

ГАММА-ДЕФЕКТОСКОПИЯ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

В. И. ГОРБУНОВ, А. Н. КАРМАДОНОВ, Ю. И. ЛИТОВЧЕНКО,
В. А. ГРУДИНИН, А. Н. КИСЕЛЕВ

Полная автоматизация основных технологических процессов по разделке и сортировке круглых лесоматериалов в производственных условиях нижних складов леспромхозов и лесозаводов может быть осуществлена только на базе решения проблемы дефектоскопии хлыстов и разработки научных основ алгоритмизации процесса раскряжевки.

Выявление скрытых пороков древесины в технологическом потоке методами неразрушающего контроля позволяет объективно оценивать качество круглых лесоматериалов и на этой основе производить оптимальный раскрой хлыстов с повышением выхода деловой и более высокосортной древесины.

Среди известных методов контроля качества материалов радиационный имеет ряд преимуществ перед другими, что позволяет рекомендовать его для промышленного контроля качества круглой древесины [1]. Существенными преимуществами радиационного метода являются бесконтактность и высокая производительность контроля, что весьма важно при поточном производстве. Ввиду того, что дефектоскопы, использующие в качестве источников радиоактивные изотопы, гораздо компактнее по сравнению с рентгеновскими, более просты, транспортабельны и устойчивы в работе, то в этом методе контроля наиболее оптимальным является применение гамма-дефектоскопии [2]. С учетом особенностей объекта контроля был сделан вывод, что при гамма-дефектоскопии хлыстов необходимо опираться только на дифференциальный метод контроля, который до некоторой степени устраняет влияние неоднородности структуры материала и колебаний толщины просвечивания [1, 3]. Одним из важнейших этапов осуществления автоматического контроля качества древесины является выбор оптимальной геометрии гамма-просвечивания круглых лесоматериалов. Выбор геометрии связан с местом установки дефектоскопа в технологическом потоке, созданием оптимальных условий для обнаружения внутренних гнилей, сучков и производительностью контроля. При этом особую роль играет выбор расстояния между сравниваемыми участками контролируемого хлыста. Для оценки качества древесины необходимо определить не только наличие гнили или сучков, но и их местоположение. Так как гнили и сучки могут быть расположены в любом месте хлыста, необходимо обеспечить сбор информации о качестве по всей длине контролируемого хлыста.

Для этих целей разработана следующая геометрия просвечивания, рис. 1. Источник гамма-излучения 1 закреплен на металлической штан-

ге 2 с противовесом 3 и вращается в плоскости, параллельной продольному сечению объекта. За каждый оборот источника излучение дважды пересекает объект контроля и непрерывно регистрируется неподвижным детектором излучения 4. Блок измерения фиксирует только поток излучения, прошедший через контролируемый объект, и сравнивает информацию с каждых двух соседних сечений. Диапазон допустимых расстояний между сравниваемыми участками лежит в пределах $0,6 \text{ м} \leq l \leq 1,4 \text{ м}$ [4]. Чувствительность и выявляемость дефектов при гамма-дефектоскопии древесины определяется только различием в плотности дефектного и здорового материала (в среднем в $1,5 \div 2$ раза), поскольку эффективный атомный номер основных дефектов, снижающих качество (за исключением трещин и пустот), почти не отличается от номера самого материала. Гнили снижают плотность основного материала в $1,5 \div 2$ раза, а сучки имеют обычно плотность в $2 \div 2,5$ раза выше, чем здоровая древесина. Плотность даже у здоровой древесины

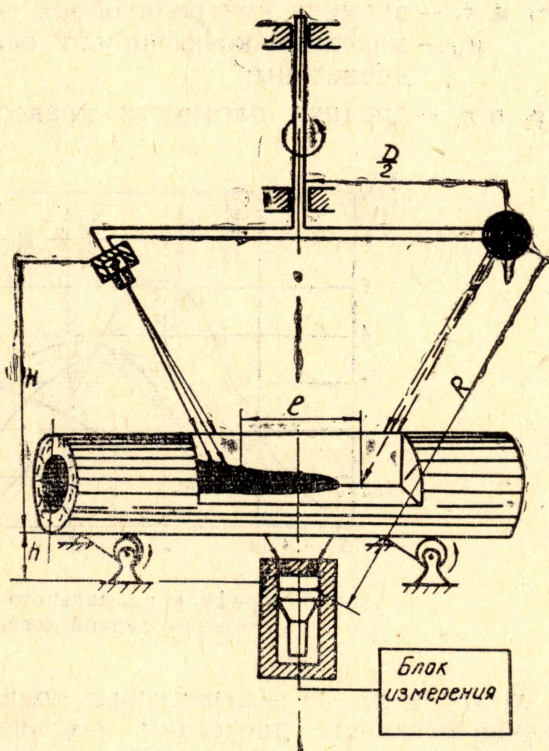


Рис. 1. Геометрия гамма-просвечивания круглых лесоматериалов

колеблется в широких пределах для одной породы и даже в одном и том же стволе (рис. 2), но плотности здоровой и пораженной свежесрубленной древесины в одном и том же стволе на расстоянии $1 \div 2 \text{ м}$ будут различными, что является основой данного метода контроля.

