

## СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

А.Н.Кармадонов

Повышение эффективности производства, качества и конкурентоспособности продукции, уменьшение отходов основного производства является одной из главных задач, которую необходимо реализовать в народном хозяйстве страны на современном этапе.

Применительно к лесопромышленным предприятиям следование этой цели немыслимо без внедрения приборов контроля, современного оборудования, средств автоматики и вычислительной техники, позволяющих объективно оценивать качество выпускаемой продукции и на этой основе оперативно управлять технологическими процессами.

В современных условиях, когда запасы древесины в стране истощаются, промышленные заготовки переносятся в труднодоступные районы страны, а себестоимость кубометра древесины увеличивается с каждым годом, исключительно большое значение приобретает рациональное (по возможности полное) использование лесных ресурсов.

Древесина, как первичное сырье, имеет ряд пороков, в той или иной степени снижающих качество выпускаемой продукции. В то же время производительность современных линий по разделке древесины такова, что оператор практически не может оперативно вносить коррективы в процесс разделки и переработки древесины с учетом ее качества.

Использование приборов контроля качества при переработке пиленых лесоматериалов также имеет принципиальное значение для отрасли не только с точки зрения увеличения полезного выхода продукции, но и сокращения ручного труда, интенсификации производства [1].

Повышение производительности труда и качества выпускаемой продукции можно ожидать только от внедрения быстродействующих систем автоматического контроля и оптимизации раскроя древесного ствола. В настоящее время методы неразрушающего контроля качества древесины на предприятиях лесной и деревообрабатывающей промышленности из-за ряда специфических особенностей практически не применяются (кроме визуального).

Проведенные в последние годы научные исследования создали предпосылки для ре-

шения ряда проблем комплексной автоматизации производственных процессов на предприятиях лесной и деревообрабатывающей промышленности, вскрыли резервы повышения производительности труда и улучшения качества готовой продукции на основных этапах переработки древесного сырья. Эти исследования создали предпосылки для внедрения в производство новой техники, на основе применения методов неразрушающего контроля качества лесоматериалов, средств автоматики и вычислительной техники. В настоящее время разработаны математические и экономико-математические модели древесных стволов, математическое описание процесса раскроя хлыстов и постава сортиментов, а также раскроя пиломатериалов на сортовые заготовки в виде определенных целевых функций. Однако внедрение автоматической оптимизации в практику предприятий лесной и деревообрабатывающей промышленности задерживается из-за слабого развития методов и средств автоматического измерения параметров и обнаружения пороков древесины, слабой изученности древесины как объекта контроля. Кора, сбеги диаметра, неправильность формы ствола, наличие и изменение влажности по диаметру и длине ствола и ряд других причин существенно затрудняют определение основных пороков древесины (гнилей, сучков, трещин и др.).

Следует особо отметить, что проблема обнаружения пороков измерения размерных характеристик, непосредственно в технологическом потоке разделки древесины для целей оптимального раскроя еще не решена. Решение этой проблемы связано с комплексными исследованиями древесины как объекта контроля выявляемости основных пороков древесины.

Научно-исследовательские работы по обнаружению пороков в древесине проводятся сравнительно давно. Однако имевшиеся в научной литературе данные о древесине как объекте контроля и возможностях обнаружения основных сортообразующих пороков не позволили разработчикам приступить к созданию и внедрению в практику систем автоматического управления производственными

процессами, в частности, процессами раскря стволов с учетом качества древесного сырья.

Внедрение систем автоматической оптимизации раскря с учетом качества древесного ствола позволит освободить оператора от сложной и напряженной работы по определению схем раскря и возложить на него функции наблюдения и контроля за ходом технологических операций. В свою очередь это дает возможность существенно снизить потери древесины за счет субъективно принятых решений и дополнительно повысить выход качественной продукции.

Древесный ствол имеет специфические особенности, связанные с биологическим происхождением – сбега диаметра, изменение плотности (объемного веса) и влажности, как по диаметру, так и высоте ствола, кору, которые необходимо учитывать при разработке технических средств контроля качества лесоматериалов.

