

УДК 699.81

*А.Д. ЛОМАКИН, канд. техн. наук, ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко,
А.И. УСТРЕХОВ, канд. техн. наук, коммерческий директор ООО «А + В» (Москва)*

Огнезащита клееных деревянных конструкций для зданий и сооружений

Рассмотрены вопросы применения вспучивающихся огнезащитных составов для клееных деревянных конструкций и ЛВЛ. Приведены результаты оценки огнезащитной эффективности составов, влияния их на снижение горючести и воспламеняемости ЛВЛ, совместимости с защитно-декоративными составами, которыми обрабатываются конструкции на заводе-изготовителе. Описаны результаты оценки состояния вспучивающихся покрытий на клееных деревянных брусках после пяти лет экспонирования под навесом.

Ключевые слова: огнезащитный состав, вспучивающееся покрытие, адгезия, водопроницание, горючесть, распространение пламени, огнезащитная эффективность.

Применение конструкций из клееной древесины и ЛВЛ в общественных зданиях, спортивных сооружениях, бассейнах, аквапарках, развлекательных и торговых центрах и др. связано с повышенными требованиями к их внешнему виду. Поэтому огнезащитные составы (ОС) должны сохранять естественную текстуру древесины. Для этих целей наиболее пригодны высокоэффективные и долговечные вспучивающиеся ОС, которые образуют прозрачные покрытия.

Для огнезащиты конструкций, к внешнему виду которых повышенных требований не предъявляют, могут быть использованы и непрозрачные (укрывистые) вспучивающиеся ОС.

Вспучивающиеся покрытия состоят из связующего, антипирена и пенообразователей – вспучивающихся добавок. Покрытия наносят тонким слоем на поверхность конструкций, и при действии высокой температуры они вспучиваются, многократно увеличиваясь в объеме с образованием пористого слоя, обладающего хорошими теплоизоляционными свойствами (рис. 1). Высокая огнезащитная эффективность вспучивающихся покрытий в сочетании с широкими возможностями использования механизированных методов нанесения составов на поверхность конструкций обуславливает в последнее время повышенный интерес к ним.

Для защиты КДК от возгорания широкое применение получил вспучивающийся огнезащитный состав Феникс ДП. Он был использован для огнезащиты несущих КДК в целом ряде общественных зданий и спортивных сооружений в Москве, Санкт-Петербурге и других городах страны.

Помимо того что вспучивающиеся покрытия позволяют перевести древесину в группу слабогорючих и трудно воспламеняемых материалов, они снижают конструктивную пожарную опасность КДК. Подтверждением этому служат приведенные в работе [1] результаты испытаний по оценке класса конструктивной пожарной опасности клееной деревянной панели (размером 1294×2300 мм и толщиной 127 мм) с огнезащитным покрытием Феникс ДП. Покрытие включало три слоя огнезащитного лака с общим

расходом 1 кг/м² и один слой покровного (защитного) лака Феникс ДП ТОП с расходом 50 г/м². В процессе испытаний уже на первой минуте наблюдали стократное вспучивание покрытия. При этом максимальную толщину вспученного слоя (60 мм) отмечали через 17 мин с начала огневого воздействия, а на 20-й мин толщина вспученного слоя начала уменьшаться. Интенсивное вспучивание покрытия начиналось при 110–140°C.

Проведенные испытания позволили сделать вывод о возможности и целесообразности использования вспучивающихся Пк для повышения класса пожарной опасности несущих КДК. Было установлено также, что вспучивающиеся покрытия существенно снижают уровень прогрева



