

трехмерной модели готового изделия, что позволяет сократить время на проектирование и значительно повысить качество получаемой продукции.

## Библиографический список

1. Бунаков П.Ю. Автоматизация мебельных предприятий: история и современность // Мебельщик. 2005. № 2. URL: <http://forum.tecnocom-ug.ru/viewtopic.php?t=1557> (дата обращения: 07.10.2016).

2. Нестеренко Е.С. Основы систем автоматизированного проектирования [Электронный ресурс]: электрон. конспект лекций / Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С.П. Королева (нац. исслед. ун-т). Электрон. текстовые и граф. дан. (0,31 Мбайт). Самара, 2013.

УДК 674.093

**И.Т. Глебов**

(I.T. Glebov)

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с автором: [git5@yandex.ru](mailto:git5@yandex.ru)

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СКЛАДОВ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ**

### **INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF WAREHOUSES ROUND FOREST PRODUCTS**

*Приведено понятие технологии 3D-сканирования. Показаны сканеры, выпускаемые российскими предприятиями, сканеры бревен с инфракрасными излучателями одноплоскостные, двухплоскостные, 3D-лазерные и рентгеновские сканеры.*

*The concept of 3D-technology – scanning is given. The scanners released by the Russian enterprises, scanners of logs with infrared radiators one-plane, two-plane, 3D-laser scanners, x-ray scanners are shown.*

Россия – страна лесов, страна с огромными запасами деловой древесины, которые достигают 1/4 всех мировых запасов [1–3].

Основным потребителем деловой древесины является деревообрабатывающая промышленность, которая занимается производством пиломатериалов, деревянных домов, шпал, мебели, тары, плитных материалов, спортивного инвентаря и др. Лесопильное производство перерабатывает около 2/3 всей производимой деловой древесины.

Около 80 % пиломатериалов получают на лесопильных рамах, которые, вероятнее всего, будут заменены ленточнопильными, круглопильными и фрезерно-брусующими станками.

Сейчас в лесопиление России быстро внедряется инновационная модель развития технологии и оборудования лесопильного производства. Она базируется на достижениях науки и техники, на внедрении компьютерных технологий.

Новые технологии приживаются на складе сырья, где производится учет и сортировка круглых лесоматериалов по породам, диаметрам, длинам, качеству древесины, объему лесоматериалов. Новые технологии базируются на использовании различных сканеров.

Технология 3D-сканирования заключается в получении математической модели бревна, то есть его трехмерного образа в электронном виде. Для этого поверхность бревна тем или иным способом «ощупывается», и результат передается в компьютерную программу для обработки.

Современные бесконтактные сканеры имеют свой источник излучения (например, инфракрасный излучатель, лазерный излучатель). Скорость света излучателя огромна, и в единицу времени можно делать многие десятки и даже сотни тысяч замеров, а длина волны полупроводникового лазера обычно не превышает микрометра.

Сканер включает излучатель и регистрирующую камеру, которые на корпусе разнесены, и луч посылается под определенным углом относительно камеры. Таким образом, получается треугольник, основание которого образуют излучатель и камера, а вершиной является точка на поверхности объекта. По смещению формируемого объективом на сенсоре камеры отражения от этой точки можно вычислить угол между падающим и отраженным лучами, а зная угол и длину основания, можно очень точно вычислить расстояние до точки объекта.

Таким образом, 3D-сканер для бревен – это инновационное устройство, предназначенное для быстрого анализа физического бревна и создания его точной компьютерной 3D-модели (объемной модели). Как правило, 3D-сканер для бревен представляет собой небольшое электронное устройство, установленное стационарно.

На выходе сканера пользователь получает высокоточную цифровую модель бревна, которая позволяет на основе этих данных управлять технологическим режимом производства.

В качестве примера на рисунке 1 приведена схема 3D-сканера для бревен компании «Уральский Робототехнический Центр «Альфа-Интех» (г. Челябинск). Сканер используется и компанией «Камский Берег-Станкострой» (г. Ижевск) в линиях сортировки бревен.

