

А. В. КАЛАЧ, д-р хим. наук, профессор, заместитель начальника по научной работе, Воронежский институт ГПС МЧС России (Россия, 394052, г. Воронеж, ул. Краснознаменная, 231; e-mail: a_kalach@mail.ru)

А. Н. ГУСАКОВ, старший преподаватель кафедры пожарной и аварийно-спасательной техники, Воронежский институт ГПС МЧС России (Россия, 394052, г. Воронеж, ул. Краснознаменная, 231; e-mail: gusakov_an@vigps.ru)

С. В. ШАРАПОВ, д-р техн. наук, профессор, начальник института, Научно-исследовательский институт перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности, Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России (Россия, 193079, г. Санкт-Петербург, Октябрьская наб., 35)

УДК 614.842.61

К ВОПРОСУ О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКИ ПЕННОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

На основе статистических данных по пожарам в Российской Федерации проведен анализ пожаров, происшедших на объектах по хранению, переработке и транспортировке нефти и нефтепродуктов в 2010–2014 гг. Указаны основные объекты, на которых произошли пожары, и основные причины их возникновения. Дан анализ состояния рынка пенообразователей в Российской Федерации на основании данных единого реестра сертификатов соответствия Федеральной службы по аккредитации "Росаккредитация". Проведена оценка возможностей российских производителей по импортозамещению пенообразователей, присутствующих на российском рынке. С учетом направлений развития техники и технических средств для тушения пожаров предложена концепция пожарного автомобиля пенного тушения.

Ключевые слова: пенное пожаротушение; пенообразователь; автомобиль пенного тушения; пожары в резервуарах; "твердая пена".

DOI: 10.18322/PVB.2017.26.01.75-80

Анализ и обобщение статистических данных по пожарам на объектах, связанных с хранением, транспортировкой и переработкой нефти и нефтепродуктов, с 2010 по 2014 гг. показывают, что за этот период зафиксировано 362 пожара. Распределение пожаров по объектам представлено на рис. 1.

Установлено, что пожары в резервуарах вместимостью 5000 м³ и более тушатся в основном мобильной пожарной техникой. Это обусловлено тем, что автоматические установки пожаротушения зачастую оказывались поврежденными уже на начальной стадии пожара, возникшего в результате взрыва паровоздушной смеси, и поэтому не способны были выполнять возложенные на них функции. Стационарные системы пожаротушения использовались лишь в 19 % происшествий [1, 2]. При этом в большинстве случаев при возникновении пожаров на объектах нефтяной отрасли, кроме автоцистерн и автонасосов, на тушение пожара привлекались автомобили пенного тушения.

На совмещенном графике количества пожаров на данных объектах и частоты использования автомобилей пенного тушения видно, что данные показатели практически совпадают (рис. 2).

Известно, что пожары на объектах по хранению, транспортировке и переработке нефти и нефтепродуктов требуют значительных расходов огнетушащих веществ, большого количества личного состава



Рис. 1. Распределение пожаров по местам возникновения: 1 — нефтебазы, нефтехранилища; 2 — наружные установки предприятий нефтеперерабатывающей промышленности; 3 — открытые склады в таре; 4 — сливноналивные эстакады; 5 — нефтепроводы

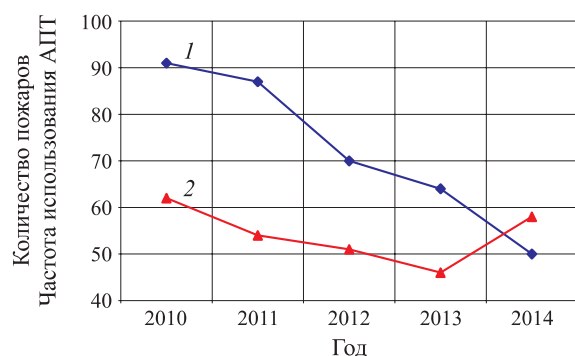


Рис. 2. Совмещенный график количества пожаров (1) на объектах нефтяной отрасли и частоты использования автомобилей пенного тушения (2) за 2010–2014 гг.