Рис. 1. Вспучивание огнезащитных покрытий при воздействии открытым пламенем

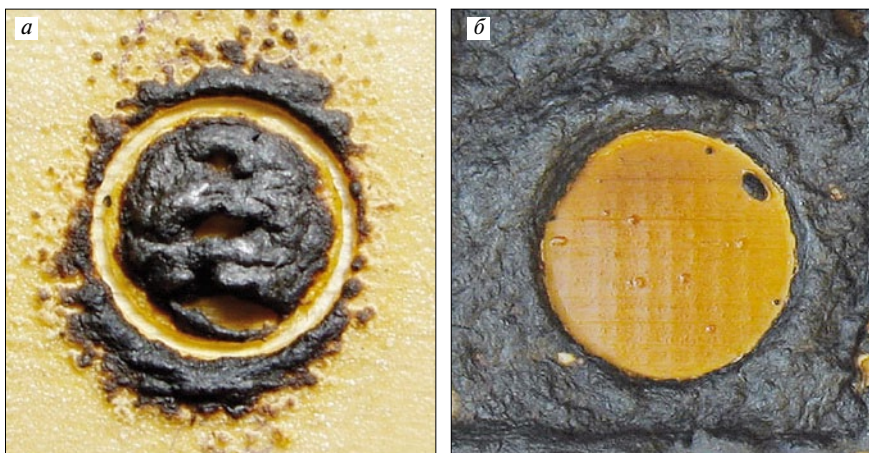


Рис. 2. Качественная оценка характера разрушения образцов с огнезащитным Пк (испытанных по ГОСТ 27325) с применением обжига места разрушения: а – когезионное разрушение по Пк; б – адгезионное по Пк-подложке

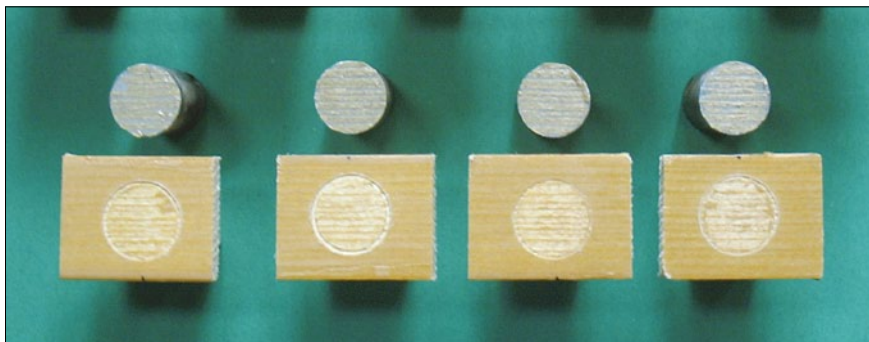


Рис. 3. Характер разрушения образцов после испытаний адгезии комплексного покрытия Технофлекс Аква Силер + Феникс ДП ($\sigma = 2,3$ МПа)

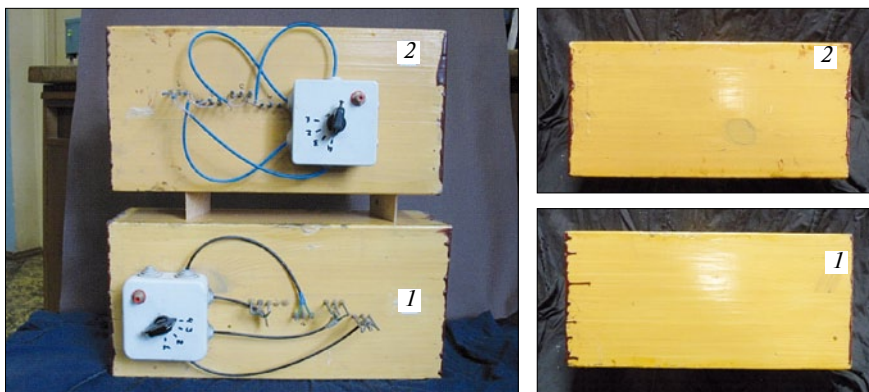


Рис. 4. Общий вид образцов, покрытых составом Феникс ДП с датчиками влажности до экспонирования (2) и после 5 лет экспонирования под навесом на расстоянии 0,5 м от грунта (1)

и скорость обугливания деревянных конструкций, кроме того, способствуют увеличению предела их огнестойкости.

Вспучивающиеся покрытия можно эффективно использовать и для обеспечения огнестойкости узловых соединений несущих КДК. Так, по данным [2], при толщине покрытия Феникс ДП около 1 мм исключается обугливание древесины под стальной накладкой при огневом воздействии по стандартному режиму в течение часа.

