

УДК 641.841.41

paznikova2007@mail.ru

**ПРИМЕНЕНИЕ НОВОГО СПОСОБА ДЛЯ ОЦЕНКИ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СОСТАВОВ****APPLICATION OF A NEW METHOD FOR EVALUATING
THE EFFECTIVENESS OF FLAME RETARDANTS**

*Фоминых И. М., кандидат технических наук, доцент,
Пазникова С. Н., кандидат технических наук, доцент,
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург,
Косарева М. А., кандидат технических наук,
Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург*

*Fominykh I., Paznikova S.,
Ural Institute of the State Fire Service EMERCOM of Russia, Yekaterinburg
Kosareva M., The Ural Federal University
named after the first President of Russia B .N. Yeltsin, Yekaterinburg*

В ходе работы проведен ряд исследований, направленных на выбор объекта исследования, составов, которые можно применять для разработанного способа оценки горючих свойств веществ. В статье представлены результаты экспериментальных исследований эффективности промышленно-доступных средств огнезащиты древесины. Для оценки эффективности указанных составов использовали экспресс-метод «Огневая труба» и новый способ оценки горючих свойств веществ с применением спичек. Отражены результаты сравнительного анализа огнезащитной эффективности при использовании различных типов огнезащитных составов (ОЗС) и древесных образцов. Предполагается, что применение на практике разработанной методики позволит дать предварительную оценку веществам, способным защищать древесину от распространения пламени, не используя материально и трудозатратные методы.

Ключевые слова: антипирены, горючесть, методика, огнезащитная эффективность, растворы, спички.

In the course of the work, a number of studies were carried out for choosing the object of study, which is compositions that can be used for the developed method of assessing the combustible properties of substances. The article presents the results of experimental studies of the effectiveness of industrially available means of wood fire protection. To evaluate the effectiveness of these compositions, the express method "Fire pipe" and a new method for assessing the combustible properties of substances using matches were used. The results of a comparative analysis of fire retardant efficiency when using various types of fire retardant compositions (OZS) and wood samples are reflected.

It is assumed that the application in practice of the developed methodology will make it possible to give a preliminary assessment of substances that can protect wood from the spread of flame without using labor- and material-consuming methods.

Keywords: flame retardants, combustibility, technique, fire retardant efficiency, solutions, matches.

Строительные конструкции зданий и сооружений в обычных условиях эксплуатации могут сохранять необходимые рабочие качества в течение десятков лет. Древесина является наиболее распространенным и доступным природным строительным материалом. Однако в условиях пожара эти конструкции достаточно быстро утрачивают свои эксплуатационные свойства, теряют несущую, теплоизолирующую способность и целостность.

Огнезащита конструкций является составной частью общей системы мероприятий по обеспечению пожарной безопасности и огнестойкости зданий и сооружений. Особенно эффективными способами огнезащиты древесины являются пропитка антипиренами и нанесение огнезащитных покрытий. Основными целями огнезащитной обработки являются предотвращение способности древесины к возгоранию, прекращение либо снижение распространения пламени по поверхности, создание «пассивной» локализации пожара.

Используемые огнезащитные средства чрезвычайно разнообразны: неорганические и органические, однокомпонентные и многокомпонентные, содержащие азот, фосфор, галогены, бор, алюминий, а также их комбинации в различных соотношениях [1–4]. Огнезащитное действие антипиренов также оказывается различным.

В научной литературе приводятся результаты разработки большого числа новых огнезащитных средств для древесных материалов с использованием различных методов испытаний материалов на горючесть [5–7], в связи с чем, объективное сравнение антипиренов между собой в значительной мере затруднено.

Причем немаловажными являются правильная подготовка образцов для испытаний, а также технологии нанесения составов. В связи с этим становится актуальной задача по поиску простого экспресс-метода для предварительной оценки огнезащитной эффективности огнезащитных составов.

Проведенные ранее исследования показали, что результаты, полученные на установке типа ОТМ [8], имеют аналогичную закономерность, что и по методу «Огневая труба» [9]. На основании этого для достижения перечисленных выше целей применяли экспресс-метод «Огневая труба» и новый способ оценки горючих свойств веществ [10].

