вание устойчивых химических связей характеризует длительный защитный эффект (огне-, биозащита, устойчивость к старению, снижение адсорбции воды, дымоподавление [4]) (табл. 2).

Таблица 2

Дымообразующая способность и адсорбционная способность нативной древесины и древесины модифицированной фосфорорганическими соединениями

Вещество	D_m, м^2/кг	a_m, %
Диметилфосфит (ДМФ)	510–550	160
Диэтилфосфит (ДЭФ)	160–200	155
Дифенилфосфит (ДФФ)	740–780	163
ПФА-1	400–440	188
Исходная древесина	970–1030	280

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Покровская Е.Н. Сохранение памятников деревянного зодчества с помощью элементоорганических соединений // М.: Изд-во АСВ. – 2009. – 136 С.
2. Покровская Е.Н. Химико-физические основы увеличения долговечности древесины. – М.: Изд-во АСВ. – 2003. – 104 с.
3. Покровская Е.Н., Ковальчук Ю.Л. Биокоррозия, сохранение памятников истории и архитектуры: монография. – М.: МГСУ. – 2013. – 212 с.
4. Дымообразующая способность и токсичность продуктов сгорания древесных материалов при поверхностном модифицировании элементоорганическими соединениями / Е.Н. Покровская, Ф.А. Портнов, А.А. Кобелев, Д.А. Корольченко Пожаровзрывобезопасность. – 2013. – Т. 22. – № 10. – С. 40–46.
5. Дерягин Б.В., Абрикосва И.И., Лифшиц Е.М. Молекулярное притяжение конденсированных тел // Успехи физических наук. 1958. Т. LXIV. Вып. 3. – С. 494–526
6. Дерягин Б.Д., Чураев Н.В. Смачивающие пленки. – М.: Наука, 1984. – 60 с.
7. Айзенштадт А.М. Термодинамическая оптимизация состава нанокомпозитов горных пород // Инновационные материалы и технологии для строительства в экстремальных климатических условиях: Материалы конференции. – Архангельск: САФУ, 2014. – 244 с

УДК 630*812

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ ПОПЕРЕК ВОЛОКОН ДРЕВЕСИНЫ КОЛЬЦЕСОСУДИСТЫХ ПОРОД

Б.Н. Уголев, д-р техн. наук, профессор,
ФГБОУ ВПО МГУЛ, г. Мытищи, РФ
ugolev@mgul.ac.ru
Г.А. Горбачева, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО МГУЛ, г. Мытищи, РФ
gorbacheva@mgul.ac.ru
А.А. Калинина, вед. инженер, ФГБОУ ВПО МГУЛ, г. Мытищи, РФ
kalinina@mgul.ac.ru
Д. В. Смирнов, студент, ФГБОУ ВПО МГУЛ, г. Мытищи, РФ
luxsor96@mail.ru

Данная статья посвящена исследованию деформационных превращений поперек волокон, редуцированной усушки древесины дуба. Приводится сравнительный анализ закономерностей деформирования для древесины дуба и ясеня.

Материаловедческие показатели эффекта памяти формы древесины обоснованы на ее деформационных превращениях. Ряд деформационных превращений наблюдается в замороженных деформациях [1, 5, 8–11]. В направлении поперек волокон деформационные превращения имеют сложный характер, обусловленный усушкой, и могут быть использованы для разработки режимов сушки [3, 4, 12]. Было показано, что замороженная усушка линейно зависит от величины растягивающих напряжений [4, 6, 7]. Особенности строения древесины на различных уровнях (макро-, мезо-, микро-, нано-) отражаются на показателях деформационных превращений. Для исследований были использованы образцы из древесины кольцесососудистых пород – дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) и ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.).

Экспериментальные исследования деформационных превращений были проведены по ранее разработанной методике на установке кафедры древесиноведения [4], которая позволяет измерять и регулировать температуру от 20 до 80 °С и влажность воздуха до 100 %, величину растягивающей нагрузки, перемещения с точностью до 0,002 мм. Испытания на растяжение в тангенциальном направлении проводились на образцах из древесины дуба и ясеня размерами 30×17×3 мм, с рабочей частью 25 мм. Начальная влажность образцов превышала предел насыщения клеточных стенок. Экспериментальная установка дополнительно была оснащена устройством для измерения текущей влажности испытуемого образца.

Эксперименты проводились по следующей схеме: свободная усушка, свободное разбухание, усушка под нагрузкой. Предварительно были определены значения свободной усушки для различных образцов. На рис. 1 показано изменение усушки образцов древесины дуба и ясеня во времени. Как следует из графиков, усушка древесины дуба проходит интенсивнее, величина усушки дуба примерно на 25 % больше, чем древесины ясеня.

