

УДК 630\*812: 620.1

# ИЗМЕНЕНИЕ СКОРОСТИ УЛЬТРАЗВУКА ПО РАДИУСУ СТВОЛА

Ефимов А.А.

*Марийский государственный технический университет,  
Йошкар-Ола, Россия*

**Приведены экспериментальные и расчетные данные изменения скорости ультразвука древесины вдоль радиусов чурки относительно сторон света.**

**Ключевые слова:** чурак, свойства, ультразвук, скорость.

## Введение

В лесоматериалах не только общего, но специального значения, включая заготовки и детали для изготовления музыкальных инструментов в массовом порядке, не придается практического значения свойствам древесины в зависимости от ее нахождения относительно сторон света [5].

Деки для музыкальных инструментов вырабатываются из пиломатериалов строго радиальной распиловки и, как правило, в этих целях древесина отбирается на определенном участке по радиусу ствола [1]. В связи с этим возникает необходимость, особенно для изготовления высококачественных инструментов, найти наилучшую зону ствола дерева относительно сторон света.

Из акустических свойств древесины наибольшее значение для деки имеет скорость распространения звука. Эта величина есть первичный показатель, так как он не может быть далее упрощен и разделен по иным, более физически простым, акустическим параметрам. Остальные акустические показатели производны от скорости ультразвука. По значениям скорости ультразвука можно также ориентировочно

оценить прочностные показатели древесины, так как между скоростью ультразвука и физико-механическими свойствами древесины наблюдается прямолинейная зависимость.

**Цель статьи** – показать возможность исследование закономерностей изменения скорости ультразвука по радиусу ствола относительно сторон света.

Эксперименты проводились на еловом чураке по патенту [4], отпиленного на высоте 1,3 м, длиной 300мм. Для регистрации времени прохождения скорости ультразвука в древесине использовался ультразвуковой дефектоскоп марки УК-14П с частотой 60 кГц.

Измерения проводили в двух вертикальных направлениях:

1) направление от комля к вершине, то есть по движению минеральных веществ от корней к кроне по клеткам заболонной древесины;

2) направление от вершины к комлю, то есть по движению продуктов ассимиляции от кроны к корням по живым клеткам коры.

**Экспериментальные и расчетные данные приведены в табл.1 – 4.**

Таблица 1.

Изменение скорости ультразвука с северной стороны

R, см	от комля к вершине				от вершины к комлю			
	ū	Y	ε	Δ, %	ū	v	E	Δ, %
1	4168,9	4220,0	-51,1	-1,23	4206,2	4267,5	-61,3	-1,46
3	4530,8	4532,5	-1,7	-0,04	4682,8	4579,7	103,1	2,20
5	4803,2	4705,7	97,5	2,03	4661,6	4748,8	-87,2	-1,87
7	4880,4	4831,5	49,0	1,00	4983,9	4869,8	114,1	2,29
9	4875,8	4931,9	-56,1	-1,15	4968,0	4965,7	2,3	0,05
11	4975,9	5016,5	-40,6	-0,82	4972,7	5045,8	-73,1	-1,47

Таблица 2.

Изменение скорости ультразвука с восточной стороны

R,см	от комля к вершине				от вершины к комлю			
	ü	v	ε	Δ,%	ü	v	ε	Δ,%
1	3899,9	3950,3	-50,4	-1,29	3878,4	3961,8	-83,4	-2,15
3	4239,6	4126,4	113,2	<u>2,67</u>	4299,0	4175,5	123,5	<u>2,87</u>
5	4222,3	4218,0	4,3	0,10	4317,0	4287,5	29,5	0,68
7	4216,5	4282,0	-65,5	-1,55	4339,3	4366,2	-26,9	-0,62
9	4274,7	4331,8	-57,1	-1,34	4419,7	4427,8	-8,1	-0,18
11	4427,9	4373,0	54,9	1,24	4442,5	4478,7	-36,2	-0,81

Таблица 3.

Изменение скорости ультразвука с западной стороны

R,см	от комля к вершине				от вершины к комлю			
	ü	v	ε	Δ,%	ü	v	ε	Δ,%
1	4200,0	4186,1	13,9	0,33	4201,1	4222,0	-20,9	-0,50
3	4341,1	4479,7	-138,6	-3,19	4423,5	4508,4	-84,9	-1,92
5	4818,2	4640,5	177,7	<u>3,69</u>	4810,7	4657,6	153,1	<u>3,18</u>
7	4735,7	4756,3	-20,6	-0,43	4815,2	4762,2	53,0	1,10
9	4881,9	4848,4	33,5	0,39	4827,2	4843,8	-16,6	-0,34
11	4858,9	4925,6	-66,7	-1,37	4826,4	4911,2	-84,8	-1,76

Таблица 4.