Среднее значение потери массы образцов при огневом воздействии в условиях, благоприятствующих аккумуляции тепла, сравнивали с результатами, полученными при использовании нового способа.

С целью сравнения экспресс-метода и нового способа были исследованы промышленные огнебиозащитные составы производства: АО Объединение Ярославские краски ФАКТУРА™ 1 (Faktura 1) и ФАКТУРА™ 2 (Faktura 2); ГК Рогнеда WOODMASTER® ФЕНИЛАКС® (Фенилакс); ООО «ЛАКРА СИНТЕЗ» ОгнеБио «Здоровый дом». Производителями рекомендуется поверхностная пропитка древесины огнебиозащитными составами.

Метод «Огневая труба» заключается в определении потери массы образца и времени самостоятельного горения при его испытании в трубе пламенем спиртовой горелки. Образцы для испытаний должны быть изготовлены из древесины сосны без дефектов с линейными размерами 100×35×5 мм, влажностью 8–15%. Образец подвешивается на крючок прибора, который закрепляется на штативе так, чтобы нижний край образца выходил из нижнего конца трубы на расстояние 5 мм, а расстояние между нижним концом образца и срезом фитиля спиртовки составляло также 5 мм. Необходимо следить, чтобы образец располагался по центру трубы и не касался ее стенок.

Нанесение ОЗС на древесные образцы осуществляли способом обмазки от одного до четырех слоев, после нанесения очередного слоя, кондиционируя древесный образец при комнатной температуре

не менее 1 суток. Было исследовано влияние расхода огнезащитного состава на потерю массы при горении древесного образца (рис. 1).

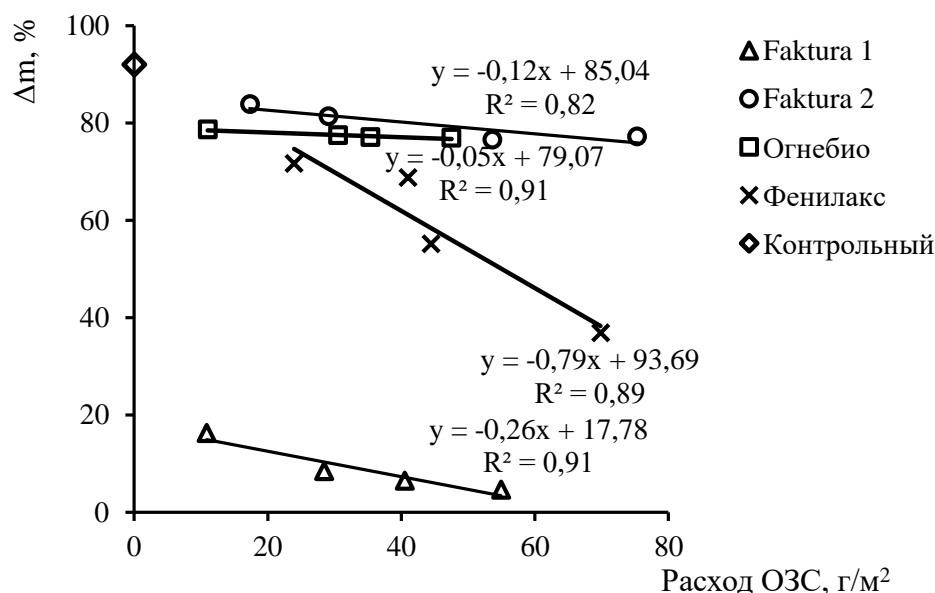


Рисунок 1. Зависимость потери массы образца от расхода ОЗС метод «Огневая труба»

Из данных графика видно, что при увеличении расхода ОЗС уменьшается потеря массы при горении. Огнебиозащитные составы Faktura 1 и «Фенилакс» эффективнее составов Faktura 2 и «Огнебио», что соответствует характеристикам, заявленным производителем. «Фенилакс» и «Огнебио» – огнебиозащитные пропиточные составы для древесины (I и II группа огнезащитной эффективности, в зависимости от расхода); Faktura 1 и Faktura 2 – I и II группа огнезащитной эффективности, соответственно. Следовательно, по заявке производителя наиболее эффективны Faktura 1 и «Фенилакс» (в зависимости от расхода).

