

грамм, характеризующие изменения параметров растущего дерева по высоте ствола.

Для сравнения были использованы данные экспериментального исследования объемного распределения заболони в пиловочных сортиментах Калинина Д.А.[3], которые были проведены Братском районе Иркутской области.

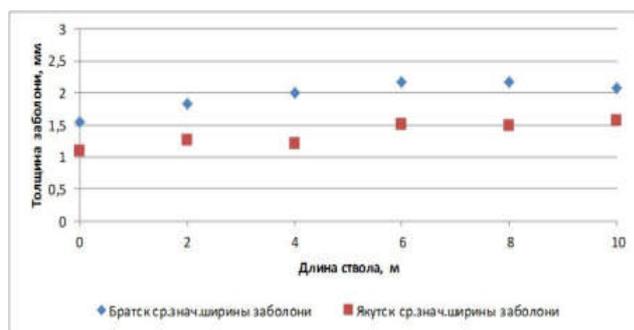


Рис. 2. График изменения толщины заболони в зависимости от длины ствола

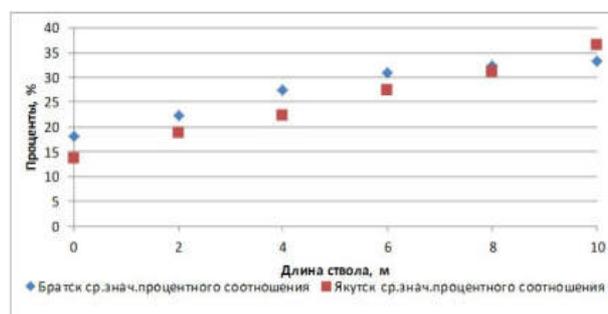


Рис. 3. График изменения процентного соотношения объема заболони к объему ядровой части ствола в зависимости от длины ствола

Из представленных графиков видно, что, несмотря на значительное различие в толщине заболонного слоя у древостоев одной породы, произрастающих в различных почвенно-климатических условиях, процентное содержание заболонной зоны совпадает в пределах 5% и сохраняет тенденцию к увеличению по длине ствола. Что может служить поводом для вынесения гипотезы о том, что древесина, произрастающая в более суровых климатических условиях, будет иметь меньшие показатели полндревесности и годового прироста, а следовательно и толщину клеточных стенок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бокщанин Ю.Б. Обработка и применение древесины лиственницы / Ю.Б. Бокщанин. – М., 1982.
2. ГОСТ 2410–81. Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения. – М.: Изд-во стандартов, 1981.
3. Калинин Д.А. Формирование поставок с учетом макроскопического строения древесины лиственницы: дис. ... канд. техн. наук / Калинин Д.А. – СПб., 2004.

УДК 630.813.4

ПОЖАРООПАСНЫЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ В ПРИСУТСТВИИ ФОСФОР-, КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ АНТИПИРЕНОВ

Е.Н. Покровская,

д-р техн. наук, профессор НИУ МГСУ, г. Москва, РФ.
elenapokrovskaya@bk.ru

А.А. Кобелев,

канд. техн. наук, Академия ГПС МЧС России, г. Москва, РФ.
artemkobelev@gmail.com

Рассмотрены эффективность пропиточных комплексных составов для древесины на основе элементоорганических соединений и пожароопасные свойства модифицированной древесины.

Главным недостатком деревянных строительных конструкций является их высокая пожарная опасность. При возникновении пожара на объекте с применением древесины и материалов на ее основе появляется возможность его быстрого распространения и увеличивается вероятность гибели людей от комплексного воздействия таких опасных факторов, как: высокая температура окружающей среды, дым, токсичность продуктов сгорания. По данным МЧС России в 2010 году на территории Российской Федерации произошло 179 098 пожаров и погибло 12 983 человека. При этом более 70 % пожаров произошло в жилом секторе, 34 % пожаров и 43 % гибели людей – в сельской местности. Как известно, самое широкое применение деревянные конструкции находят именно в этих сегментах строительной отрасли.

Не менее значительной проблемой применения древесины в строительстве является ее склонность к биоразрушению. При благоприятных для грибов и насекомых условиях разрушение конструкции может произойти достаточно быстро, в течение нескольких лет. При этом основным фактором, определяющим развитие грибов является температурно-влажностный режим эксплуатации.