Распределение плотности по высоте древесного ствола с достаточной для практики точностью можно представить известным соотношением [2]:

$$\bar{\rho} = A\ell + \rho_0,$$

где  $A$  - коэффициент, зависящий от породы дерева;  $\ell$  - высота расположения контролируемого образца;  $\rho_0$  – плотность древесины на высоте  $\ell = 0$ .

Обобщенные экспериментальные данные измерений характеристик древесины основных лесообразующих пород Сибири основывались на исследованиях, которые проводились по методикам, разработанным совместно с ИЛД СО АН СССР специально для изучения параметров древесных стволов, как объектов неразрушающего контроля [1].

Количественный анализ полученных данных показал, что у свежесрубленной древесины отклонение средних значений плотности здоровой древесины для разных пород доходит до 40-50%, в пределах одной породы до 20%, а между комлевой, срединной и вершинной частями в одном и том же стволе – 3-10%. В то же время в одном и том же здоровом стволе у сечений, отстоящих друг от друга на расстоянии 0,5-1,0 м, разница в плотности невелика.

Наличие стволовой гнили, как правило, приводит к изменению средней плотности исследуемого сечения. Поэтому появляется возможность зафиксировать переход от пораженного участка к здоровому, производя сравнение плотностей сечений, расположенных на расстоянии друг от друга 0,5-1,0 м. Имеющееся отличие в плотностях у здорового и пораженного участков в одном и том же стволе положено в основу метода автоматического контроля качества древесных стволов [3].

Существенное отличие плотности древесины сучка от плотности чистой древесины для основных лесообразующих пород также дает возможность обнаруживать сучки в древесных стволах. В этом случае вполне доступно сравнение по плотности двух рядом расположенных сечений.

Древесина, как первичное сырье, имеет ряд пороков, в той или иной степени снижающих качество выпускаемой продукции. В перестойных лесах Сибири, Урала и Дальнего Востока особенно распространены ствольные и напенные гнили. В зависимости от степени загнивания древесина становится полностью или частично непригодной к употреблению в народном хозяйстве и быту. В таблице 1 представлены обобщенные данные по Томской области.

Таблица 1

№ п/п	Порода	Встречаемость гнилей в стволах, %
1	Сосна	20,8
2	Кедр	22,4
3	Ель и пихта	25,6
4	Береза	47,4
5	Осина	56,7

## СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

Аналогичные данные получены по Свердловской области и Красноярскому краю.

Самым распространенным пороком, встречающимся во всех породах, являются сучки. Наличие сучков, как правило, приводит к ухудшению механических свойств древесины, внешнего вида, нарушению однородности, искривлению волокон и годичных слоев, что в свою очередь затрудняет механическую обработку древесины.

Исследования, проведенные В.С. Петровским, показали, что учет сучковатости древесины стволов является актуальной задачей, решение которой позволит почти из каждого ствола получить наибольший товарный выход [2].

Плотность древесины сучков для большинства пород на 20-50% отличается от плотности чистой древесины. Так для основных пород Сибири это отличие составляет: у пихты – 47%, кедра – 28%, сосны – 47%, березы – около 10%. В тоже время для твердых лиственных пород – менее 10% [1].

Сортность круглых лесоматериалов в значительной степени определяется также группой пороков, обусловленных особенностями формирования ствола в период роста дерева: сбежистостью, закомелистостью, кривизной и др. [3]. Сбег диаметра древесного ствола характерен для всех деревьев. Если на каждый метр длины сортимента диаметр изменяется более чем на 1 см, то такое явление считается пороком-сбежистостью. Сбежистость ствола определяется рядом причин: породой, частью ствола, из которого изготовлен сортимент, условиями произрастания дерева. Наименьшая сбежистость характерна для сортиментов, выпиленных из средней части ствола, наибольшая из вершинной и комлевой частей. Сбежистость существенно увеличивает расход сырья при раскросе сортиментов на пиломатериалы. Кроме того, следует отметить, что сбежистость косвенным образом влияет на прочность древесины, так как является причиной появления в пиломатериалах радиального наклона волокон. Закомелистость, так же как и сбежистость, увеличивает потери при использовании круглых лесоматериалов по назначению.

