

Оценка технических свойств древесины и материалов

- 1. Влияние различных факторов на конструкционные и физико-механические свойства древесины.**
- 2. Методы и средства контроля качества древесины**
- 3. Элементарные расчеты параметров клееных конструкций**

**На древесину в процессе эксплуатации
воздействует целый ряд факторов :**

- климатические (УФ — излучение,
влажность, ветровые нагрузки,
кислород воздуха)**
- биологические (грибные поражения,
поражения насекомыми, бактериями,
водорослями).**

Влияние сушки

При высокотемпературной сушке с температурой 105-110 град С продолжительность сушки сокращается в 1,5-2 раза.

Прочность древесины сосны (в досках толщиной 30-60 мм) снижается при сжатии вдоль волокон на 0,8-8,7 %, радиальном скалывании на 1-12%.

Ударная вязкость снижается на 5-10,5%.

- **Правильно проведенная камерная сушка древесины дает материал равноценный атмосферной сушке.**
- **Сушка древесины в камерах слишком быстро и при высокой температуре**
 - **влечет растрескивание и значительные остаточные напряжения в древесине**
 - **оказывает влияние на механические свойства древесины.**

Влияние повышенных температур

Повышение температуры вызывает **снижение показателей прочности** и других физико-механических свойств древесины.

При сравнительно непродолжительном воздействии температуры до 100°C эти изменения обычно обратимы

- **Исследования, проведенные на древесине показали,**
- **что под действием температуры 80-100 град С в течении 16 суток предел прочности при сжатии**
- **вдоль волокон снижается на 5-10%,**
- **а ударная вязкость на 15-30% (наибольшее снижение обнаружилось для дуба, наименьшее — для сосны).**
- **Снижение происходит главным образом в течение первых 2-4 суток.**

Влияние низких температур

Низкие температуры оказывают обратное влияние на прочность древесины:

прочность замороженной древесины заметно повышается.

- Лед обеспечивает повышение устойчивости стенок клеток.
- Этим объясняется рост значений пределов прочности на изгиб, сжатие и раскалывание.

Влияние ионизирующих излучений

Ионизирующие излучения снижают прочностные характеристики древесины.

- **Объясняется это радиолизом (разложением) ее органических составляющих.**

Однако использование радиоизотопов

- уничтожает (смертельная доза для грибов и насекомых составляет примерно 1 Мрад)**
- не ведет к снижению механических свойств материала,**
- Т.к. доза облучения ниже той, которая вызывает заметные разрушения в веществе древесины.**

Влияние агрессивных жидкостей и газов

- Под действием кислот и щелочей происходит изменение цвета и разрушение древесины.**
- Смолистые вещества, содержащиеся в хвойной древесине, заметно ослабляют негативное воздействие агрессивных сред,**
- поэтому от их воздействия меньше страдают изделия из лиственницы и больше (в два-три раза) — лиственные породы, особенно мягкие.**

- **Древесина, пораженная синевой, подвержена разрушению в большей степени, чем здоровая.**
- **Также действие кислот и щелочей приводит к снижению ее прочности.**

Влияние морской и речной ВОДЫ

- Испытания показали, что после пребывания в речной воде в течение 10-30 лет прочность древесины практически не изменилась.**
- При более длительном воздействии речной воды поверхностный слой (толщиной 10-15 мм) постепенно теряет прочность и начинает разрушаться**

- **Если древесина находится в воде несколько сотен лет, ее свойства сильно меняются.**
- **Количественные и качественные показатели этих изменений зависят от породы древесины.**

**В насыщенной водой
состоянии древесина
мореного дуба сохраняет
пластичность, но после
высушивания становится
более твердой и хрупкой
по сравнению с обычным
состоянием.**

- **Усушка мореного дуба в 1,5 раза больше, чем обычного, что объясняют сморщиванием (коллапсом) клеток с уменьшенной толщиной стенок,**
- **поэтому и растрескивается древесина мореного дуба при сушке больше обычного.**
- **Прочность мореного дуба при сжатии и статическом изгибе снижается в 1,5 раза.**