ва и техники. Такие пожары с трудом поддаются тушению, носят затяжной характер и, как правило, приводят к значительному экономическому и экологическому ущербу, поэтому проблемы безопасного хранения, переработки и транспортировки горючих жидкостей не теряют своей актуальности.

Во всем мире параллельно с развитием нефтегазовой отрасли ведется разработка новых, более эффективных, и совершенствование существующих технических средств борьбы с пожарами [2, 3].

Анализ данных по использованию основных пожарных автомобилей целевого применения за период 2005–2014 гг. позволил сделать вывод, что автомобили пенного тушения являются наиболее востребованными при тушении пожаров (рис. 3) [4].

На кафедре пожарной и аварийно-спасательной техники Воронежского института ГПС МЧС России в настоящее время проводится научно-исследовательская работа по разработке конструкции автомобиля пенного тушения с возможностью подачи различных видов огнетушащих пен, в том числе на основе структурированных частиц кремнезема.

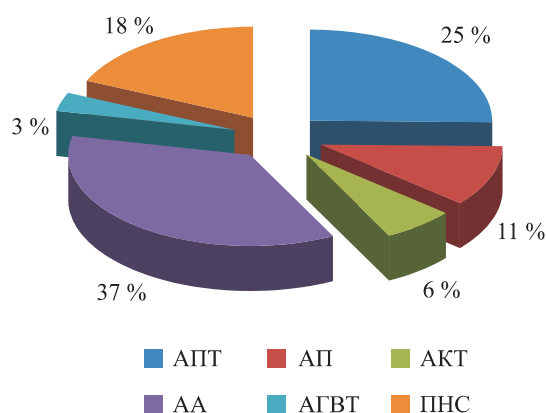


Рис. 3. Соотношение использования автомобилей целевого применения за период 2005–2014 гг.: АПТ — автомобили пенного тушения; АП — автомобили порошкового тушения; АКТ — автомобили комбинированного тушения; АА — пожарный аэродромный автомобиль; АГВТ — автомобили газозаводного тушения; ПНС — пожарная автонасосная станция

На протяжении многих десятилетий основным средством тушения пожаров на объектах по хранению нефти и нефтепродуктов остаются пены средней и низкой кратности, подаваемые на поверхность горючей жидкости через борт резервуара, непосредственно в слой горючего (так называемый подслойный метод тушения) или комбинированным способом [5, 6].

Для получения воздушно-механической пены применяются отечественные и зарубежные пенообразователи [3, 7].

Анализ состояния рынка пенообразователей в Российской Федерации на основании данных единого реестра сертификатов соответствия Федеральной службы по аккредитации “Росаккредитация” показал, что рынок насыщен сертифицированными для целей пожаротушения пенообразователями 174 типов, из них 119 (69 %) отечественного производства и 55 (31 %) — зарубежного. При проведении анализа учитывались только пенообразователи, выпускаемые под торговыми марками производителей [3, 7, 8].

В настоящее время на территории Российской Федерации находится 25 предприятий, выпускающих пенообразователи. Лидерами по производству пенообразователей являются ОАО “Ивхимпром” (г. Иваново), ЗАО “Эгида ПТВ” (г. Москва), а также ООО “Завод ТехноХимСинтез” (г. Уфа).

Проведенный анализ сертифицированных пенообразователей показал, что на российском рынке представлены:

- 1) пенообразователи общего назначения — 63 типа, из них:
 - российского производства — 55 (87 %);
 - зарубежного — 8 (13 %);
- 2) смачиватели только российских производителей;
- 3) пенообразователи целевого назначения — 108 типов, из них:
 - российского производства — 61 (57 %);
 - зарубежного — 47 (43 %).

В целом отечественные производители без снижения обеспечения безопасности объектов могут полностью заменить импортируемые пенообразователи [7].

