

Министерство образования и науки РФ  
Администрация Костромской области  
Департамент образования и науки  
Международная академия наук о древесине (ИАВС)  
Региональный координационный совет  
по современным проблемам лесоведения  
ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»  
ФГБОУ ВПО «Костромской государственный технологический университет»

## **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

### **МАТЕРИАЛЫ**

**международной научно-технической конференции,  
посвященной 50-летию кафедры механической  
технологии древесины ФГБОУ ВПО КГТУ**

**Кострома ♦ Россия  
9–12 октября 2012 г.**

Кострома  
ИЗДАТЕЛЬСТВО  
  
2012

Печатается по решению редакционно-издательского совета КГТУ

### **ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ**

Азаров В.И. – д.т.н., проф., МГУЛ  
Бирюков В.Г. – д.т.н., проф., МГУЛ  
Глухих В.В. – д.т.н., проф., УГЛТУ  
Мальшева Г.В. – д.т.н., проф., МГТУ им. Н.Э. Баумана  
Покровская Е.Н. – д.т.н., проф., МГСУ  
Рыбин Б.М. – д.т.н., проф., МГУЛ  
Рыкунин С.Н. – д.т.н., проф., МГУЛ  
Сергеевичев В.В. – д.т.н., проф., СПбГЛТУ  
Платонов А.Д. – д.т.н., проф., ВГЛТА  
Титунин А.А. – к.т.н., проф., КГТУ  
Уголев Б.Н. – д.т.н., проф., МГУЛ  
Угрюмов С.А. – д.т.н., проф., КГТУ  
Цветков В.Е. – д.т.н., проф., МГУЛ

А437

Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса : материалы международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию кафедры механической технологии древесины ФГБОУ ВПО КГТУ / отв. ред. С.А. Угрюмов, Т.Н. Вахнина, А.А. Титунин. – Кострома : Изд-во КГТУ, 2012. – 219 с.  
ISBN 978-5-8285-0623-1

Материалы конференции представлены 98 статьями, содержащими результаты работ в областях исследования строения и свойств древесины и древесных материалов, современных технологических процессов получения изделий из древесины, прогрессивных технологий и техники лесозаготовительного и лесовосстановительного производств, экологических и экономических аспектов технологии лесовосстановительных, лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств. Материалы исследований отражают современный уровень знаний в данных научных направлениях и могут быть полезны для ученых, работников производства, преподавателей, аспирантов и студентов вузов лесного комплекса.

УДК 634.674

**П.А. Аксенов,**

канд. с.-х. наук, заведующий лабораторией, ФГБОУ ВПО МГУЛ, Мытищи, РФ.  
axenov.pa@mail.ru

**К.С. Погуляй,**

магистр ФЛХ ФГБОУ ВПО МГУЛ, Мытищи, РФ.  
valentina\_sidulina@mail.ru

*Изучено строение древесины морёного дуба с использованием методов световой микроскопии. Выявлен ряд структурных признаков, присущих топляковой древесине дуба. Сделаны выводы о причинах и механизмах формирования специфических особенностей топляковой древесины дуба в условиях пресного водоёма.*

Изучение микро- и наноструктуры древесины мореного дуба – важный этап в осмыслении процессов, происходящих в древесине при ее длительном контакте с водной средой. Знание механизмов естественного образования древесины мореного дуба необходимо для научного обоснования и дальнейших разработок искусственных ускоренных методов получения декоративной мореной древесины. Изучением микроструктуры нативной древесины различных видов рода *Quercus* L. занимались многие авторы [1, 2, 3, 4, 5 и многие другие]. Микроструктура древесины мореного дуба в литературных источниках освещена крайне слабо.

Работа проводилась с высушенными до нормализованной влажности  $W = 12\%$  образцами древесины мореного дуба из Воронежской области возрастом не менее 1000 лет (возраст определён методом радиоуглеродного анализа).

Радиальный прирост исследуемой древесины колеблется в пределах 1,3–2,7 мм. Средний радиальный прирост составляет  $2,4 \pm 0,1$  мм. Представленная древесина имеет темно-бурый (почти черный) цвет. Радиальные трещины узкие (0,1–0,3 мм), встречаются редко (0,5–1 на 1 см в тангенциальном направлении). Измерение усушки проводилось по стандартной методике. Радиальная усушка составила  $5,39 \pm 0,03\%$ , тангенциальная –  $10,92 \pm 0,04\%$ .

Для стереомикроскопических исследований (получение фотографий поверхностей с увеличением не более  $100^{\times}$ ) торцевую, тангентальную и радиальную поверхность образцов шлифовали с помощью ленточной шлифовальной машины со средней зернистостью наждачного полотна. Затем поверхность зачищали с помощью острого ножа и, на последней стадии, с помощью санного микротомы МС-2 (с минимальным углом отклонения ножа). Микроскопирование проводили на стереоскопическом микроскопе МБС-10 в светопольном режиме и режиме косого света. Структуры фотографировали с помощью цифровой камеры.

