

ПОЖАРЫ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ: ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ, ЛИКВИДАЦИЯ

АПРЕЛЬ-ИЮНЬ

2'17

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ
Огнестойкость высотных зданий **С. 59**

КАЧЕСТВО ОБУЧЕНИЯ
Оценка уровня подготовки
специалистов **С. 73**



СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ



Гергель В. И., Мешалкин Е. А.

ЭФФЕКТИВНОЕ ПОЖАРОТУШЕНИЕ ТОНКОРАСПЫЛЁННОЙ ВОДОЙ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

В статье описаны преимущества тушения пожаров тонкораспылённой водой высокого давления перед традиционными способами пожаротушения. Проведена сравнительная оценка эффективности тонкораспылённой воды высокого давления, стоимости оборудования и монтажа, а также вторичного ущерба при разных способах пожаротушения. Приведены данные исследований и огневых испытаний, полученные авторами статьи при моделировании различных очагов возгорания.

Ключевые слова: тонкораспылённая вода, пожаротушение, распылитель, дренчер, спринклер.

Разработки технологий и систем пожаротушения тонкораспылённой водой высокого давления (ТРВ ВД) как стационарных, так и мобильных насчитывают более 25 лет. Соответствующие установки вызывают неизменный интерес на выставках, однако масштабы их практического применения весьма ограничены. Связано это, с точки зрения авторов статьи, с недостаточной детализацией требований, указанных в нормативном документе [1] (разделы 5.4, 5.5). В 2004 г. ООО НПО «ПРОСТОР» разработал и начал выпускать мобильные установки с использованием ТРВ ВД (рис. 1).

Созданные пожарные стволы и форсунки позволяли организовать заброс высокоскоростной тонкораспылённой воды в зону горения с расстояния 15–20 м. Однако очевидная и прогрессивная технология ТРВ ВД до сих пор тиражируется преимущественно в виде мобильных и передвижных агрегатов.

Доктор технических наук, профессор И. М. Абдугимов в своих первых лекциях фактически сформулировал идею ТРВ ВД, говоря, что в идеа-

ле для тушения 1 м² твёрдого вещества требуется 0,5 л воды. Нужно только решить главную задачу: как с помощью небольшого объёма воды эффективно воздействовать на очаг горения. Первые мобильные установки пожаротушения НПО «ПРОСТОР», имеющие запас воды 50 или даже 120 л воды (см. рис. 1), являлись своего рода огнетушителями для ликвидации или подавления локальных пожаров мощностью до 5 МВт. Но по-прежнему нет поддержки технологии ТРВ ВД в сфере устройства стационарных автоматических установок пожаротушения (АУП) ТРВ ВД.

В 2016 г. завершена разработка современной отечественной стационарной системы пожаротушения ТРВ ВД, создан целый комплекс оборудования, включая фирменные форсунки, средства для надёжного монтажа трубопроводов, разработаны руководства по проектированию, монтажу и эксплуатации, сертифицированы все компоненты системы и созданы необходимые внутренние нормативные документы. Тем не менее остаются те же проблемы внедрения, так как нормативная база для проектирования и внедрения систем пожаротушения ТРВ ВД по-прежнему отсутствует, поэтому во многих случаях принимается решение в пользу традиционных спринклерных АУП.

За рубежом технологии пожаротушения ТРВ ВД активно развиваются, чему способствуют стандарт [4] и нормы NFPA [5], а также активное содействие их продвижению со стороны страховых компаний. К сожалению, отечественные страховые компании пока не заинтересованы в стимулировании продвижения технологии ТРВ ВД или содействии принятию необходимых нормативно-правовых документов. Поэтому приходится возвращаться к вопросам эффективности ТРВ ВД, поиску эффективной системы пожаротушения, которая может сократить вторичный ущерб от пожара практически до нуля.



Рисунок 1. Установка пожаротушения 50/50 УПТВ
НПО «ПРОСТОР»

ТЕРМИНОЛОГИЯ (АВТОРСКАЯ)

ТРАДИЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ
НИЗКОГО РАБОЧЕГО ДАВЛЕНИЯ (до 1,25 МПа) – НД.

СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ С РАБОЧИМ ДАВЛЕНИЕМ
ВЫШЕ 3,5 МПа (БОЛЕЕ 5 МПа) – ВД.

ВСЕ УСТРОЙСТВА ПОДАЧИ ОГНЕТУШАЩЕГО ВЕЩЕСТВА
(ОРОСИТЕЛИ, РАСПЫЛИТЕЛИ, ФОРСУНКИ) – РАСПЫЛИТЕЛИ.