- **Длительное воздействие морской воды приводит к заметному повышению твердости лиственницы.**
- **При строительстве Венеции около 400 тыс. штук лиственничных свай было забито для укрепления оснований различных сооружений.**

Сваи из лиственничного леса,

- на которых основана подводная часть Венеции, как будто окаменели.**
- Дерево сделалось до того твердым, что и топор, и пила едва берет его.**

- **Обследование же сосновых свай, взятых из портовых сооружений, показало,**
- **что за 30 лет эксплуатации они на 40-70% снизили свои прочностные свойства.**

Климатические факторы разрушения

- При эксплуатации в постройках древесина в совокупности с агентами биоразрушения ухудшает внешний вид, стареет и древесина постепенно разрушается**

- **Ветер, пыль, осадки, перепады температур, приводят к усушке,**
- **набуханию,**
- **образованию трещин,**
- **короблению,**
- **накоплению влаги,**
- **увеличению риска биологического поражения древесины.**

- **Солнечная радиация приводит к химическому изменению целлюлозы, разрушению лигнина, древесина приобретает сероватый оттенок и ворсистость.**
- **Наибольший вред древесине приносит изменение влажности и солнечное излучение.**

Содержание влаги

- При постоянно меняющихся погодных условиях содержание влаги в древесине будет изменяться, что ведет к усушке, или разбуханию.
- Со временем в древесине образуются трещины, она коробится, что, в свою очередь, повышает риск попадания дождевой воды в древесину.

- **Поскольку вода, находящаяся в жидком состоянии, может уйти из древесины только посредством (медленного) испарения, со временем повышается риск накопления влаги.**
- **Если содержание влаги превышает 20%, опасность поражения грибами повышается.**

Солнечный свет и тепло

- Солнечный свет неоднороден по своей природе.
- ИК — составляющая спектра, с длиной волны более 720 нм, при взаимодействии с древесиной нагревает ее.

- **Поскольку древесина является хорошим изолирующим материалом, нагревается только внешняя поверхность.**
- **Это означает, что на поверхности, вследствие усушки, вызванной повышенными температурами, могут образовываться трещины.**

- **Повышенные температуры также вызывают смолотечение из сучков и отложения смолы на поверхности древесины хвойных пород,**
- **а это ведет к проблемам при обновлении покрытий поверхности.**
- **Видимый свет (длина волны 380-720 нм) не оказывает вредного влияния на древесину.**

- **УФ-составляющая спектра с длиной волны менее 380 нм, вызывает разрушение древесины на молекулярном уровне — деструкцию лигнина.**
- **В итоге, древесина быстро темнеет, и волокна отслаиваются и поднимаются.**

- **Древесина приобретает серый цвет и становится ворсистой.**
- **Для сохранения первоначального цвета древесины ее необходимо защищать пленкообразующими защитно-декоративными покрытиями содержащими УФ — фильтр.**

Методы контроля качества древесины при производстве КДК

**Система
контроля
включает:**

**входной
контроль;**

**операционный
контроль;**

**приемочный
контроль,**

ГОСТ 20850-2014 устанавливает единые требования качества ко всем клееным деревянным конструкциям на территории страны.

В документе учтены многие нормативные положения европейского регионального стандарта EN 14080:2005, что позволяет приблизить отечественный регламент к европейским запросам.

**ГОСТ чётко регламентирует
единые требования к
производству несущих клееных
конструкций, содержит жёсткие
формулировки и понятен.**

**Обновлённая версия 2014 года
представляет перечень
нормативных документов,
регламентирующих
производство КДК :**

ГОСТ 20850-2014 «Конструкции деревянные клееные несущие. Общие технические условия»;
ГОСТ 33122-2014 «Клеи для несущих деревянных конструкций. Общие технические условия»;
ГОСТ 33120-2014 «Конструкции деревянные клеевые. Методы определения прочности клеевых соединений»;
ГОСТ 33121-2014 «Конструкции деревянные клеевые. Методы определения стойкости клеевых соединений к температурно-влажностным воздействиям».

