

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОГНЕЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ

Любовь Вахитова

Старший научный сотрудник
ИНФОРУ НАН Украины,
г. Донецк



Re: lu5050@mail.ru

Недавний пожар в пермском ночном клубе, подвесной потолок которого был выполнен из легкогорючего бамбукового декоративного материала, наглядно продемонстрировал, к каким трагедиям может привести отсутствие должной (по сведениям СМИ) огнезащитной обработки горючих строительных материалов.

Рынок огнезащитных материалов для древесины

Средства, используемые для огнезащиты древесины и изделий из нее, подразделяются на следующие основные виды: лаки, краски, обмазки и пасты, пропиточные составы.

Лаки — материалы, которые образуют на поверхности изделия тонкую прозрачную пленку, позволяющую сохранить текстуру древесины, обладают декоративными свойствами и защищают от возгорания преимущественно путем интумесценции. Следует отметить, что в настоящее время огнезащитная продукция этого типа не представлена на рынке Украины по двум основным причинам. Во-первых, потребительский сектор чрезвычайно ограничен, во-вторых, продукция этого типа, в основном российского производства, представлена двухкомпонентными композициями, которые ненадежны в эксплуатации, не водостойкие и в течение непродолжительного времени теряют свою прозрачность.

Огнезащитные интумесцентные тонкослойные краски образуют на древесине непрозрачный слой различных цветов и оттенков, придают декоративный вид и препятствуют возгоранию, а также рас-

Древесина как конструкционный материал занимает одно из ведущих мест в промышленном и гражданском строительстве. Деревянные изделия и конструкции обладают хорошими прочностными и эксплуатационными характеристиками, безвредны для окружающей среды, относительно долговечны, а главное экономичны. При этом деревянные конструкции являются горючим материалом и по требованиям пожарной безопасности подлежат огнезащите.

пространению пламени по поверхности. На наш взгляд, огнезащитные вспучивающиеся покрытия являются самым надежным средством защиты древесины от воздействия огня и могут быть без ограничений рекомендованы для надежной огнезащитной обработки несущих элементов крыш и балок зданий, дверей, люков и т. д.

Обмазки и пасты — огнестойкие композиции, которые наносятся на защищаемую поверхность толстым слоем и защищают деревянные конструкции от возгорания путем теплоизоляции. Такой тип огнезащиты можно рассматривать как промежуточный этап: он не выдерживает критики с точки зрения расхода материала, трудоемкости, повышенной весовой нагрузки на конструкцию при весьма сомнительных параметрах огнезащитной эффективности.

Пропиточные составы, как правило, представляют собой водные растворы солей (антипиренов), которые наносятся на поверхность или вводятся в поверхностные слои древесины способом глубокой пропитки и снижают ее пожарную опасность.

Сравнивая основные и наиболее распространенные средства огнезащиты древесины — краски и солевые пропитки, необходимо знать следующее. Основ-

ным достоинством огнезащитных солевых пропиток является их стоимость, которая намного ниже, чем огнезащитных красок. Однако краски существенно превосходят пропитки как по сроку службы, так и по параметрам огнезащитной эффективности. Кроме того, большое значение имеет возможность осуществления корректного контроля качества огнезащитной обработки деревянных конструкций на стадии ее выполнения. В случае огнезащитных красок о расходе материала можно судить по толщине образованного на поверхности древесины покрытия, а при использовании пропитки можно лишь (по тлеющей лучине) констатировать факт присутствия в поверхностных слоях древесины антипирена.

Рынок средств огнезащиты для древесины в Украине представлен как отечественными, так и зарубежными материалами (табл.).

Среди отечественных производителей огнезащитных составов для древесины

Таблица. Огнезащитные средства для перевода древесины в I группу огнезащитной эффективности, сертифицированные в Украине в 2007—2009 гг.

