

Д.М. Низматуллина¹, Е.Ю. Полищук¹, А.Б. Сивенков¹, Е.И. Стенина²
(¹Академия ГПС МЧС России; ²Уральский государственный
лесотехнический университет; e-mail: dinaraond81@mail.ru)

ГЛУБОКАЯ ПРОПИТКА ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Проведён анализ работ по огнезащитной обработке древесных материалов методом глубокой пропитки. Определены перспективные направления исследований в области глубокой пропитки древесных материалов антипиренами.

Ключевые слова: древесина, огнезащита, пропитка, пожарная безопасность.

D.M. Nigmatullina, E.Yu. Polishchuk, A.B. Sivenkov, E.I. Stenina DEEP IMPREGNATION OF WOODEN STRUCTURES TO INCREASE THEIR FIRE SAFETY

The analysis of researches on fire-retardant treatment of wood materials by the method of deep impregnation was carried out. Identified promising areas for research in the field of deep impregnation of wood materials with fire retardant.

Key words: wood, fire-retardant treatment, impregnation, fire safety.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 17 июля 2016 г.

Древесина – природный конструкционный материал, исторически занимающий лидирующие позиции в строительстве. По своим физико-механическим свойствам, соотношению показателя прочности к массе, конструкции из древесины и древесных композиционных материалов уступают только синтетическим полимерным композитам. К значительным недостаткам древесины относятся её повышенная горючесть и низкая устойчивость к воздействию микроорганизмов (гнилей).

Тенденции развития применения конструкций из древесины и материалов на её основе в строительстве формируют необходимость поиска путей повышения качества огнезащиты, достижения требуемых нормативных показателей горючести и огнестойкости.

Для повышения устойчивости к воздействию огня широкое распространение получили различные методы физико-химической обработки и конструктивной защиты. Физико-химические методы включают пропитку, а также нанесение защитных лакокрасочных покрытий и обмазок (штукатурок). Последние два метода физической защиты древесины основаны исключительно на формировании барьера на поверхности материала и не влияют на механизм горения.

Пропитка – процесс, основанный на введении в межклеточное пространство древесины растворов различных веществ в результате действия капиллярных, диффузных, центробежных [1] и гидравлических [2] сил или вследствие действия избыточного внешнего давления [3]. Пропитка считается физическим процессом, так как компоненты раствора, обычно, не взаимодействуют с компонентами древесины, однако, введение веществ в структуру древесины позволяет производить модификацию её свойств, основанную на изменении механизма отклика к действию внешнего источника тепла в присутствии антипиренов. Пропитка древесины может осуществляться различными методами и способами, включающими насыщение материала защитным препаратом [3]:

- за счёт капиллярного давления (все способы поверхностного нанесения и способ кратковременного окунания в защитные растворы сухих древесных сортиментов);

- диффузией (нанесение паст и обмазок на сырую древесину или её вымачивание в высококонцентрированном растворе антипирена);

- за счёт создания избыточного внешнего давления (в горяче-холодных ваннах или автоклавах).

Благодаря своей простоте и доступности наибольшее распространение получил метод поверхностной пропитки. Широкое применение данного метода обеспечивается развитием теоретических представлений о механизме влияния различных компонентов огнезащитных составов на процесс термического разложения компонентов древесины, что позволяет получать составы, обладающие высокой огнезащитной эффективностью даже при незначительном расходе ($100-200 \text{ г/м}^2$) [4]. Раствор, как правило, наносится на поверхность материала или конструкции кистью или распылением. Проникновение действующих веществ происходит за счет капиллярного давления на глубину до 2 мм для свежей и до 5 мм для старой древесины [1].

Главным недостатком применения методов поверхностной пропитки по месту установки конструкции является то, что такая обработка не влияет на квалификационное отнесение конструкций и материалов по показателям горючести и огнестойкости [5]. К технологическим недостаткам капиллярных способов пропитки относят длительность и малую глубину проникновения, исключающую возможность дальнейшей механической обработки лесоматериалов [1]. Качество поверхностной пропитки в значительной степени зависит от свойств обрабатываемой древесины. Относительно легко пропитываются безъядровые лиственные породы и заболонь ядровых лиственных и хвойных пород древесины, а спелодревесные хвойные породы и ядро хвойных и лиственных пород пропитываются трудно.

Основным отличием диффузионной пропитки от капиллярной является отсутствие требований к влажности пропитываемых изделий, а выдержка в растворе может составлять до нескольких недель.

Методы глубокой пропитки получили наибольшее развитие для биологической защиты древесины, эксплуатируемой во влажных и биологически агрессивных средах (столбы электропередач, шпалы, полы и ограждающие конструкции строений животноводческих комплексов и др.).

Анализ литературных источников показывает, что вопросам повышения пожарной безопасности деревянных конструкций с применением методов глубокой пропитки посвящено ограниченное количество работ. Так в статье [6] приводятся результаты исследования эффективности огнебиозащитного состава "КСД-А" (марка 1) при его введении в древесину способами автоклавной пропитки, а также пропитки методом горяче-холодных ванн. Авторами показана зависимость качества огнезащиты от привеса сухих солей, поглощённых древесиной. Привес 40 кг/м^3 обеспечивал значительное снижение горючести древесины. В этом случае древесина относилась к материалам слабогорючим (Г1), не распространяющим пламя по поверхности (РП1), трудновоспламеняемым (В1), с умеренным дымообразованием (Д2). В качестве преимущества автоклавной пропитки в этом случае отмечается меньшая продолжительность процесса пропитки.

