ТРУДЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ИНСТИТУТА ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

www.journal.spb-niilh.ru
ISSN 2079-6080

DOI 10.21178/2079-6080.2017.4.56
УДК 630*432.331 + УДК 630*432.17

Сравнительные испытания огнетушащей способности и защитного действия антипирена ОС-5 и огнестойкой быстротвердеющей пены

© В.Г. Гусев[1], Г.Н. Куприн[2], Д.С. Куприн[2]

Comparative tests of fire extinguishing ability and flame retardant protective action of flame retardant OS-5 and flame retardant fast hardening foam

V.G. Gusev (Saint Petersburg Forestry Research Institute)
G.N. Kuprin, D.S. Kuprin (Joint-Stock Company "NPO "SOPOT", Saint Petersburg)

Presents the results of comparative tests on standard technique fire extinguishing ability and protective action of flame retardant 5 OS and flame retardant fast hardening foam for fires class A. Class A fire hearth model was a wooden the stack in the form of a cube, made of 72 bars softwood length 0.5 m and a moisture content of 10 to 20% (12 layers of 6 bars per layer). For ignition stacks it fits metal pallet with burning gasoline. Extinguishing burning stacks begin of full coverage after its flames. In the first experiment was carried out in advance prepared stacks of extinguishing and fire engine tank filled with an aqueous solution of flame retardant OS-5. His recipe was developed in 1985 year LenNIILH (now «SPbNIILH»). In the second experiment the same model hearth fire extinguishing flame retardant fast hardening foam. It was developed by NPO «Sopot», and occurs when blending substance generating foam, fireproofing agent based on Silicon and compressed air in a special fire barrel. Fast hardening foam component is added at a concentration of 6-10%. Extinguishing the stacks in both experiments was carried out from the gun-carriage trunk and took order from 10 seconds. I.e. the fire extinguishing ability to both chemical compositions can be considered the same. Protective effect of extinguishing agents tested through 2 minutes after the end of the extinguishing by heating the wood stacks extinguished the flame of a gas burner. The resumption of the extinguished burning flame retardant solution OS-5 wooden piles under the action of a gas burner flame started at 1 minute before and independent burning (if clean burner)-for half a minute earlier than the stacks, extinguished fast hardening foam, in the same conditions. Thus, a little more effective protective action has rapid hardening foam.

Key words: comparative tests, fire extinguishing ability, flame retardant fast hardening foam, flame retardant OS-5, forest fire, class A fire hearth model, protective action

Сравнительные испытания огнетушащей способности и защитного действия антипирена ОС-5 и огнестойкой быстротвердеющей пены

В.Г. Гусев, Г.Н. Куприн, Д.С. Куприн

Представлены результаты сравнительных испытаний по стандартной методике огнетушащей способности и защитного действия антипирена ОС-5 и огнестойкой быстротвердеющей пены для пожаров класса А. Модельный очаг пожара класса А представлял собой деревянный штабель в виде куба, сложенный из 72 брусков древесины хвойных пород длиной по 0,5 м и влажностью от 10 до 20% (12 слоёв по 6 брусков в слое). Для зажигания штабеля под него помещался металлический поддон с горящим бензином. Тушение горящего штабеля начиналось после полного охвата его пламенем. В первом эксперименте тушение производилось заранее приготовленным и заправленным в ёмкость пожарной машины водным раствором антипирена ОС-5. Его рецептура на основе диаммонийфосфата была разработана в 1985 году ЛенНИИЛХ (сейчас «СПбНИИЛХ»). Во втором эксперименте такой же модельный очаг пожара тушился огнестойкой быстротвердеющей пеной, разработанной НПО «СОПОТ», которая образуется в специальном пожарном стволе при смешении пенообразователя, огнестойкого отвердителя на основе кремния и сжатого воздуха. Концентрация отвердителя в смеси составляет 6-10%, в зависимости от необходимой скорости затвердевания пены. Тушение штабелей в обоих экспериментах производилось из лафетного ствола и длилось порядка 10 с. То есть огнетушащую способность обоих химических составов можно считать одинаковой. Защитное действие сравниваемых составов проверялось через 2 минуты, после окончания тушения путём нагрева потушенного штабеля пламенем газовой горелки. Возобновление горения потушенного раствором антипирена ОС-5 штабеля под действием газовой горелки началось на 1 минуту раньше, а самостоятельное горение (при убранной горелке) – на полминуты раньше, чем у штабеля, потушенного быстротвердеющей пеной, в таких же условиях. Таким образом, огнестойкая быстротвердеющая пена по защитному действию от огня показала себя немного более эффективной.

