

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Буш К. К. Взаимосвязь между продуктивностью древостоев и интенсивностью осушения // Вопросы гидролесомелиорации.— Рига: Зинатне, 1968.— С. 5—51.
- [2]. Пахучий В. В. Лесоводственная эффективность осушения сосновых древостоев в средней подзоне тайги Коми АССР.— Сыктывкар: КФ АН СССР, 1986.— 16 с.
- [3]. Пьявченко Н. И. Болотообразовательный процесс в лесной зоне // Значение болот в биосфере. Гидрологические аспекты.— М.: Наука, 1980.— С. 7—16.
- [4]. Рекомендации по выбору параметров лесосушительной сети для лесов Европейского Севера / А. И. Артемьев, А. М. Тараканов, В. Г. Боголепов и др.— Архангельск: Арханг. ин-т леса и лесохимии, 1983.— 12 с.
- [5]. Рубцов В. Г., Книзе А. А. Закладка и обработка пробных площадей в осушенных насаждениях.— Л.: ЛенНИИЛХ, 1977.— 44 с.
- [6]. Руководство по осушению лесных земель. Ч. 2. Проектирование / Е. Д. Сабо, Ю. Н. Иванов, Б. А. Ушаков, Ю. П. Зюков.— М.: Гослесхоз СССР; Союзгидролесхоз, 1986.— 99 с.
- [7]. Сабо Е. Д., Иванов Ю. Н., Шатило Д. А. Справочник гидролесомелиоратора.— М.: Лесн. пром-сть, 1981.— 200 с.

УДК 630\*815

## ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОСТРОЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ В ПРОЦЕССЕ ЕЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ПАМЯТНИКАХ

И. И. ПИЩИК, Е. В. ГОНЧАРОВА

ВНИИреставрации

ЦНИИбумпром

В настоящей работе представлены результаты исследований, посвященных изучению изменений свойств древесины за время ее длительного хранения или эксплуатации.

Для исследований использовали древесину ели современной\*, ели 300- и 500—700-летней выдержки, взятой из памятников архитектуры г. Риги; липы современной, липы из иконостаса Успенской церкви Кирилло-Белозерского монастыря (1497 г.), липы из иконы «Борис и Глеб» Новгородского музея (середина XIV в.) и липы, взятой из обложки древней рукописи при ее реставрации (XI в.).

Перед приготовлением микросрезов древесину, как правило, размягчают, вымачивая в воде. Однако в данном случае препараты готовили без вымачивания для того, чтобы не растворить в воде экстрактивные вещества, которых в старой древесине значительно больше, чем в современной. На препараты напыляли под вакуумом слой золота или серебра.

Исследования проводили на электронном сканирующем микроскопе ISM-50A.

Сравнение микрофотографий поздней зоны годичного слоя древесины ели показывает, что клеточная стенка современной ели (рис. 1, а) выглядит ровной и гладкой,

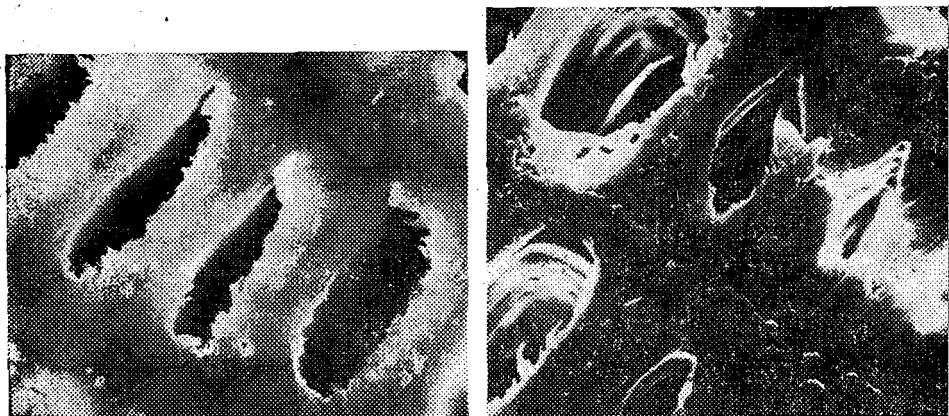


Рис. 1. Поперечный срез поздней зоны годичного слоя древесины ели ( $2000\times$ ): а — современной; б — 500—700-летней выдержки

\* Под термином «современная» понимают древесину ели свежей заготовки.