Второй способ оценки горючих свойств веществ [10] основан на создании температурных условий, наиболее способствующих горению с помощью следующего решения: на спичечную соломку наносилось исследуемое вещество и головка соломки зажигалась другой спичкой.

В качестве материала для нанесения исследуемого вещества взята спичка ГОСТ 1820 – 2001 [11]. Выбор обоснован тем, что спички обладают рядом достоинств: на их приобретение не требуется значительных материальных и временных затрат, общедоступны. Наибольшим преимуществом, перед другими образцами из древесины, является то, что их производят по ГОСТу, при их выпуске контролируются такие показатели, как влажность (6–8 %), размеры, нанесение горючего материала (головка) и др.

Методика эксперимента является экспресс-методом и заключается в определении потери массы образца при горении.

Предварительно образец взвешивали и определяли его линейные размеры, исключая обработанный край с горючим наполнителем (головку). На образец наносили жидкий огнезащитный состав путем окунания спички, при этом держали образец за край с горючим наполнителем (за го-

ловку). Обработанные образцы кондиционировали при комнатной температуре до постоянной влажности не менее суток. Огнезащитный состав наносили с разным расходом – от одного до четырех слоев (окунанием).

Метод нанесения окунанием позволяет достаточно равномерно нанести исследуемое вещество на образец. Перед испытанием обработанный образец взвешивали и определяли расход огнезащитного

состава. Затем образец, с противоположной стороны от головки, закрепляли в горизонтальном положении с помощью держателя (лапки), установленной на штативе. Исследуемый образец зажигали другой горячей спичкой.

Несгоревшие остатки образца осторожно вынимали из лапки и помещали на чашку Петри. После остывания чашку Петри с несгоревшим остатком взвешивали и определяли потерю массы образца при горении (рис. 2).

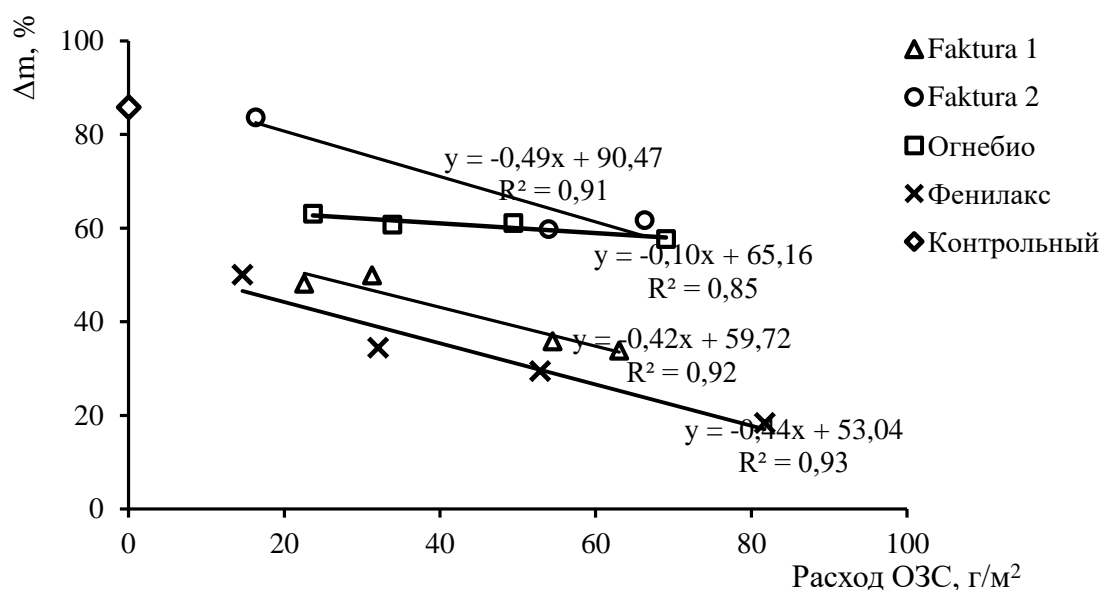


Рисунок 2. Зависимость потери массы образца (спичка) при рассчитанной площади каждого образца от расхода ОЗС