Система неразрушающего контроля качества

ДИПОМАТОРИЗАЦИЯ

Действует на базе следующих методов:

- . визуального контроля,**
- силовой сортировки,**
- акустической сортировки,**
- оптической дефектоскопии,**
- оптико-электронного измерения,**
- лазерного сканирования поверхности,
дефектоскопии с помощью
рентгеновского излучения**

Визуальный контроль

Визуальная оценка качества пиломатериалов осуществляется оператором из кабины при их прохождении по транспортеру

Основными критериями такой сортировки являются

пороки и дефекты древесины,

которые могут быть выявлены при внешнем осмотре пиломатериалов.

Недостаток этого метода контроля - отсутствие оценки прочностных характеристик пиломатериалов.

Контроль качества осуществляется только по внешним характеристикам.

Кроме того, оценка пиломатериалов с помощью этого метода субъективна и зависит от решения, принятого оператором.

- **Низкая точность и скорость визуальной сортировки вынуждают предприятия средней и высокой мощности переходить к автоматизированным системам контроля качества.**

Оптическая дефектоскопия

Метод оптической дефектоскопии основывается либо на способности древесины по-разному отражать световой поток, либо на различии их оптических плотностей.

К достоинствам можно отнести использование недорогого оборудования, обеспечение безопасности персонала и простоту применяемого устройства.

- **Ультрафиолетовое излучение характеризуется тем, что способно вызывать свечение некоторых веществ, или, другими словами, люминесценцию.**

Древесина, как и многие другие вещества, способна светиться под действием ультрафиолетовых лучей.

- Цвет и интенсивность свечения зависят от таких характеристик древесины, как**
- порода,**
- плотность,**
- влажность,**
- температура,**
- степень загнивания, шероховатость поверхности.**

**Таким образом, явление люминесценции
древесины может быть использовано для
распознавания пород,**

выявления пороков древесины,

определения ее влажности,

обнаружения синевы

и гнилей в древесине

Недостаток этого метода в том, что при использовании люминесцентных экранов просвечивание древесины можно проводить только в затемненных помещениях.

Силовая сортировка

Этот способ сортировки направлен на определение физико-механических характеристик пиломатериалов, качество которых оценивается по модулю упругости.

Пиломатериалы сортируются в зависимости от результатов измерения стрелы прогиба при заданной силовой нагрузке.

- **Примерами таких устройств являются сортирующие системы Computermatic и CLT.**
- **Установка для неразрушающего контроля качества Computermatic обеспечивает сортировку пиломатериалов толщиной от 25 до 76 мм, шириной от 50 до 305 мм и длиной от 2 до 7 м на скорости до 150 м/мин.**