Для микроскопических исследований из образцов вырезали кубики со стороной 6–8 мм. Для удаления воздуха образцы проваривали в водной среде. Размягчение древесины осуществлялось в смеси глицерина и этанола (2:1) в течение недели при температуре  $45 \pm 2$  °С. Срезы, толщиной 10–60 мкм, получали на салазочном микротоме МС-2. Часть срезов окрашивали 0,5 %-ным водным генцианвиолетом и тионином (по Стоутсону). Временные глицериновые и водно-глицериновые микропрепараты изготавливали по общепринятой методике. Микроскопирование проводили на исследовательском микроскопе Jenoval (Carl Zeiss), снабженным окуляр-микрометром.

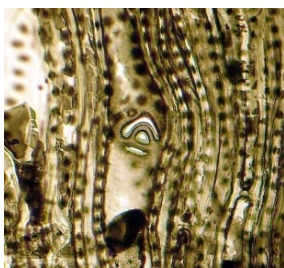
В процессе сравнительно-анатомического исследования выявлен ряд микроструктурных отличий анализируемой топляковой древесины от нативной широколиственной ядровой древесины дуба черешчатого.

Радиальные трещины и S1–S2 расслоения стенок волокнистых элементов, практически, отсутствуют. Изменения размеров и формы просветов трахеальных анатомических элементов встречаются редко.

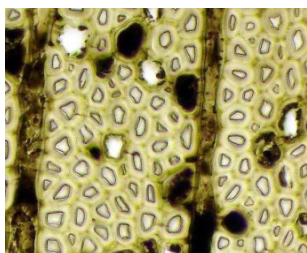
Клеточные стенки всех анатомических элементов древесины имеют желто-бурю окраску, не отмываемую растворителями различной полярности (вода, этанол, ксилол) (рис. 1, 2). Интенсивность окраски стенок варьирует незначительно, слабо зависит от типа анатомического элемента. Нами замечено, что при увеличении продолжительности естественного морения древесины дуба, цвет клеточных стенок и аморфных отложений в паренхимных клетках усиливается от темно-желтого до почти чёрного.



**Рис. 1.** Радиальный срез в зоне ранней древесины. По центру – ранние сосуды окруженные волокнистыми трахеидами. Сверху и снизу располагаются лучи. Окраска клеточных стенок – желто-бурая. Объектив: С-Plan 12,5/0,3, ∞/0,17. Неокрашенный препарат



**Рис. 2.** Тангентальный срез в зоне поздней древесины. Видны контрастированные тёмные полости всех пор. Объектив: С-Plan 40/0,65, ∞/0,17. Неокрашенный препарат



**Рис. 3.** Поперечный срез поздней зоны кольца. Внутренние поверхности клеточных стенок полостей волокон выстланы темно окрашенным слоем. Объектив: С-Plan 40/0,65, ∞/0,17. Неокрашенный препарат



**Рис. 4.** Радиальный срез в зоне ранней древесины. В протопластах паренхимы наблюдаются отложения аморфных веществ. Объектив: С-Plan 12,5/0,3, ∞/0,17. Неокрашенный препарат

Внутренние полости, практически, всех пор контрастированы более темными оттенками основного цвета, вследствие присутствия темно окрашенных деградированных внутренних слоев клеточной стенки и наличием в полости поры аморфных осадков (рис. 2, 5). Диаметры просветов пор увеличены, в особенности у паренхимных элементов. Внутренние поверхности клеточных стенок полостей большинства анатомических элементов древесины выстланы темно окрашенным слоем толщиной 0,25–5 мкм. При этом толщина стенок уменьшается с увеличением мощности выстилающего слоя. Данный слой, вероятнее всего, является продуктом деградации внутренних слоев клеточных стенок, что подтверждается наличием в слое деструктурированных пор или их элементов, присущих не разрушенной части клеточной стенки. Кроме этого в слое могут находиться продукты осаждения дубильных и прочих экстрактивных веществ, как результат медленно протекающего процесса взаимодействия древесного вещества с компонентами пресных вод. Несомненно, определенный вклад в деструкцию топяковой древесины и образование продуктов деградации древесного вещества вносит микрофлора, нередко фиксируемая в полостях клеток. Бактерии и грибы, последствия деятельности которых особенно хорошо просматриваются в полостях паренхимных клеток, в процессе своей жизнедеятельности и после отмирания способны оставлять в полостях клеток древесины различные аморфные скопления органических веществ вторичного биогенного происхождения (например – производные хитина). Разнообразные темно окрашенные отложения аморфных веществ совместно с продуктами деградации внутренних слоев клеточной стенки наблюдаются в полостях почти всех паренхимных клеток (лучей и аксиальной паренхимы). Толстые слои – продукты деградации клеточных стенок, растрескиваясь, отделяются от не разрушенной части стенки, в дальнейшем, смешиваясь с прочими осадками, закупоривают просвет трахеального элемента. Это явление фиксируется в полостях трахеид и члеников поздних сосудов (рис. 5).