Потеря массы при горении обработанной ОЗС спички составила более 30 %, при расходе Faktura 1 60–80 г/м², в то время как производитель рекомендует расход 360 – 480 г/м² (300–400 мл/м²).

Из данных рис. 1 и 2 видно, что при использовании метода и «Огневая труба», и способа оценки горючих свойств веществ происходит снижение потери массы образцов при увеличении расхода ОЗС, за исключением образцов с применением «Огнебио». В обоих случаях при увеличении расхода ОЗС потеря массы древесных образцов уменьшается незначительно.

Как и в эксперименте с применением древесных образцов по методу «Огневая труба», из данных рис. 2 видно, что

наиболее эффективны огнебиозащитные составы Faktura 1 и «Фенилакс».

При нанесении одинакового количества слоев ОЗС, его расход и потеря массы образцов при горении исследуемых древесных материалов (брусок и спичка) могут различаться, например Faktura 1, это может быть связано как с качеством поверхности образца, породой древесины, так и с линейными размерами. Толщина спички в 2 раза меньше толщины бруска, ширина – в 16 раз, следовательно, физико-химические процессы (распространение пламени по поверхности материала, нагрев и разложение, ориентация теплового потока, толщина поверхностного коксового слоя, скорость обугливания древесины и

др.) на поверхности образцов будут различными.

Таким образом, применение разработанного способа оценки горючих свойств веществ [10] в качестве экспресс определения огнезащитной эффективности ОЗС является целесообразным. Дальнейшим исследованиям на установке типа ОТМ [8] подлежат образцы с потерей массы не более 40 %. Новый способ упрощает оценку горючих свойств веществ, позволяет сравнивать новые огнезащитные составы с изученными ранее.

С целью увеличения расхода ОЗС образцы древесины были замочены на

сутки в растворе Faktura 1 и высушены при комнатной температуре. При испытании в огневой трубе наблюдалось вспучивание покрытия, что привело к нарушению условий проведения эксперимента: образец перекосило, он касался стенок огневой трубы и перекрыл равномерную подачу воздуха и пламени горелки к поверхности образца. Метод огневой трубы не предусматривает испытание вспучивающихся ОЗС. Таким образом, применение метода с использованием спичек позволяет дать предварительную оценку по огнезащитной эффективности, в том числе и вспучивающимся ОЗС (рис. 3).



а



б

Рисунок 3. Образцы спичек после испытаний:

а) необработанный образец; б) образец, обработанный ОЗС Faktura 1

Для метода «Огневая труба» используются древесные заготовки, недостатком которых является разброс результатов по их влажности и размерам. Привести влажность образцов к одному показателю, измерить линейные размеры – трудозатратная часть проведения эксперимента.

С целью снижения трудозатрат на проведение эксперимента было определено среднее значение площади спички, на

которую наносится ОЗС (более 50 образцов). Расчетное значение площади составило $3,06 \text{ см}^2$. Значения потери массы образцов от соответствующего расхода, как при рассчитанной площади для каждого образца (Faktura 1 и Faktura 2), так и для определения расхода ОЗС при средней площади (Faktura 1, $S = 3,06 \text{ см}^2$ и Faktura 2, $S = 3,06 \text{ см}^2$), практически совпали (рис. 4).

