

Лавров М.Ф., Местников А.Е., (С-ВФУ, г. Якутск, РФ),
Левинский Ю.Б. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ И ПАРАМЕТРОВ МАКРОСТРУКТУРЫ МЕТОДОМ СВЕРЛЕНИЯ

Приведены результаты исследования распределения плотности древесины в стволе растущей древесины.

Изучение плотности древесины имеет большое практическое и теоретическое значение. По мнению О.И. Полубояринова [1, 2] плотность древесины как показатель качества древесного сырья имеет многие неоспоримые преимущества перед всеми другими характеристиками. На ее основе можно определить весовую продуктивность древостоев, устанавливать многие конструкционные возможности и технико-технологические свойства древесины как сырьевого материала для производства различных изделий и т. д.

Как было неоднократно подтверждено учеными [3, 4], показатели физико-механических свойств древесины определенно взаимосвязаны и зависят от ее структуры, плотности и размеров.

Исследования отечественных и зарубежных ученых показали, что прочностные и упругие свойства древесины находятся в прямой зависимости от плотности, суммарно отражающей особенности ее анатомического строения [5, 6]. Определено, что распределение плотности древесины любой породы в пределах каждого растущего дерева весьма неоднородна по своей величине и зоне ствола (рис.1). Это, безусловно, создает серьезные, а в ряде случаев и непреодолимые трудности в подборе древесины с однородными свойствами для ответственных и высоконадежных изделий и конструкций.

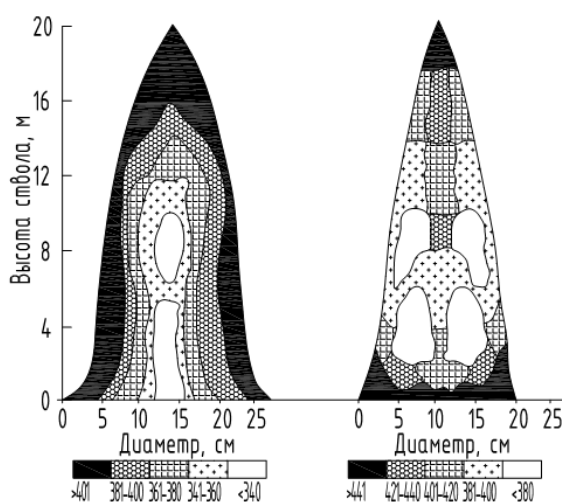


Рис. 1 – Диаграмма распределения плотности в стволе растущего дерева (денситограмма): а) ель, б) осина [5]

Одним из представленных способов оценки качества древесного сырья в полевых условиях, позволяющих определить ширину годичных колец, содержание поздней древесины и показатель плотности является метод сверления с помощью оборудования Resistograph-4453s (Германия). Регистрируемые значения показателя

совершаемой при сверлении работы распечатываются на специальной рулонной термобумаге, а также в электронном формате *fn* импортируются на компьютер. Анализ данных и создание системной графической иллюстрации текущих значений параметра выполняются в программе Decom. Сверлильный метод был применен в исследованиях зарубежных ученых С. Ceraldi, Brashaw, K. Brian; Vatalaro, J. Robert. и др [7]. Исследования подтвердили коррелируемость механических свойств древесины, эксплуатируемой в течение длительного периода времени, с показателями условной плотности Resi.

Преимущество сверлильного способа состоит в том, что этот метод применим для полевых испытаний. Нами разработана методика и проводится сравнение данных, полученных в полевых условиях, с данными испытаний стандартными методами на малых чистых образцах.

Для исследования особенностей строения ствола древесины лиственницы даурской были отобраны модельные деревья согласно ГОСТ 16483.6-80. Произведены разметка, маркировка и разделка ствола на отрезки (крюжки) равные 2 м каждый. Каждый крюжок пронумерован порядковым номером, считая от комля к вершине.

На каждом крюжке проводилось сверление каналов с помощью прибора Resistograph-4453s, оснащенного сверлом-индентором, от поверхности ствола к оси дерева и в направлениях с севера на юг, с запада на восток в отметках позиций. По величине сопротивления сверлению определялась через соответствующие зависимости плотность исследуемой древесины.

