



Начальник отдела научных разработок и внедрения их в производство ОАО “Корпорация Тольяттиазот”
С. В. Афанасьев



Преподаватель кафедры “Пожарно-профилактических дисциплин” Тольяттинского военного технического института
Р. В. Коротков



Преподаватель кафедры “Организации и управления противопожарными подразделениями” Тольяттинского военного технического института
Н. Н. Старков



Адъюнкт кафедры “Организации и управления противопожарными подразделениями” Тольяттинского военного технического института
А. А. Триполицын

УДК 614.841.4

СОСТАВ ДЛЯ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Рассмотрена возможность использования состава, включающего компонент ОСА-1 для целей пожаротушения. Приведены результаты сравнительного испытания предлагаемого состава для пожаротушения с известными поверхностно-активными веществами (ПАВ).

Тушение пожаров твердых горючих материалов, таких как древесина, полимеры, торф, ткани и др., связано с определенными техническими трудностями, ибо при их горении реализуются различные механизмы термоокислительных процессов и применение обычных тушащих веществ не всегда дает хорошие результаты. Считается признанным, что эффективные огнезащитные составы, нанесенные на поверхность горючих тел, способны ингибировать процесс горения либо смещать температуру пиролиза в сторону более высоких значений, уменьшая тем самым выделение газообразных продуктов. Снижение тепловыделения наблюдается и в результате карбонизации как самого антипирена, так и горючего материала. По указанной причине наибольшая огнетушащая эффективность антипирена должна наблюдаться в том случае, если его огнезащитное действие проявляется по нескольким механизмам.

Теоретические основы огнезащиты древесины подробно изложены в монографии [1]. Необходимо, однако, отметить, что они не всегда учитывают такой важный фактор ликвидации пожара, как смачиваемость поверхности древесины. Ее снижение в результате обугливания целлюлозосодержащих материалов ухудшает съем тепла жидким теплоносителем и приводит к резкому увеличению его расхода.

Иными словами, использование охлаждения горящей древесины в качестве механизма прекращения пожара не всегда эффективно ввиду малого эффекта смачиваемости поверхности материала. Для устранения данного недостатка в отечественной и

зарубежной пожарной технике широко используются неионогенные поверхностно-активные вещества (ПАВ). Одним из представителей ПАВ данной группы является продукт ПО-6ТС марки А, Б, вырабатываемый компанией “Ивхимпром” (Россия). В соответствии с действующими ТУ 0258-147-05744685–98 он является пенообразователем общего назначения и содержит не менее 27 мас. % триэтаноламиновых солей алкилсульфатов. При его использовании в качестве смачивателя готовится водный раствор ПО-6ТС марки А или Б с концентрацией 2 мас. %.

Смачивающая способность водных растворов ПАВ тесно связана с краевым углом смачивания Θ . По данным [2] для большинства ПАВ, рекомендованных к использованию в пожарной технике, величина Θ составляет около 70° . Следовательно, данные неионогенные пенообразователи не являются идеальными смачивателями, для которых краевой угол близок к нулевому значению.

В связи с этим вполне оправданны усилия по созданию более эффективных ПАВ.

Ранее сообщалось о разработке антипирена для древесины пропитывающего действия под торговой маркой “ОСА-1”. Представляло интерес исследовать его в качестве компонента огнетушащего состава в сравнении с продуктом взаимодействия алкилсульфоната и триэтаноламина — ПО-6ТС.

Согласно ТУ 2499-024-00206492–06 он предназначен для снижения горючести древесины на открытом воздухе и внутри помещений путем ее по-

верхностной обработки и характеризуется следующими показателями качества [3, 4] (табл. 1).

Основными компонентами для его получения является карбамидоформальдегидный концентрат КФК-85 состава:

общий формальдегид, мас. % 58,5–60,5
 общий карбамид, мас. % 23,5–25,5
 вода остальное,

а также аммиачная вода, карбамид и ортофосфорная кислота. Антипирен синтезируют в виде маловязкого водного раствора, пригодного для использования. С целью связывания остаточного формальдегида и аммиака предусмотрен последовательный ввод на завершающей стадии процесса 1–10 мас. % карбамида или меламина в расчете на 100 мас. % карбамидоформальдегидного концентрата и ортофосфорной кислоты для доведения показателя концентрации водородных ионов (рН) готового продукта до 6,0–8,0.

Установлено, что на стадии щелочной конденсации КФК-85 с аммиаком образуется полиамин общей формулы [5]:

$H_2[H_6N_2C_2]_{n+1}NCON[C_2N_2H_6]_{m+1}$, где $n = 0, 1$ и $m = 0, 1$,

содержащий непрореагировавшие метилольные производные карбамида и продукты их циклизации триазинового типа [6]. Последующий ввод карбамида на завершающей стадии процесса приводит к связыванию формальдегида с частичной поликонденсацией метилольных групп. В ходе нейтрализации полиамина ортофосфорной кислотой в составе огнезащитной композиции появляются ди- и три-

аммонийфосфат и амидофосфат. В образовании последнего, наряду с ортофосфорной кислотой, участвуют вторичные и третичные аминные группы с повышенной электронной плотностью атомов азота.

Таким образом, в отличие от неионогенных ПАВ продукт ОСА-1 не содержит алкильных углеводородных групп и является сложной смесью соединений различных классов. По указанной причине при его растворении в воде величина его поверхностного натяжения остается практически неизменной. Это указывает на то, что огнезащитный состав ОСА-1 не принадлежит к неионогенным ПАВ.