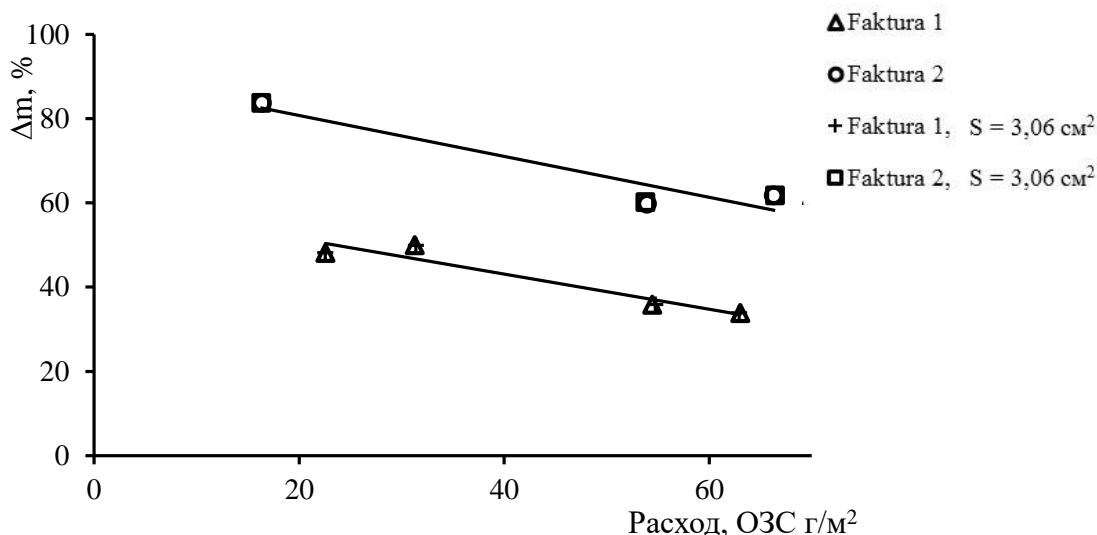


Рисунок 4. Зависимость потери массы образца (спичка) от расхода ОЗС

Таким образом, использование в качестве образца, на который наносится исследуемое вещество, спички является наиболее целесообразным.

Отличительные особенности предлагаемого способа экспресс-оценки горючих свойств веществ с использованием спички для нанесения исследуемого вещества заключаются в простоте, доступности,

универсальности и точности (относительная погрешность находится в пределах 10–15 % при $P = 0,95$).

Поскольку предлагаемый способ не является материально и трудозатратным, он дает возможность обработать и исследовать большое количество веществ, провести качественную оценку по эффективности и выбрать наиболее перспективные образцы для проведения дальнейших сертификационных испытаний.

Литература

1. Леонович А. А., Шелоумов А. В. Огнезащитная эффективность фосфоразотсодержащих антипиренов в зависимости от химической природы азотсодержащего компонента // Хим. пром-сть. 2003. Т. 80, № 2. С. 8–12.
2. Балакин В. М., Полищук Е. Ю. Азотфосфорсодержащие антипирены для древесины и древесных композиционных материалов (Литературный обзор) // Пожаровзрывобезопасность. 2008. Т. 17, № 2. С. 43–51.
3. Патент № 2469843 Российская Федерация, МПК В27К 3/52 (2006.01), С09К 21/02 (2006.01). Огнезащитный состав для обработки древесины: № 2011101296/13: заявл. 13.01.2011: опубл. 20.12.2012 / Салех А. И. 6 с.
4. Патент № 2538256 Российская Федерация, МПК В27К 3/52 (2006.01), С09D 5/14 (2006.01), С09К 21/04 (2006.01) В27К 3/20 (2006.01). Композиция для огнебиозащитной пропитки древесины: № 2012129756/05: заявл. 16.07.2012: опубл. 27.01.2014 / Лукьяненко Н. А., Лукьяненко К. Н., Веренкова Э. М.; заявитель ООО «ПОЛИФАН-Л». 7 с.
5. Асеева Р. М. и др. Эффективность и механизм действия двух огнезащитных систем для древесины // Пожаровзрывобезопасность. 2007. Т. 16, № 5. С. 23–30.
6. Афанасьев С. В., Коротков Р. В. Азотфосфорсодержащие антипирены пропитывающего действия для древесины // Пожаровзрывобезопасность. 2012. Т. 12, № 6. С. 38–42.
7. Тычино Н. А. Огнезащита и биозащита строительной древесины посредством капиллярной пропитки. М., 2004. 107 с.
8. ГОСТ Р 532925–2009. Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытаний. М., 2009. 20 с.
9. Балакин В. М. и др. Сравнительная оценка огнезащитных свойств фосфорсодержащих антипиренов на основе продуктов аминлиза полиэтилентерефталата // Пожаровзрывобезопасность. 2013. Т. 22, № 4. С. 29–32.