В ЦНИИСК были проведены исследования совместности ОС Феникс ДП с различными составами, которые наносят на заводе-изготовителе для защиты конструк-

ций от увлажнения и биоповреждения в период эксплуатации, а также во время их транспортирования, хранения и монтажа.

Адгезию огнезащитных покрытий к чистой древесине и древесине, предварительно обработанной грунтовыми составами, определяют по ГОСТ 27325–87. Следует отметить, что при использовании прозрачных покрытий и прозрачного клея не всегда удается точно определить характер разрушения. Учитывая это, для выявления характера разрушения использовали обжиг места разрушения образца и поверхности металлического штампа в пламени спиртовой горелки (рис. 2). Результаты испытаний по оценке влияния предварительной защитной обработки древесины на адгезию Феникс ДП приведены в табл. 1, общий вид образцов после испытаний показан на рис. 3.

Опыт эксплуатации защитных покрытий показывает, что для обеспечения длительной сохранности их адгезия к древесине должна быть не менее 1 МПа.

Вспучивающееся огнезащитное покрытие Феникс ДП достаточно долговечно. Так, ускоренные климатические испытания состава Феникс ДП по ГОСТ 9.104–91*, проведенные в Центре климатических испытаний ИПЭЭ РАН, показали, что в закрытых помещениях срок службы его составляет не менее 30 лет. При воздействии на покрытие повышенной температуры, влажности и солнечного излучения его защитные свойства сохраняются не менее 10 лет [1].

Огнезащитное покрытие Феникс ДП достаточно долговечно. Ускоренные климатические испытания состава Феникс ДП по ГОСТ 9.104–91*, проведенные в Центре климатических испытаний ИПЭЭ РАН, показали, что в закрытых помещениях срок его службы составляет не менее 30 лет. При

воздействии на такое покрытие повышенной температуры, влажности и солнечного излучения защитные свойства сохраняются не менее 10 лет [1].

В лаборатории деревянных конструкций ЦНИИСК были проведены полигонные испытания огнезащитного покрытия Феникс ДП. Оценка атмосферостойкости проводили на модельных образцах, представлявших собой клееные деревянные брусья сечением 120×180(н) и длиной 450 мм (рис. 4). Методика проведения испытаний предусматривала наблюдение за изменением влажности древесины по сечению образцов в процессе экспонирования и состоянием огнезащитного покрытия. Перед нанесением ОС образцы

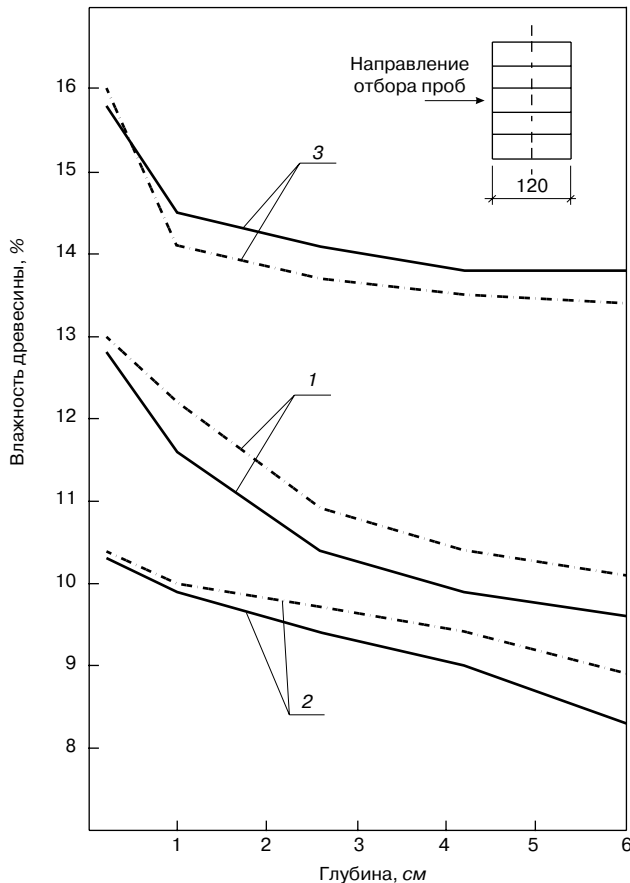


Рис. 5. Распределение влажности по сечению клееных деревянных образцов № 1, 2 и 3 после 7 мес экспонирования под навесом: — — косвенный метод (кондуктометрический); - - - - - прямой метод (метод высушивания проб)

