

Левинский Ю.Б.

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) levinskyi@bk.ru

Лавров М.Ф., Семенова С.А.

(СВФУ им. М.К. Аммосова, г. Якутск, РФ) lmf_nefu@list.ru

**НОВЫЙ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД
К ИССЛЕДОВАНИЮ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПО СЕЧЕНИЮ И
ВЫСОТЕ СТВОЛА В ДРЕВЕСИНЕ (НА ПРИМЕРЕ ДРЕВЕСИНЫ
ЛИСТВЕННОЙ ДАУРСКОЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В ЯКУТИИ)
*THE NEW METHODOLOGICAL APPROACH IN THE STUDY ON THE
DISTRIBUTION OF DENSITY -SECTION AND HEIGHT IN WOOD***

Целью данной работы является разработка методологических подходов экспресс-оценки плотности древесины и ее распределения в стволе.

Экспресс - оценка состояния древесины неразрушающими методами в полевых условиях являются перспективным направлением в древесиноведении. В зарубежной практике имеются огромный опыт использования специальных оборудований по диагностике древесины. Анализ зарубежных научных публикаций показал, что широкое применение для определения качественных показателей растущих деревьев, древесного сырья и конструкций в зарубежных странах нашли научные акустические и сверлильные приборы фирм IML, Rinntech.

Первое подробное описание оценки состояния древесины звуковым и сверлильным методами в отечественной литературе приведены П.И. Бабкиным (1889) [1]. Им отмечены, что признаком здорового дерева на корню является чистый отзвук, получаемый при ударе молотком или обухом топора об ствол. В методологии проведения замеров указаны, что постукиванием можно верно определить внутреннее состояние дерева, если проводить ее с южной стороны, т.к. с северной стороны дерево имеет всегда более крепкую и плотную древесину, которая может дать ложный звонкий чистый звук присущий здоровому дереву.

Впрочем, лучшим способом оценки качества дерева по заключению автора, является метод просверливания ствола при помощи коловорота, над самыми корнями вплоть до сердцевины. Чем легче входит сверло в ствол, приближаясь к сердцевине, тем с большею уверенностью можно дать оценку о внутреннем повреждении дерева (гнили)[1].

Современные способы оценки качества древесины методами звуковой томографии и сверления имеют неоспоримые преимущества по сравнению с выше описанным, т.к. позволяют визуально рассматривать данные полученные этими способами и делать выводы о состоянии древесины. Однако основные принципы работы данных научных оборудований основаны на тех же принципах приведенных П.И. Бабкиным.

Для проведения испытаний и сравнения данных импульсного и сверльного способов использовались научные оборудования по определению внутренней структуры древесины (гнилей) - импульсный томограф Арботом® и сверлильный прибор Резистограф (производства Риннтех Германия).

Согласно методике были произведены разметка, маркировка и разделка ствола на отрезки (чураки) равные 2 м каждый. Разделка модельных деревьев осуществлялась согласно ГОСТ 16483.6 – 80 [2].

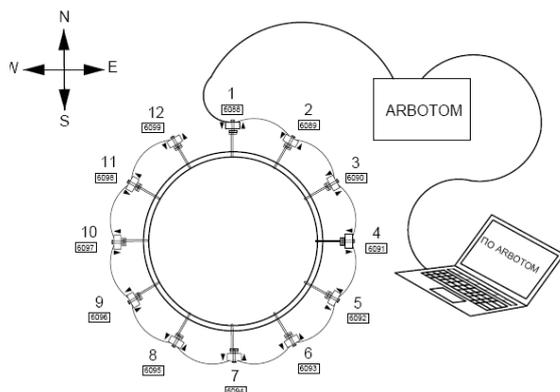
Показатели скорости звуковых импульсов регистрировались с шагом смещения зоны контроля на 0,3, 1,3, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10м от комлевого торца сортимента.

Принцип работы прибора состоит в следующем:

- в каждом сенсоре Арботома имеется виброметр и электронная схема определения реального времени прохождения поступающих импульсов;
- скорости прохождения импульсов собираются в матрицу и с помощью ПО Арботом представляет в виде линейных или плоскостных графических построений.