10. Патент № 2657831 Российская Федерация, МПК G01N 25/22 (2006.01). Способ оценки горючих свойств веществ: № 2017117835: заявл. 22.05.2017: опубл. 15.06.18 / Косарева М. А., Добрынина Н. Ю., Гайнулина Е. В. и др. 9 с.

11. ГОСТ 1820–2001. Спички. Технические условия. М., 2002. 7 с.

References

1. Lejnovich A. A., Sheloumov A. V. Oгнеzashchitnaia effektivnost fosforazotosoderzhashchikh antipirenov v zavisimosti ot khimicheskoi prirody azotsoderzhashchego komponenta // Khim. prom-st. 2003. T. 80, № 2. S. 8–12.

2. Balakin V. M., Polishchuk E. Iu. Azotfosforsoderzhashchie antipireny dlia drevesiny I drevesnykh kompozitsionnykh materialov (Literaturnyi obzor) // Pozharovzryvobezопасnost. 2008. T. 17, № 2. S. 43–51.

3. Patent № 2469843 Rossiiskaia Federatsiia, МПК B27K 3/52 (2006.01), C09D 5/14 (2006.01), C09K 21/04 (2006.01) B27K 3/20 (2006.01). Oгнеzashchitnyi sjstav dlia obrabotki drevesiny: № 2011101296/13: zaiavl. 13.01.2011: opubl. 20.12.2012 / Salekh A. I. 6 s.

4. Patent № 2538256 Rossiiskaia Federatsiia, МПК B27K 3/52 (2006.01), C09K 21/02 (2006.01). Kompozitsiia dlia ognebiozashchitnoi prohitki drevesiny: № 2012129756/05: zaiavl. 16.07.2012: opubl. 27.01.2014 / Lukianenko N. A., Lukianenko K. N., Verenkova E. M.; zaiavitel ООО «POLIFAN-L». 7 s.

5. Aseeva R. M. i dr. Effectivnost I mekhanizm deistviia dvukh ognezashchitnykh system dlia drevesiny // Pozharovzryvobezопасnost. 2007. T. 16, № 5. S. 23–30.

6. Afanasev S. V., Korotkov R. V. Azotfosforsoderzhashchie antipireny propityvaiushchego deistviia dlia drevesiny // Pozharovzryvobezопасnost. 2012. T. 12, № 6. S. 38–42.

7. Tychino N. A. Oгнеzashchita i biozashchita stroitelnoi drevesiny posredstvom kappiliarnoi propitki. М., 2004. 107 s.

8. GOST R 532925–2009. Oгнеzashchitnye sostavy i veshchestva dlia drevesiny I materialov na ee osnove. Obshchie trebovaniya. Metody ispytaniia. М., 2009. 20 s.

9. Balakin V. M. i dr. Sravnitel'naya otsenka ognezashchitnykh svoistv fosforsoderzhashchikh antipirenov na osnove prodyktov aminoliza polietilentereftalata // Pozharovzryvobezопасnost. 2013. T. 22, № 4. S. 29–32.

10. Patent № 2657831 Rossiiskaia Federatsiia, МПК G01N 25/22 (2006.01). Sposob otsenki goriuchikh svoistv veshchestv: № 2017117835: zaiavl. 22.05.2017: opubl. 15.06.18 / Kosareva M. A., Dobrynina N. Iu., Gai-nullina E. V. i dr. 9 s.

11. GOST 1820–2001. Spichki. Tekhnicestkie usloviia. М., 2002. 7 s.