Название средства	Сертификат соответствия	Расход, г/м ²	Цена за 1 кг раствора	Цена за 1 м ² обработанной древесины
Огнезащитные краски				
Эндотерм 400201	UA1.016.0103856-08	250	28,4—31,3	7,1—7,8
Эндотерм 250103	UA1.016.0103855-08	250	28,5—31,5	7,1—7,9
Феникс ДП	UA1.016.0024502-07	255	64	16,3
Феникс ДБ	UA1.016.0024632-09	260	50	13
Синтего-Люкс	UA1.016.0011209-09	411	46	18,9
FRB 34С	UA1.016.0069886-08	610	15	9,15
Теропласт 146	UA1.016.0183090-08	815	27	22
Sika Uniterm AWR	UA1.016.0168364-08	400	135	54
Огнезащитные пропитки				
ДСА 1	UA1.016.0075707-09	548	5	2,7
ДСА 2	UA1.016.0075706-09	592	6, 25	3,7
Фенилакс	UA1.016.0036139-09	540	17,5—18,2	9,45—9,83
Префикс	UA1.016.0087946-09	300	19,5	5,85

традиционно лидирует предприятие «Спецматериалы» (г. Донецк), которое выпускает интумесцентные краски «Эндотерм 400201» и «Эндотерм 250103». По данным Центра сертификации в Украине за последних два года были сертифицированы следующие огнезащитные составы для древесины: FRB 34С («Экохимтехнология», г. Саки), «Терапласт 146» (ООО «Ингвит», г. Донецк), «Синтего-Люкс» («Интергазсинтез», г. Северодонецк). Материалы для огнезащитной обработки зарубежного производства представлены российской фирмой «А+В» (составы «Феникс ДП», «Феникс ДБ») и немецкой «Sika Deutschland GmbH» (состав «Sika Uniterm AWR»).

Самым признанным производителем пропиточных составов на рынке Украины является предприятие «ЗахистЦентр» (огнебиозащитные составы ДСА 1, ДСА 2), среди остальных следует назвать фирмы «Антисептик» (пропиточный состав ДСФГП), «Агроэкспо» (пропиточный состав БС 13). В декабре 2009 года был получен сертификат соответствия на пропиточный состав «Префикс» (ООО «Донстройтест», г. Донецк), который позиционирован производителем как несолевая огнебиозащитная пропитка модифицирующего действия. Из России в нашу страну по обыкновенно ввозятся пропитки ЗАО «НПП Рогнеда» («Фенилак», КСД, «Корд»). Кстати, пропитки КСД и «Корд» обеспечивают II группу огнезащитной эффективности.

В таблице приведена информация, которая может быть использована потребителем для оценки экономических преимуществ при выборе средства огнезащиты древесины. К сожалению, предоставить более-менее полную сравнительную информацию обо всех сертифицированных огнезащитных материалах для древесины проблематично, поскольку в открытой украинской печати отсутствует единый реестр огнезащитных материалов, где можно было бы почерпнуть сведения о содержании сертификата соответствия, цене и сроке эксплуатации покрытия для принятия верных технических решений. К тому же не все фирмы-производители на своих сайтах предоставляют полную техническую документацию о выпускаемом огнезащитном материале.

Методы испытания средств огнезащиты древесины

Огнезащитная эффективность. В Украине предусмотрена обязательная сертификация огнезащитных составов для древесины, которая осуществляется согласно ГОСТ 16363. Фактически сертификация

средств огнезащиты заключается в определении группы горючести обработанных образцов древесины. По ГОСТ 16363 средства огнезащиты классифицируются по показателю потери массы образцов древесины во время испытаний:

- I группа — потеря массы образца не более 9 %;
- II группа — потеря массы образца от 9 % до 25 %.

Для определения огнезащитной эффективности пропиточных растворов в Украине используется ГОСТ 30219, которым определяются потеря массы образца, максимальная температура продуктов горения и индекс распространения пламени. Согласно ГОСТ 30219 огнезащитная древесина I группы делится на три подгруппы:

IA — трудногорючая древесина, не способная к самостоятельному горению длительное время в условиях развившегося пожара. Средняя потеря массы десяти образцов после 2-минутного воздействия огня должна быть не более 5 %, максимальная температура дымовых газов — не более 220°C, индекс распространения пламени — от 0 до 10 включительно, самостоятельное горение и тление отсутствуют.