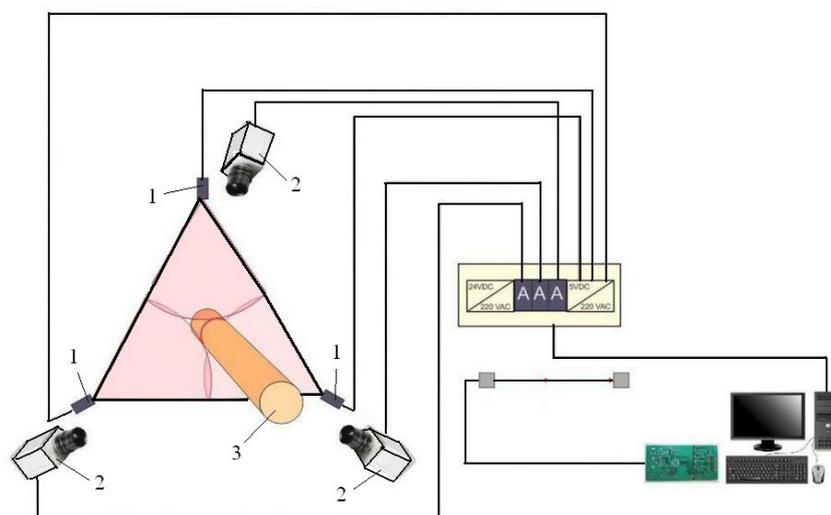


Рис. 1. 3D-сканер для обмера бревен компании «УРТЦ «Альфа-Интех»:

1 – лазерные указатели; 2 – видеокмеры; 3 – бревно

При работе 3D-сканера на поверхности бревна с помощью 3-лазерных указателей формируется след лазерного луча, который фиксируется видеокameraми. Все 3 лазерных указателя расположены так, что дают развертку своих лучей в одной рабочей плоскости, перпендикулярной направлению движения бревна через сканер. Сигнал о начале и конце оцифровки вырабатывается фотодатчиком, который фиксирует момент

пересечения светового луча торцом бревна. Для этого поступающие на продольный конвейер бревна проходят через рамку измерительного устройства.

Все данные об измерениях, а также снимки переходят в портативный компьютер. Данные и поверхность сканируемого бревна запоминаются, анализируются и выводятся на экран в виде трехмерного изображения.

### *Сканеры компании «Автоматика-вектор»*

Большой опыт в разработке, изготовлении и эксплуатации измерительных систем для бревен накоплен компанией «Автоматика-вектор». Первые электронные приборы, использующие принцип сканирования инфракрасными (ИК) лучами для автоматического подсчета объема и измерения диаметра бревен, появились в конце 70-х годов прошлого века. Для регистрации лучей использовались тепловые и фотоэлектрические приёмники.

Одни из первых приборов для автоматического измерения бревен был разработан лабораторией нижних складов СевНИИП (г. Архангельск) в 1989 году. Опытный образец, прообраз современных ИК-сканеров, был установлен в 1990 г. в Митинском лес-промхозе Вологодской области, на линии сортировки круглого леса ЛТ-192И.

В настоящее время выпускается уже пятое поколение сканеров бревен. Они находят применение на линиях сортировки пиловочного сырья и в системах управления позиционированием бревен на ленточнопильных станках.

В 2014 г. компания «Автоматика-вектор» начала выпуск модернизированных моделей сканеров под новыми названиями – «Вектор 1D» (с измерением в одной плоскости) и «Вектор 2D» (с измерением в двух плоскостях). У сканера «Вектор 1D» имеется две стойки, в одной из них смонтирован ИК-излучатель, в другой – приемник. При измерении (рис. 2) бревно проходит между стойками, и происходит его сканирование.



Рис. 2. Линия сортировки бревен с одноплоскостным сканером

По данным разработчика, сканер, имеющий одну плоскость измерения, обеспечивает качество сортировки бревен по диаметрам в пределах 80 %. Оставшиеся 20 % будут «непоставными», то есть несоответствующими рациональному поставу. При этом среди них примерно половина бревен будет большего диаметра, вторая половина – меньшего.