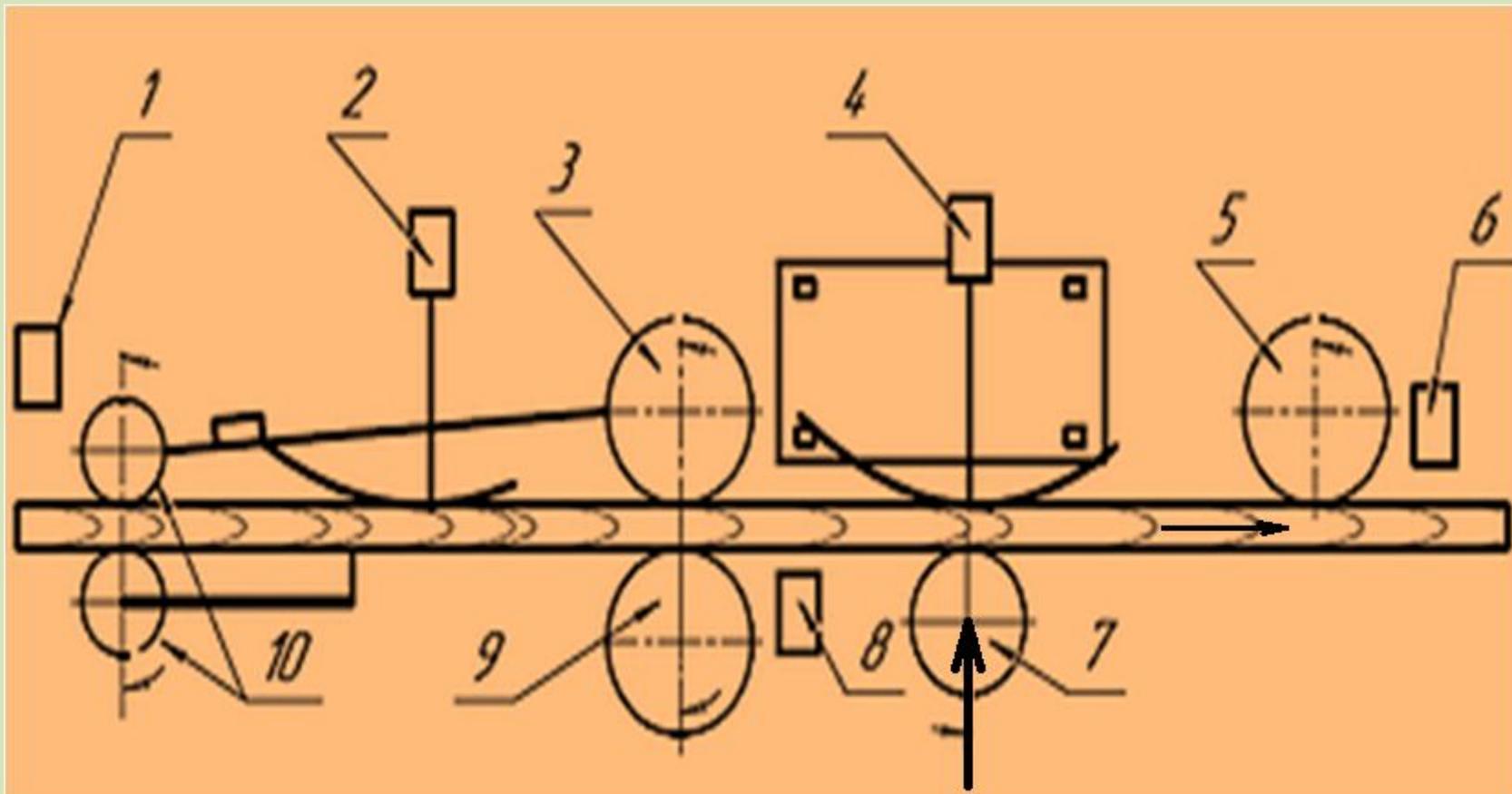
- К достоинствам этой системы можно отнести простоту устройства, высокую скорость и точность определения параметров.
- К недостаткам - то, что концы доски остаются непроверенными на расчетный прогиб в связи с большим пролетом между

**Оборудование этого типа
имеет ограничения при
сортировке толстомерных
пиломатериалов, поскольку
верхний предел толщины
досок - 75 мм.**

Оборудование подобного типа представляет собой отдельно стоящую конструкцию, что обуславливает ряд неудобств:

- приходится разбирать и собирать пакеты пиломатериалов,**
- пропускать доски по одной через установку.**

- Все это ведет к потерям рабочего времени.**



Технологическая схема установки Comtermatic:

**1, 6, 8 – фотоэлементы; 2 – датчик продольной покоробленности доски;
 3 – приводной опорный ролик; 4 – тензометрический датчик; 5 –
 не приводной опорный ролик; 7 – нагружающий ролик; 9 – прижимной
 ролик; 10 – направляющие ролики, и – направление подачи
 сортируемого пиломатериала**

Акустическая сортировка

**В деревообработке она
используется в разных
целях:**

**для прогнозирования
разрушений и
растрескиваний,**

**оценки прочностных
характеристик,**

**отбора резонансной древесины
для изготовления музыкальных
инструментов и др.**

**В продольном направлении скорость распространения волн
изменяется**

от 4000 до 5000 м/с,

в радиальном направлении - от 1500 до 2000 м/с,

в тангенциальном- от 1000 до 1500 м/с.