Дефектоскопия гнилей и сучков имеет свои особенности. Гнили имеют гораздо больший объем, чем сучки, и располагаются в основном в центральной части ствола, а сучки — на периферии. Для уменьшения влияния случайных флуктуаций плотности, вызванных наличием в контролируемом объеме коры мелких сучков, трещин и т. п., следует увеличивать контролируемый объем. В этом случае значения средних плотностей сечений будут слабо зависеть от наличия мелких неоднородностей, что приводит к увеличению чувствительности к выявлению гнилей, но уменьшает чувствительность к выявлению сучков. Анализ кривых ослабления гамма-излучения поперечным сечением древесины показывает, что в большинстве случаев гнили имеют неярко выраженную форму (рис. 3). Поэтому при дефектоскопии гнилей лучше сравнивать интегральные значения потока излучения за поперечными сечениями древесины. Потоки гамма-квантов за здоровыми и пораженными сечениями объекта контроля имеют следующий вид [1, 3]:

$$\bar{n}_1 = \bar{n}_0 \int_0^{\tau_1} e^{-\mu_m \cdot \bar{\rho}_1 \cdot x_1(t)} dt,$$

$$\bar{n}_2 = \bar{n}_0 \int_0^{\tau_2} e^{-\mu_M \cdot \bar{\rho}_2 \cdot x_2(t)} dt, \quad (1)$$

где n_0 — поток излучения на детекторе при отсутствии объекта;
 τ_1 и τ_2 — времена контроля обоих сечений;
 μ_M — массовый коэффициент ослабления излучения веществом древесины;
 $\bar{\rho}_1$ и $\bar{\rho}_2$ — средние плотности древесины контролируемых сечений;

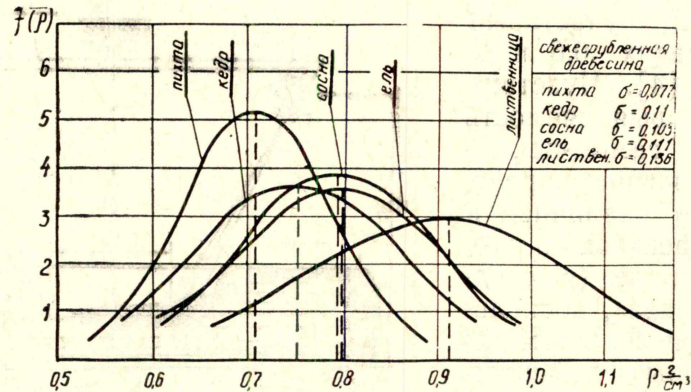


Рис. 2. Графики нормального распределения плотности свежесрубленной древесины по породам

$x_1(t)$ и $x_2(t)$ — переменные толщины контролируемых сечений. Средняя плотность древесины изменяется в зависимости от наличия и степени пораженности ее. Для упрощения выражений (1) текущую переменную толщину $x(t)$ можно заменить эквивалентной эффективной толщиной объекта $x_{эфф}$. Тогда

$$\bar{n}_1 = \bar{n}_0 \cdot \tau_1 \cdot e^{-\mu_M \cdot \bar{\rho}_1 \cdot x_{эфф}},$$

$$\bar{n}_2 = \bar{n}_0 \cdot \tau_2 \cdot e^{-\mu_M (\bar{\rho}_1 - \Delta \bar{\rho}) \cdot (x_{эфф} - \Delta x_{сб})}, \quad (2)$$

где $\Delta \bar{\rho} = \bar{\rho}_1 - \bar{\rho}_2$ — разность средних плотностей сечений,
 $\Delta x_{сб}$ — величина сбега диаметра хлыста. Относительное изменение потока излучения за объектом имеет следующий вид:

$$\frac{\Delta n}{n} = \frac{n_1}{n_2} - 1 = \frac{\tau_1}{\tau_2} e^{\mu_M [(\bar{\rho}_1 - \Delta \bar{\rho}) \cdot (x_{эфф} - \Delta x_{сб}) - \bar{\rho}_1 \cdot x_{эфф}]} - 1, \quad (3)$$

