

Научная статья
УДК 630.52:587/588

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАГНИТОСТРИКЦИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ В РАЗРАБОТКЕ УСТРОЙСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ВНУТРЕННИХ СОСТОЯНИЙ ДЕРЕВА

Илья Рамзилович Салыхов¹, Сергей Петрович Санников²

^{1,2} Уральский Государственный Лесотехнический Университет,
Екатеринбург, Россия

¹ transformer157@mail.ru

² ssp-2@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены вопросы проблем измерения высоты растущего дерева. Проведен анализ существующих возможностей применения ультразвуковой волны (УЗВ). Предложен способ по скорости распространения УЗВ получать информацию о состоянии растущего дерева: возрасте, спелости, высоте ствола дерева и пр.

Ключевые слова: ультразвук, измерение высоты дерева, скорость распространения акустической волны, магнитострикционный преобразователь

Scientific article

THE USE OF MAGNETOSTRICTIVE TRANSDUCERS IN THE DEVELOPMENT OF MEASURING DEVICES FOR INTERNAL STATES OF A TREE

Ilya R. Salakhov¹, Sergey P. Sannikov²

^{1,2} Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ transformer157@mail.ru

² ssp-2@mail.ru

Abstract. The problems of measuring the height of a growing tree are considered. The analysis of the existing possibilities for the use of ultrasonic waves (ultrasound) is made. A method is proposed to obtain information on the state of a growing tree by the speed of propagation of ultrasound: age, ripeness, height of the tree trunk, etc.

Keywords: ultrasound, tree height measurement, acoustic wave propagation velocity, magnetostrictive transducer

Использование ультразвука для обследования повреждений в различных материалах, в том числе и древесине, используется давно. Все материалы, опубликованные на эту тему, можно свести к одной гипотезе, а именно ослабление ультразвуковой волны древесиной. Исследователи в основном выбрали во всех случаях одну и ту же схему, а именно: волна преодолевает измерительный участок ствола дерева в одной горизонтальной плоскости. Примером может служить работа И. Фролова и И. Григорьева, схема показана на рис. 1 [1].

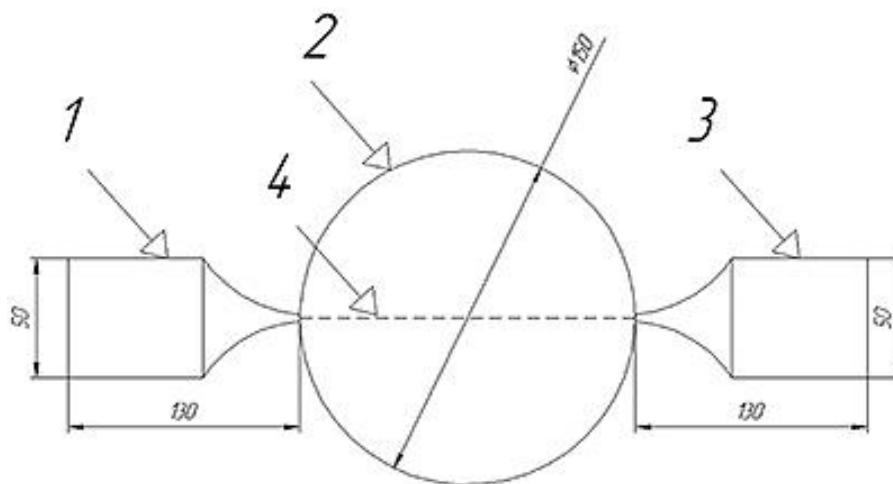


Рис. 1. Схема расположения УЗ приборов относительно ствола дерева:
 1 – излучатель; 2 – исследуемая древесина; 3 – приемник;
 4 – линия прохождения ультразвука (УЗ)

Излучатель и приемник с определенным шагом перемещают вдоль ствола дерева или хлыста. В этой схеме ультразвуковая волна проходит поперек волокон, преодолевая слои с разной плотностью, поэтому скорость ультразвука особенно изменяется в слоях с рыхлой структурой, как показано на рис. 2 [1].

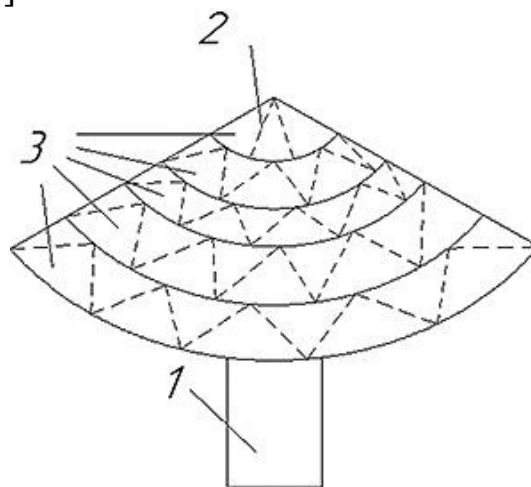


Рис. 2. Схема распространения ультразвуковой волны по слоям дерева:
 1 – УЗ излучатель (приемник); 2 – направление акустической волны;
 3 – слои ствола дерева

Подобным образом подошел В. А. Закамский в своих исследованиях по выявлению гнили в стволе дерева при помощи ультразвука [2]. Автор предложил формулу распространения ультразвука через модуль упругости E и плотность ρ материала слоя :

$$C = \sqrt{E/\rho},$$

где C – скорость ультразвука.