слоистость ее не просматривается (рваные края вокруг полостей клеток получаются при изготовлении сухих препаратов). В клеточных стенках древней ели (рис. 1, б) отчетливо видны срединные пластинки, деформированные от времени и имеющие извилистую структуру. Кроме того, видно, что вся клеточная стенка стала хрупкой (значительные вырывы в процессе изготовления препарата под действием ножа).

Сопоставление большого количества поперечных срезов древесины разного возраста позволяет говорить о том, что стенки клеток старой древесины ели становятся более плотными и хрупкими (рис. 2, а). Это подтверждено уже известными данными об усадке и хрупкости древесины, выдержанной длительное время [3].

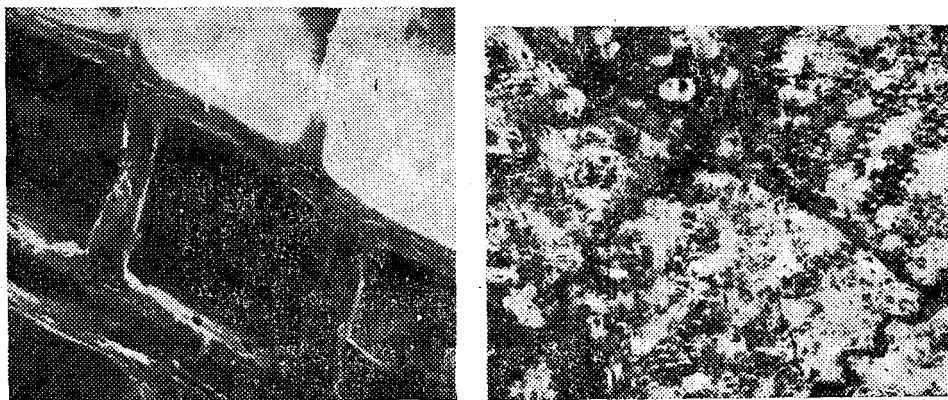


Рис. 2. Поперечные срезы ранней зоны годичного слоя древесины ели 300-летней выдержки (а) и древесины липы середины XIV в. (б) при увеличении  $2000\times$  и  $100\times$  соответственно

Исследования древесины липы показывают, что при продолжительных сроках эксплуатации происходит искривление сердцевинных лучей. Из рис. 2, б видно, что наиболее сильное искривление характерно для ранней зоны годичного слоя. В поздней зоне оно выражено в меньшей степени. Необходимо отметить, что в современной древесине липы сердцевинные лучи совершенно прямые.

На рис. 3 показано строение внутренней полости сосудов древесины липы разных возрастов. Поверхность сосуда современной древесины (рис. 3, а) выстлана тонким аморфным слоем, через который слегка просвечивают микрофибриллы внутреннего слоя клеточной оболочки; стенка сосуда и спиральные утолщения выглядят ровными и гладкими, без каких-либо повреждений. А в сосудах старой древесины (рис. 3, б) выстилающий слой отсутствует, поверхность сосуда и спиральных утолщений выглядит более контрастно. Отмечено появление округлых включений на стенках.

В древесине конца XV в. появляются трещины, отходящие от отверстий пор, а в более старой древесине середины XIV в. — большие разрывы в стенках и спиральных утолщениях, которые свидетельствуют о повышенной хрупкости.