В ходе проведения испытаний была произведена выборка модельных деревьев в количестве 10 шт. Прозвучивания производили на высоте 0,3; 1,3; 3,0, 5,0, 7,0, 9,0, 10,0 м.

a)



б)

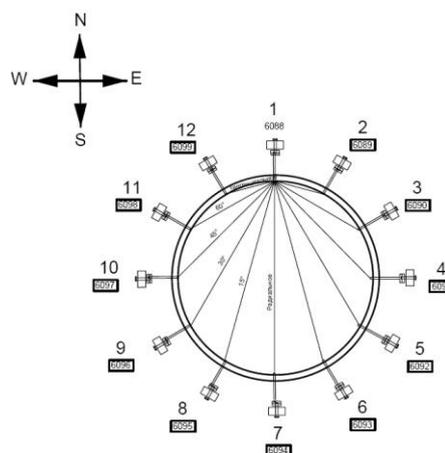


Рисунок 1 - Схема установки сенсоров импульсного томографа АРБОТОМ на стволе растущего дерева (а); схема прохождения импульсов между сенсорами (б)

В ПО АРБОТОМ далее были получены графические представления внутренней структуры древесины. Пример графического построения в ПО Арботом представлено на рис. 2.

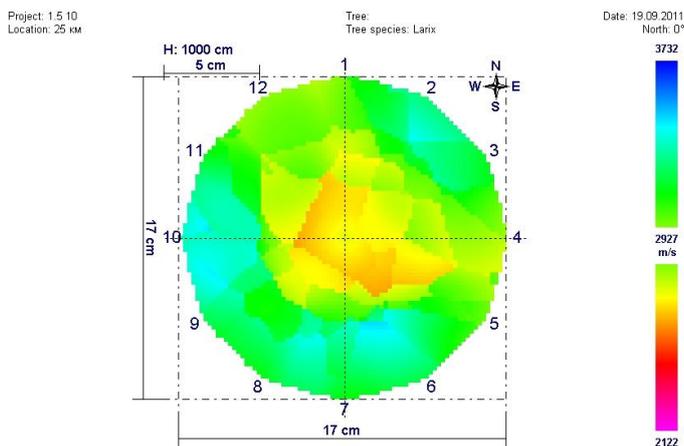


Рис. 2 Графическое представление скорости прохождения звуковых импульсов на поперечном сечении ствола древесины лиственницы

Данные графические представления легко позволяют специалисту определить наличие скрытых пороков древесины. Однако определение точных показателей скорости прохождения импульсов или плотности практически не представляется возможным. Имеются попытки оценки древесины по шкале цветности, однако эти методы можно считать менее точным по сравнению с численным анализом данных.

В связи с этим для анализа изменения скорости прохождения звука в древесине лиственницы, числовые данные из ПО Арботом были экспортированы в MS Excel.

При анализе данных было обнаружено, что древесина лиственницы обладает значительным разбросом акустических параметров, а следовательно и физико-механических характеристик. Так скорость распространения импульсов в испытуемых модельных деревьях колеблется в пределах от 840 до 2246 м/сек. Данные разбросы можно объяснить, тем, что скорость прохождения звука зависит от угла прохождения относительно структурных анатомических элементов древесины. Это доказывает о корреляционной связи скорости звукового импульса с модулем упругости и другими физико-механическими свойствами.

В соответствии с выше изложенным данные скорости прохождения звука были распределены в зависимости от угла прохождения относительно анатомических элементов

(годовых слоев) (рис 1 б). График усредненных значений замеров приведены на рис. 4.

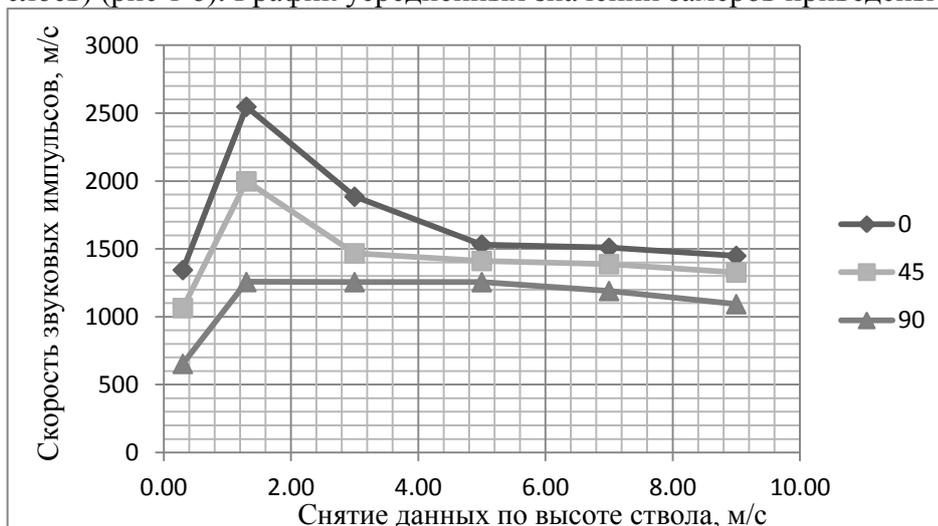


Рис. 3 График изменения скорости прохождения звуковых импульсов по высоте ствола дерева и угла прохождения в круглом сортименте древесины лиственницы даурской.