IB — трудногорючая древесина, не способная к самостоятельному горению в условиях развивающегося пожара. Средняя потеря массы десяти образцов после 2-минутного воздействия огня должна быть не более 7 %, максимальная температура дымовых газов — не более 250°C, индекс распространения пламени — от 0 до 10 включительно, время самостоятельного горения и тления — не более 1 мин.

IV — трудногорючая древесина, не способная к самостоятельному горению в начальный период пожара. Средняя потеря массы десяти образцов после 2-минутного воздействия огня должна быть не более 9 %, максимальная температура дымовых газов — не более 350°C, индекс распространения пламени — не более 20, самостоятельное горение и тление отсутствуют.

Нормы допускаемых показателей основных свойств огнезащитных средств для древесины регламентируются ГОСТ 30495, среди которых, как важные для потребителя, следует выделить: растворимость (для солевых пропиток) при 20°C — не ниже 15 г в 100 г раствора, значение pH водного раствора — 3—12, скорость коррозии — 4 г/м² в сутки.

При определении области применения огнезащитной древесины нужно учитывать, что используемые средства огнезащиты не должны содержать не фиксирующихся в древесине веществ 1-го класса опасности по ГОСТ 12.1.007, а степень

токсичности продуктов ее горения должна соответствовать ГОСТ 12.1.44.

Срок эксплуатации. Срок эксплуатации покрытий и пропиток для древесины является, пожалуй, второй (после огнезащитной эффективности) характеристикой, обуславливающей их коммерческую привлекательность. Различают гарантийный срок и срок эксплуатации огнезащитного материала. Гарантийный срок эксплуатации огнезащитного материала — это период времени, в течение которого изготовитель гарантирует потребителю заданную огнезащитную эффективность при условии соблюдения правил нанесения и эксплуатации в соответствии с технической документацией. Срок эксплуатации огнезащитного материала — период времени, в течение которого материал при эксплуатации сохраняет заданную огнезащитную эффективность.

Специальные требования к огнезащитным составам, регламентированные стандартами и нормами пожарной безопасности, для определения срока их эксплуатации в Украине пока не разработаны. Поэтому для установления гарантийного срока эксплуатации огнезащитных покрытий логично использовать устоявшиеся подходы и методы, которые применяются для определения сроков эксплуатации аналогичных строительных материалов — лаков и красок.

Для установления срока службы огнезащитных составов и пропиток рекомендуется использование адаптированных методов искусственного старения, в частности по ГОСТ 9.401-91. Практика ускоренных испытаний огнезащитных составов, нанесенных на древесину, применяется и согласно международному стандарту ASTM D 2898.

В России условия искусственного старения покрытий для древесины регламентированы ГОСТ Р 53292-2009. Сущность метода заключается в определении сохранения огнезащитной эффективности огнезащитного покрытия после ускоренного старения в унифицированных условиях. Покрытие считается выдержавшим испытание на устойчивость к старению, если сохраняется его целостность (отсутствуют трещины, разрушения, отслаивания и т. д.) и огнезащитные свойства при этом снижаются не более чем на 20 % от значений, определенных для контрольных образцов.

Срок эксплуатации огнезащитной древесины при прочих равных условиях определяется в основном стойкостью покрытия или пропитки, содержащейся в древесине, к действию влаги. Известно, что во влажных условиях происходит вымывание как компонентов из интумесцентного

покрытия, так и антипиренов пропитки, что ведет к потере огнезащитных свойств.

По вымываемости средства огнезащиты древесины подразделяются на легковымываемые, вымываемые, трудновымываемые и невымываемые в соответствии с ГОСТ 20022.5. Невымываемые огнезащитные средства позволяют использовать древесину при огнезащите наружных частей зданий, сооружений и строительных конструкций (I—VIII классы условий службы древесины по ГОСТ 20022.2). Для помещений с влажностью до 90 %, а также для наружных частей зданий, сооружений и строительных конструкций, которые не подвергаются воздействию атмосферных осадков (I—VII классы условий службы), допускается использование древесины, обработанной трудновымываемыми огнезащитными средствами. Вымываемые и легковымываемые огнезащитные средства используются для огнезащиты деревянных элементов внутри зданий и сооружений в помещениях с влажностью до 60 % (I—V и I—III классов условий службы).