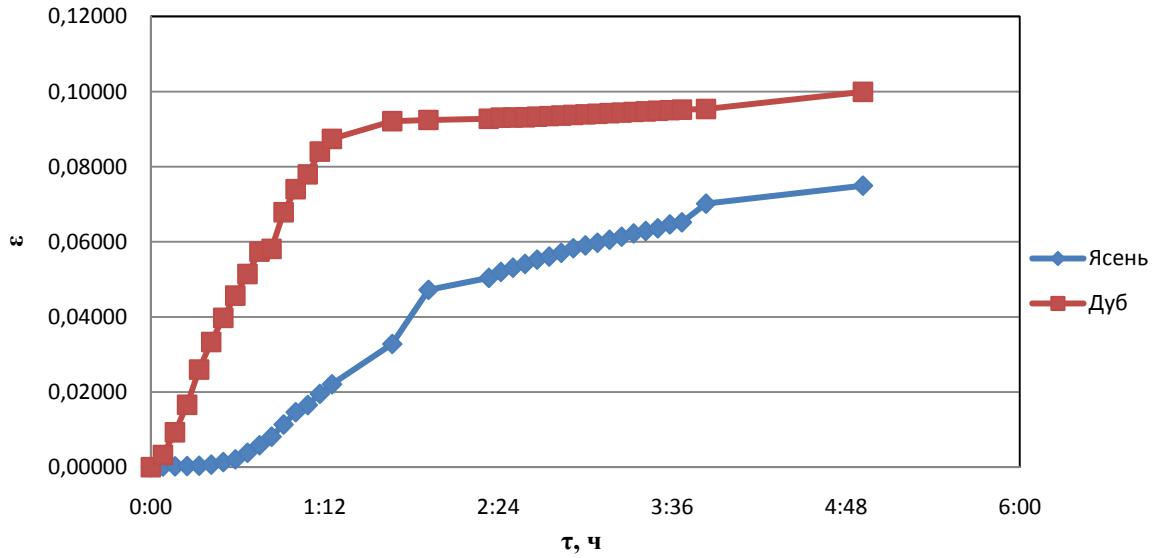

Рис. 1. Изменение свободной усушки образцов древесины дуба и ясеня во времени, тангенциальное направление, t = 80 °C, Wнач = 86 %, Wкон = 2 %

Методика предусматривала определение всех компонентов гигромеханической деформации на одном образце. Для определения величины редуцированной и замороженной усушки сушка образцов проводилась под действием растягивающих напряжений (1,4 МПа, 0,87 МПа, 0,51 МПа и 0,35 МПа). На рис. 2 показаны изменения деформации во времени при сушке под нагрузкой образцов древесины дуба и ясеня.

Как следует из рис. 2, величина общей гигромеханической деформации при растяжении для древесины дуба выше, чем для древесины ясеня. Согласно литературным данным [2], при комнатной предел прочности при растяжении в тангенциальном направлении для древесины дуба незначительно меньше, чем для древесины ясеня, 2,84 МПа и 3,53 МПа, соответственно.

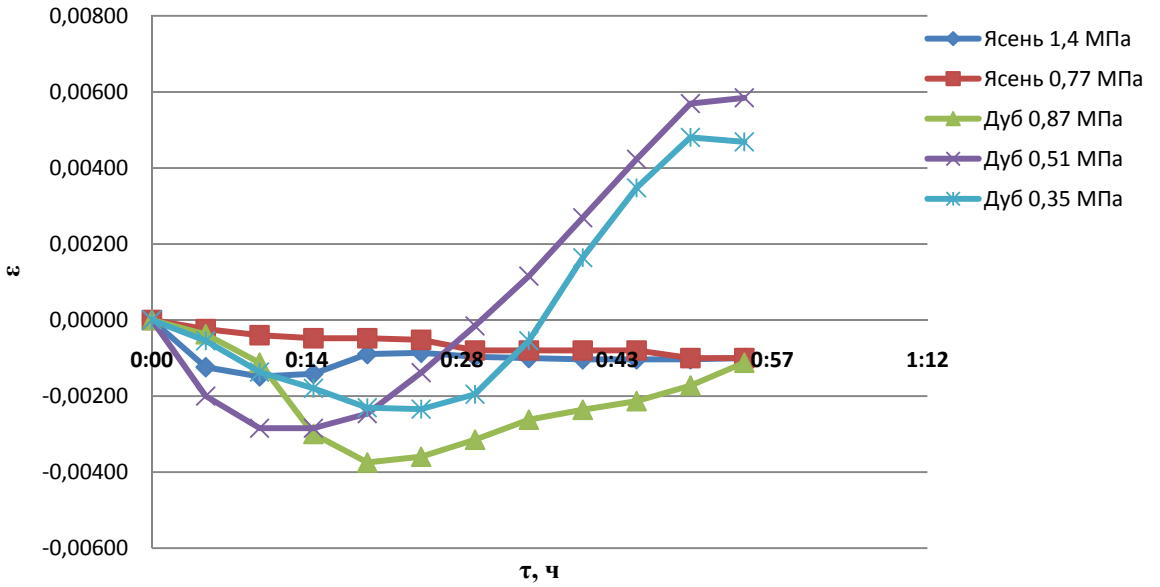

Рис. 2. Изменение деформации во времени при сушке образцов под действием растягивающих напряжений, тангенциальное направление, t = 80 °C, Wнач = 86 %, Wкон = 2 %

