

14. Bromeier H., Strunk M. Struktur und Geschäftsfelder niedersächsischer Forstunternehmen. Forst und Technik, 2008. P. 24-27.

15. Flescher M. Geschichte der mobile Holzerntemaschinen // Projekte Verlag Cornelius GmbH, Halle/P. 1. Auflage, 2007. P. 366.

16. Pausch R. Die Holzernteplanung ersetzt den Zufall durch den Irrtum? Forstmaschinenprofi, 2008. P. 58-61.

17. Derbin V.M., Derbin M.V. Harvesting with Sorting of Tree-lengths or Trees / Sev. (Arktich.) feder. un-t im. M.V. Lo-

monosova. Arkhangel'sk, 2014. 103 p.

18. Grigor'ev I.V., Bogatova E.Yu. Estimation of economic efficiency technological processes logging operations in the North-West region // Tekhnologiya i oborudovanie lesopromyshlennogo kompleksa: sb. nauch. tr. SPb., 2013. № 6. P. 29-33.

19. Derbin V.M., Migunov V.I., Barachevskii A.I., Derbin M.V., Klimenko N.F. Technology and Equipments of Harvesting (Log Harvesting Technology of Wood) / Sev. (Arktich.) feder. un-t im. M.V. Lomonosova. Arkhangel'sk, 2014. 53 p.

УДК 620.1

## Направления использования физических методов контроля структуры и свойств древесины\*

А.Н. Чубинский<sup>1 a</sup>, А.А. Тамби<sup>1 b</sup>, А.А. Федяев<sup>1 c</sup>, Н.Ю. Федяева<sup>1 d</sup>, А.М. Кульков<sup>2 e</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, Институтский пер. 5, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, РЦ «Геомодель», ул. Ульяновская 1, Санкт-Петербург, Россия

<sup>a</sup>a.n.chubinsky@gmail.com, <sup>b</sup>a\_tambi@mail.ru, <sup>c</sup>art\_fedyayev@mail.ru, <sup>d</sup>n\_tankovskaya@mail.ru, <sup>e</sup>aguacrystals@narod.ru

Статья поступила 20.02.2015, принята 15.04.2015

*Статья посвящена оценке возможности и целесообразности использования физических неразрушающих методов контроля древесины и древесных материалов. Приведены результаты исследований авторов, раскрывающие возможности физических методов, и предложены рациональные направления их использования. Представленные методы основываются на физических свойствах древесины и могут быть использованы как для развития фундаментальной науки о древесине, так и для прикладных исследований в области оценки свойств древесных материалов. Развитие физических методов контроля древесины обусловлено расширением номенклатуры выпускаемых материалов и изделий из древесины, а также диверсификацией требований к ним, предъявляемых нормативными документами в соответствии с условиями эксплуатации. Приведенные в статье методы, позволяющие определить внутреннюю структуру древесины, качество подготовки ее поверхности, качество формирования клеевых соединений цельной древесины, а также тепловые свойства охватывают практически все физические свойства древесины. При осуществлении оценки древесных материалов по физическим характеристикам, используя известные уравнения связи, представляется возможным определение и прогнозирование прочностных характеристик древесных материалов. Группировка методов по видам древесных сортиментов: круглые лесоматериалы, пиломатериалы, клееные материалы, готовые изделия позволяет утверждать, что использование физических методов контроля состояния древесины необходимо на всех этапах производственных процессов, поскольку позволяет повысить качество материалов и изделий из древесины, а также обеспечить сбережение древесного сырья. В результате исследования установлены требования к пиловочным бревнам при изготовлении конструктивных пиломатериалов, рекомендации по проведению прочностной сортировки материалов из древесины, разработаны способы неразрушающей оценки качества готовых материалов из древесины.*

**Ключевые слова:** физические методы контроля; структура древесины; свойства древесины.

## Using physical methods to control wood structure and properties

A.N. Chubinsky<sup>1 a</sup>, A.A. Tambi<sup>1 b</sup>, A.A. Fedyayev<sup>1 c</sup>, N.Yu. Fedyayeva<sup>1 d</sup>, A.M. Kulkov<sup>2 e</sup>

St Petersburg State Forest Technical University under name of S.M. Kirov; 5, Institutsky per., St Petersburg, Russia

St Petersburg State University, Geo Environmental Research Center «Geomodel»; 1, Ulyanovskaya St., St Petersburg, Russia