Следующим этапом исследований являлось определение показателей плотности сверлильным методом.

Суть данного метода заключается в определении, которая затрачивается на внедрение сверла-индентора на определенную глубину в образец древесины (работа на сверление).

Преимущество сверлильного способа состоит в том, что он прост и применим для оперативных испытаний, как специально подготовленных образцов древесины, так и древесной массы растущих деревьев

Анализ отдельных графиков изменения плотности по сечению ствола производилось в приведенной последовательности:

- определялись ошибки связанные с трением стержня сверла-индентора с древесиной при просверливании кражей (рис. 4);
- приводились данные резистограммы к истинным значениям с учетом выявленных ошибок.
- рассчитывались средние показатели Resi на каждом участке по 1 см.
- определялись условная плотность на малых чистых образцах и их взаимосвязь с показателями Resi.

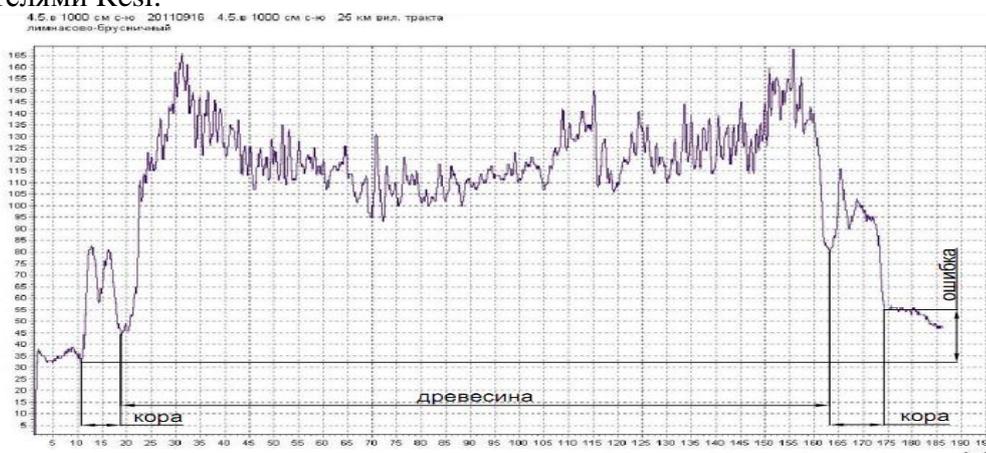
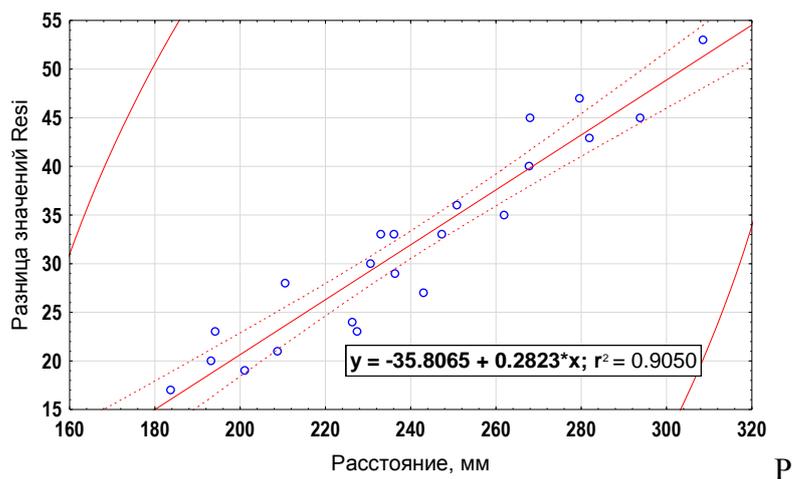


Рис. 4. Резистограмма в ПО ДЕКОМ. Основные зоны замера. Определение ошибки при прохождении сверла-индентора через древесину
 На рис. 5. представлены зависимость ошибок резистографа от глубины просверливания.



