

пределах точности приближенного метода расчета. Аналогичный вывод получим для функциональных зависимостей распространения нормальных напряжений по линейному (1), гиперболическому (2), параболическому (3) законам, для которых соответственно $K_{\alpha_1} = 1,028$, $K_{\alpha_2} = 1,018$, $K_{\alpha_3} = 1,020$.

Таким образом, характер распределения нормальных напряжений по ширине сечения деревянной призмы несущественно влияет на напряженно-деформированное состояние соединения. Допущение о равномерном распределении напряжений, принятое в работе [2], можно считать достаточно корректным.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бондин В. Ф. Напряжения в клеевом стыке внахлестку при соединении анизотропных материалов // *Механика твердого тела*.— 1972.— № 1.— С. 159. (Изв. АН СССР). [2]. Бондин В. Ф., Вылегжанин Ю. Б. О прочности на сдвиг клеевых соединений стальных стержней с древесиной // *Стр-во и архит.*— 1976.— № 11.— С. 20. (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Жилкин В. А., Борыняк Л. А. Экспериментальное определение функций перемещений для точек деревянной поверхности при выдергивании из нее стального стержня // *Стр-во и архит.*— 1979.— № 5.— С. 135. (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Рабинович А. Л. Введение в механику армированных полимеров.— М.: Наука, 1970.— 255 с. [5]. Arnovljevic. Das Verteilungssesetz der Naftspannungen in axial beanspruchten Verbundstäben // *Z. F. Arch. und Ing.*— Wesen, Hanover, 1909, 55.— S. 415. [6]. Goland M., Reissner E. The stress in cemented joints // *J. of Applied Mechanics*.— 1944.— vol. 2, N 1.— P. A—17.

Поступила 24 декабря 1984 г.

УДК 620.179.119

ОПТИЧЕСКИЙ МЕТОД ДЕФЕКТОСКОПИИ ПИЛЕННЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

А. Н. КАРМАДОНОВ, Н. М. ОНТИКОВА, С. В. ПОЗДНЯКОВ

НИИ электронной интроскопии при Томском политехническом институте

Актуальность и экономическая целесообразность научных исследований по обнаружению пороков и дефектов в круглых и пиленых лесоматериалах, а также в изделиях из древесины очевидны. В работах [3—5] опубликованы основные результаты исследований и сделана оценка применимости методов неразрушающего контроля в круглых лесоматериалах, в работах [1, 2, 4, 6, 7]— данные по обнаружению пороков и дефектов в пиленых лесоматериалах, а также приведена качественная оценка различных методов контроля древесных материалов.

В работе [7] показано, что оптический метод контроля с применением отраженного излучения имеет определенные преимущества перед остальными: 1) обеспечивает выявляемость наибольшего числа пороков (дефектов); 2) отличается безопасностью для обслуживающего персонала и простотой эксплуатации; 3) позволяет автоматизировать процесс контроля. Однако оптический метод имеет общий для всех способов недостаток: слабую идентификацию пороков. Для обеспечения требуемой идентификации пороков необходимо прежде всего повысить информативность контроля и оптимизировать процесс обработки полученной информации.

В известных системах контроля пиленых лесоматериалов (досок), созданных фирмами («Bendix» США и «Plessey») на основе лазерного и люминесцентного источников излучения, указанная задача решается поэтапно [7]. На первом этапе оператор производит предварительную

дифференциацию дефектов путем визуального осмотра и маркировки слабоконтрастных пороков древесины специальной краской. На втором этапе с помощью оптического датчика съема информации и компьютера оцпивают число дефектов, их месторасположение с последующей выдачей решения на исполнительный механизм вырезки дефектных мест.

Для повышения информативности контроля, с целью автоматизации процесса выявления слабоконтрастных пороков, ряд авторов [7] предложили использовать комплексную систему с применением оптического и радиационного датчиков съема информации. В такой системе контроля слабоконтрастные пороки выявляются при регистрации радиационного излучения, прошедшего через контролируемый образец. Учитывая технические трудности эксплуатации аппаратуры с использованием радиационного излучения в поточных линиях разделки древесины, его применение может быть оправдано в автоматических системах контроля пиленых лесоматериалов (толщиной более 10 мм) либо при контроле круглого леса [3—5], где использование других методов малоэффективно. При контроле тонких пиленых лесоматериалов типа паркетной, тарной и карандашной дощечки целесообразно применять оптический метод, основанный на регистрации проходящего и отраженного излучения.