№ 1 и 2 обработали грунтовочным антисептиком Akvi Wood Primer («Тиккурила»). В качестве покровного использовали уретан-алкидный лак Unica Super («Тиккурила»).

Контрольным служил образец № 3 без защиты. Торцы образцов влагоизолировали эпоксидной шпатлевкой ЭП-0010. Характеристики образцов с огнезащитными покрытиями приведены в табл. 2.

В каждый образец на различной глубине по сечению установили по четыре датчика влажности в соответствии с

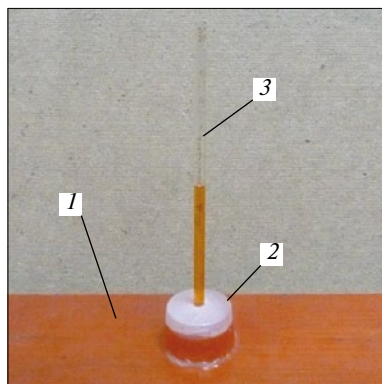


Рис. 6. Определение водопроницаемости защитных покрытий на экспонируемых образцах: 1 — образец; 2 — резервуар с водой; 3 — мерная трубка

Таблица 1

| Состав | Адгезия, МПа |
|-------------------------------------|--------------|
| Грунтовочные антисептики | |
| <i>На водной основе</i> | |
| Akvi Wood Primer | 2,9 |
| Technoflex Akva Siler | 2,3 |
| Сколтекс-ПР | 3 |
| <i>Органорастворимые</i> | |
| Valtti Pohjuste | 2,6 |
| Protex Wood Protector | 2,2 |
| Защитно-декоративные составы | |
| <i>На водной основе</i> | |
| Pinotex Doors & Windows | 3,1 |
| Belinka Exterior | 3,5 |
| Belinka Interier | 3 |
| <i>Органорастворимые</i> | |
| Pinotex ultra | 2,7 |
| Belinka toplasur | 2,4 |
| Belinka toplasur UV plus | 2,8 |

методикой, изложенной в [3]. Образцы экспонировали под навесом на расстоянии 50 см от открытого грунта.

Периодические замеры влажности древесины, проводившиеся в различное время года, показали, что уровень и диапазон колебаний влажности по глубине сечения образцов с огнезащитным покрытием значительно меньше, чем контрольного образца (рис. 5). Осмотр покрытий после пяти лет экспонирования не выявил каких-либо дефектов, влияющих на их защитные свойства. Покрытия на всех образцах сохранили целостность, трещин и отслоений в них не обнаружено, а декоративные свойства не претерпели видимых изменений (рис. 4).

Измерение водопроницаемости покрытий после экспонирования образцов проводили без их разрушения методом, основанном на измерении количества воды, прошедшей через покрытие, с помощью мерной трубки (рис. 6). Из табл. 2 видно, что несмотря на отсутствие видимых признаков повреждения покрытий, наблюдается увеличение их водопроницаемости, хотя оно весьма незначительно (не бо-

Таблица 2

| Номер образца | Система защитного покрытия | | | Водопроницаемость, мг/см ² ·сут | | Изменение водопроницаемости, % |
|---------------|----------------------------|-------|--------------|--|----------------------|--------------------------------|
| | Грунт | ОС | Защитный лак | перед экспонированием | после экспонирования | |
| | | | | | | |
| 1 | 2/180 | 2/424 | 1/52 | 3,2 | 4,1 | +28,1 |
| 2 | | | 2/98 | 2,8 | 3,5 | +25 |

Примечание. Перед чертой — количество нанесенных слоев; за чертой — расход состава в г/м².