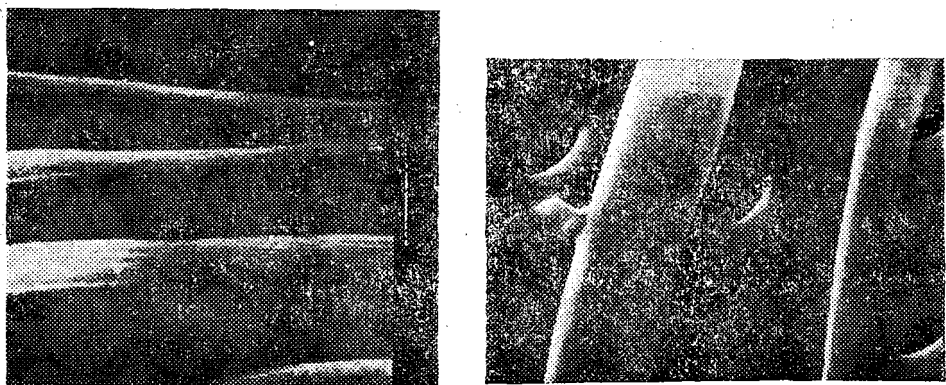


Рис. 3. Внутренняя поверхность сосуда древесины липы: а — современной ( $5000\times$ ); б — конца XV в. ( $10\ 000\times$ )

Отмеченные выше включения в полостях сосудов были обнаружены только на старой древесине липы (рис. 4), в современной древесине липы они не выявлены. Необходимо еще отметить, что в древесине XI в. эти образования встречаются значительно реже, чем в более молодой (XIV и XV вв.) древесине (рис. 4, а). Это связано с тем, что она взята из обложки книги, покрытой кожей. Следовательно, процессы окисления (старения) протекали медленнее, чем в древесине, взятой из иконных досок. Этот факт обязывает учитывать при датировании произведений условия хранения и эксплуатации [4]. На рис. 4, б при более сильном увеличении получена структура одного из образований, обнаруженных в полости сосуда древесины липы XI в.

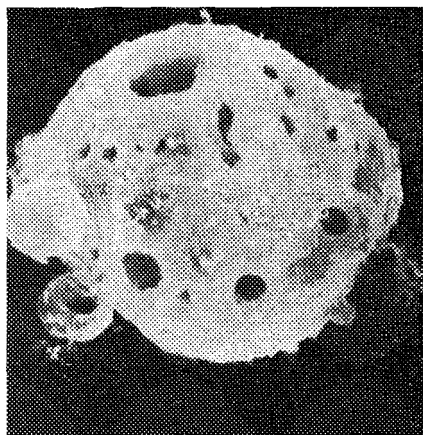
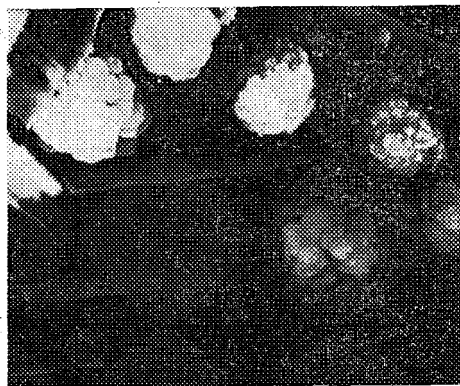


Рис. 4. Внутренняя поверхность сосуда древесины липы конца XV в. (а) и структура включений в полостях сосуда древесины липы XI в. (б) при увеличении  $3000\times$  и  $10\,000\times$  соответственно

Таким образом, предварительные исследования микроструктуры древесины в процессе старения показали, что с возрастом в ней происходят значительные и необратимые изменения; клеточные стенки уплотняются, вызывая усадку древесины, в них появляются разрывы и трещины, приводящие к снижению прочности.

Сравнение полученных результатов с данными других исследований по изучению археологической древесины в начальной стадии деградации показывает хорошее совпадение результатов. Так, в работе [2] отмечается «отчетливо выраженное сжатие клеток, а отсюда и общее ссыхание археологической древесины».