Изменение скорости ультразвука с южной стороны

R,см	от комля к вершине				от вершины к комлю			
	ü	v	ε	Δ,%	ü	v	ε	Δ,%
1	3991,8	3988,6	3,2	0,08	4165,6	4164,5	1,1	0,03
3	4202,2	4277,6	-75,4	-1,79	4329,0	4365,1	-36,1	-0,83
5	4524,2	4435,7	88,5	<u>1,96</u>	4529,5	4467,2	62,3	<u>1,38</u>
7	4613,8	4549,5	64,3	1,39	4532,8	4537,9	-5,1	-0,11
9	4558,8	4640,0	-81,2	-1,78	4570,3	4592,6	-22,3	-0,49

После моделирования в программной среде «Eureka» данных, приведенных в табл.1-4, были получены следующие закономерности изменения скорости ультразвука древесины вдоль радиусов чурки:

- северной стороны

$$v_{\text{кв}} = 2850,66 \exp(0,39228R^{0,15229}) \quad (1)$$

$$v_{\text{вк}} = 2629,79 \exp(0,48412R^{0,12393}) \quad (2)$$

где  $v_{\text{кв}}$  – скорость ультразвука от комля к вершине, м/с;

$v_{\text{вк}}$  – скорость ультразвука от вершины к комлю, м/с

- восточной стороны

$$v_{\text{кв}} = 2529,63 \exp(0,44863R^{0,10078}) \quad (3)$$

$$v_{\text{вк}} = 2692,80 \exp(0,38322R^{0,09811}) \quad (4)$$

- западной стороны

$$v_{\text{кв}} = 2786,54 \exp(0,40696R^{0,14025}) \quad (5)$$

$$v_{\text{вк}} = 2093,15 \exp(0,70164R^{0,081383}) \quad (6)$$

- южной стороны

$$v_{\text{кв}} = 2592,46 \exp(0,43082R^{0,13697}) \quad (7)$$

$$v_{\text{вк}} = 2315,08 \exp(0,58714R^{0,070157}) \quad (8)$$

Однаковая конструкция всех формул (1-8) позволяет сделать вывод о том, что ультразвуковые свойства древесины по радиусу чурки если изменяются в соответствии с законом экспоненциального роста [2]. Из табл.1-4 видно, что максимальная относительная погрешность формул, описывающих изменение скорости ультразвука, не превышают 4 %, что сви-

детельствует о высокой сходимости теоретических значений показателей с экспериментальными, то есть о высокой адекватности математических моделей, построенных на статистических данных.

На рис.1 и рис. 2 приведены графики изменения скорости ультразвука по радиусу чурки в двух направлениях: 1) от комля к вершине; 2) от вершины к комлю.

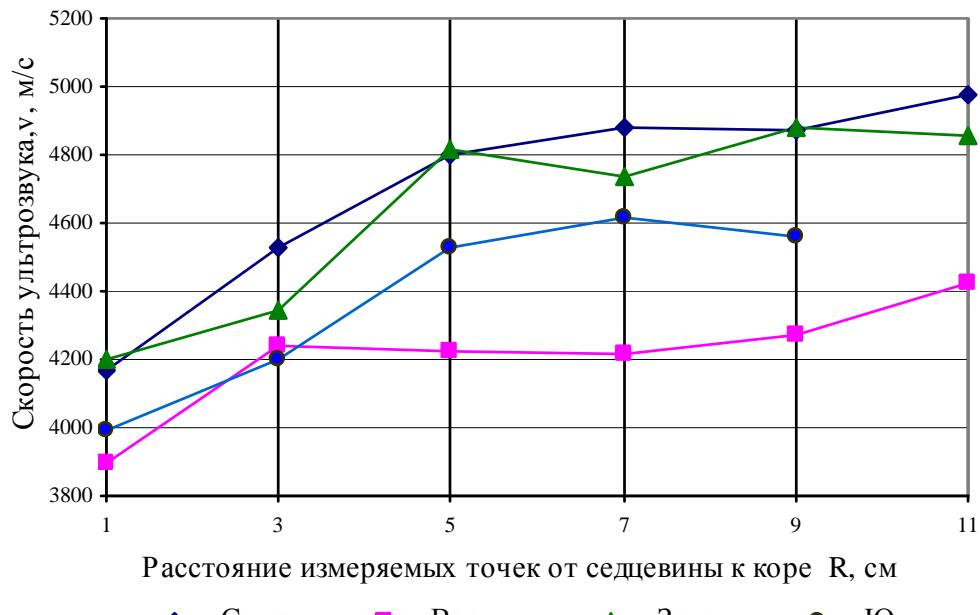


Рис.1. Изменение скорости ультразвука древесины по радиусу чурки от комля к вершине