В литературе достаточно полно представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований взаимодействия электромагнитных волн оптического диапазона (0,5... 15 мкм) с веществом древесины. Однако полученные результаты не позволяют оценить ослабление оптического излучения пороками древесины для образцов толщиной до 10 мм и определить уровень сигнала дефектной области древесины по сравнению с бездефектной. Это обусловлено как сильной анизотропией оптических характеристик дефектной области древесины различных пород, так и неопределенностью вклада многократного рассеяния оптического излучения в регистрируемый поток.

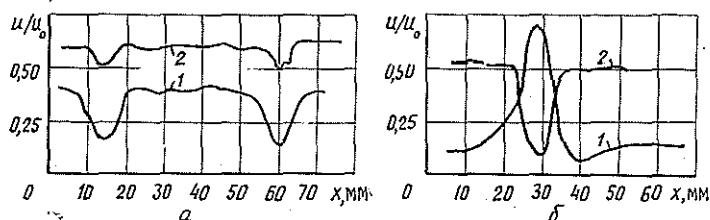
Авторами статьи была экспериментально исследована возможность выявления и идентификации основных сортообразующих пороков пиленых лесоматериалов сосны сибирской как в отраженном, так и проходящем потоках оптического излучения для образцов толщиной до 10 мм. Одновременно определяли влияние основных мешающих факторов, обусловленных особенностями контролируемого материала.

Физическая основа выявления пороков древесины — изменение химического состава, плотности и капиллярной структуры древесины, что приводит к изменению оптических характеристик древесины и появлению разности пороков $\Delta\Phi$ дефектной области Φ_d и бездефектной Φ_0 . Для обеспечения максимального значения $\Delta\Phi$ был выбран диапазон оптического излучения 0,8... 1,2 мкм, соответствующий максимальному значению оптических характеристик большинства пород древесины по данным работы [2].

Экспериментальные исследования проводили на дефектоскопе, позволяющем измерять отраженный и проходящий поток оптического излучения от образцов сосны толщиной 5 мм. В качестве источника излучения использовали линейку светодиодов (излучающих в диапазоне 0,9... 1,0 мкм), которая обеспечивала сканирование образца по всей площади при его перемещении. Приемник излучения — ФЭУ, имеющий область чувствительности в диапазоне 0,5... 1,1 мкм. Всего было исследовано более 100 образцов сосны размером 185 × 76 × 5 мм, содержащих основные сортообразующие пороки и дефекты: сучки различных размеров и формы, крень, червоточины, шероховатость. В измерительной цепи прибора при сканировании образца образуется напряжение, пропорциональное оптическому сигналу, прошедшему через древесину или отраженному от нее. Все образцы имели одну влажность — 60 %.

На рис. а, б приведены характерные дефектограммы образцов карандашной дощечки в области сучка диаметром 10 мм и крени, полученные в проходящем и отраженном потоках оптического излучения.

Как показали дефектограммы, для сучков характерно большее пропускание и меньшее отражение относительно бездефектной области древесины. Аналогичные зависимости получены и для дефектов типа



а — дефектограмма образца с кренью, ширина полосы 10 мм;
 б — дефектограмма образца с сучком, диаметр 10 мм: кривая 1 получена при прохождении оптической радиации через образец; 2 — при отражении от образца

отверстий (червоточин) с характерной формой сигнала, соответствующей диаметру дефекта.

Экспериментальные исследования показали, что на величину прошедшего излучения большое влияние оказывает водослой, сигнал от которого в отдельных случаях может превосходить сигнал от дефекта типа сучка. В этом случае водослой, не являясь дефектом, делает невозможным определить размеры дефекта и идентифицировать дефекты по уровню и форме сигналов. На уровень отраженного сигнала водослой заметного влияния не оказывает. Для ворсистой зоны уровень отраженного сигнала может быть равен уровню сигнала от дефекта типа сучка. Значение же сигнала, прошедшего через ворсистую зону, практически не меняется.

Следовательно, выявление дефектов возможно при регистрации как отраженного, так и проходящего излучения, но в каждом случае имеются свои мешающие факторы, от которых позволяет избавиться применение двухканальной системы с использованием отраженного и прошедшего излучения.

