

Е.А. ПЕТРОВА, канд. техн. наук,  
Московский государственный строительный университет

## Снижение горючести древесины

На протяжении многих тысячелетий человек использовал древесину в качестве основного материала для строительства жилья. В XXI в., веке высокотехнологичных строительных материалов, древесина продолжает оставаться одним из самых распространенных материалов для строительства дачных домов. Несмотря на многочисленные положительные качества, древесина имеет свои специфические особенности, которые необходимо учитывать при ее использовании. Прежде всего древесина легко возгорается и гниет, что обусловлено ее органической природой. Поэтому для продления срока службы ее необходимо защищать от гниения и возгорания с помощью пропиточных огнебиозащитных составов (био-пиренов). По данным управления ГО и ЧС, в Московской области в среднем каждый год сгорает порядка 3 тыс. дач и садовых домиков. Причиной каждого десятого возгорания является непредумышленный поджог. Под огнезащитой подразумевается обработка древесины специальными средствами, при которых она становится значительно более устойчивой к огневому воздействию.

В зависимости от назначения и области применения огнезащитные составы для деревянных поверхностей можно разделить на покрытия и пропитки.

К покрытиям относятся лаки, краски, эмали и об-мазки. Принцип их действия заключается в создании на защищаемой поверхности термоизолирующего слоя, который на определенное время предохранит древесину от термического разложения.

К пропиткам относятся антипирены и био-пирены. Принцип действия пропиток заключается в том, чтобы не допустить горения продуктов разложения древесины с образованием пламени. В этом случае при удалении пламени возгорания древесины не произойдет. Это достигается либо разбавлением горючих газообразных соединений негорючими газами путем снижения концентрации горючих веществ в области возможного горения, либо уменьшением процесса газификации поверхности древесины путем нанесения на нее газонепроницаемой пленки. В домашних условиях легче всего осуществить поверхностную (капиллярную) пропитку. Ее можно

проводить всеми способами нанесения — опрыскивани-ем, окунанием в раствор, обработкой кистью. Благодаря капиллярному всасыванию раствор проникает на глу-бину 1–2 мм.

Несмотря на многообразие средств огнезащиты, проблему снижения горючести древесины нельзя счита-ть решенной, поскольку известные составы не явля-ются атмосферостойкими, их нельзя хранить в условиях строительной площадки при пониженной температуре, что крайне важно в зимних условиях. Обладая высокой стоимостью, современные средства огнезащиты древе-сины недолговечны. Многие антипирены «высаливаю-ся» на поверхности древесины, что полностью исклю-чает возможность дальнейшей ее обработки декоративны-ми покрытиями.

На кафедре прикладной химии Московского госу-дарственного строительного университета для древе-сины создана рецептура огнебиозащитного пропиточного состава-реагента на основе органических фосфор- и азотсодержащих соединений [1].

Полученный состав — комплексная система из коксо-образователя, био-пирена и антифриза представляет собой прозрачную бесцветную жидкость плотностью  $(1,12–1,118) \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$  [ГОСТ 18995.1–73] с показателем преломления 1,442–1,448 [ГОСТ 18995.2–73], pH = 2,1–3, температурой застывания  $-30^\circ\text{C}$ , условной вязкостью 40–50 с [ГОСТ 8420–74] и живучестью не менее 500 сут. Благодаря эффекту антифриза полученный состав может выдерживать температуру до  $-30^\circ\text{C}$ , что значительно облегчит его хранение в условиях строительной площад-ки. Модифицированная древесина за счет кислых свойств в процессе пожара образует на поверхности не-прерывный отверждающийся вспученный слой, толщи-на которого увеличивается по мере возрастания темпе-ратуры. Этот процесс сопровождается выделением негорючих газов, разбавляющих в газовой фазе горючие про-дукты и создающих эффект «задувания».

Исследование механизма действия огнебиозащит-ного пропиточного состава проводили методом инфра-красной спектроскопии [2]. За счет взаимодействия

Таблица 1

Способ нанесения	Температура окружающей среды, °C	Относительная влажность воздуха, %	Расход состава (R) и время сушки (t) каждого слоя						Общий расход состава, кг/м <sup>2</sup>
			1-й слой		2-й слой		3-й слой		
			R <sub>1</sub> , кг/м <sup>2</sup>	t <sub>1</sub> , мин	R <sub>2</sub> , кг/м <sup>2</sup>	t <sub>2</sub> , мин	R <sub>3</sub> , кг/м <sup>2</sup>	t <sub>3</sub> , мин	
Кистью, валиком, распылением	+40	85	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	32
	+20								36
	0								55
	-15								78
	+40	75							22
	+20								32
	0								45
	-15								67
	+40	65							23
	+20								27
	0								38
	-15								51