При определении взаимосвязи плотности древесины с данными резистографа нами предлагается использовать показатель базисной плотности, т.к. данный показатель является наиболее простым и точным в определении, а также наиболее часто используется в технических расчетах. Суть метода заключается в определении энергии, которая затрачивается на внедрение сверла-индентора до определенной глубины в образец древесины (работа на сверление). При этом высверливаемый канал ориентирован строго перпендикулярно годичным слоям растущего дерева и соответственно пересекает поочередно зоны ранней и поздней древесины.

Получаемый с помощью прибора Резистограф-4453s график-диаграмма позволяет регистрировать зоны плотности древесины в пределах каждого годичного кольца, а, следовательно, и ширину этих зон. Интегрируя показания и учитывая плотность образца, можно установить с высокой точностью величины плотности ранней и поздней древесины, а также процентное соотношение этих составляющих.

Оценку базисной плотности в момент испытаний требуется проводить только для древесины, имеющей начальную влажность на момент испытаний резистографом выше предела насыщения клеточных стенок. Это, в первую очередь, объясняется зависимостью механических свойств от влажности древесины [1, 4, 5].

Методика оценки корреляционной зависимости данных резистограммы была рассмотрена двумя способами.

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

- определялись ошибки, связанные с трением стержня сверла-индентора и древесиной при просверливании крюжков;
- приводились данные резистограммы к требуемым значениям с учетом выявленной ошибки;
- рассчитывались средние показатели Resi на каждом участке по 1 см.

Основные участки замера и ошибки, связанные с трением стержня сверла-индентора о стенки канала при просверливании крюжков на резистограмме представлены на рис. 2.

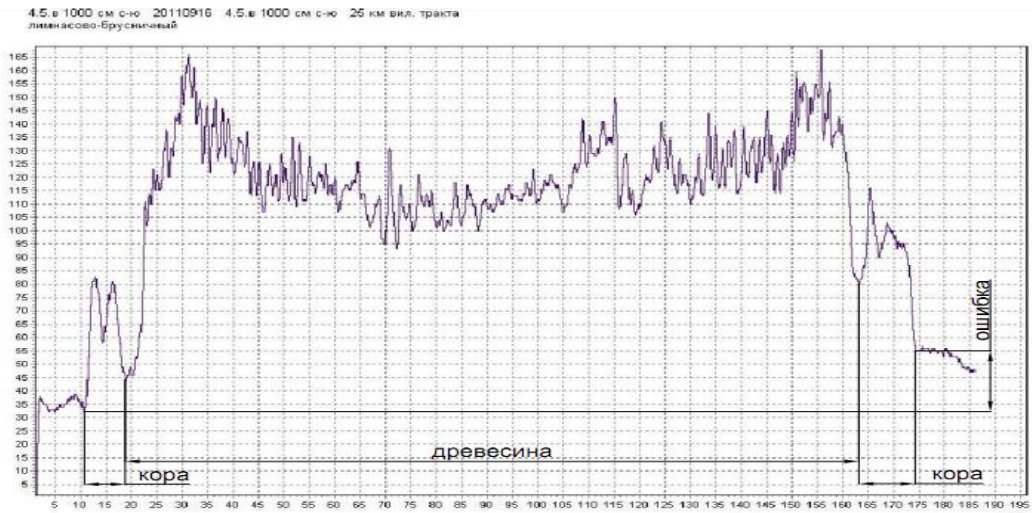


Рис. 2 – Характерные участки замера и ошибки связанные с трением стержня сверла-индентора и древесины на резистограмме

На рис. 3. представлены зависимость ошибок резистографа от глубины просверливания.