Таблица 3

| Покрытие | Номер образца | Адгезия, МПа | | Снижение адгезии, % |
|-----------|---------------|--------------|----------------------|---------------------|
| | | начальная | после экспонирования | |
| Феникс ДП | 1 | 2,9 | 2,4/2–2,8 | 14 |
| | 2 | | 2,8/2,3–3,5 | 4 |

Примечание. Перед чертой приведены средние значения показателя; за чертой — наименьшие и наибольшие значения.

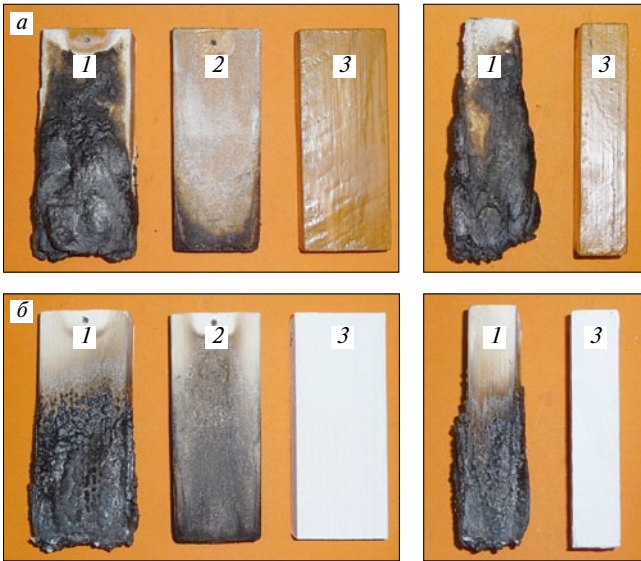


Рис. 7. Образцы Ultralam с вспучивающимися ОС после испытаний в «керамической трубе» (справа – вид образцов сбоку): а – Феникс ДП; б – Феникс ДБ; 1 – образцы со вспученным слоем; 2 – образцы, очищенные от вспученного слоя и зольных остатков; 3 – вид образцов до испытаний

лее 28%) и практически не оказывает влияния на влагозащитные функции покрытий.

Не отмечено также и существенных изменений адгезионной прочности покрытий. Из табл. 3, где приведены результаты испытаний ОС Феникс ДП после пяти лет экспонирования под навесом, видно, что снижение адгезии у покрытия не превышает 14%.

В последнее время в России при строительстве жилых, общественных и спортивных зданий и сооружений стали использовать новый высококачественный конструкционный материал ЛВЛ (LVL англ. Laminated Veneer Lumber), который изготавливают по технологии склейки нескольких слоев шпона с параллельным расположением волокон. По структуре и свойствам ЛВЛ наиболее приближен к фанерным плитам. В настоящее время ЛВЛ производят во многих странах мира. В Западной Европе и Северной Америке при строительстве зданий и сооружений его активно используют в виде бруса и балок. В России ЛВЛ выпускают на двух предприятиях – ОАО «ЛВЛ-Югра» (г. Нягань, Ханты-Мансийский АО) и на заводе «Талион-Терра» (филиал ООО «СТОД», г. Торжок).

Испытаниями, проведенными ЗАО «ЦСИ «Огнестойкость-ЦНИИСК», установлено, что ЛВЛ без огнезащиты