В 2014 г. ООО “НПО СОПОТ” предложило использовать “твердую пену” [9]. Такая пена представляет собой двухкомпонентный состав, включающий раствор пенообразователя и композицию на основе структурированных частиц кремнезема (оксида кремния). Поверхностно-активные вещества, входящие в состав любого пенообразователя, способны адсорбировать на своей поверхности частицы оксида кремния, которые вводятся инъекционно, непосредственно перед подачей на горящую поверх-

ность, вызывая затвердевание пены в течение 5–30 с. Установлено, что “твердая пена” способна закрепляться на различных поверхностях, превращаясь в пористую губку, которая надежно изолирует поверхность от огня и высоких температур. В отличие от обычных пен, которые под действием температуры факела пламени и нагретой поверхности разрушаются, вспененный кремнезем способен выдерживать температуру до 1000 °С. При испарении воды кристаллизация аморфных частиц кремнезема лишь усиливается, кристаллический каркас уплотняется, и пена становится лишь прочнее. Полимеризованная пена не является твердой в обычном понимании этого слова. Она напоминает гель, который обладает мощной способностью адсорбировать воду, а впитав ее, размягчается и легко подвергается механическому разрушению [9].

Для подачи огнетушащих пен в процессе ликвидации пожаров необходима в первую очередь передвижная пожарная техника. Модельный ряд автомобилей пенного тушения в настоящее время представлен автомобилями на шасси грузовых автомобилей с колесной формулой 6×6 или 6×4, оборудованных емкостью для пенообразователя вместимостью от 4 до 10 м³ и насосной установкой производительностью от 40 до 100 л/с [10–13].

Проводимая на кафедре пожарной и аварийно-спасательной техники научно-исследовательская работа направлена на разработку пожарного автомобиля пенного тушения на шасси полуприцепа (рис. 4). Основными тактико-техническими характеристиками данного автомобиля являются подача насосной установки и запас вывозимого огнетушащего вещества (пенообразователя). Для определения данных параметров были приняты следующие исходные данные: диаметр резервуара 39,9 м (соответствующий вертикальному стальному резервуару вместимостью 20 тыс. м³, в котором хранится бензин с температурой вспышки ниже 28 °С); интенсивность подачи огнетушащего вещества 0,08 л/(м²·с); огнетушащее вещество — 6 %-ный раствор синтетического углеводородного пенообразователя общего назначения ПО-6СП; приборы подачи огнетушащего вещества — генераторы пены средней кратности ГПС-2000; расчетное время тушения 15 мин плюс время пода-

чи пены после ликвидации горения 5 мин; коэффициент запаса 3 по ГОСТ 31385–2008 и [5, 14, 15].

В результате проведенных расчетов были определены:

1) расчетная площадь пожара $S_{\text{п}}$ (м²):

$$S_{\text{п}} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 39,9^2}{4} = 1249,73, \quad (1)$$

где π — математическая константа;

d — диаметр резервуара, м;

2) требуемый расход $Q_{\text{тр}}^{\text{т}}$ (л/с) огнетушащего вещества на тушение:

$$Q_{\text{тр}}^{\text{т}} = S_{\text{п}} I_{\text{тр}}^{\text{т}} = 1249,73 \cdot 0,08 = 99,98, \quad (2)$$

где $I_{\text{тр}}^{\text{т}}$ — нормативная интенсивность подачи огнетушащего вещества, л/(м²·с);

3) требуемое количество приборов (в данном случае ГПС-2000) $N_{\text{приб}}^{\text{т}}$ для подачи огнетушащего вещества:

$$N_{\text{приб}}^{\text{т}} = \frac{Q_{\text{тр}}^{\text{т}}}{Q_{\text{приб}}} = \frac{99,98}{20} = 4,9 \approx 5, \quad (3)$$

где $Q_{\text{приб}}$ — расход 6 %-ного раствора пенообразователя, л/с;

4) требуемый расход пенообразователя $Q_{\text{ф.ПО}}^{\text{т}}$ (л/с) на тушение пожара:

$$Q_{\text{ф.ПО}}^{\text{т}} = N_{\text{приб}}^{\text{т}} Q_{\text{приб}} = 5 \cdot 1,2 = 6; \quad (4)$$

5) необходимый запас пенообразователя $Q_{\text{общ}}^{\text{ПО}}$ (м³) для тушения пожара:

$$Q_{\text{общ}}^{\text{ПО}} = Q_{\text{ф.ПО}}^{\text{т}} \cdot 60 \tau_{\text{туш}} K_3 = 5 \cdot 1,2 \cdot 60 \cdot 20 \cdot 3 = 21600 \text{ л} = 21,6 \text{ м}^3, \quad (5)$$

где $\tau_{\text{туш}}$ — нормативное время подачи огнетушащего вещества, мин;

K_3 — коэффициент запаса.