Пропиточные составы для древесины

Пропитка древесины солевыми растворами антипиренов является одним из первых способов огнезащиты строительных конструкций и, благодаря своей кажущейся простоте и экономической целесообразности, распространенным методом понижения горючести древесных материалов в настоящее время. Основными компонентами огнезащитных солевых пропиток являются неорганические, как правило, аммонийные соли фосфорной, борной и кремниевой кислот в сочетании с водорастворимыми антисептиками — фторидами и кремнефторидом натрия.

Покрытия и пропитки для древесины отличаются в основном механизмом их действия в условиях пожара для обеспечения нормированной огнезащитной эффективности. Покрытия в течение некоторого времени предохраняют деревянные конструкции от возгорания — за счет преобразования энергии пламени в эндотермические химические процессы между компонентами покрытия. Кроме того, вследствие химических преобразований на поверхности древесины образуется теплоизолирующий слой, который также задерживает процессы воспламенения. При соблюдении в ходе огнезащитной обработки норм по расходу огнезащитного материала, который легко контролируется путем замера толщины покрытия, можно быть уверенными в надежности проведенных противопожарных мероприятий.

Действие солевых пропиток, которые содержат антипирены (отсюда и традиционное название пропиточных составов — антипирен для древесины), направлено на предотвращение возгорания основных горючих компонентов древесины (лигнина, целлюлозы и экстрактивных веществ) по таким основным направлениям: изменение путей пиролиза, разбавление пиролизного газа продуктами деструкции антипиренов, ингибирование цепных реакций горения. Для обеспечения перевода древесины в необходимую группу огнезащитной эффективности чрезвычайно важны два обстоятельства — количество антипирена и глубина его проникновения в объем древесины, контроль которых в условиях поверхностного нанесения пропиток практически неосуществим. Часто даже не подвергается сомнению тот факт, что при огнезащитной обработке древесины на объекте (кистями или механизированными методами) солевой раствор интенсивно пропитывает древесину и закрепляется в ее пористой структуре с целью предохранения от пожара в соответствии с параметрами и в течение времени, задекларированными в сертификате соответствия УкрСЕПРО или других сопро-вождающих документах.

Методы пропитки древесины

При огнезащитной обработке древесины пропитками следует обязательно учитывать степень поглощения солевых растворов, которая зависит от породы древесины. По степени проникновения защитных растворов древесина подразделяется на три группы:

- легкопропитываемая — заболонь сосны обыкновенной, березы, бука;
- умеренно пропитываемая — заболонь сибирской сосны, европейской лиственницы, граба, дуба, клена, ольхи, липы и осины, ядро сибирской сосны, сосны обыкновенной, осины и ольхи;
- труднопропитываемая — заболонь ели, сибирской лиственницы, пихты, ядро ели, европейской и сибирской лиственницы, пихты, березы, дуба, вяза, бука и ясеня.

Известны три основных метода введения антипиренов в древесину: пропитка под давлением, поверхностная обработка, добавление антипирена при производстве древесно-стружечных материалов.

Самым надежным способом пропитки древесины является осуществление этого процесса в специальных автоклавах. Пропитывание может проводиться при повышенных температурах, с предварительным вакуумированием древесины и други-

ми операциями, способствующими более глубокой пропитке. Режим процесса подбирается индивидуально и зависит от породы древесины, состава пропиточного раствора и других факторов. Этот метод как никакой другой может гарантировать проникновение антипирена на должную глубину и его прочное закрепление в порах древесного материала, что значительно продлевает срок действия огнезащиты. Однако при всех своих плюсах пропитка древесины под давлением имеет и негативные стороны: из-за гигроскопичности антипиренов процесс сушки пропитанной древесины значительно замедляется, возможны также заметная деформация древесины и явные изменения в ее прочностных свойствах.