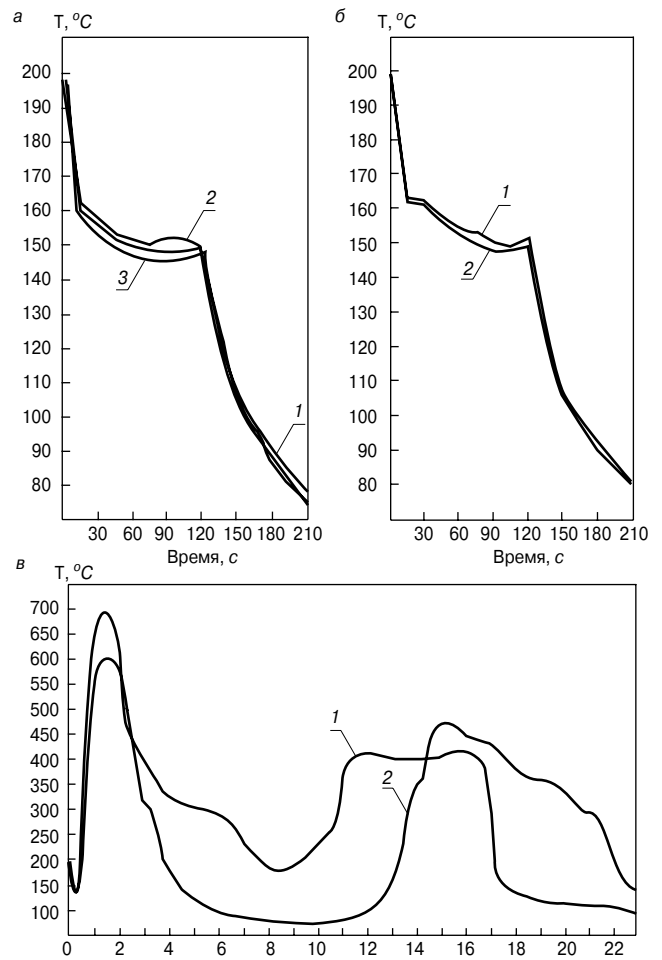


Рис. 8. Изменение температуры отходящих газов в верхнем трубке зонта при сжигании образцов ЛВЛ с ОС и контрольных: а – Феникс ДП (1); Сколтекс-ПП + Феникс ДП (2); Belinka exterior + Феникс ДП(3); б – Феникс ДБ (1); Сколтекс-ПП + Феникс ДБ (2); в – контрольные образцы без ОС (1 и 2)

относится к сильногорючим, умеренно воспламеняемым и умеренно распространяющим пламя материалам, обладает высокой дымообразующей способностью, а по токсичности продуктов горения является высокоопасным материалом (группы Г1, В2, РПЗ, ДЗ и ТЗ).

Учитывая, что элементы конструкций из ЛВЛ имеют сплошное сечение, размеры которого не ограничиваются толщиной самой плиты, а могут быть такими же, как и сечения элементов из клееной древесины, за счет сплавления,

Таблица 4

| Биовлагозащита | | Огнезащита | | Потеря массы, %* |
|-----------------------------|---|------------|---|------------------|
| Состав | Количество слоев / расход, г/м ² | Состав | Количество слоев / расход, г/м ² | |
| – | – | Феникс ДП | 2/370 | 3,3/3,1–3,7 |
| Belinka exterior | 2/140 | | 3/378 | 2,8/2,5–3 |
| Belinka toplasur | 2/107 | | 2/365 | 3,6/3–4,6 |
| Pinotex Doors & Windows | 2/163 | | 3/359 | 3,2/3–3,3 |
| Сколтекс-ПП | 1/120 | | 2/394 | 3,2/2,7–4 |
| – | – | Феникс ДБ | 1/283 | 3,7/3,4–4,1 |
| Сколтекс-ПП | 1/120 | | 1/295 | 3,6/3,4–3,9 |
| Контрольные (без обработки) | | | | 86/83–89 |

Примечание. * Перед чертой приведены средние значения показателя, за чертой – наименьшие и наибольшие значения.



Рис. 9. Образцы ULTRALAM после испытаний на горючесть по ГОСТ 30244: а – без защитной обработки; б – с огнезащитным покрытием Феникс ДП



Рис. 10. Образцы ULTRALAM с огнезащитным покрытием Феникс ДП после испытаний на распространение пламени по ГОСТ Р 51032–97

можно предположить, что их огнестойкость будет не ниже, чем у деревянных элементов массивного сечения, клеенных из досок.