Ключевые слова: антипирен ОС-5, защитное действие, лесной пожар, модельный очаг пожара класса А, огнетушащая способность, огнестойкая быстротвердеющая пена, сравнительные испытания

[1]Гусев Виталий Георгиевич – главный науч. сотр. отдела научно-технической информации ФБУ «СПбНИИЛХ», д-р с.-х. наук, канд. техн. наук
E-mail: gusev.v.g@mail.ru

[2]Куприн Геннадий Николаевич – генеральный директор НПО «СОПОТ», канд. техн. наук E-mail: sopot@sopot.ru

[2] Куприн Денис Сергеевич – начальник лаборатории взрывопожаропредотвращения НПО «СОПОТ»
E-mail: dskuprin@mail.ru

[1]ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства»
194021, Санкт-Петербург, Институтский пр., д. 21
Телефон: (812) 552-80-21, (812) 552-89-95
E-mail: mail@spb-niilh.ru

[2]НПО «СОПОТ»
196070, Санкт-Петербург, а/я 87
Телефон/факс:(812) 464-61-41
E-mail: sopot@sopot.ru

Существенным недостатком применяемых при борьбе с лесными пожарами пенообразователей и смачивателей является кратковременность их защитного действия при прокладке заградительных противопожарных полос. С целью устранения этого недостатка НПО «СОПОТ» была разработана новая огнестойкая быстротвердеющая пена. Она представляет собой водонаполненную специализированную двухкомпонентную композицию для пожаротушения, предназначенную для тушения твёрдых горючих материалов (пожары класса А). Композиция состоит из двух жидких компонентов. Образование пены происходит при смешении пенообразователя и огнестойкого отвердителя на основе кремния между собой и с воздухом за счёт его эжектирования в жидкость и подачи полученной смеси через специальный пожарный ствол, разработанный НПО «СОПОТ». Согласно рекомендации изготовителя отверждающий пену компонент добавляется к пенообразователю в концентрации 6-10% в зависимости от необходимой скорости затвердевания пены [1].

Оба компонента состава являются водорастворимыми. Пена, образующаяся при их смешении, также постепенно растворяется в воде. По ГОСТ Р 50595-93 «Вещества поверхностно-активные. Метод определения биоразлагаемости в водной среде» состав относится ко 2-му классу биоразлагаемости – «умеренноразлагаемые». В ходе проведённых экспериментальных исследований были установлены следующие преимущества огнестойкой быстротвердеющей пены в отличие от воды и обычной воздушно-механической пены [1]:

- экономия воды и пенообразователя за счёт более эффективного их использования;
- повышение дальности и высоты подачи сплошной струи пены;
- удобство работы с более лёгкими рукавами при её подаче;
- высокая адгезия (прилипание к различно ориентированным в пространстве поверхностям, в частности к хвое, веточкам и растительному напочвенному покрову);
- высокая огнестойкость и после высыхания (затвердевания);
- долговременность действия (на протяжении всего засушливого периода пожароопасного сезона может служить препятствием для возникновения и распространения низового и верхового пожаров, растворима в воде и постепенно смывается дождями).

Другим огнетушащим составом долговременного действия является разработанный ЛенНИИЛХ (сейчас ФБУ «СПбНИИЛХ») антипирен ОС-5 на основе диаммонийфосфата (до 75%). Кроме того, в состав ОС-5 (ТУ 6-18-61-88) входят: карбамид (мочевина) не менее 23% и сульфонол (2-3%). Наличие диаммонийфосфата обеспечивает антипирену огнетушащую и огнезащитную способность. Мочевина активизирует огнетушащие свойства состава и одновременно играет роль ингибитора коррозии металлов. Сульфонол повышает смачивающую способность раствора, что особенно необходимо при тушении пористых лесных горючих материалов [2].

Концентрация водного раствора антипирена ОС-5, равная 13%, является оптимальной для тушения лесных пожаров. Состав ОС-5 в виде порошка засыпается в рабочую ёмкость, заливается водой до заданного объёма раствора и перемешивается до растворения порошка. Необходимое количество состава для приготовления заданного объёма раствора ОС-5 оптимальной концентрации определялся по формуле:

$$M = V \cdot K \cdot P,$$

где M – масса антипирена ОС-5 в виде порошка, кг;

V – заданный объём приготовляемого раствора ОС-5, л;

K – плотность раствора антипирена ОС-5 (1,07 кг/л).