- Для акустического метода контроля качества используются колебания звукового и ультразвукового диапазонов частотой от 20 Гц до 30 МГц,
- которые посылаются в исследуемый объект импульсным либо же непрерывным способом.

- **Скорость распространения ударной волны в здоровой древесине выше, чем в гнилой.**
- **Чем больше трещин, пустот и дефектов в древесине, тем быстрее затухают акустические колебания.**

- **Акустические методы контроля подразделяются на**
- **эхометод,**
- **теневой,**
- **резонансный,**
- **велосимметрический,**
- **импедансный методы,**
- **метод свободных колебаний и др.**

Достоинством акустических методов сортировки является то,

что они позволяют сортировать пиломатериалы большой толщины (брусья толщиной до 120 мм),

в то время как с помощью силовой (механической) сортировки можно определять модуль упругости досок толщиной не более 75 мм ввиду риска разрушения древесины.

- Принцип действия оборудования таков: пружинный ударный механизм главного блока активируется поперечным движением пиломатериала, в результате ударов молоточка по торцу пиломатериала в теле последнего образуются акустические волны (вибрация), которые воспринимаются микрофонами. Одновременно выполняется замер геометрических параметров досок с помощью лазерного датчика.

Недостаток метода:

Этот метод контроля качества не дает информации о точном расположении дефекта, а лишь позволяет оценивать общую прочность доски.

В результате доски, из которых могли бы быть вырезаны дефектные места, относят к низкокачественному материалу.

Оптико-электронная оценка

Все оптико-электронные устройства в соответствии с выполняемыми функциями можно подразделить на три группы:

Для контроля качества пиломатериалов могут использоваться оптико-электронные средства на основе цифровых видео- и фотокамер с высокими разрешениями. Оптико-электронные камеры передают изображения торцов и профиля сортиментов на монитор.

2) информационные (сбор, обработка, воспроизведение на видеоконтрольном устройстве информации о микроструктуре яркостных полей излучения в различных участках спектра);

1) измерительного типа (измерение характеристик и параметров, связанных с излучением отдельных объектов или процессов);

3) следящего типа (автоматическое сопровождение отдельных излучающих объектов).

Недостатки метода:

1. Снижается точность оценки при использовании оптико-электронных устройств в условиях низкой освещенности и запыленности помещения.

2. Оптико-электронная оценка качества пиломатериалов не позволяет исследовать внутреннюю структуру древесины.

Обработка данных, полученных в результате сканирования, выполняется на ПК.

Лазерное сканирование поверхности

В настоящее время для оценки качества пиломатериалов наиболее широко используются: теневой метод

лазерная триангуляция

метод точной фокусировки.