При использовании конструкций из ЛВЛ в большинстве случаев необходимы меры по снижению горючести и пределов распространения огня. В ЦНИИСК провели работу по оценке эффективности ОС Феникс ДП и Феникс ДБ, нанесенных на ЛВЛ торговой марки Ultralam, выпускаемой заводом «Талион Терра».

Для влаго- и биовлагозащитной обработки ЛВЛ, на которые наносили вспучивающиеся покрытия, использовали составы, приведенные в табл. 4.

Определение показателя огнезащитной эффективности ОС проводили по ГОСТ Р 53292–2009. Расходы защитных материалов на стандартные образцы и результаты испытаний приведены в табл. 4.

Испытания показали, что оба ОС обеспечивают ЛВЛ 1-ю группу огнезащитной эффективности. Потеря массы Феникс ДП и Феникс ДБ не превышает 3,7%. При этом предварительная обработка образцов биовлагозащитными составами не снижает их огнезащитную эффективность. Внешний вид некоторых образцов после испытаний показан на рис. 7.

На рис. 8 а, б показано изменение температуры отходящих газов в верхнем патрубке зонта при сжигании образцов ЛВЛ с различной защитной обработкой.

Характер кривых изменения температуры в ходе испытаний одинаков как у образцов, на которые были нанесены только огнезащитные покрытия, так и у образцов с комплексной обработкой. После помещения образца в керамический короб в течение первых 15 с наблюдается резкое падение температуры, и до конца испытаний она держится примерно на одном уровне – 145–155°C, при этом пламенное горение отсутствует.

Совершенно иной характер изменения температуры в ходе испытаний отмечен у контрольных образцов ЛВЛ без огнезащиты (рис. 8, в). Резкий рост температуры начинается сразу после начала огневого воздействия, максимум температуры отмечен через 90 с. Затем после выключения горелки идет падение температуры, пламенное горение постепенно прекращается, и образцы начинают гнить. У неко-

торых образцов температура какое-то время держится на уровне 100–200°C, а затем через 9–12 мин отмечается ее резкий рост и снова возникает пламенное горение, которое длится практически до полного сгорания образца.

Результаты экспериментальной оценки пожарно-технических характеристик ЛВЛ с комплексной обработкой акриловым составом Сколтекс-ПР и огнезащитным составом Феникс ДП, проведенных ЗАО «ЦСИ «Огнестойкость-ЦНИИСК», показали, что защита ЛВЛ вспучивающимся огнезащитным составом Феникс ДП с расходом 394 г/м² обеспечивает перевод материала в группу Г1, т. е. делает его трудногорючим. На рис. 9 показан для сравнения внешний вид испытанных образцов с огнезащитной обработкой и без нее.

Покрытие Феникс ДП снижает также показатели воспламеняемости и распространения пламени ЛВЛ, что обеспечивает перевод его в группы В1 и РП1 соответственно. Общий вид образцов после испытаний на распространение пламени показан на рис. 10. Вспучивающееся покрытие снижает также дымообразующую способность и токсичность ЛВЛ. По этим показателям ЛВЛ следует отнести к группам Д2 и Т2.

Выполненные исследования показали, что огнезащитные ЛВЛ с такими показателями пожарной опасности могут применяться как для несущих конструкций, так и для отделки стен, потолков и заполнения подвесных потолков в общих коридорах, холлах и фойе зданий всех степеней огнестойкости и классов конструктивной пожарной опасности.

Список литературы

1. Устрехов А.И., Гаращенко Н.А. Показатели конструктивной пожарной опасности деревоклееных конструкций, защищенных вспучивающимися покрытиями, и перспективы их использования // Монтажные и специальные работы в строительстве. 2006. № 6. С. 12–16.
2. Гаращенко Н.А., Гаращенко А.Н., Рудзинский В.П. Теплотехнические расчеты огнестойкости деревоклееных конструкций с огнезащитой // Монтажные и специальные работы в строительстве. 2006. № 10. С. 14–18.
3. Ломакин А.Д. Оценка влажностного состояния клееных деревянных конструкций при их мониторинге // Деревообрабатывающая промышленность. 2008. № 1. С. 12–15.