Таблица 2

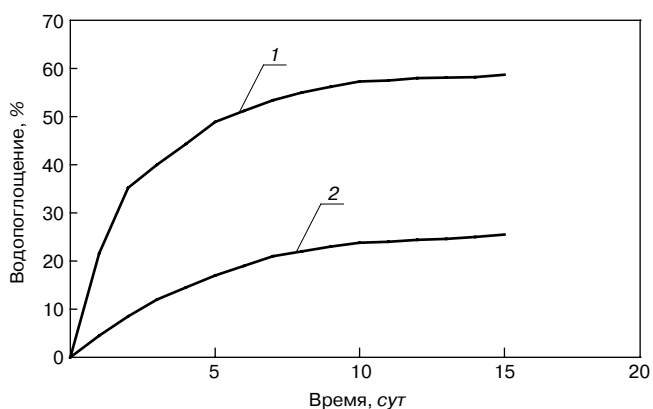
Вид древесины	Расход состава, кг/м <sup>2</sup>	Параметры горючести				Группа горючести древесины
		Температура дымовых газов, °С	Степень повреждения по длине образца, %	Степень повреждения по массе, %	Время самостоятельного горения, с	
Контрольный образец (незащищенная древесина сосны)	–	780	100	96.7	670	Г4
Модифицированная древесина сосны	0,1	119	38	18,1	0	Г1
	0,2	110	32	14,18	0	
	0,3	107	26	11,08	0	
	0,4	100	21	10,51	0	

Таблица 3

Вид древесины	Время выдерживания на культуре гриба, сут	Расход защитного состава, кг/м <sup>2</sup>	Результат биологических испытаний после выдержки на культуре гриба <i>Coniophora Cerebella</i>	
			Потери массы образцами, %	Визуальное наблюдение за образцами
Контрольный образец (незащищенная древесина сосны)	60	–	Разрушен полностью	Пышный рост гриба
Модифицированная древесина сосны	60	0,06	0	Отсутствие роста мицелия гриба

Таблица 4

Испытуемые ЛКМ	Расход ЛКМ, кг/м <sup>2</sup>	Состояние поверхности образца с ЛКМ по модифицированной древесине (сосна)	Расход пропиточного состава, кг/м <sup>2</sup>	Оценка адгезии в баллах
PESTO – стойкая к мытью краска для внутренних работ	0,25	Края надрезов гладкие и нет отслоившихся участков покрытия	0,1	1
			0,2	
			0,3	
			0,4	
Лак Bootsklarlac	0,1	Незначительное отслаивание в виде мелких чешуек (менее 5%). Нарушение более чем на 5% поверхности	0,1	1
			0,2	
			0,3	
			0,4	
Краска Миранол	0,1	Частичное или полное отслаивание покрытия вдоль линий надрезов (менее 5%)	0,1	1
			0,2	
			0,3	
			0,4	
Краска Миралкид	0,1	Полное отслаивание покрытия	0,1	1
			0,2	
			0,3	
			0,4	



Кинетика водопоглощения контрольных образцов и образцов, обработанных огнебиозащитным составом: 1 – контрольный образец (незащищенная древесина); 2 – образец защищенной древесины

карбоксильной группы малеиновой кислоты, а также этиленгликоля и диметилфосфита с оксигруппой целлюлозы образуются простые и сложные эфиры целлюлозы, которые дают поглощение в области спектра 1200–1500 см<sup>-1</sup>. На спектре исходной целлюлозы в этой области нет пика. Очевидно, что пропиточный состав вступает в химическую реакцию с древесиной.

Наносить полученный состав можно всеми известными способами (кистью, валиком, распылением) в три слоя с промежуточной сушкой в течение не менее 30 мин. Технология нанесения полученного состава приведена в табл. 1.

Испытания на горючесть в соответствии с ГОСТ 30244–94 показали, что полученный состав при расходе 0,1–0,3 кг/м<sup>2</sup> переводит древесину в группу слабогорючих материалов (Г1).

Необходимо учесть, что горение разных пород древесины отличается. Например, дуб из-за высокой плотности тяжело поджечь даже без пропитки; сосна или ель

Таблица 5

Показатели	Контрольные образцы сосны	Модифицированные образцы сосны
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	79	89,45
Предел прочности при сжатии вдоль волокон, МПа	43,68	48
Предел прочности при скалывании, МПа	7	7,4
Предел прочности при сжатии поперек волокон, МПа	10	12,67

Таблица 6

Серия	№ образца	Масса пластинки, кг		Площадь поверхности пластинки, м <sup>2</sup>	Время проведения испытания, ч	Потери массы пластинок, кг/(м <sup>2</sup> ·ч)
		до испытания	после испытания			
Контрольный (незащищенный образец сосны)	1	0,0197	0,0196	0,0021	720	8,8 · 10 <sup>-5</sup>
	2	0,0199	0,0198			6,1 · 10 <sup>-5</sup>
Образец модифицированной древесины сосны	3	0,0195	0,0188	0,0021	720	5,1 · 10 <sup>-5</sup>
	4	0,0196	0,0195			5,8 · 10 <sup>-5</sup>

горят очень хорошо. Поэтому все испытания препаратов проводили на образцах древесины сосны, которая рассматривается как своеобразный эталон.