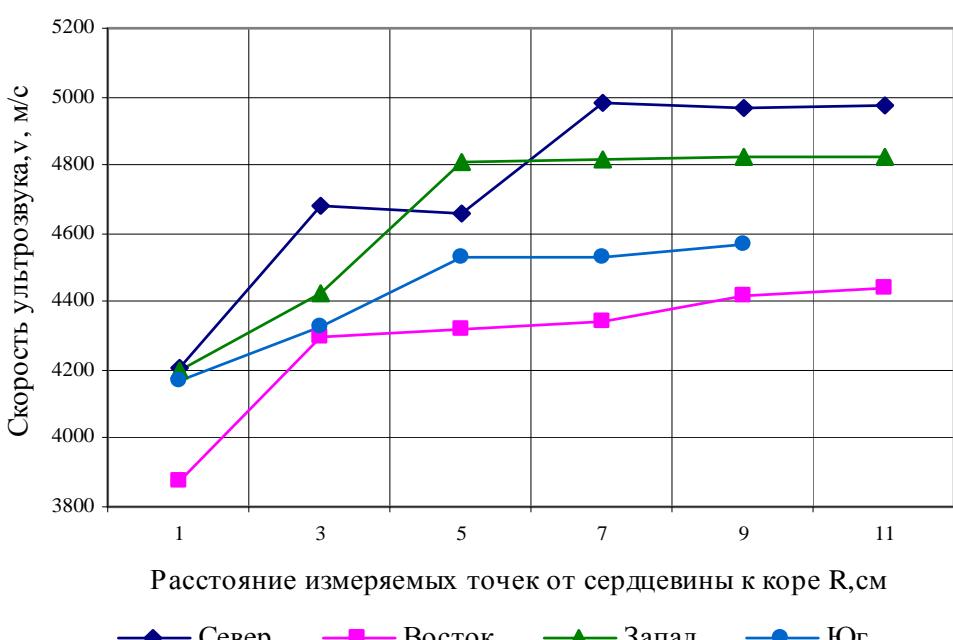


Рис. 2. Изменение скорости ультразвука древесины по радиусу чурки от вершины к комлю

Из табл.1-4 и рис.1 и 2 видно, что от сердцевины к коре значения показателя скорости ультразвука увеличивается, а в заболонной части приобретает примерно постоянное значение. Максимальные показатели скорости ультразвука наблюдаются в северо-западном направлении, а минимальные – юго-восточном.

#### **Выводы**

Эксперименты и обработка результатов показывают, что для заготовки специальных типов сортиментов, например в виде резонансных кряжей, нужно брать древесину северной стороны ствола дерева. Полученные данные подтверждают технические решения [3] о том, что для технических испытаний древесины нужно брать древесину на северной стороне ствола дерева, а для экологического мониторинга среды – с южной.

Скорость ультразвука по двум направлениям движения минеральных веществ и продуктов ассимиляции листвы (хвои) кроны оказывается разной вдоль всего радиуса. Из графиков видно, что для

здоровой древесины наблюдается условие  $v_{кв} > v_{вк}$ .

*Статья опубликована при поддержке гранта 3.2.3/4603 МОН РФ*

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Колесникова А.А. Исследование свойств древесины по кернам: Научное издание. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. – 178 с.
2. Мазуркин П.М. Биотехническое проектирование. Метод. Пособие / П.М. Мазуркин. – Йошкар-Ола: МарПИ, 1994. – 348 с.
3. Мазуркин, П.М. Экологический мониторинг (Способы испытания деревьев) / П.М. Мазуркин: Учеб. пос. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. – 224 с.
4. Пат. 2284032 РФ, МПК G 01 N 33/06, A 01 G 23/00 (2006.01). Способ ультразвукового испытания древесины круглых лесоматериалов / Мазуркин П.М., Ефимов А.А. (РФ); заявитель и патентообладатель Марийск. гос. тех. ун-т. - №2005102960/12; заявл. 07.02.05; опубл. 20.09.06, Бюл. № 26. – 9 с.
5. Федюков В.И. Ель резонансная: отбор на корню, выращивание, сертификация / В.И. Федюков. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1998. – 204 с.

## **CHANGE OF SPEED OF ULTRASOUND ON TRUNK RADIUS**

Efimov A.A.

*Mari state technical university, Yoshcar-Ola, Russia*

The experimental and settlement given changes of speed of ultrasound of wood along radiuses of a chock concerning parts of the world are cited.

Keywords: short beam, properties, ultrasound, speed.