Поверхностное нанесение пропиточных растворов является самым распространенным методом огнезащитной обработки, поскольку огнезащитку производят, как правило, на уже готовых объектах. Здесь необходимо отметить, что глубина пропитки водных солевых растворов в заболонь (древесина наружных слоев дерева) составляет максимум 1 мм за один проход, а проникновение пропитки в ядро (древесина внутренней части дерева) часто не превышает 0,5 мм. Диапазон удержания защитных средств поверхностно материала зависит от вязкости, поверхностной активности пропиточной жидкости, плотности, влажности, шероховатости поверхности древесины.

Из немногочисленных научных трудов, посвященных изучению кинетики пропитки капиллярно-пористых материалов, в том числе древесины, следует, что процесс проникновения солевых растворов в ее структуру не так прост и быстротечен. Например, для полного насыщения жидкими растворами однослойной фанеры толщиной от 0,3 мм до 0,8 мм требуется 1 час в открытом резервуаре и 30 минут при давлении 0,4—0,8 МПа. Из этого следует, что лишь автоклавный метод пропитки древесины может гарантировать глубокое проникновение огнезащитного пропиточного средства в предусмотренных технической документацией количествах.

С другой стороны, пропитка является равновесным процессом, то есть чем быстрее раствор адсорбируется в поры древесины при нанесении, тем быстрее он десорбируется из них в условиях повышенной влажности. Это так называемые явления высаливания, вымывания, выпотевания или выветривания огнезащитного средства, которые поднимают вопрос о сохранении огнезащитных свойств обработанной поверхностной пропиткой древесины в процессе эксплуатации.

Проблему повышения влагостойкости компонентов огнезащитной пропитки традиционно решают путем применения защитного слоя, однако это влечет за собой ряд негативных последствий: уменьшается паропроницаемость древесины, что приводит к необратимым разрушающим деформациям; становится невозможной вторичная пропитка древесины по истечении срока эксплуатации предыдущей; существенно увеличивается стоимость работ по огнезащите.

Тем не менее, все критические замечания в адрес солевых пропиток не умаляют их преимуществ по сравнению с огнезащитными составами, основными среди которых являются крайне низкая стоимость огнезащитного материала (составы ДСА) и высокая степень экологической безопасности.

Пропитки модифицирующего типа

Привлекательность способа огнезащиты деревянных конструкций путем их пропитки, несмотря на ряд существенных недостатков, способствует поиску новых технических решений и усовершенствований. Одним из таких альтернативных подходов является мягкое модифицирование древесины активными компонентами пропиточных растворов путем поверхностного нанесения при небольших расходах и температуре окружающей среды. Пропиточные растворы модифицирующего типа, как и солевые пропитки, представляют собой водные растворы органических и неорганических веществ, однако отличаются как процессом проникновения в объем древесины, так и механизмом огнезащитного действия.

При нанесении модифицирующей пропитки раствор проникает в поверхностные слои древесины и вступает в реакцию фосфорилирования с лигнином и целлюлозой, образуя водонерастворимые, не вымываемые из древесины фосфорсодержащие соединения полимерного типа. Образующийся полимер представляет собой полноценную интумесцентную систему, в состав которой входят карбонизирующее соединение (гидроксилсодержащие соединения древесины), донор кислоты (производные фосфорной кислоты), газообразователь (полиамин, присутствующий в составе пропитки), которая при воздействии огня вспучивается и образует на поверхности негорючий коксовый слой, предохраняющий древесину от возгорания и распространения огня (рис. 1). Таким образом, огнезащитное действие модифицирующей пропитки соединяет в себе эндотермические эффекты интумесцентной