Рациональное (оптимальное) использование древесины определяется, в первую очередь, своевременным обнаружением основных сортообразующих пороков, определением и разделением высокосортных зон от

низкосортных на всех этапах разделки и переработки древесины.

Обнаружение пороков древесины может быть основано на регистрации изменения некоторых физико-механических свойств древесины при применении того или иного вида проникающего излучения. Это может быть различие в скоростях распространения (интенсивности поглощения) звуковых и ультразвуковых волн, регистрация различия в коэффициентах ослабления (поглощения) рентгеновского (гамма) излучения или оценки различия электрических, диэлектрических постоянных и диэлектрических потерь. Необходимо отметить, что электрические и диэлектрические параметры древесины в значительной степени определяются влажностью, породой и температурой древесины, а также наличием и концентрацией микропримесей, что необходимо учитывать при оценке возможностей контроля качества.

С 1963 года научно-исследовательские работы по изысканию методов и средств автоматического контроля и учета дефектов в круглых лесоматериалах проводились в Томском политехническом институте совместно с Институтом леса и древесины СО АН СССР и Институтом горного дела СО АН СССР. Проведенные научные исследования позволили сделать вывод, что ионизационный метод обладает информационной способностью, позволяющий обнаруживать сучки, гнили и ряд других пороков. На основании полученных научных и экспериментальных данных сделан вывод, что радиационный метод имеет перед другими ряд существенных преимуществ, позволяющих рекомендовать его для промышленного контроля качества круглого леса, обнаружения пороков в древесных стволах для целей раскроса на пиломатериалы и контроля качества пиломатериалов. Существенным преимуществом радиационного метода перед другими, например, перед звуковым, механическим или ультразвуковым является возможность достижения высокой производительности и практически малая возможность выявления пороков от температуры окружающей среды, что важно для всепогодного поточного производства.

Экспериментальные исследования выявления пороков древесины проводились с использованием различных источников проникающего излучения. Основной целью проведенных экспериментальных исследований было определение опытным путем чувствительности метода, проверка соответствия

расчетной и экспериментальной чувствительности.

Для исследования брались образцы свежесрубленной древесины сосны, кедра, ели и березы. Из одного хлыста с напенной или стволовой гнилью выпиливались образцы длиной 0,2-0,5 м на расстоянии 0,5-1,5 м друг от друга. Последний образец выпиливался в месте окончания гнили. Образцы маркировались, затем состояние древесины образцов описывалось по стадиям и типам развития гнили.

Результаты экспериментов по выявляемости этого вида пороков показали, что при обнаружении участков с гнилями II и III стадий чувствительность составляет 15-20% по отношению к диаметру ствола, а при поражениях III стадии – не хуже 10%. Особо высокая чувствительность к выявлению гнилей наблюдается при использовании источника рентгеновского излучения с энергией 15-50 кэВ.

Для обнаружения и регистрации широкого круга пороков и дефектов была разработана и изготовлена измерительно-дефектоскопическая установка. Обнаружение пороков осуществлялось путем регистрации и сравнения результатов измерения интенсивности гамма-излучения, прошедшего через объект контроля, для сечений, отстоящих друг от друга на расстоянии 0,3-1,5 м. Кроме гнили установка позволяет обнаруживать и фиксировать размеры и координаты сучков, трещин и других пороков.

По результатам экспериментальных исследований сделаны следующие выводы:

1. Экспериментальные исследования, проведенные на измерительно-дефектоскопических установках показали, что в хвойных породах основные сортообразующие пороки – гниль, сучки и их координаты обнаруживаются радиационным методом. При использовании в качестве источника проникающего излучения радиоактивного изотопа тулий-170, чувствительность метода составляла не хуже 10-12%.

2. При проведении экспериментальных исследований подтвердилось, что объемная плотность древесины сучков твердолиственных пород (дуба) мало отличается от плотности окружающей их древесины.