В соответствии с проведенными расчетами основные показатели разрабатываемого автомобиля должны отвечать следующим требованиям:

- высокая проходимость, что должно быть обеспечено полноприводным шасси и активным полуприцепом;
- высокая производительность насосной установки — более 100 л/с;
- объем огнетушащих веществ более 20 м³;

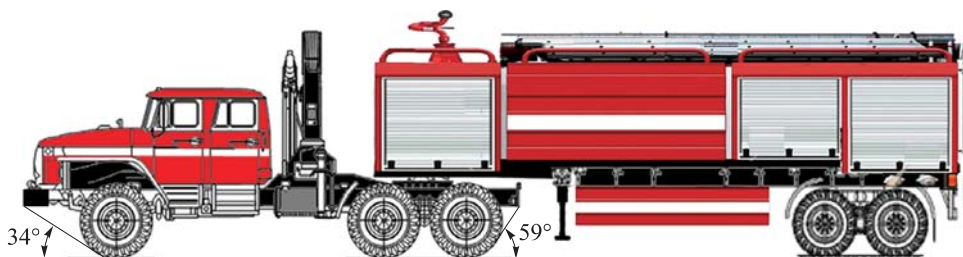


Рис. 4. Проект автомобиля пенного тушения на шасси полуприцепа

- надежная работа в условиях низких температур, обогрев систем и агрегатов автомобиля выхлопными газами;
- возможность подачи различных видов пен при тушении пожаров (низкой и средней кратности, компрессионной, на основе структурированных частиц);
- обеспечение безопасности личного состава. Выполнение научно-исследовательской работы по разработке пожарного автомобиля пенного тушения на шасси полуприцепа позволит повысить уровень защищенности объектов по хранению нефти и нефтепродуктов за счет повышения эффективности использования мобильной пожарной техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комплексный анализ обстановки с пожарами, произошедшими в Российской Федерации в 2005–2014 гг. — М. : ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2015. — 923 с.
2. Шароварников А. Ф., Молчанов В. П., Воевода С. С., Шароварников С. А. Тушение пожаров нефти и нефтепродуктов. — М. : Изд. дом “Калан”, 2002. — 448 с.
3. Воевода С. С., Молчанов В. П., Бастриков Д. Л., Крутов М. А. Применение различных пенообразователей для тушения пожаров горючих жидкостей // Пожаровзрывобезопасность. — 2012. — Т. 21, № 1. — С. 70–72.
4. Калач А. В., Шарапов С. В., Гусаков А. Н. Исследование статистики применения пожарной техники для тушения пожаров // Пожаровзрывобезопасность. — 2016. — Т. 25, № 6. — С. 48–54. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.06.48-54.
5. Руководство по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках. — М. : ГУ ГПС – ВНИИПО – МИПБ, 1999. — 47 с.
6. Nolan D. P. Handbook of fire and explosion protection engineering principles. 3rd ed. — Westwood (New Jersey), USA : William Andrew, 2014. — 487 p.
7. Гусаков А. Н. Анализ пенообразователей для целей пожаротушения на российском рынке // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов : материалы III Всероссийской научно-практической конференции. — Иваново, 2016. — С. 24–28.
8. Тайсумов Х. А., Назаров В. П., Присяжнюк Н. Л., Орехов В. А., Карасев С. П. Современные проблемы использования пенообразователей для тушения пожаров // Безопасность жизнедеятельности. — 2009. — № 10. — С. 35–38.
9. Официальный сайт ООО “НПО СОПОТ”. URL: <http://www.sopot.ru> (дата обращения: 10.09.2016).
10. Официальный сайт ОАО “Пожтехника”. URL: <http://www.pozhtekhnika.ru> (дата обращения: 12.09.2016).
11. Официальный сайт АО “УралПОЖТЕХНИКА”. URL: <http://www.uralpt.ru> (дата обращения: 12.09.2016).
12. Официальный сайт ПО “Берег”. URL: <http://www.po-bereg.ru> (дата обращения: 12.09.2016).
13. Chmiel M., Markowski T., Kowalczyk A. Firefighting vehicles classification, labelling and division // Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza (Safety & Fire Technique). — 2013. — Vol. 32, Issue 4. — P. 67–78. DOI: 10.12845/bitp.32.4.2013.8.
14. Lattimer B. Y., Hanauska Ch. P., Scheffey J. L., Williams F. W. The use of small-scale test data to characterize some aspects of fire fighting foam for suppression modeling // Fire Safety Journal. — March 2003. — Vol. 38, Issue 2. — P. 117–146. DOI: 10.1016/s0379-7112(02)00054-1.
15. Иванников В. П., Ключ П. П. Справочник руководителя тушения пожара. — М. : Стройиздат, 1987. — 288 с.