А для конечной стадии деградации авторы [1] делают вывод, что «вся клеточная стенка отрывается от срединной пластинки и, сморщившись в комок, выпадает в полость клетки».

В результате исследований установлено, что обнаруженные в полостях сосудов включения в виде гранул указывают на связь с изменением химического состава древесины, а наблюдаемое возрастное искривление сердцевинных лучей связано с неравномерностью усадки у древней древесины в ранней и поздней зонах годичного слоя.

В связи с тем, что возможности растрового электронного микроскопа для изучения тонких изменений в клеточной стенке ограничены, работа будет продолжена с применением более совершенных методов исследования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Вихров Ю. В., Борисов В. А. Физико-механические свойства археологической древесины // Лесн. журн.— 1975.— № 6.— С. 96—99.— (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Михайлов А. Консервация сухой и влажной археологической древесины.— София: Изд-во София пресс, 1984. [3]. Пищик И. И. Исследование свойств древесины длительной выдержки как материала для музыкальных инструментов. Дис. ... канд. техн. наук.— М.: МЛТИ, 1973. [4]. Пищик И. И., Мовшович И. М. Датировка памятников по малым образцам древесины: Науч. реф. сб.— М.: Информ-центр по пробл. культуры и искусства МКС ССР, 1981.— Вып. 1.

УДК 630\*378.33

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ ПАКЕТА КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ ПРИ ПЕРЕГРУЗКЕ В ГИБКИХ СТРОПКОНТЕЙНЕРАХ

А. Ф. ИЗАКОВ, Е. К. ЛЕЙНАРТАС

Сибирский технологический институт

Ряд работ [1, 3, 4] посвящен исследованию габаритов пакета круглых лесоматериалов в различных технологических процессах.

Нами использованы дифференциальные уравнения равновесия гибкой нити, нагруженной пучковой средой (см. рисунок) [3]:

$$\begin{aligned} d\left(T \frac{dx}{dl}\right) + m(H-y)\gamma dy &= 0; \\ d\left(T \frac{dy}{dl}\right) - (H-y)\gamma dx &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $T$  — натяжение гибкой нити;  
 $dl$  — элемент длины;  
 $m$  — коэффициент пропорциональности для пучковой среды;  
 $H$  — расстояние от нижней точки пакета до верхней точки стропа;  
 $\gamma$  — удельный вес древесины.

Интегрируя первое уравнение из системы (1), получаем:

$$T \frac{dx}{dl} = \frac{m\gamma}{2} [(H-y)^2 - A].$$

Постоянную интегрирования  $A$  найдем из условия  $x=0, y=0, \frac{dx}{dl} = \sin 90^\circ = 1$ , откуда  $T = \frac{m\gamma}{2} [H^2 - A]$  или

$$A = H^2 - \frac{2}{m\gamma} T. \quad (2)$$

Из системы (1) получаем после преобразований дифференциальное уравнение

$$\frac{1}{2} m [(H-y)^2 - A] \frac{d^2y}{dx^2} - m(H-y) \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 - (H-y) = 0.$$

Понижая порядок уравнения и интегрируя его, определяем

$$\frac{dx}{dy} = \frac{\sqrt{m} [(H-y)^2 - A]}{\sqrt{D^2 - [(H-y)^2 - A]^2}}. \quad (3)$$

Постоянную интегрирования  $D$  найдем из начальных условий: при  $y=0$  имеем  $\frac{dx}{dy} = \infty$  и  $x=0$ . Отсюда имеем  $D^2 = (H^2 - A)^2$  или  $D = H^2 - A = \frac{2}{m\gamma} T$  с учетом (2).

Решение (3), удовлетворяющее условию  $x|_{y=0} = 0$ , запишем в виде:

$$x(y) = \int_0^y \frac{\sqrt{m} [(H-t)^2 - A] dt}{\sqrt{D^2 - [(H-t)^2 - A]^2}}, \quad (4)$$

где  $t$  — переменная интегрирования.