P – массовая доля антипирена в растворе в соответствии с его концентрацией (0,13).

Сравнительные огневые испытания огнетушащей способности и огнестойкости быстротвердеющей пены и водного раствора антипирена ОС-5 на основе фосфорно-аммонийных солей проводились на модельных очагах пожара класса А (ГОСТ Р 51057-2001 «Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний»). В соответствии с ГОСТ, модельный очаг пожара представлял собой деревянный штабель в виде куба

(рис. 1), сложенный из 72 брусков древесины хвойных пород (12 слоёв из 6 брусков длиной по 0,5 м и влажностью от 10 до 20%).

Рис. 1. Деревянный штабель перед испытанием

Под штабель помещался металлический поддон размерами 400×400×100 мм с горючей жидкостью (1,1 дм^3) таким образом, чтобы центры штабеля и поддона совпадали. Для образования сплошной ровной поверхности жидкости дно поддона заливали слоем воды (5 дм^3), на который уже наливался автомобильный бензин (ГОСТ Р 51105-97 «Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин. Технические условия») в количестве, соответствующем модельному очагу пожара (ГОСТ Р 51057-2001). Затем бензин в поддоне поджигался. Для более равномерного прогрева и быстрого зажигания на открытом воздухе, штабель медленно вращался относительно горящего поддона (рис. 2).

Рис. 2. Горение бензина в поддоне

В первом эксперименте тушение штабеля производилось заранее приготовленным и заправленным в ёмкость пожарной машины водным раствором антипирена ОС-5 (рис. 3).

Рис. 3. Пожарный модуль с ёмкостью для огнетушащей жидкости и насосной системой

Когда штабель был полностью (со всех сторон) охвачен пламенем, начинали его тушение, которое производилось из лафетного ствола, соединённого с баком пожарного модуля (рис. 4-6).

Рис. 4. Разгоревшийся штабель перед тушением раствором антипирена ОС-5

Рис. 5. Тушение струёй раствора антипирена из лафетного ствола

Рис. 6. Тушение деревянного штабеля 15% раствором антипирена ОС-5

Штабель был потушен за 10 секунд. Через 2 минуты после окончания тушения начался нагрев потушенного деревянного штабеля пламенем газовой горелки (рис. 7). Повторное горение внутри штабеля под действием горелки началось на четвёртой минуте.

Рис. 7. Повторное зажигание деревянного штабеля газовой горелкой

Самостоятельное горение внутри штабеля (при убранной горелке) началось через 6 минут (рис. 8). Через 4 минуты оно само прекратилось.

Рис. 8. Повторное горение деревянного штабеля

Во втором эксперименте – с применением огнестойкой быстротвердеющей пены – вся подготовка к тушению производилась аналогично. На рисунке 9 показан разгоревшийся деревянный штабель перед началом тушения.

Рис. 9. Разгоревшийся деревянный штабель перед тушением огнестойкой быстротвердеющей пеной

Тушение горящего штабеля тоже производилось из лафетного ствола. Огнестойкая быстротвердеющая химическая пена получалась при смешении двух жидких компонентов – пенообразователя и огнестойкого кремнезёмного отвердителя, который эжектировался в лафетный ствол из канистры (рис. 10).

Рис. 10. Генерация огнестойкой быстротвердеющей пены

Образование пены происходило при смешении компонентов между собой и со сжатым воздухом из баллона в специальном пожарном стволе, разработанном НПО «СОПОТ».

На рисунках 11 и 12 показан процесс тушения деревянного штабеля пеной и его результат.

Рис. 11. Тушение деревянного штабеля струей огнестойкой быстротвердеющей пены

Рис. 12. Деревянный штабель сразу после тушения быстротвердеющей пеной

На последнем рисунке хорошо видны кусочки пены, прилипшие к торцевой и верхней поверхностям штабеля. Как и в первом эксперименте, штабель был потушен за 10 секунд. Через 2 минуты после тушения штабель стали нагревать газовой горелкой (рис. 13).

Рис. 13. Повторное зажигание штабеля, потушенного пеной

Повторное горение штабеля под действием газовой горелки началось на пятой минуте (рис. 14).