Цель работы состоит в разработке концепции измерительного устройства для измерения состояния древесины, выявления в ней гнили с помощью ультразвука в лесу. Из цели вытекают следующие задачи. Первая задача состоит в том, что устройство должно обеспечить полную картину диагностики ствола дерева, используя резонансные свойства, а вторая заключается в том, что для достижения поставленной цели необходим мощный источник $УЗВ$ -колебаний, поэтому третья задача вытекает из первых двух – разработать магнестрикционный излучатель.

Исходя из анализа существующих источников $УЗ$ -колебаний, отбросили пьезоэлектрические конструкции. Пьезоэлектрики не обеспечат достаточную мощность и амплитуду колебаний (это проверено предварительными расчетами). Гидравлические $УЗ$ излучатели обладают достаточной мощностью, но при этом теряется мобильность из-за веса и потребности компрессора или гидронасоса. Остановились на магнестрикционной конструкции.

Магнестрикционные конструкции $УЗ$ излучателей обладают возможностью управлять электрической энергией современными средствами. Источником электрической энергии служит аккумулятор и конденсатор большой емкости (ионистор). Структурная схема ультразвукового излучателя показана на рис. 3.



Рис. 3. Структурная схема ультразвукового излучателя

Генератор создает электромагнитную энергию в катушке электромагнита достаточную, чтобы ферромагнитный стержень начал совершать автоколебания. Обладая массой и площадью, стержень способен передать механическую энергию в ствол дерева через концентратор, который на рис. 3 условно не показан.

Конструкция магнитострикционного преобразователя должна иметь удерживающие пружинистые элементы. Модель конструкции разрабатываемого УЗ излучателя показана на рис. 4.

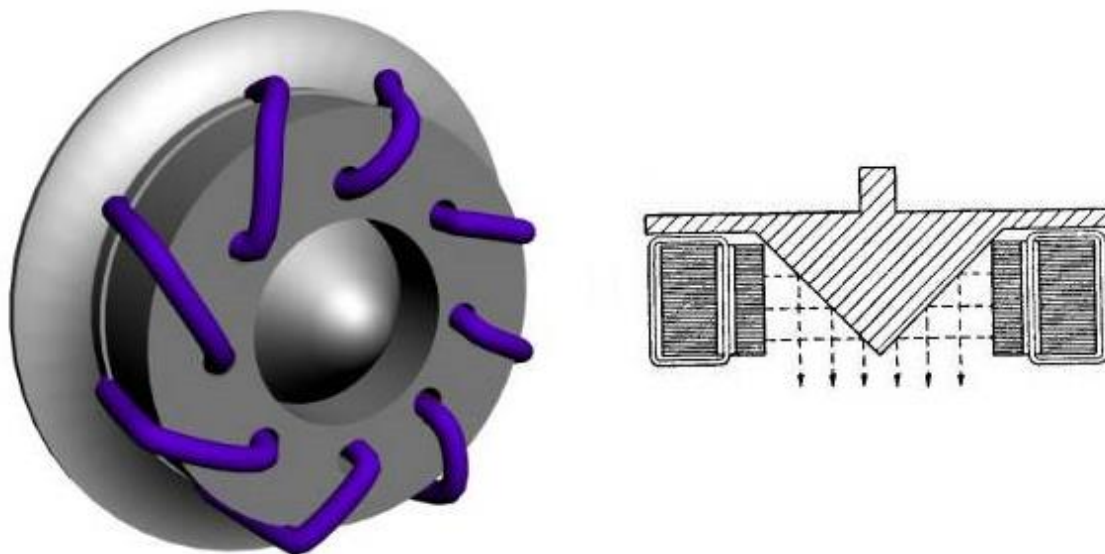


Рис. 4. Модель конструкции УЗ излучателя

Конус, который одновременно является основанием конструкции из ферромагнитного материала. На кончике конуса концентрируются УЗ колебания, которые передаются в исследуемый объект (ствол дерева). Катушка электромагнита выполнена таким образом, чтобы магнитное поле не выходило за внешние габариты сердечника, а сосредотачивалось внутри кольца. Для обеспечения работы устройства необходимо УЗ-волны направить вдоль волокон в стволе дерева. При этом можно получить спектр данных.

Устройство должно обладать следующими техническими параметрами:

Интерфейс – аналоговое напряжение;

Измеряемая длина – 50...7620 мм;

Точность воспроизведения – $\pm 10^{-6}$;

Рабочее напряжение – 10...30 В;

Рабочая температура среды – 40...85 °С;

В этой работе мы разработали концепцию устройства для измерения состояния на гниль дерева с помощью ультразвука. Решили наши задачи, надеясь, в дальнейшем облегчить работу предприятий.

Список источников

1. Фролов, И. Определение сердцевинной гнили в круглых лесоматериалах / И. Фролов, И. Григорьев // ЛесПромИнформ. – 2017. – №7 (129). – URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=4832> (дата обращения: 30.11.2022).
2. Закамский, В. А. Ультразвуковая диагностика стволов деревьев на наличие гнилей // Лесной журнал. – 2006. – № 6. – С. 21–25. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ultrazvukovaya-diagnostika-stvolov-dereviev-na-nalichie-gniley/viewer> (дата обращения: 30.11.2022).