Вместе с тем основными недостатками применения автоклавного метода глубокой пропитки являются технологическая сложность процесса обработки и ухудшение физико-механических свойств конструкций [7], что должно оказывать негативное влияние на огнестойкость деревянных конструкций. В этом плане более привлекательны методы, исключающие применение высокого давления, основанные на явлениях диффузии и капиллярного эффекта.

В качестве альтернативы автоклавному методу пропитки в работе [2] предлагается применение электрогидравлического эффекта. Предложенная схема предполагает создание на поверхности пропитываемого материала серии электрических импульсов, приводящих к формированию множественных гидравлических ударов, способствующих глубокому проникновению жидкости в материал. При 100 импульсах мощностью, обеспечивающей формирование кратковременного избыточного давления на уровне 650 атм , достигается глубина пропитки 20 мм в течение 2 мин. , в то время как при автоклавной пропитке с давлением 20 атм в течение 30 мин. достигается глубина пропитки на уровне 15 мм . К сожалению, в работе [2] отсутствует информация о влиянии предложенных режимов пропитки на физико-механические свойства древесины, а также о характере возможных внутренних разрушений микроструктур древесного материала.

Основным критерием качества огнезащитной обработки методом пропитки обычно является количество сухих веществ и, в меньшей степени, глубина пропитки. В то же время имеются работы, например, [8], в которых было показано, что на качество огнезащиты в большей степени влияет толщина оболочки (глубина проникновения) и в меньшей степени плотность (поглощение антипирена). Максимальная эффективность достигается при глубокой пропитке с высоким поглощением антипирена. Однако чрезмерное увеличение содержания солевых компонентов огнезащитных составов в древесине приводит к изменению структуры клеточных стенок, их утолщению, разрыхлению и, как следствие, к снижению прочностных характеристик деревянных элементов [9].

В настоящее время практически полностью отсутствуют работы по исследованию влияния пропитки древесины огнезащитными составами на основе олигомерных и полимерных продуктов. К таким составам можно отнести эффективные композиции на основе амидофосфатов [4, 9]. Данные продукты имеют хорошую совместимость с древесиной и имеются все предпосылки к их применению для глубокой пропитки конструкций на основе древесины с целью снижения пожарной опасности и повышения огнестойкости. При этом они не должны оказывать негативного влияния на физико-механические и другие эксплуатационные свойства пропитанных конструкций.

Перспективным является исследование влияния на огнезащитные и физико-механические свойства древесины глубокой пропитки продуктами окисления полисахаридов растительного сырья. Применяемые модифицированные полисахариды при огневом воздействии имеют ярко выраженный интумесцентный (вспучивающийся) механизм огнезащиты [10].

Успешность применения составов на основе окисленного растительного сырья заключается в химической природе этих высокомолекулярных продуктов, которая является родственной для углеводной части древесного композита. Кроме этого, данные составы обладают высокой адгезионной способностью, что позволяет предположить благоприятное распределение состава в структуре древесины и значительное упрочнение пропитанной части деревянной конструкции. Применение способа глубокой пропитки древесины составами на основе растительного сырья дает возможность получения повышенных эксплуатационных и пожаробезопасных характеристик деревянных конструкций. Основной задачей при этом является отработка оптимальных технологических режимов пропитки древесных материалов и конструкций с получением высококачественных показателей и повышения их пожарной безопасности.

Литература

1. **Григорьев Г.В.** Совершенствование центробежного способа пропитки лиственной древесины: Дис. ... канд. техн. наук. С-ПбГЛТУ, 2013. 147 с.
2. **Саенко А.И.** Повышение огнезащиты древесины глубокой пропиткой антипиренами на основе электрогидравлического эффекта: автореф. ... канд. техн. наук. Харьков, 1998. 18 с.
3. **Стенина Е.И., Левинский Ю.Б.** Защита древесины и деревянных конструкций: учебное пособие // Урал. гос. лесотехн. ун-т. Екатеринбург: УГЛТУ, 2012. 219 с.
4. **Афанасьев С.В., Балакин В.М.** Теория и практика огнезащиты древесины и древесных изделий: монография. Самара, 2012. 138 с.
5. **Полищук Е.Ю., Сивенков А.Б., Бирюков Е.П.** Нормативные требования к огнезащите древесины и экспертная оценка её качества // Пожары и ЧС: предотвращение, ликвидация. № 2. 2016. С. 77-80.
6. **Кулаков В.С., Крашенинникова Н.Н., Сивенков А.Б. и др.** Снижение пожарной опасности деревянных строительных конструкций способом глубокой пропитки древесины огнебиозащитным составом КСД-А (марка 1) // Пожаровзрывобезопасность. Т. 21. Спецвыпуск, 2012. С. 35-42.
7. **Сморчков А.А., Орлов Д.А., Кретова В.М.** Исследование влияния огнезащитной пропитки конструкций из древесины на их напряжённо-деформированное состояние // Труды Юго-Западного государственного университета. № 4. 2012. С. 20-21.
8. **Максименко Н.А.** Исследование зависимости между показателями пропитки и огнезащищённостью древесины // Деревообрабатывающая промышленность. № 2. 1978. С. 12-13.
9. **Озаркив И.М., Демчина Р.А., Грыдзук П.П. и др.** Усовершенствование технологии пропитки древесины способом "прогрев-холодная ванна" с использованием амидофосфата КМ // Известия ВУЗов: Лесной журнал. № 5. 2015. С. 154-164.
10. **Асеева Р.М., Серков Б.Б., Сивенков А.Б. и др.** Исследование механизма термического разложения модифицированных полисахаридов // Вестник Академии ГПС МЧС России. № 6. 2003. С. 3-12.