Их совокупность дает возможность определить качество обработки поверхности,

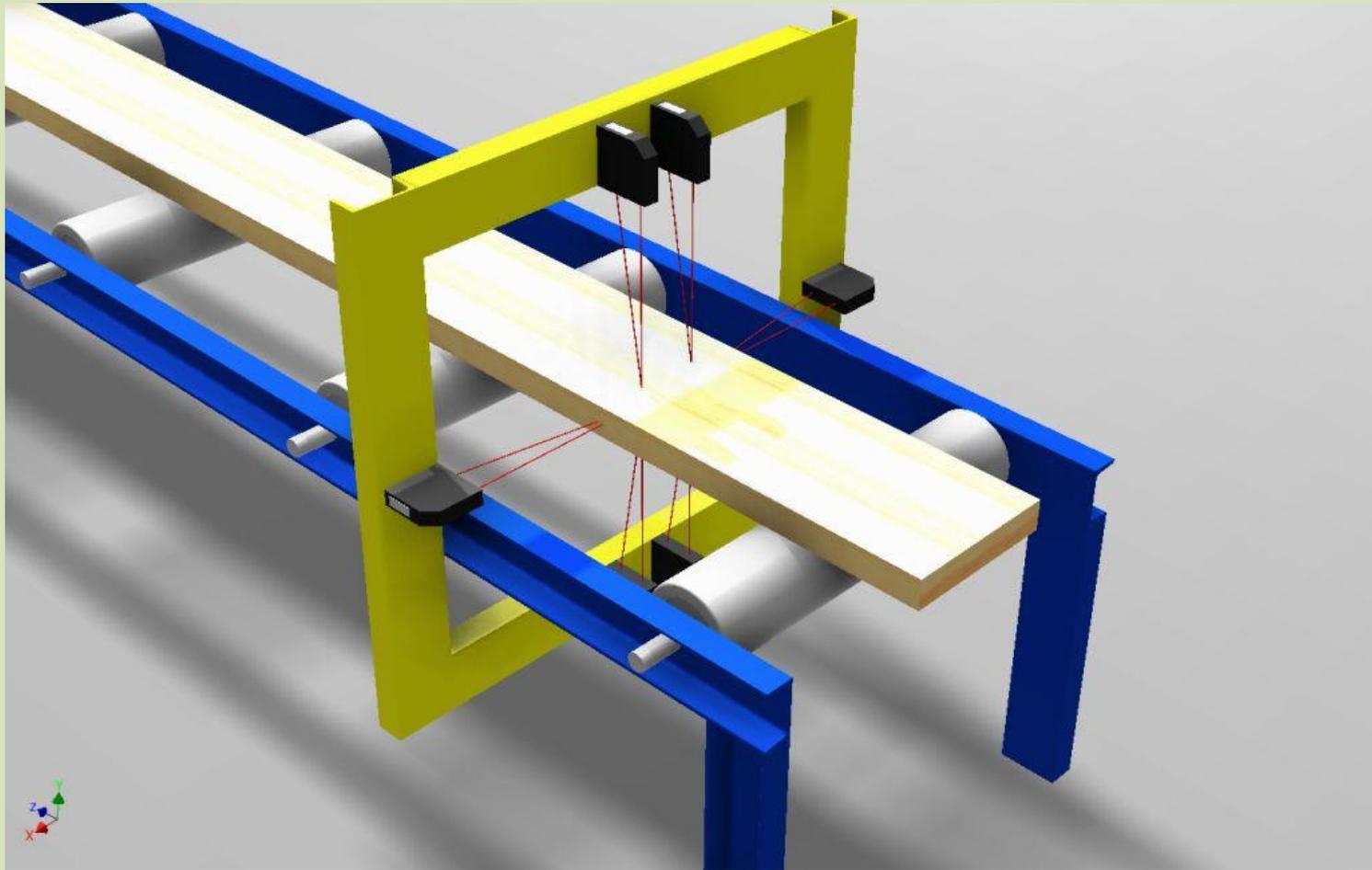
ее дефекты,

контуры,

а также профиль поверхности изделия

лазерной фокусировки
используются для измерения
линейных размеров и профиля
Эти средства обеспечивают
непрерывный контроль и
высокую точность измерений.

Измерение геометрических параметров



Для контроля разнотолщинности плитного материала создано устройство Limab PanelProfiler. Система, как правило, используется для контроля уже откалиброванных досок. Доски, у которых покособленность выше нормы, отсортировываются.

Распознавание дефектов древесины

Для оптимизации процесса поперечного раскроя разработан сканер EasyScan.

- Это двухсторонний сканер (оснащен двумя сканирующими узлами), который способен распознавать такие пороки древесины, как
- сучки,
- обзол,
- трещины,
- смоляные кармашки,
- сердцевинные трубки и грибковые поражения,
- а также выполнять лазерное измерение профиля и других геометрических размеров пиломатериалов

Для сортировки щитов и ламелей по цвету (например, береза бывает кремово-белого или желтоватого оттенков) существует двухсторонний сканер MatchScan.

Это устройство также способно распознавать и другие дефекты древесины.

ShapeScan L подходит для измерения кривизны и крыловатости пиломатериалов, которое выполняется тремя лазерными сенсорами с использованием принципа триангуляции.

Этим сканером также выполняется замер длины, толщины и ширины пиломатериалов.