У двухплоскостного сканера «Вектор 2D» (рис. 3) имеется левый вертикальный и верхний горизонтальный ИК-излучатели и два противоположно расположенных приемника. Измерители отличаются простотой конструкции, надежностью и невысокой

стоимостью. Точность сортировки по диаметрам достигает 90 %. Объем непоставных бревен снижается до 10–12 %, причем процент полезного выхода пиломатериалов увеличивается почти на 0,6 %.



Рис. 3. Линия сортировки бревен с двухплоскостным сканером

Системы входного учета круглых лесоматериалов работают уже более 15 лет и в настоящее время используются на многих лесопильных предприятиях, фанерных и спичечных комбинатах. Одноплоскостные и двухплоскостные измерители обеспечивают измерение диаметра, длины, объема, кривизны, овальности, сбежистости, закомелистости бревна. Измерение производится в соответствии с ГОСТом 52117-2003 «Лесоматериалы круглые. Методы измерений».

Лазерный сканер бревен «Вектор 3D» обеспечивает высокую точность измерений за счет увеличения точек измерений параметров по всей длине бревна при его прохождении сквозь измерительный створ. При 3D-сканировании профиль строится по сотням тысяч точек. «Вектор 3D» работает с лазерной подсветкой контура и создает полную объемную модель поверхности бревна (рис. 4). Сканер устанавливается на продольном транспортере любой конструкции так, чтобы транспортируемое бревно проходило в створ сканера.

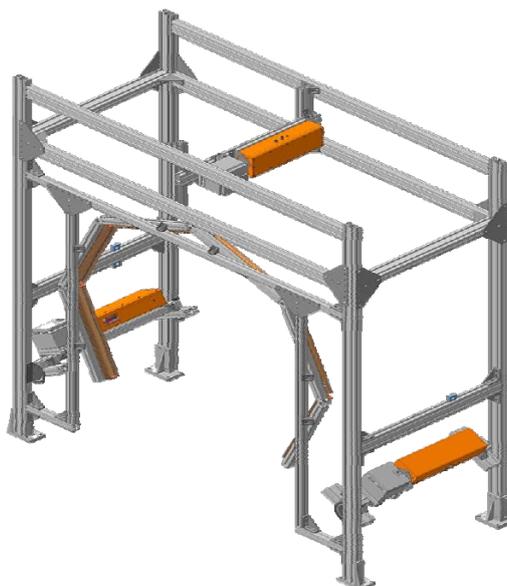


Рис. 4. Сканер «Вектор 3D»

Определение длины производится по специальному алгоритму. Фотодатчик отмечает на бревне точки входа и выхода бревна при прохождении измерительной рамки. Это точки А и В (рис. 5). Длина бревна находится как наименьшее расстояние между точками А и В.

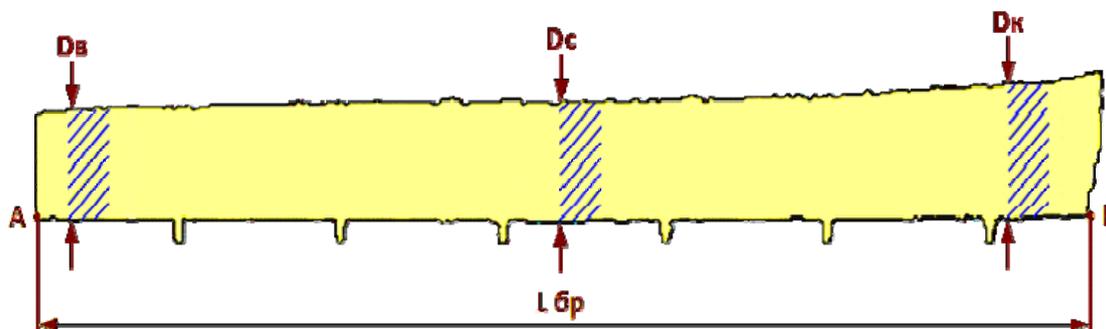


Рис. 5. Измерение параметров бревна сканером «Вектор-3D»

В настоящее время на деревообрабатывающих предприятиях используются 3D-сканеры, выпускаемые такими компаниями, как Microtec, «Автоматика-вектор», RemaSawco, LIMAB, Inx-Service, Sprecher Automation.