Эти проблемы можно эффективно решать применением пропиточных составов поверхностного нанесения с комплексом защитных свойств – огнебиозащита. Такие составы сейчас активно вне-

дряются в практику. Сравнительный анализ свойств современных комплексных составов показал, что имеется ряд недостатков. К основным из них относятся: высокий расход состава, низкая биозащитная или влагозащитная способность, высокая стоимость, необходимость применения дополнительных покрытий.

В результате исследований, проведенных в МГСУ профессором Покровской Е.Н. было установлено, что фосфорорганические соединения, являющиеся эффективными антипиренами и биоцидами, способны поверхностно модифицировать древесину в “мягких” условиях. Это позволило предположить, что возможно создание такого пропиточного состава на основе фосфор- и кремнийорганических соединений, с учетом прохождения химического взаимодействия между ними и поверхностным слоем древесины, который будет обладать длительным комплексным защитным эффектом.

На основании проведенного анализа способности различных классов фосфор-, кремнийорганических соединений вступать в химическое взаимодействие с поверхностным слоем древесины был произведен выбор компонентов для разработки огнебиозащитного состава (табл. 1).

Таблица 1

Компоненты разрабатываемых пропиточных составов

Наименование компонента	Общая формула	Интервал конц., % масс.	Растворитель
Антипирен, фунгицид	алкилфосфит $C_nH_{2n+1}PO_3$, где $n=1\div 3$	0 – 40	Вода
Гидрофобизатор	олигоорганосилоксаны: [C ₂ H ₅ SiHO] _n – полиэтилгидридсилоксан; [(CH ₃) ₂ SiO] _n – полидиметилсилоксан; [CH ₃ C ₆ H ₅ SiO] _n – полиметилфенилсилоксан; [CH ₃ CF ₃ C ₂ H ₄ SiO] _n – полиметилтрифторпропилсилоксан	5	Гексан

Методом «керамической трубы» (ГОСТ Р 53292–2009) исследована способность составов на основе эфиров фосфористой кислоты и олигоорганосилоксанов повышать огнезащитность древесины в зависимости от строения олигоорганосилоксана, концентраций компонентов и расходов готовых растворов.

Параметры нанесения для кремнийорганических соединений были выбраны на основании анализа работ по поверхностной модификации древесины. Оптимальная концентрация КОС в растворе гексана – 5%. Раствор наносится в один слой с расходом 100 г/м².

В результате установлено, что II группа огнезащитной эффективности достигается для концентраций ДМФ 10, 20 и 40% при расходах готового раствора 500, 300 и 200 г/м² соответственно. I группа достигается при концентрации 20 и 40% и расходах готового раствора 700 и 400 г/м² соответственно. Из комплексных составов наибольшим огнезащитным эффектом обладает рецептура на основе диметилфосфита и полиэтилгидридсилоксана. Потеря массы – 9%, что соответствует I группе огнезащитной эффективности.

Были проведены исследования пожароопасных свойств древесины.

В таблице 2 представлены результаты экспериментального определения следующих пожарнотехнических характеристик древесины: воспламеняемость (В), распространение пламени по поверхности (ИРП), дымообразующая способность (Д).

Таблица 2

Экспериментальные значения показателей пожарной опасности древесины в присутствии фосфор-, кремнийорганических соединений

Состав	Распространение пламени			Дымообразующая способность		Воспламеняемость		
	<i>l</i> , мм	<i>V</i> _{РП} , мм/с	<i>I</i>	<i>D</i> _м , м ² /кг	Группа	<i>q</i> _{ср} , кВт/м ²	<i>τ</i> , с	Группа
Древесина	300	3,12	60	1005	Д3	12,5	15	В3
Древесина+ДМФ	60	0,09	3,7	326	Д2	20	90	В2
Древесина+ДМФ + ПЭГС	45	0,09	1,2	294	Д2	20	80	В2
Древесина+ДМФ + ПМС	50	0,11	3,3	302	Д2	20	70	В2
Древесина+ДМФ + ПФМС	50	0,11	3,3	312	Д2	20	65	В2
Древесина+ДМФ + ПМТФПС	55	0,11	3,5	308	Д2	20	70	В2

В результате показано, что в присутствии пропиточных составов древесина переходит из группы материалов быстро распространяющих пламя (*I* > 20) в группу медленно распространяющих. За счет интенсивного коксообразования распространение практически прекращается. По дымообразующей

способности материал переходит из группы Д3 (материалы с высокой дымообразующей способностью) в группу Д2 (материалы с умеренной дымообразующей способностью). По воспламеняемости материал переходит из группы В3 (легковоспламеняемые) в группу В2 (умеренновоспламеняемые). При этом время до воспламенения образца также увеличивается с 15 до 65–90 с в зависимости от вида КОС.