Результаты испытаний по определению группы горючести древесины, модифицированной огнебиозащитным составом, приведены в табл. 2.

Полученный состав также обладает хорошим эффектом биозащиты. В соответствии с ГОСТ 30028.4–93 установлено, что при расходе состава 0,06 кг/м<sup>2</sup> модифицированная древесина устойчива по отношению к агрессивному дереворазрушающему грибу *Coniophora Cerebella*.

Данные биологических испытаний приведены в табл. 3.

Испытания в климатической камере [3] показали, что эффект огнезащиты сохраняется в течение не менее 6 лет, антисептирования – в течение не менее 15 лет.

Испытания на водостойкость [ГОСТ 16483.20–72] показали, что водопоглощение модифицированной древесины снижается по сравнению с незащищенной в 2,27 раза (рисунок).

При испытании на адгезию [ГОСТ 15140–78] не выявлено ограничений по обработке древесины, модифицированной огнебиозащитным составом, распространенными лакокрасочными материалами (ЛКМ) (адгезия в баллах для всех испытанных покрытий составила 1).

Результаты испытаний на адгезию к модифицированной древесине некоторых ЛКМ приведены в табл. 4.

Механические испытания [ГОСТ 16483.3–84; 16483.23–73; 16483.11–72; 16483.11–72; 16483.5–73; 16363–76] показали, что при всех видах напряженного состояния наблюдалось увеличение прочностных показателей древесины, модифицированной огнебиозащитным составом.

Прочностные показатели образцов модифицированной древесины приведены в табл. 5.

Это объясняется тем, что состав склеивает отдельные волокна древесины и улучшает условия их совместной работы.

Корродирующее действие средства огнезащиты на металл оценивают по потере массы металлических пластинок в граммах на 1 м<sup>2</sup> поверхности в час и вычисляют по формуле:

$$B = (A - B) / (П \cdot 720),$$

где В – потери массы пластинок, г · м<sup>-2</sup> · ч<sup>-1</sup>; А – масса пластинки до испытания, г; Б – масса пластинки после

испытания, г; П – площадь поверхности пластинки, м<sup>2</sup>; 720 – время проведения испытаний, ч.

Полученный огнебиозащитный состав выдержал испытание на корродирующее действие [ГОСТ 9.401–91], так как потери массы стальных пластинок здесь составили 5,1 · 10<sup>-5</sup> – 5,8 · 10<sup>-5</sup> кг/(м<sup>2</sup>·ч), что значительно меньше, чем в контрольной серии из незащищенной древесины. Потери массы пластинок получены расчетным путем, кг/м<sup>2</sup>·ч.

Технология приготовления огнебиозащитной композиции несложна и состоит из трех стадий. На первой стадии проводят реакцию каталитического гидролиза крахмала в присутствии минеральной кислоты. По мере завершения гидролиза в состав вводят часть азотсодержащего компонента смеси. Вторая стадия (синтез биопирена) происходит при медленном нагревании и выдерживании компонентов смеси 15 мин при температуре не выше 90°С. Третья стадия – приготовление пропиточного состава посредством смешивания и нагревания в течение 20–40 мин биопирена, полученного во второй стадии, и соответствующего водного раствора коксообразователя, полученного на первой стадии, с последующим введением антифриза [1].

Промышленное производство полученной огнебиозащитной пропитки экономически выгодно из-за ее невысокой стоимости, которая составляет 78 р./кг, что значительно дешевле, чем у ряда зарубежных составов (не менее 155 р./кг). С учетом небольшого расхода цена огнезащитной обработки невысока и составляет 0,31 р./м<sup>2</sup>. Для сравнения, стоимость огнезащитной обработки поверхности древесины зарубежными составами не менее 8 р./м<sup>2</sup>.

**Ключевые слова:** огнезащита древесины, биопирен, огнебиозащита, антифриз, горючесть.

#### Список литературы

1. Патент РФ № 2254228. Е.А. Петрова, А.Я. Корольченко. Состав для огне- и биозащиты древесины. Заявл. 13.11.2003. Опубл. 20.06.05. Бюл. № 17.
2. Беллами Л. Инфракрасные спектры молекул. М: Иностранная литература, 1957. 273 с.
3. НПБ 251–98 «Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытаний».
4. Способы и средства огнезащиты древесины. М: ВНИИПО, 1994.