### *Рентгеновские сканеры*

Рентгеновское излучение представляет собой поток электромагнитных волн, энергия фотонов которых лежит на шкале электромагнитных волн между ультрафиолетовым излучением и гамма-излучением.

Естественными источниками рентгеновского излучения являются некоторые радиоактивные изотопы, например,  $^{55}\text{Fe}$ . Искусственными источниками мощного рентгеновского излучения являются *рентгеновские трубки* (рис. 6).

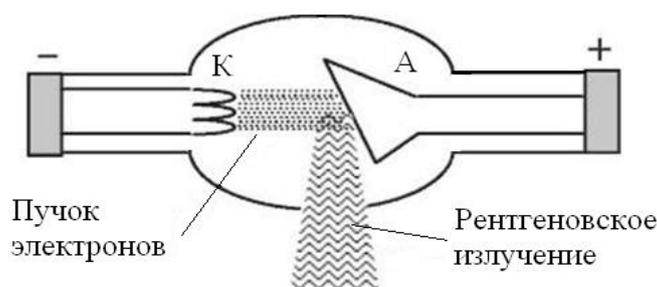


Рис. 6. Рентгеновская трубка

Рентгеновская трубка представляет собой вакуумированную стеклянную колбу с двумя электродами: анодом А и катодом К, между которыми создается высокое напряжение  $U$  (1–500 кВ). Катод представляет собой спираль, нагреваемую электрическим током. Электроны, испущенные нагретым катодом, разгоняются электрическим полем до больших скоростей. При торможении этих электронов с веществом анода возникает кванторентгеновское излучение в виде непрерывного спектра.

Одним из многочисленных направлений практического использования рентгеновского излучения является *рентгеновская компьютерная томография*. Если на движущееся бревно под разными углами направить поток рентгеновского излучения

с фиксацией изображений в памяти компьютера, то будет получено внутреннее изображение сканируемого бревна.

Рентгеновские сканеры, называемые томографами для бревен [4], выпускают различные иностранные компании: Microtec CT-Log, Bintec Wood-X, RemaSawco RS-XXRay, Inray Ormes AX1, ScanLog IX. Рентгеновские сканеры позволяют получить полную картину расположения пороков, увидеть сердцевину и ядро, оценить ширину годичных колец и плотность древесины, определить диаметр бревна с корой и без коры.

Технология сканирования у разных моделей различна. Самым простым считается сканер Ormes AX1 производства Inray Oy (Финляндия), который сканирует бревно в одной плоскости.

В нем используется одна пара – излучатель и детектор. Приборы монтируются в защищенном от вибрации и излучения отсеке, устанавливаемом на измерительный транспортер линии сортировки бревен. Трансформатор и генератор высокого напряжения располагают поблизости в обогреваемом шкафу или контейнере. Результатом сканирования на мониторе компьютера получается рентген-изображение (рис. 7).

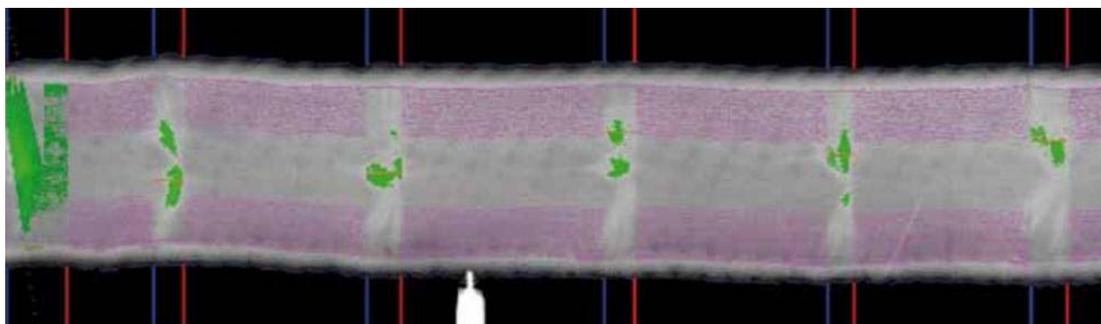


Рис. 7. Рентген-изображение соснового сортимента

Мощность рентгеновского излучателя колеблется от 2 до 5 кВт. Питается излучатель от генератора высокого напряжения (до 250 кВ). Необходимая интенсивность рентгеновского луча зависит от древесины круглых сортиментов, напряжения и силы тока, типа датчиков и скорости прохождения сканируемого материала. Датчики представляют собой рентгеночувствительные кремниевые пластины, которые способны фиксировать сотни строк в секунду.