Радиальный диаметр просветов ранних сосудов ( $285 \pm 60$  мкм) превышает тангенциальный ( $191 \pm 45$  мкм) на  $49 \pm 6$  %. Тилы в члениках ранних сосудов встречаются в виде мелких фрагментов. Это связано со значительными разрушениями их неодревесневших клеточных стенок. Вероятно, органическое содержимое тил (включая дубильные вещества) при высвобождении вступает в ряд физико-химических преобразований в значительной степени сказывающихся на процесс «морения» древесины дуба. Просветы поздних сосудов на поперечном срезе образуют «язычки», расширяющиеся к границе годичного кольца. Форма и поперечные размеры просветов члеников сосудов поздней древесины, практически, неизменны. Наиболее близки к нативному состоянию волокна либриформа. Их клеточные стенки, визуальнo, наиболее устойчивы к деструктирующим факторам. Полости либриформа выстланы очень тонким коричневым слоем, толщиной менее 0,5 мкм (рис. 3). Высокая степень деструкции клеточной стенки встречается у аксиальной паренхимы и трахеид. Полости клеток лучевой и тяжелой паренхимы насыщены бесформенными структурами и каплевидными образованиями, имеющими различную интенсивность окраски. Часто полость паренхимной клетки, включая полости окружающих пор, полностью заполнены аморфным веществом (рис. 4, 6). Паренхимные клетки, в особенности лучевые, нередко содержат крупные призматические кристаллы оксалата кальция (размером до 15 мкм), которые являются продуктом жизнедеятельности дуба. Прозрачные кристаллы контрастно и полихромно отличаются от просветов клеток при использовании метода поляризационного микроскопирования (рис. 6).

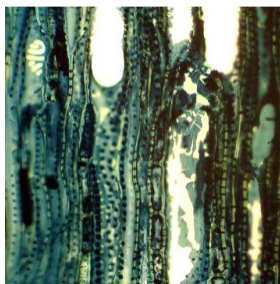


Рис. 5. Радиальный срез в зоне ранней древесины. Наблюдается растрескивание внутреннего выстилающего слоя в широкопросветном членике сосуда.  
Объектив: С-Plan 25/0,45, ∞/0,17.  
Окраска: водный тионин

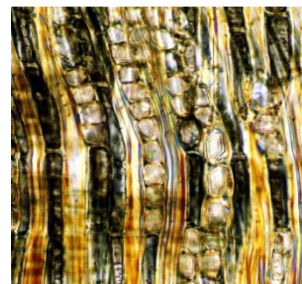


Рис. 6. Радиальный срез в зоне поздней древесины. Видны группы призматических кристаллов оксалата кальция в клетках аксиальной паренхимы.  
Объектив: С-Plan 25/0,45, ∞/0,17.  
Поляризационный режим

Таким образом, деформации клеточных стенок трахеальных анатомических элементов обнаруживаются редко. Межклеточные «щели» и микротрещины отсутствуют. Средняя пластинка (как наиболее лигнифицированный элемент древесины) не разрывна, прочно связывает смежные клеточные стенки. Полости всех паренхимных клеток содержат аморфные осадки различной структуры. Внутренняя поверхность полостей большинства клеток покрыта хрупким темно окрашенным слоем, вероятно, являющимся производным следующих основных процессов, протекающих в естественной среде топяковой древесины: локальной деструкции клеточной стенки (со стороны, контактирующей со свободной водой), химического осаждения экстрактивных веществ (преимущественно флобафены), действия микрофлоры на древесину.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вихров В.Е. Строение и физико-механические свойства ранней и поздней древесины дуба / В.Е. Вихров // Труды института леса АН СССР. Т. 9. – 1953. – С. 29–37.
2. Туманян С.А. Сравнительно-анатомическое исследование древесины представителей рода *Quercus* L. / С.А. Туманян // Труды института леса АН СССР. Т. 9. – 1953. – С. 39–69.
3. Яценко-Хмелевский А.А. Анатомическое строение древесины основных лесообразующих пород СССР. Дуб – *Quercus* L. / А.А. Яценко-Хмелевский, К.И. Кобак. – Л.: Наука, 1978. – С. 15–31.
4. Атлас древесины и волокон для бумаги / под ред. Е.С. Чавчавадзе. – М.: Ключ, 1992. – 336 с.
5. Аксенов П.А. Сравнительно-анатомическое исследование древесины дуба, применяемой в виноделии / П.А. Аксенов, В.В. Коровин // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2010. – № 3. – С. 5–15.

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ  
ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

**Материалы Международной научно-технической конференции,  
посвященной 50-летию кафедры механической технологии древесины  
ФГБОУ ВПО КГТУ**

**9–12 октября 2012 г.**

*Издаются в авторской редакции*

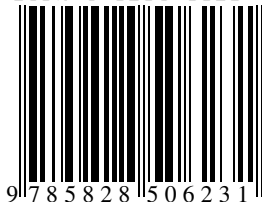
---

Подписано в печать 9.08.12. Формат бумаги 60×84 1/8.  
Печать трафаретная. Печ. л. 27,375. Заказ 404. Тираж 75.

Редакционно-издательский отдел  
Костромского государственного технологического университета

156005, г. Кострома, ул. Дзержинского, 17

ISBN 5-8285-0623-4



9 785828 506231