3. Точность определения полярных координат сучков лежит в пределах  $\pm 10\%$ . Анализ экспериментальных данных показал, что чувствительность при обнаружении сучков и гнилей, особенно в твердолиственных породах, в значительной степени определяется формой

древесного ствола. Вероятность обнаружения сучков твердолиственных пород (более 5 см) 60-80%. Точность определения координат  $\pm 10\%$ . Дальнейшее повышение чувствительности возможно только при компенсации влияния изменения толщины в месте просвечивания.

4. Гниль III стадии размером не менее  $\frac{1}{4}$  диаметра ствола обнаруживается уверенно. Вероятность обнаружения гнили меньших размеров уменьшается из-за высокого уровня шума, вызванного изменением толщины просвечиваемого материала, флуктуациями влажности и плотности древесины.

Контроль качества пиленых лесоматериалов также имеет принципиальное значение для отрасли не только с точки зрения полезного выхода продукции, но и сокращения ручного труда, интенсификации производства.

Исследованию выявляемости пороков в пиленых лесоматериалах методами неразрушающего контроля посвящено небольшое количество работ.

Среди известных методов контроля качества пиленых лесоматериалов следует отметить оптический метод, основанный либо на способности участков древесины по-разному отражать световой поток, либо на различных их оптических плотностях. В первом случае аппаратура регистрирует разность световых потоков, отраженных от порока и здоровой древесины, во втором – разность световых потоков, прошедших через порок и здоровый участок древесины.

В числе достоинств этого метода следует назвать относительную простоту, безопасность для обслуживающего персонала, использование относительно не дорогостоящего оборудования.

Метод отраженного светового сигнала целесообразно использовать для контроля тонких пиленых лесоматериалов, у которых большинство пороков выходит на поверхность. В работе [10] рассмотрен ряд аспектов применения фотоэлектронной дефектоскопии с помощью отраженного светового потока. Изделия из древесины толщиной 5-15 мм следует контролировать методом прохождения светового потока.

Оптическая плотность поглотителя (при равной толщине) определяется величиной прошедшего поглотитель, и зависит от окраски древесины, наличия смолы, а также насыщенности древесины влагой. Ослабление светового потока определяется выражением:

$$U = U_0 e^{-kX},$$

где  $U_0$ ,  $U$  – плотность потока до и после поглотителя,

$k$  - коэффициент поглощения,

$X$  - толщина древесины.

Пороки и здоровая древесина имеют разную оптическую плотность и, следовательно, разные коэффициенты поглощения, что дает возможность фиксировать наличие пороков. Автором проведен большой цикл исследований по выявляемости пороков в пиленных лесоматериалах [1]. Исследования показали, что при использовании оптического метода выявляются следующие пороки в пиленных лесоматериалах: водослой, кармашки, засмолы, сучки, трещины, сквозные червоточины, сердцевина, гниль, синева, частично прорость, корень завиток, волнистость, свилеватость (слабо). Дефекты механической обработки обнаруживаются в большинстве случаев.

Оптический метод контроля древесины обладает рядом преимуществ по сравнению с другими методами, что позволяет рекомендовать его для более глубокого изучения и применения в устройствах контроля качества пиленных лесоматериалов

На основании проведенных исследований в разные годы были разработаны, изготовлены и прошли производственные испытания:

1. Установка комплексного определения параметров круглого леса;

2. Портативный дефектоскоп для определения качества круглого леса растущих деревьев;

3. Гамма-дефектоскоп автоматического определения пороков древесины в технологическом потоке;

4. Автоматическая линия сортировки карандашных дощечек.

Экспериментальные исследования и промышленные испытания оборудования показали, что имеются широкие перспективы применения методов контроля качества как круглых, так и пиленных лесоматериалов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Кармадонов А.Н. Дефектоскопия древесины. М., Лесная промышленность, 1987 г.

2.Петровский В.С. Оптимальная раскрывка лесоматериалов. М., Лесная промышленность, 1989 г.

3.Кармадонов А.Н. Способ обнаружения гнили в круглом лесе. А.с. № 298878, бюллетень № 11, 1971 г.