В результате исследования токсичности продуктов сгорания древесины было установлено, что в присутствии разработанных пропиточных составов токсичность продуктов горения (на основании концентрации СО) несколько увеличивается. При этом группа материала по токсичности по ГОСТ 12.1.044–89 продуктов горения не изменяется – Т3 (высокоопасные материалы). Для древесины в присутствии разработанных составов характерно увеличение времени достижения максимальных концентраций СО и СО₂ на 8–10 мин.

В результате проведенных исследований, в качестве основы для разрабатываемого состава была выбрана огнезащитная композиция на основе диметилфосфита и полиэтилгидридсилоксана. На ее основе было разработан состав «Фоккос», на который были выпущены технические условия (ТУ-2345-001-08571133-2009) и отчет по классификационным испытаниям с подтверждением I группы огнезащитной эффективности, а также проведено опытное внедрение на ряде объектов огнезащиты. Сравнение состава «Фоккос» с современными составами с комплексным огнебиовлагозащитным эффектом показало, что разработанный состав является эффективным и по ряду характеристик превосходит современные антипирены с заявленным комплексным эффектом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Покровская Е.Н. Химико-физические основы увеличения долговечности древесины / Е.Н. Покровская. – М.: Изд-во АСВ, 2003. – 104 с.
2. Покровская Е.Н. Сохранение памятников деревянного зодчества с помощью элементоорганических соединений / Е.Н. Покровская. – М.: Изд-во АСВ, 2009. – 136 с.

УДК 630.815

ВЛИЯНИЕ СТАРЕНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА ДРЕВЕСИНЫ

Е.Н. Покровская,

д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВПО МГСУ, г. Москва, РФ
elenapokrovskaya@bk.ru

Рассмотрены вопросы физико-химического старения древесины, изменения её химического состава и влияния изменений на пожароопасные свойства древесины.

Изучение старения древесины является актуальной задачей науки и практики использования древесных материалов. Старение древесины – процесс, связанный с долговечностью изделий и конструкций из древесины, сохранностью памятников деревянного зодчества.

Основным химическим компонентом древесины является целлюлоза, которая составляет структурную основу растительных клеток. Целлюлоза связана водородными связями с макромолекулами лигнина, образуя лигноуглеводный комплекс (ЛУК). ЛУК твердолиственных пород составляет до 80% от массы полимерного композита древесины. Кроме ЛУК в древесине присутствуют полиозы (пентозаны, гексозаны), содержание которых невелико (15–20 %).

Физико-химические процессы старения состоят в изменении структуры и химического состава композита.

Изменение содержания компонентов древесины изучалось методами химического анализа [1]. Исследование проводилось на образцах древесины сосны, взятых с внутренних интерьеров исторических памятников, а также наружных конструкций. Также изучались образцы древесины дуба свайных фундаментов, находящихся в контакте с грунтами. Время эксплуатации исследуемой древесины составляло до 500 лет. Для внутренних конструкций изменение содержания лигнина в древесине стены, в течение 500 лет, не более 5,4 %, содержание целлюлозы изменилось на 3–7 %. В наружных конструкциях содержание целлюлозы уменьшается на 9–10 %. При контакте с грунтами содержание целлюлозы значительно изменяется (10–20 %). Но при этом происходит кальцинирование ЛУК, что обеспечивает сохранение прочности [2]. Через 500 лет в образцах древесины осталось всего 0,52 % пентозанов.

Изучение ИК-спектров образцов древесины памятников деревянного зодчества 1493, 1600, 1699, 1790, 1890, 1876, 1700, 1756 гг. и свежесрубленной древесины показало, что все спектры идентичны. Это свидетельствует об отсутствии химических изменений в древесинном веществе во времени, происходит лишь количественное изменение составляющих, наиболее значительные изменения во времени характерны для пентозанов. Образцы с наименьшим содержанием пентозанов содержат и меньшее ко-