Свою продуктивность данные сканеры доказали при работе со свежесрубленной и высушенной древесиной хвойной породы. На таких сканерах под рентгеновскими лучами отчетливо видны годичные кольца, сучки, их типы, трещины, червоточина и гниль, четко проявляются границы между ядром и заболонью.

С помощью программного обеспечения формируется черновое изображение всего бревна, которое тут же автоматически обрабатывается и сопровождается числовыми параметрами. Система в доли секунды рассчитывает характеристики бревна и выдает информацию по каждому бревну в виде кода, который определяет соответствующий накопительный карман линии сортировки.

### *Вывод*

Современной наукой и техникой созданы сканеры инфракрасные одноплоскостные и двухплоскостные, лазерные 3D-сканеры и рентгеновские томографы для бревен, создающие точную компьютерную модель бревен и позволяющие определять геометрические параметры бревна (диаметр, длину, объем, кривизну, закомелистость). При этом рентгеновские томографы для бревен дополнительно позволяют увидеть

внутреннюю структуру бревна (годовые кольца, сучки, их типы, трещины, червоточины и гниль, ядро и заболонь) и более точно оценить качество древесины каждого отдельного бревна. На базе сканеров создана современная технология сортировки бревен.

## Библиографический список

1. Прешкин Г.А. Нормативы оценки лесных благ: проблемы, решения. Екатеринбург: УГЛТУ, 2011. 319 с.
2. Уласовец В.Г. Организация и технология лесопильного производства. Екатеринбург: УГЛТУ, 2001. 294 с.
3. Азаренок В.А., Левинская Г.Н., Меньшиков Б.Е. Основы технологии лесопиления на предприятиях лесного комплекса. Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. 279 с.
4. Лукичев А.А. Технологии и оборудование для современных лесопильных производств // ЛесПромИнформ. 2016. № 2, 3.

УДК 541.64

**И.Н. Медведев, В.А. Шамаев, А.Н. Семиндеев, О.И. Шакирова**  
(I.N. Medvedev, V.A. Shamaev, A.N. Semindeev, O.I. Shakirova)  
(ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова, г. Воронеж, РФ)  
E-mail для связи с авторами: drevstal@mail.ru

## ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ В ПРОЦЕССЕ ЕЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ

### THE THERMAL CONDUCTIVITY OF WOOD IN THE PROCESS OF ITS MODIFICATION

*Предложенный способ позволяет изготавливать подшипники скольжения для высокооборотных узлов трения, например, в деревообрабатывающих станках, автомобилях, в сфере авиации. Подшипники из металлизированной прессованной древесины будут в 5–6 раз легче подшипников скольжения из цветных металлов, сплавов и легче шарикоподшипников, а по теплопроводности и антифрикционным свойствам будут соответствовать им.*

*The proposed method allows to produce bearings for high-speed friction units, for example in woodworking machines, automobiles, and aircraft. Bearings, metallic, pressure-treated wood are 5–6 times lighter than bearings of non-ferrous metals and alloys, as well as ball bearings and the thermal conductivity and antifriction properties will meet them.*

Древесина – самый древний и распространенный материал, используемый человеком, но неоднородность строения и недостаточные физико-механические свойства ограничивает его применение в качестве конструкционного машиностроительного материала. Поскольку древесина является природным полимером, ее можно модифицировать, т. е. улучшать ее свойства различными способами, например прессованием, пропиткой и другими способами. Механическая прочность массивной древесины значительно ниже прочности ее волокон. Объясняется это тем, что древесина представляет собой волокнистую систему с невысокой плотностью, но ее плотность, а следовательно и прочность, могут быть значительно повышены за счет уплотнения (прессования).