Материал поступил в редакцию 19 октября 2016 г.

Для цитирования: Калач А. В., Гусаков А. Н., Шарапов С. В. К вопросу о совершенствовании технологии и техники пенного пожаротушения // Пожаровзрывобезопасность. — 2017. — Т. 26, № 1. — С. 75–80. DOI: 10.18322/PVB.2017.26.01.75-80.

English

IMPROVEMENT OF FOAMY FIRE EXTINGUISHING TECHNOLOGY

KALACH A. V., Doctor of Chemical Sciences, Professor, Deputy Head of the Institute for Research, Voronezh Institute of State Firefighting Service of Emercom of Russia (Krasnoznamennaya St., 231, Voronezh, 394052, Russian Federation; e-mail: a_kalach@mail.ru)

GUSAKOV A. N., Senior Lecturer of Fire Safety Technological Processes Department, Voronezh Institute of State Firefighting Service of Emercom of Russia (Krasnoznamennaya St., 231, Voronezh, 394052, Russian Federation; e-mail: gusakov_an@vigps.ru)

SHARAPOV S. V., Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Institute, Research Institute for Advanced Research and Innovation in the Field of Health and Safety, Saint Petersburg University of State Fire Service of Emercom of Russia (Oktyabrskaya Quay, 35, Saint Petersburg, 193079, Russian Federation)

ABSTRACT

The article raises a topical issue — the improvement of mobile fire-fighting equipment to extinguish fires on oil and oil products storage and processing facilities.

During the analysis of fire at these facilities over five years it's founded that the annual number of fires remains high. Despite the advances in science and technology, fire safety, oil and petroleum products storage facilities are the most dangerous and difficult to extinguish. To extinguish fires at these objects foam tenders are used, besides water tenders and pumpers, application of which is the most important while putting out large tanks. With greater importance in ensuring the security of storage facilities and processing of oil and oil products, foam extinguishing vehicles for many years remain substantially unchanged in its basic performance characteristics.

In addition, the analysis of blowing agents in the Russian market led to the conclusion that the blowing agent market is now fairly saturated, and Russian producers without compromising the safety of objects can fully replace imported manufacturers.

Most of the fires on oil and petroleum products storage facilities is extinguished using a mobile fire-fighting equipment and fire extinguishing agent is the main air-mechanical foam of low and medium ratio and there is a need to consider to create an innovative car foam extinguishing. The design of such a vehicle comprises feeding the fire to extinguish not only mechanical foam, and the foam structured silica particles. At the same time, the car is characterized by high permeability, increased supply of the pumping unit, the increased supply of extinguishing agent with the creation of three-time stock frother.

The creation of such a vehicle would enhance the effectiveness of action fire departments to extinguish fires by improving the functionality and performance characteristics of the foam extinguishing vehicle that will also improve the fire safety of the objects under consideration.

Keywords: fire-fighting foam; foaming agent; car foam extinguishing; fires in reservoirs; “rigid foam”.