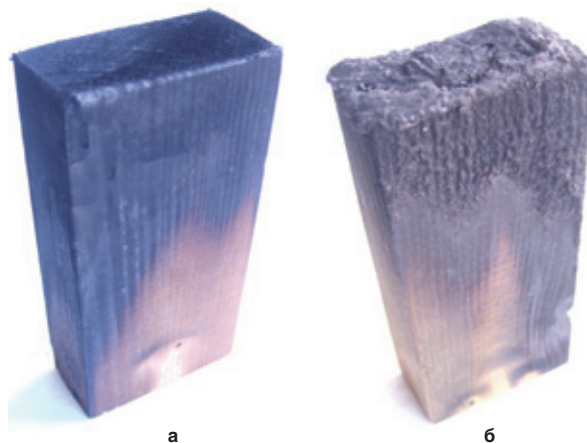


Рис. 1. Образцы древесины после испытаний по ГОСТ 16363: а — обработанный солевой пропиткой; б — обработанный модифицирующей пропиткой

системы, ингибирование пиролиза древесины антипиренами и теплоизоляцию поверхности древесины за счет образования вспученного слоя.

К несомненным преимуществам модифицирующих пропиточных растворов следует отнести и такое их свойство, что при поверхностном нанесении они проникают в структуру древесины гораздо легче, чем солевые пропитки. На рис. 2 показана динамика пропитки деревянного бруска из заболони сосны (150×60×30 мм) солевыми и модифицирующими пропитками при послойном нанесении кистью. Солевая пропитка представляет собой 30-процентный раствор моноаммония фосфата, диаммония сульфата, борной кислоты, поверхностно-активного вещества в соотношении 1,5:1:0,1:0,025, а модифицирующая — 50-процентный раствор действующих веществ. Как видно из рис. 2, за пять проходов кистью наносится 11 г солевой пропитки и 25 г модифицирующей, по содержанию в древесине летучих компонентов

после нанесения эти количества составляют 3,3 г и 12,5 г соответственно. Такие различия в степени проникновения в структуру древесины солевой и модифицирующей пропиток объясняются тем фактом, что при фосфорилировании лигнина и целлюлозы происходит обезвоживание поверхностных слоев древесины, что приводит к расширению капилляров и увеличению глубины проникновения пропиточного раствора.

По данным производителя модифицированной пропитки «Префикс», после обработки древесины является трудогорючим композиционным материалом с неизменными физико-механическими свойствами. Определение предела прочности при изгибе, а также при сжатии вдоль и поперек волокон обработанной древесиной показывает, что при всех видах напряженного состояния прочностные показатели не изменяются или увеличиваются на 7—10 %.

После взаимодействия модифицирующей пропитки с древесиной и высыхания на поверхности древесины образуется прозрачное матовое покрытие, сохраняющее естественную структуру дерева. Однако, в зависимости от типа древесины, в процессе сушки и эксплуатации возможно изменение цвета обработанной поверхности от светло-желтого до коричневого, что свидетельствует о химическом взаимодействии средства с волокнами древесины.

В заключение следует отметить: данная публикация должна быть интересна как производителям огнезащитной обработки, так и потребителям, которые вкладывают немалые средства в огнезащиту объектов с надеждой на добросовестное отношение к своим обязанностям лиц, причастных к этому процессу. И верится в то, что непосредственная заинтересованность собственника в контроле процессов, связанных с огнезащитной обработкой, не только сохранит его собственность, но и уберет его в случае возникновения пожара. ☞

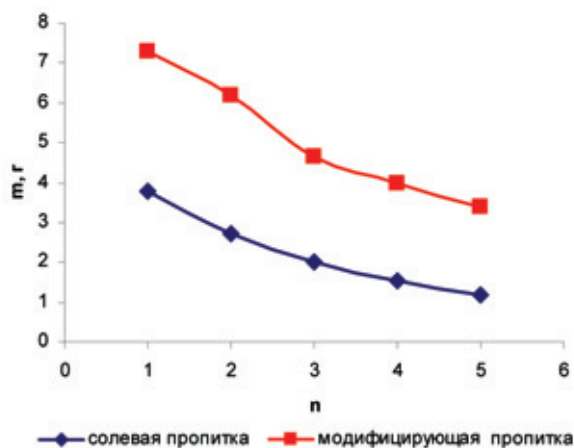


Рис. 2. Зависимость количества пропиточного раствора (m, г) от количества проходов кистью (n)