохождения ультразвуковых импульсов и могут быть использованы для разработки шкалы учета деревьев с наличием внутренней гнили даже на ранней стадии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев, И.А.* Качественная оценка лесов [Текст] / И.А. Алексеев // Сб. по обмену производственным и научным опытом. – Йошкар-Ола: Марийск. кн. изд-во, 1980. – Вып.9. – С. 7–12.
2. *Анучин, Н.П.* Лесная таксация [Текст] / Н.П. Анучин. – М.; Л.: Гослесбумиздат, 1960. – С. 379.
3. *Закамский, В.А.* Приспособление для определения времени распространения УЗК через ствол дерева [Текст] / В.А. Закамский, А.И. Севрюгин // Современные проблемы древесиноведения. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1996. – С. 62–63.

4. Использование кернов древесины в лесоводственных исследованиях [Текст]: метод. рекомендации / под ред. Б.Л. Волкова. – Л.: ПО № 3, Ленуприздат, 1988. – С. 4, 5, 17, 18.

5. Пат. 2203532 Российская Федерация, МКИ⁷ А 01 G23/00, G01 N 33/46. Устройство для обнаружения гнилей в стволах деревьев [Текст] / В.А. Закамский, С.В. Закамский; заявитель и патентообладатель Марийск. гос. техн. ун-т. – № 2000107869/13; заявл. 29.03.00; опубл. 10.05.03, Бюл. № 13.

6. *Полубояринов, О.И.* Морфология дерева как раздел биологического древесиноведения [Текст] / О.И. Полубояринов // Современные проблемы древесиноведения. – Йошкар-Ола.: МарГТУ, 1996. – С. 9–10.

Марийский государственный
технический университет

Поступила 27.04.04

V.A. Zakamsky

Ultrasound Diagnostics of Rot in Tree Stems

The method of determining inner rot of growing tree based on the principle of ultrasound testing is proposed.