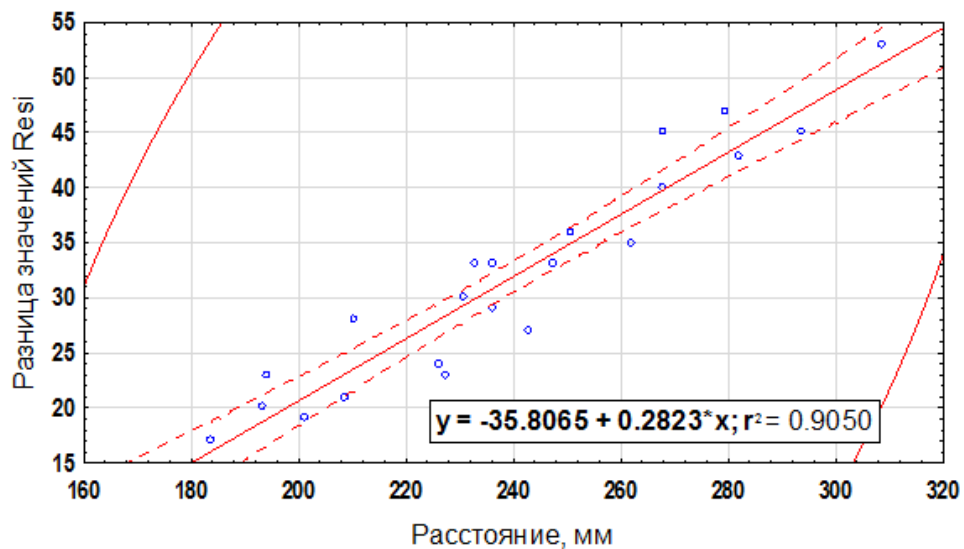


Рис. 3 - Зависимость величины ошибок вывода значений Resi от глубины просверливания

Ошибка вывода значений Resi имеет тесную линейную зависимость с глубиной просверливания. Она может быть связана с трением стержня сверла-индентора о стенку канала, упругостью самой древесины, а также из-за возможного изгиба линии оси канала. В соответствии с результатами анализа установлено, что изменение ошибки измерения имеет линейный характер и для ее устранения 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 (вычисляется по формуле 2) ;

x_i - точка на координате резистограммы;

– значение входного сигнала (вычисляется по формуле 3);

(2)

(3)

Для подтверждения предварительных результатов исследований и сделанных по ним выводов было произведено сравнение показателей плотности древесины, полученных в полевых условиях с данными лабораторных испытаний. В лаборатории плотность определялась на малых чистых образцах, нормализованных до влажности 14,5%, 22,6%, 28,7%. В результате выявлена обратная тенденция, а именно, с увеличением влажности показатели условной плотности Resi снижаются. При этом отмечается, что показатели Resi для древесины с влажностью 28,5% и влажностью растущего дерева (влажность составляла в заболонной части 116-132%, ядровой части 60-72%), практически одинаковы. Таким образом, следует констатировать, что получение наиболее точных показателей плотности методом сверления возможно при влажности древесины выше предела насыщения клеточных стенок.

Определение связи базисной плотности с показателем Resi были произведены на малых чистых образцах. Результаты анализа представлены на рис. 4.