В то же время было предположено, что присутствующие в структуре антипирена полярные функциональные группы, преимущественно гидроксильные и аминные, будут способствовать многоточечной адсорбции молекул на поверхности гемицеллюлозы и целлюлозы, с последующим образованием более прочных химических связей, преимущественно эфирных.

Для оценки эффективности антипирена ОСА-1 в лабораторных условиях был применен метод сравнительного анализа, заключающийся в следующем: в одинаковых условиях проведено тушение горящих штабелей из брусков сосны размером 10×10×100 мм. Штабели состояли из 10 перекрестно расположенных рядов по пять брусков в каждом. В ходе эксперимента определяли время тушения и расход огнетушащего состава, подаваемого в виде струи на очаг пожара. В качестве прототипа, т.е. известного смачивателя, взят ПО-6ТС марки Б с концентрацией водного раствора 2 и 6 мас. %. Расход огнетушащего состава был максимально приближен к реальным условиям эксплуатации пожарной техники.

Полученные результаты представлены в табл. 2.

Из табл. 2 следует, что применение антипирена марки “ОСА-1” в виде 2%- и 6%-ных водных рас-

Таблица 1. Показатели качества огнезащитного состава марки “ОСА-1”

Показатель	Значение показателя
Внешний вид	Бесцветная прозрачная жидкость. Допускается образование тонкой взвеси
Содержание формальдегида	Отсутствует
рН	6,0–7,5
Плотность при 20°C, г/см ³	1,15–1,25
Коэффициент рефракции, не менее	1,405
Температура замерзания, не выше, °C	Минус 15
Расход для перевода древесины в I группу огнезащитной эффективности, г/м ²	350

Таблица 2. Зависимость времени тушения модельного очага пожара от расхода огнетушащего вещества

Расход на тушение, л/с	Время ликвидации пожара, с		
	водой	раствором ПО-6ТС	раствором ОСА-1
0,0008	65,0	–/55	–/50
0,0009	63,0	–/50	–/45
0,002	31,5	18,0/–	12,4/–
0,003	28,0	17,5/–	11,5/–
0,004	24,0	16,2/–	10–2
0,010	16,0	13,3/–	7,6/–

Примечание. Над чертой приведены данные для ПО-6ТС концентрации 2 мас. %, под чертой — 6 мас. %.

творов позволяет существенно снизить расход огнетушащего состава и сократить время тушения пожара по сравнению с чистой водой и растворами ПО-6ТС с аналогичными концентрациями.

Данный результат можно объяснить следующим образом.

Ввод карбамида на стадии синтеза полиамина приводит не только к связыванию свободного формальдегида в метилолмочевину, но и к формированию сложных надмолекулярных структур, склонных к карбонизации и вспучиванию при повышенной температуре за счет выделения низкомолекулярных соединений — воды, аммиака, углекислого газа, не поддерживающих процесс горения древесины. Интенсивное термическое разложение антипирена ОСА-1 наблюдается уже при температурах выше 110°C, что подтверждено термическим анализом обезвоженных образцов.

С другой стороны, установлено, что при контакте с нагретой поверхностью амидофосфат переходит в твердое состояние по механизму кислотной поликонденсации, замедляя тем самым скорость термоокислительного процесса. Этому способствует и концентрирование огнетушащего раствора в зоне горения.

Вполне очевидно, что реализация данных механизмов обуславливает высокий эффект применения 2%-ного водного раствора антипирена ОСА-1 при тушении пожаров.

Есть основания полагать, что в связи с низкой себестоимостью получения огнезащитного состава марки “ОСА-1” открывается реальная возможность его практического использования взамен дорогостоящих и экологически небезопасных неионогенных ПАВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Леонович, А. А.** Снижение пожарной опасности древесных материалов, изделий и строительных конструкций / А. А. Леонович, А. В. Шелоумов. — СПб: СПбГПУ, 2002. — 59 с.
2. **Воевода, С. С.** Тушение пожаров твердых дисперсных материалов путем их пропитки водой со смачивателем / С. С. Воевода, С. А. Макаров, А. Ф. Шароварников // Пожаровзрывобезопасность. — 2005. — Т. 14, № 3. — С. 78–80.
3. **Пат. № 2270752 РФ**, МПК В27 К 3/52, С 09 К 21/12. Способ получения антипирена / Махлай В. Н., Афанасьев С. В., Михайлин М. П., Коротков Р. В.; № 2004129996.; заявл. 12.10.04; опубл. 27.02.06. Бюл. № 6.
4. **Афанасьев, С. В.** Антипирен на основе КФ-концентрата / С. В. Афанасьев, Р. В. Коротков, А. В. Каришин [и др.] // Синтез, модифицирование и применение смол для древесных плит: сб. докл. науч.-практ. семинара. 18 ноября 2004 г. — СПб: СПбГПУ, 2004. — С. 114–117.
5. **Пат. № 2228925 РФ**, МПК С 07 С 211/13, 209/60. Способ получения полиамина / С. В. Афанасьев, В. Н. Махлай, А. С. Виноградов, М. А. Барышева; № 2002117274; заявл. 01.07.02; опубл. 20.05.04. Бюл. № 14.
6. **Афанасьев, С. В.** Химия и технология КФ-концентрата / С. В. Афанасьев // Коршуновские чтения: сб. науч. тр. Всерос. науч.-техн. конф. 1–3 марта 2003 г. — Тольятти: ТГУ, 2005. — С. 28–40.

Поступила в редакцию 28.08.07.