При повышенной температуре и небольших размерах образца влияние особенностей строения сказывается в большей мере. По сравнению с древесиной ясеня, дуб имеет неоднородное строение, более крупные сосуды и широкие сердцевинные лучи (шириной до 30 клеток), содержание лучей дости-

гает 33 % [13]. При одной и той же процедуре испытаний на образцах из древесины дуба процесс усушки идет более интенсивно, это отражается на величине редуцированной усушки. Сушка под сравнительно небольшими растягивающими напряжениями приводит к разрушению образца. Проведенные исследования позволяют выявить закономерности образования редуцированной и замороженной усушки для различных пород и установить взаимосвязи с особенностями анатомического строения.

Таким образом, исследования закономерностей деформационных превращений древесины при сушке под действием растягивающих нагрузок представляет древесиноведческий интерес и имеют практическое значение, могут быть использованы для разработки режимов сушки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбачева Г.А. Деформационные превращения древесины при из-менении нагрузки, влажности и температуры: дис. … канд. техн. наук: МГУЛ – М., 2004. – 198 с.
2. Боровиков А.М., Уголев Б.Н. Справочник по древесине. – М.: Лесная промышленность, 1989. – 246 с.
3. Санаев В.Г. , Уголев Б.Н., Галкин В.П., Калинина А.А., Аксенов П.А. Изменение усушки древесины при развитии сушильных напряжений / Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2015. – Т. 19. – № 1. – С. 54–58.
4. Уголев Б. Н., Галкин В.П. Влияние нагрузки на усушку древесины / Технология и оборудование для переработки древесины: сб. науч. тр. – Вып. 342. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. – С. 4–8.
5. Уголев Б. Н. История и перспективы развития исследований сушильных напряжений в древесине / Труды 2-го международного симпозиума «Строение, свойства и качество древесины». – 1997. – М.: МГУЛ. – С. 230–238.
6. Уголев Б. Н., Галкин В.П., Горбачева Г.А., Калинина А.А. Обратимость деформаций древесины, остающихся после сушки под действием растягивающей нагрузки / Технология и оборудование для переработки древесины: сб. науч. тр. – Вып. 353. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2011. – С. 13–16.
7. Уголев, Б.Н., Галкин В.П., Калинина А.А. Исследование влияния уровня нагрузки и влажности на величину замороженной усушки древесины // Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса: материалы международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию кафедры механической технологии древесины ФГБОУ ВПО КГТУ.– Кострома, 2012. – С. 42.
8. Ugolev, B.N. General laws of wood deformation and rheological properties of hardwood. Wood Science and Technology. – 1976. – 10(3): 169–181.
9. Ugolev, B.N. Stress–strain state of wood at kiln drying. / B.N. Ugolev, N.V. Skuratov // Wood Science and Technology. – 1992 – 26(3): 209–217.
10. Ugolev, B.N. Wood as a natural smart material // Wood Science and Technology. – 2014. – 48(3): 553–568.
11. Ugolev, B. N. Wood Drying Strains / B.N. Ugolev // Proc. 9th Inter. IUFRO Wood Drying Conference. – Nanjing, China, 2005: 13–23.
12. Ugolev,B.N., Galkin, V.P., Gorbacheva, G.A., Kalinina, A.A. Frozen shrinkage of wood// Proceedings 6th International symposium IUFRO –TUZVO «Wood Structure and Properties'10». – Zvolen, Slovakia, 2011: 73–77.
13. Wagenfuhr, R., Scheiber, Chr. Holzatlas. – 3. Aufl. – Leipzig: Fachbuchverl. – 1989. – 720 p.

УДК 630.6

ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ, ОТБОРА И ЦЕЛЕВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗОНАНСНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

(НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОБЗОР)

В.И. Федюков, д-р техн. наук, профессор,
ФГБОУ ВПО «ПГТУ», г. Йошкар-Ола, РФ.
Fiv48@mail.ru

Приводится краткий экскурс в понятие о резонансной древесине и способах диагностики ее технических свойств при целевым отборе на корню и использовании в производстве музыкальных инструментов, а также в изготовлении акустических панелей для концертных залов.

Термин *резонансная древесина*, если судить строго, неправилен как с физической, так и с технической точек зрения; длина звуковых волн, распространившихся по деке поперек волокон, весьма велика, по сравнению с расстоянием между самими волокнами древесины, поэтому древесину следует рассматривать в виде целостного материала, а не так, как ошибочно подразумевалось ранее – «акустическая система, где волокна играют роль натянутых струн и резонируют на звуки от инструмента» [3]. Иными словами, здесь не происходит явление резонанса, что принято считать в физике; к тому же, лишь 3–5% общей энергии, подводимой от струн к деке, излучается в окружающую среду в виде звука, а значительная часть ее теряется внутри материала и деталях ее закрепления на корпусе инструмента»[8].