<sup>a</sup>a.n.chubinsky@gmail.com, <sup>b</sup>a\_tambi@mail.ru, <sup>c</sup>art\_fedyayev@mail.ru, <sup>d</sup>n\_tankovskaya@mail.ru, <sup>e</sup>aguacrystals@narod.ru

Received 20.02.2015, accepted 15.04.2015

*The article is devoted to assessing the possibility and feasibility of using non-destructive testing of wood and wood-based materials. The results of studies, revealing capabilities of physical methods, have been presented and rational directions for their use have been proposed. The methods presented are based on the physical properties of wood and can be used for developing the fundamental wood science, as well as for applied research in the field of assessing the properties of wood materials. The development of physical methods of wood testing are caused by the range expansion of manufactured materials and wood products, as well as the requirements of regulatory documents to them in accordance with the terms of use. The article has cited methods to determine the internal wood structure, the surface quality, the quality of the formation of wood glued joints, and the thermal properties. The methods cover almost all the physical*

\* Исследования выполнены в рамках работ по теме ГР 01201463693

*wood properties. When assessing wood materials by physical characteristics, using constraint equation, it is possible to identify and forecast the strength characteristics of wood materials. When grouping the methods by the types of wood products: round timber, lumber, laminated materials, finished goods, it is possible to conclude that the use of physical methods to control wood condition is required at all stages of the production process, as it allows increasing the quality of materials and wood products, as well as providing savings of raw wood. The study establishes the requirements for sawn logs when producing structural sawn timber, recommendations for strength wood sorting, and methods of non-destructive quality assessment of finished wood materials.*

**Key words:** physical control methods; wood structure; wood properties.

**Введение.** Возможность использования физических неразрушающих методов контроля структуры и свойств древесины является предметом исследований, проводимых в Санкт-Петербургском государственном лесотехническом университете начиная с конца прошлого века [1; 2].

Помимо совершенствования известных методов фотометрии и силовой сортировки пиломатериалов для оценки внешнего вида и прочностных показателей древесины в последние годы проводятся глубокие исследования по экспериментальному подтверждению возможности использования компьютерной и магнитно-резонансной томографии для оценки размеров, влажности, плотности, а также микро- и макростроения древесины с одновременным определением вида и местоположения пороков в исследуемых сортаментах.

**Методики проведения исследований.** Применение электронной сканирующей и цифровой микроскопии характерно для исследования поверхности древесины перед склеиванием или нанесением защитно-декоративных покрытий, а также для качественной оценки отвержденного связующего.

Использование рентгенографических и ультразвуковых методов позволяет оценить плотность и структуру древесины, выполнить оценку качественных характеристик клеевых соединений [3–23].

Внедрение тепловизионных методов анализа древесины позволяет определять требования к конструкциям из древесины на основании ее тепловых свойств.

Анализ результатов исследований, выборочно представленных на рис. 1, 2, применительно к физическим свойствам древесины позволяет сделать следующие выводы.

Применение компьютерной и магнитно-резонансной томографии (рис. 1, 2) дает возможность устанавливать:

*Прямо:*

- размеры и форму сортиментов (пиловочных бревен, чураков);
- вид, форму, размеры и месторасположение основных пороков (сучков и трещин);
- размеры ядровой (спелодревесной) и заболонной части сортимента (пиловочного бревна, пиломатериала);
- размеры и форму годичного слоя и его составных частей (ранней и поздней зоны).

*Косвенно:*

- породу древесины на основании измерения и компьютерной обработки в специализированных программах размеров, формы, месторасположения основных макроструктурных элементов дерева;
- сортность сортиментов на основании измерения и компьютерной обработки размеров, формы и месторасположения сортообразующих пороков.

Влажность, как и плотность, — основные физические свойства древесины, оказывающие влияние как на свойства будущей продукции, так и на выбор параметров ее обработки. Совместное использование методов позволяет определять функции распределения древесинного вещества и влаги по объему сортиментов на основании измерения и компьютерной обработки разности ослабления рентгеновского излучения различными по плотности зонами древесины (методом компьютерной томографии) с одновременным определением влажности (методом магнитно-резонансной томографии).

С помощью метода компьютерной томографии можно оценить прочность клеевого соединения на основании измерения толщины клеевого слоя, воспользовавшись известными уравнениями связи его размеров с прочностью склеивания.

Разработку программных комплексов для решения прикладных задач методами томографии необходимо проводить с учетом специфики свойств разных пород древесины и их строения.



**Рис. 1.** Изображение внутренней структуры отрезка ствола дерева, полученное методом компьютерной томографии