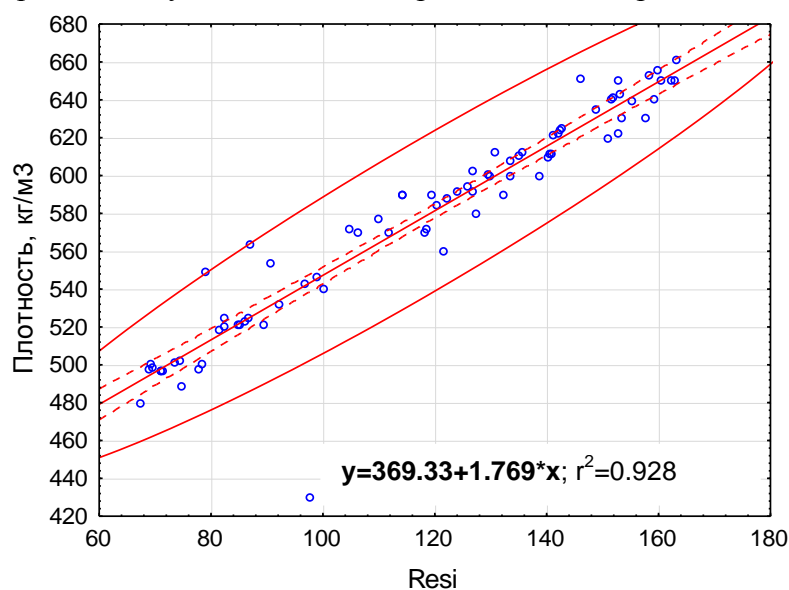


Рис. 4. Связь базисной плотности с приведенными значениями Resi

В соответствии с установленной связью между базисной плотностью и значениями Resi определены в виде графиков текущие значения исследуемого (регистрируемого прибором) параметра по мере пересечения наконечником сверла годичных слоев дерева.

Суммируя определенным образом эти данные, можно составить карты распределения плотности древесины (денситограммы) в цилиндрической системе координат (рис.5).

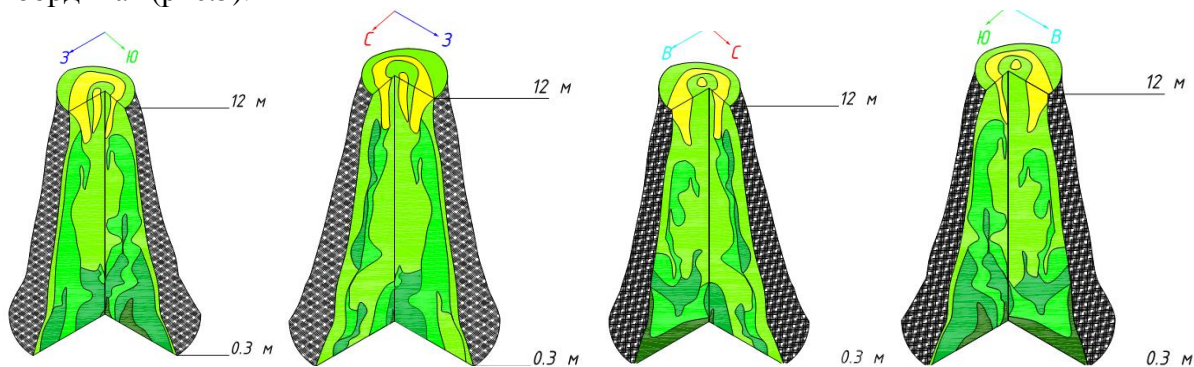


Рис. 5 - Карта распределения плотности (денситограммы) в разрезе

На основе такой иллюстрации можно с высокой степенью точности квалифицировать не только качество древесины, но и назначать отбор технологических

сортиментов с максимальными предпочтениями тех или иных характеристик древесины..

Результаты проведенных исследований позволяют определять характер и степень анизотропности древесины, взятой из конкретных зон дерева, а также прогнозировать «поведение» древесины при ее обработке (сушке, склеивании, резании, пропитке и т.д.) с учетом ожидаемых напряженно-деформационных состояний древесного материала.

Список использованной литературы

1. Полубояринов О. И. Плотность древесины / О. И. Полубояринов. – 160 с. – Л.: ЛТА.: 1971. – 70 с.
2. Полубояринов О.И. Оценка качества д
3. Мелехов В.И. – 130 с : ил.
4. Волынский, В.Н. Взаимосвязь и изменчивость физико-механических свойств древесины / В.Н. Волынский. – 196 с.
5. Алексеев И.А., Полубояринов О.И. Лесное товароведение с основами древесиноведения: учеб. Пособие. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 457 с.
6. Вихров, В. Е. Изменение крепости древесины в зависимости от процента по здней части годичного слоя и влажности / Вихров В.Е. //Труды Арханг. лесотехн. ин-та. – 1949. С. 175-178.
7. Brashaw, Brian K.; Vatalaro, Robert J.; Wacker, James P.; Ross, Robert J. Condition Assessment of Timber Bridges: 1. Evaluation of a Micro-Drilling Resistance Tool Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-159. US Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. Madison, WI, 2005.