т. е. является функцией разноплотности сечений, толщины, сбега и средней плотности древесины. При малых размерах поражения (малая разноплотность) вклад составляющей за счет сбега составляет десятки процентов, что уменьшает чувствительность метода контроля. С целью увеличения чувствительности метода к выявлению гнилей применяется так называемый метод вырезания зоны контроля. Его сущность состоит в том, что регистрируется только поток излучения, прошедший через центральную часть сечения, излучение, прошедшее через край хлыста, отсекается, что увеличивает относительное изменение потока излучения. Такой метод позволяет в 2÷3 раза повысить чувствительность к выявлению гнилей в зависимости от степени «вырезания» зоны контроля (рис. 4). Оптимальным решением с точки зрения одновременного выявления гнилей и сучков является использование детектора, состоящего из

набора счетчиков. При этом информация о гнили суммируется со всех счетчиков, а о сучках — снимается с каждой ячейки отдельно. При данной геометрии просвечивания круглой древесины с хорошей точностью измеряется диаметр лесоматериалов, что позволяет производить компенсацию влияния толщины и сбега хлыстов на результаты контроля [5].

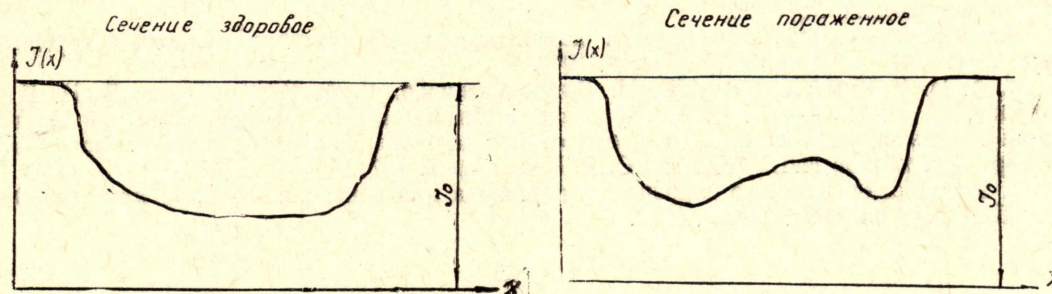


Рис. 3. Кривая ослабления гамма-излучения в поперечном сечении круглой древесины

В этом — новые резервы повышения чувствительности метода контроля. Экспериментальные исследования, проведенные с целью проверки основных параметров метода гамма-дефектоскопии круглых лесомате-

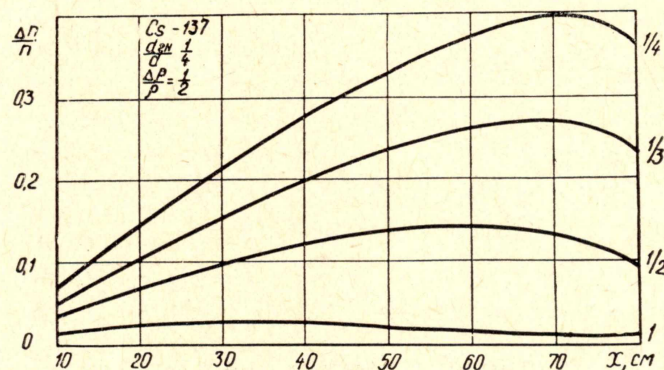


Рис. 4. Относительное изменение потока излучения за объектом при разной степени «вырезания» зоны контроля

риалов, показали, что надежно выявляются гнили третьей стадии до $1/4$ диаметра хлыста.

Выводы

1. Разработанный метод гамма-дефектоскопии позволяет осуществлять контроль качества древесины в технологическом потоке.
2. Чувствительность метода контроля качества круглой древесины можно существенно повысить за счет компенсации влияния толщины и сбега диаметра хлыстов.
3. Проблема дефектоскопии сучков еще требует дальнейших исследований.
4. Проведенные исследования в области разработки метода гамма-дефектоскопии древесины дают основание полагать, что проблема оптимального раскроя хлыстов будет решена в ближайшем будущем.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Н. Кармадонов, Ю. И. Литовченко, В. А. Грудинин и др. О методе контроля качества древесины. Сборник трудов ИЛД СО АН СССР «Исследование свойств древесины и древесных материалов». Красноярск, 1969.
 2. В. И. Горбунов, А. Н. Кармадонов, Ю. И. Литовченко и др. Применение радиоизотопов для обнаружения дефектов в круглом лесе. Сб. Радиационная дефектоскопия. М., 1970.
 3. Разработка опытного образца дефектоскопа для контроля качества круглого леса. Отчет НИИ ЭИ при ТПИ, Томск, 1969.
 4. А. Н. Кармадонов, Ю. И. Литовченко, В. А. Грудинин, В. Н. Ермолин, Л. И. Исаева, В. А. Глазачев. Выбор и обоснование геометрии радиационного контроля качества круглого леса при продольной подаче хлыстов по транспортеру. Сб. трудов ИЛД СО АН СССР. Красноярск, 1971.
 5. Разработка опытного образца дефектоскопа для контроля качества хлыстов. Отчет НИИ ЭИ при ТПИ. Томск, 1970.
-