Для сканирования торцовых поверхностей пиломатериалов в линейке предназначен сканер FrontEndScanner.

Как и другие, он способен работать на высоких скоростях, определять количество и направление годичных слоев, рассчитывать положение сердцевины.

**На мировом рынке
хорошо известны
сканеры:**

**WoodEye One,
предназначенные для
измерения и
сортировки
пиломатериалов на
лесопильном
производстве**

**WoodEye Parquet - для
сортировки и
оптимизации раскроя
паркетных ламелей**

**WoodEye RIP - для
сканирования и
оптимизации раскроя
широкоформатного (до
800 мм) пиломатериала,**

**WoodEye Beam - для
сортировки по качеству
слоистых и массивных
брусьев.**

Лазерные средства оценки качества пиломатериалов
универсальны: поскольку позволяют не только измерять геометрические параметры пиломатериалов, но и выявлять и распознавать дефекты.

Дефектоскопия с помощью рентгеновского излучения

**Сегодня проникающее
сканирование древесины
является наиболее
эффективным способом
неразрушающего контроля
качества.**

используется для
распознавания таких
дефектов древесины

как:

сучки,

гнили,

грибковы
е
поражени

я,
иностранны
е
включени
я,

смоляные
кармашки,

ложное
ядро,
трещины

для
разграничени
я ядра и
заболони,

**А также для
выявления
непроклеев при
производстве
клееных древесных
материалов.**

Они представлены тремя моделями сканеров:

GoldenEye-500 создана для

производителей пиломатериалов, окон, дверей, мебели и клееного

GoldenEye-700 - для производства

клееного бруса, пиломатериалов и конструкционных древесных

материалов

GoldenEye-900 может быть

использована на всех типах

лесопильных производств.

Метод контроля качества пиломатериалов с помощью рентгеновского излучения дает точную информацию о расположении того или иного дефекта в материале,

а также позволяет определить плотность древесины при фиксированной влажности.

Недостатком этого метода является высокая стоимость оборудования.

Выбор оборудования может быть обусловлен технико-экономическими характеристиками.

К таким характеристикам относятся:

- **производительность, синхронизированная с производительностью основного технологического оборудования;**
- **точность оценки;**
- **стоимость оборудования;**
- **срок службы;**
- **энергоёмкость;**
- **безопасность эксплуатации и обслуживания;**
- **стоимость текущего обслуживания и ремонта и др.**

Расчеты параметров клееных конструкций

- Строительные конструкции из древесины должны производиться в соответствии со СНиП 2-25-80 «Деревянные конструкции», в которых определены требования к параметрам эксплуатационной надежности и методика выполнения расчетов. Руководством к проведению проектных работ также может служить Стандарт организации СТО 36554501-002-2006 «Деревянные клееные и цельнодеревянные конструкции. Методы проектирования и расчета».

- На этапе проектирования необходимо выполнить расчет элементов изделий на прочность, устойчивость, деформативность, подобрать наиболее эффективные материалы, способы и средства соединения деталей между собой, определить оптимальные размеры заготовок, схемы их сборки, конструкции узлов соединений.

- Для несущих конструкций наиболее важна оценка по двум предельным их состояниям:
- **по несущей способности** (прочности или устойчивости), при достижении предельного значения которой утрачивается сопротивляемость внешним воздействиям и происходит разрушение;
- **по деформациям** (прогибу, осадке, смещению и т.п.), превышение предельных величин которых означает, что изделие не может эксплуатироваться в соответствии с предъявляемыми к нему эксплуатационными требованиями, хотя еще сохраняется прочность и устойчивость конструкции.

- Расчет выполняется по наибольшим нагрузкам. Эти нагрузки называются **расчетными** и определяются умножением величин **нормативных силовых воздействий** на соответствующие **коэффициенты перегрузки**:

$$P_{расч} = P_n K_{пн} ,$$

где $P_{расч}$ – предельная расчетная нагрузка, Н;

P_n – величина нормативной нагрузки, Н;

$K_{пн}$ – нормативный коэффициент перегрузки.