REFERENCES

1. *Comprehensive analysis of the situation with the fires that have taken place in the Russian Federation in 2005–2014*. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection Publ., 2015. 923 p. (in Russian).
2. Sharovarnikov A. F., Molchanov V. P., Voevoda S. S., Sharovarnikov S. A. *Fire extinguishing of oil and oil products*. Moscow, Kalan Publ., 2002. 448 p. (in Russian).
3. Voevoda S. S., Molchanov V. P., Bastrikov D. L., Krutov M. A. Application of different foaming agents for extinguishing of flammable liquids' fires. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2012, vol. 21, no. 1, pp. 70–72 (in Russian).
4. Kalach A. V., Sharapov S. V., Gusakov A. N. Study of statistics fire equipment for fire extinguishing. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2016, vol. 25, no. 6, pp. 48–54 (in Russian). DOI: 10.18322/PVB.2016.25.06.48-54.
5. *Guide to extinguish oil and petroleum products in tanks and tank farms*. Moscow, Head Department of State Fire Service – All-Russian Research Institute for Fire Protection – Moscow Institute of Fire Safety Publ., 1999. 47 p. (in Russian).
6. Nolan D. P. *Handbook of fire and explosion protection engineering principles*. 3rd ed. Westwood (New Jersey), USA, William Andrew, 2014. 487 p.
7. Gusakov A. N. Analysis of blowing agents for fire fighting purposes in the Russian market. In: *Actual issues of improving the engineering systems of fire safety facilities. Proceedings of III All-Russian Scientific and Practical Conference*. Ivanovo, 2016, pp. 24–28 (in Russian).

8. Taysumov Kh. A., Nazarov V. P., Prisyazhnyuk N. L., Orekhov V. A., Karasev S. P. The modern problems of using foaming agents for fires suppression. *Bezopasnost zhiznedeyatelnosti (Life Safety)*, 2009, no. 10, pp. 35–38 (in Russian).
9. The official website of the Science Production Joint of the Contemporary Fire Fighting Technologies (SOPOT) (in Russian). Available at: <http://www.sopot.ru> (Accessed 10 September 2016).
10. The official website of OAO "Pozhtekhnika" (in Russian). Available at: <http://www.pozhtekhnika.ru> (Accessed 12 September 2016).
11. The official website of AO "UralPOZHTEKHNIKA" (in Russian). Available at: <http://www.uralpt.ru> (Accessed 12 September 2016).
12. The official website of PO "Bereg" (in Russian). Available at: <http://www.po-bereg.ru> (Accessed 12 September 2016).
13. Chmiel M., Markowski T., Kowalczyk A. Firefighting vehicles classification, labelling and division. *Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza (Safety & Fire Technique)*, 2013, vol. 32, issue 4, pp. 67–78. DOI: 10.12845/bitp.32.4.2013.8.
14. Lattimer B. Y., Hanauska Ch. P., Scheffey J. L., Williams F. W. The use of small-scale test data to characterize some aspects of fire fighting foam for suppression modeling. *Fire Safety Journal*, March 2003, vol. 38, issue 2, pp. 117–146. DOI: 10.1016/s0379-7112(02)00054-1.
15. Ivannikov V. P., Klyus P. P. *Manual of the head of fire extinguish ment*. Moscow, Stroyizdat Publ., 1987. 288 p. (in Russian).

For citation: Kalach A. V., Gusakov A. N., Sharapov S. V. Improvement of foamy fire extinguishing technology. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2017, vol. 26, no. 1, pp. 75–80. DOI: 10.18322/PVB.2017.26.01.75-80



Издательство «ПОЖНАУКА»

Представляет книгу



Д. Г. Пронин, Д. А. Корольченко ДЕЛЕНИЕ ЗДАНИЙ НА ПОЖАРНЫЕ ОТСЕКИ : учебное пособие.

— М. : Издательство "ПОЖНАУКА", 2014. — 40 с. : ил.

В учебном пособии изложены базовые основы, действующие требования и современные представления о целях, задачах и способах ограничения распространения пожара по зданиям и сооружениям путем их разделения на пожарные отсеки.

Пособие предназначено для студентов Московского государственного строительного университета. Оно может быть использовано также другими образовательными учреждениями и практическими работниками, занимающимися вопросами обеспечения пожарной безопасности.

121352, г. Москва, а/я 43; тел./факс: (495) 228-09-03; e-mail: info@fire-smi.ru