Полученные результаты можно положить в основу разработки алгоритма распознавания основных сортообразующих пороков и дефектов древесины с целью автоматизации процесса контроля и сортировки тонких пиленных лесоматериалов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Боровиков В. В. О применении радиоволнового метода для оценки качества древесины // Стандартизация и качество продукции.— Архангельск.— 1982.— С. 137—143. [2]. Долацис Я. Л., Ильясов В. Г., Красников В. В. Воздействие ИК-излучения на древесину.— Рига: Зинатне, 1973.— С. 302. [3]. Кармадонов А. Н., Горбунов В. И., Шетинин Ю. И. Применение радиоизотопов для обнаружения дефектов в круглом лесе // Радиационная дефектоскопия.— М.: ЦНИИ ТЭИ, 1970. [4]. Геометрия радиационного контроля качества круглого леса / А. Н. Кармадонов, В. А. Грудинин, Ю. И. Литовченко, Л. Н. Исаева // Технология древесины.— Дрезден: ГДР.— 1973.— № 6. [5]. Кармадонов А. Н., Исаева Л. Н., Грудинин В. А. Выбор и обоснование метода контроля качества круглого леса // Тр. ин-та леса и древесины СО АН СССР.— Красноярск, 1971. [6]. Лакатош Б. К. Дефектоскопия древесины.— М.: Лесн. пром-сть.— 1966.— С. 42. [7]. Ryszard Szymani, Kent A. Mc Donald. Defect detection in Lamber state of the art / Forest products journal.— 1981.— Vol. 31, N 11.— P. 34—44.

Поступила 3 апреля 1986 г.

УДК 674.047 : 631.571

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЫ ИСПАРЕНИЯ ВЛАГИ ПРИ СУШКЕ КОРЫ ЕЛИ ЭЛЕКТРОКАЛОРИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Р. В. ЛУЦЫК, В. Л. ЛОМАЗОВ

Институт технической теплофизики АН УССР

На лесопильных, деревообрабатывающих и целлюлозно-бумажных комбинатах страны ежегодно образуется до 10 млн т коры, являющейся отходом производства [1]. Ее сбрасывают в короотвалы, где она гниет, загрязняет территорию предприятий, самовозгорается. Расходы на уничтожение и вывозку коры равны 1,5...2,5 р./т. В то же время кора — ценное энергетическое сырье, но ее теплота сгорания зависит от влагосодержания и составляет свыше 12 тыс. кДж/кг при влагосодержании до 20 % и около 5 тыс. кДж/кг при влагосодержании свыше 160 % [1]. Для получения пара промышленных параметров сырая кора непригодна, ее необходимо сушить [6]. В ИТТФ АН УССР проводятся исследования процесса сушки коры ели с целью получения данных для разработки промышленной технологии сушки [5].

При разработке и внедрении процессов сушки коры приходится решать различные технические задачи, в том числе определять количество теплоты Q , Дж, необходимой для высушивания влажного материала.

$$Q = Q_{\text{и}} + Q_{\text{н}} + Q_{\text{п}}, \quad (1)$$

где $Q_{\text{и}}$ — теплота испарения влаги, Дж;
 $Q_{\text{н}}$ — теплота нагрева материала, Дж;
 $Q_{\text{п}}$ — тепловые потери, Дж.

Значения $Q_{\text{и}}$ и $Q_{\text{п}}$ рассчитывают по общепринятой методике [4] с учетом технологических параметров сушки и конструкции сушилки. Главная величина при расчетах процессов сушки — количество теплоты $Q_{\text{и}}$, необходимой для испарения определенного количества влаги B , кг:

$$Q_{\text{и}} = LB. \quad (2)$$

Здесь L — удельная теплота испарения влаги при данной температуре, Дж/кг (определяют ее по справочникам).

Если в материале, подвергаемом сушке, содержится только свободная влага, то при использовании справочных значений L ошибки не возникает. Однако при расчетах процессов сушки таких сложных объектов, как капиллярно-пористые коллоидные тела, содержащие кроме свободной, влагу разных видов связи (качественная и количественная характеристика коры ели определена авторами), необходимо учитывать возрастание удельной теплоты испарения влаги, обусловленное ростом внутренней энергии связи гигроскопической влаги с твердым скелетом тела.

В ходе сушки удельная теплота испарения влаги из материала непрерывно увеличивается, поскольку с течением времени удаляется влага, более прочно связанная с твердым скелетом тела. Это одна из главных причин замедления процесса сушки с течением времени, что хорошо видно по кривым сушки и скорости сушки (рис. 1).