ис. 5. Связь ошибок вывода значений Resi от глубины просверливания

Из рис. 5 видно, что ошибка вывода значений Resi имеет тесную линейную зависимость от глубины просверливания. Выявленная ошибка может быть связана с трением стержня сверла-индентора с древесиной и изгибом пути просверливания.

В соответствии с результатами анализа сделаны выводы о том, что изменение ошибки измерения имеет линейный характер, и для устранения данной ошибки необходимо учесть параметры входных и выходных данных.

Приведение к истинным значениям Resi вычисляется по формуле 1.

(1)

Где: Y_{xi} – значения Resi в определяемой точке на резистограмме,
 δ – ошибка значений на резистограмме, связанная с трением стержня сверла, вычисляется по формуле 2;

x_i - точка на координате резистограммы;

– значение входного сигнала вычисляется по формуле 3 (постоянная ошибка резистографа связанная с трением стержня сверла с направляющими).

(3)

Определение связи базисной плотности с показателем Resi были произведены на малых чистых образцах. Результаты анализа представлено на рис. 6.

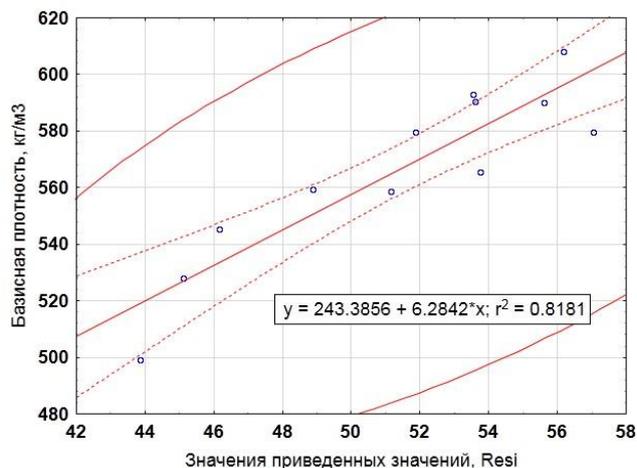


Рис. 5. Связь базисной плотности с приведенными значениями Resi

На основании полученных данных можно, с высокой степенью уверенности сказать, что определение базисной плотности методом сверления может найти в практике оценки качества древесины.

Для составления карты плотности по сечению и высоте ствола, для минимизации ошибок резистограммы были выполнены следующие операции:

- распределение на участки по 1 см;
- определение средних значений Resi;
- подстановка полученных средних значений в уравнение связи представленный на рис. 5.

Данный способ составления карт распределения базисной плотности прост, обладает набором преимуществ по сравнению с определением плотности по ГОСТ 16483.1-84 [3]. Для соотношения результатов зарубежных и отечественных исследователей необходимо приведение к единой системе измерений метода сверления, которое может включать следующие требования:

- составление требований к параметрам сверла-индентора;
- нормирование технических характеристик сверлильного оборудования;
- регламентация соотношения Resi к плотности определенной древесной породы;
- поверка оборудования данного типа в специализированных метрологических институтах;
- создание базы данных соотношений Resi с плотностью отечественных пород по регионам.

Представленный способ оценки качественных показателей методом сверления позволит при систематизации данных более рационально использовать древесину в народном хозяйстве и повысить конкурентоспособность на мировом рынке.

Библиографический список

1. Дерево как строительный материал: сведения необходимые для лесовладельцев, торговцев, заводчиков, строителей / составитель П.И. Бабкин. – СПб.: Т-во паровой скоропечатни Яблонский и Перотт, 1889. – 70 с
2. ГОСТ 16483.6-80. Древесина. Метод отбора модельных деревьев и кряжей для определения физико-механических свойств древесины насаждений. - М.: Изд-во стандартов, 1980. - 4 с.
3. ГОСТ 16483.1-84. Древесина. Метод определения плотности. – вв
4. д. 01.07.1985. - М. : Изд-во стандартов, 1985. - 5 с.

В статье рассмотрены способы оценки качества древесины методами звуковой импульсной томографии и сверления. Представлены результаты исследований звуковых импульсных испытаний и оценки плотности сверлильным методом.

The aim of this work is to develop methodological approaches rapid assessment of wood density and its distribution in wood. the relationship between drill resistance and wood density.