Рис. 14. Начало повторного горения под действием газовой горелки штабеля, потушенного быстротвердеющей пеной

Самостоятельное внутреннее горение штабеля (при убранной горелке) началось через 6,5 минут (рис. 15) и продолжалось 11 минут, пока штабель не затух.

Рис. 15. Самостоятельное горение штабеля, потушенного пеной

Таким образом, эксперименты показали близкие результаты. Время, необходимое для зажигания газовой горелкой потушенного пеной штабеля, оказалось на 1 минуту больше, чем в случае такого же повторного зажигания штабеля, потушенного раствором антипирена ОС-5. Самостоятельное горение после повторного зажигания штабеля, потушенного пеной, началось на полминуты позже.

Отдельно проверялось воздействие пламени газовой горелки непосредственно на быстротвердеющую пену. Через 3-4 минуты начинается пиролиз быстротвердеющей пены, она темнеет, но самостоятельное горение её не возникает (рис. 16-17).

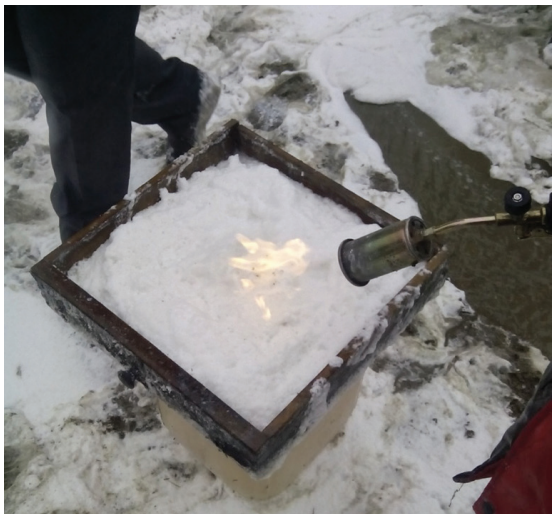

Рис. 16. Начало нагрева быстротвердеющей пены пламенем газовой горелки

Рис. 17. Поверхность пены после воздействия на неё пламенем газовой горелки

Выводы

1. Возобновление горения потушенного раствором антипирена ОС-5 деревянного штабеля под действием пламени газовой горелки началось на 4-й минуте, а повторное горение штабеля, потушенного быстротвердеющей пеной, в таких же условиях началось на 1 минуту позже.

2. Самостоятельное горение (при убранной горелке) потушенного раствором антипирена ОС-5 деревянного штабеля началось через 6 минут, а потушенного быстротвердеющей пеной, в таких же условиях – на 0,5 минуты позже.

3. Таким образом, огнестойкая быстротвердеющая пена по защитному действию от огня показала себя немного более эффективной.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арцыбашев, Е.С. Применение огнетушащего состава ОС-5 для борьбы с лесными пожарами / Е.С. Арцыбашев, Е.Ф. Давыдов, В.Г. Лорбербаум, Т.В. Пирогова, И.Н. Седина. – Л.: ЛенНИИЛХ, 1989. – 22 с.
2. Отработка тактики и способов борьбы с лесными пожарами с помощью быстротвердеющей пены: отчёт о НИР (заключ.) / ФБУ «СПбНИИЛХ», ООО «НПО СОПОТ»; рук. Гусев В.Г.; исполн.: Гуцев Н.Д., Куприн Г.Н., Куприн Д.С., Ерицов А.М. и [др.]. – СПб. 2015. – 217 с. – Библиогр.: с. 204-208.

REFERENCES

1. Artsybashev Ye.S., Davydov Ye.F., Lorberbaum V.G., Pirogova T.V., Sedina I.N. Primeneniye ognetushashchego sostava OS-5 dlya borby s lesnymi pozharami. Leningrad, LenNIILKh, 1989, 22 p. (In Russian)
2. Otrabotka taktiki i sposobov borby s lesnymi pozharami s pomoshchyu bystrotverdeyushchey peny: otchyot o NIR (zaklyuch.). FBU «SPbNIILKh», OOO «NPO SOPOT», ruk. Gusev V.G.; ispoln.: Gutsev N.D., Kuprin G.N., Kuprin D.S., Yeritsov A.M. [et al.]. SPb., 2015, 217 p., bibliogr. pp. 204-208. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 2.11.2017