Сравнение систем пожаротушения НД и ВД.

Согласно классификации, указанной в законе [2] (ч. 1, ст. 45), существуют АУП агрегатного и модульного типа с распылителями НД и ВД, которые отличаются, помимо рабочего давления, расходом воды. По данным исследователей из Финляндии, разработанный ими распылитель ВД за 30 мин «выливает» 380 л воды (давление около 10 МПа), а традиционный распылитель НД за то же время – 3600 л [7]. Примерно такие же оценки у итальянских производителей АУП ТРВ ВД [8]. Обычный спринклер по сравнению с их распылителем «выливает» воды в 8 раз больше. Таким образом, напрашивается **первый вывод**: расход воды в системах с НД примерно в 10 раз выше, чем в системах с ВД.

Для систем с НД используются трубы (подводящие, магистральные и распределительные) гораздо большего диаметра, чем в системах ВД. Также важен и сам материал, из которого изготавливаются трубы. Если в системах НД можно использовать иногда даже не оцинкованную чёрную трубу (что, конечно, неправильно), то для систем ВД обязательно наличие только нержавеющей и, желательно, отечественной трубы. По приблизительной оценке, учитывая, что примерно 2/3 всего распределительного трубопровода АУП (для систем ВД) составляют распределительные линии малого диаметра, погонный метр нержавеющей трубы

почти в 2 раза дороже, хотя распределительный трубопровод из нержавеющей стали в 4 раза легче. **Второй вывод**: с учётом труб большого диаметра подводящие, магистральные и распределительные трубопроводы в системах пожаротушения НД по сравнению с линиями ВД более чем в 6 раз тяжелее, но при этом по стоимости примерно в 2 раза дешевле.

Третий вывод: для систем пожаротушения НД необходим значительно больший запас воды и, соответственно, более мощные нагнетательно-распределительные системы. Отличие может быть даже больше чем в 10 раз, так как всё зависит от нормативных требований по продолжительности подачи воды системой [1].

В работе [6] по материалам зарубежных публикаций были сделаны сравнительные оценки (рис. 2). Если принять за исходное условие усреднённую спринклерную систему НД, то в ней примерно поровну распределены масса оборудования и необходимый запас воды.

Общая масса всей системы пожаротушения ВД с рабочим давлением 10–15 МПа составляет только 15 % от массы системы пожаротушения НД. В самой установке пожаротушения ВД соотношение массы воды, необходимой для пожаротушения, к массе оборудования, примерно равно 1:10.

Если сравнивать обе установки по массе оборудования и трубопроводов, то соотношение будет примерно 4:1, а с учётом запаса воды – примерно 7:1 не в пользу систем НД. **Четвёртый вывод**: объёмы и масса монтируемого оборудования и, соответственно, затраты на монтаж систем пожаротушения НД в разы превышают затраты при монтаже систем пожаротушения ВД. При этом более компактные системы пожаротушения ВД значительно проще в обслуживании и эксплуатации.

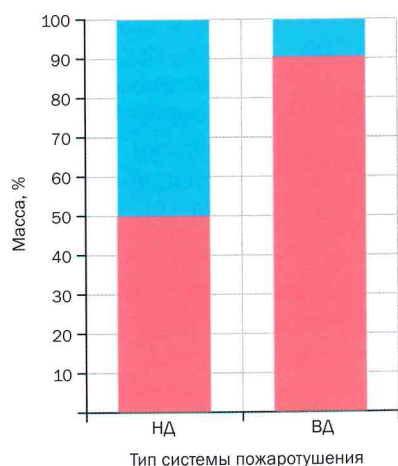


Рисунок 2. График сравнительной оценки распределения массы:

■ – масса воды; ■ – масса оборудования



Рисунок 3. Распылитель НД

ТЕРМИНОЛОГИЯ (АВТОРСКАЯ)

ТРАДИЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ
НИЗКОГО РАБОЧЕГО ДАВЛЕНИЯ (до 1,25 МПа) – НД.

СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ С РАБОЧИМ ДАВЛЕНИЕМ
ВЫШЕ 3,5 МПа (БОЛЕЕ 5 МПа) – ВД.

ВСЕ УСТРОЙСТВА ПОДАЧИ ОГНЕТУШАЩЕГО ВЕЩЕСТВА
(ОРОСИТЕЛИ, РАСПЫЛИТЕЛИ, ФОРСУНКИ) – РАСПЫЛИТЕЛИ.

Сравнение систем пожаротушения НД и ВД.

Согласно классификации, указанной в законе [2] (ч. 1, ст. 45), существуют АУП агрегатного и модульного типа с распылителями НД и ВД, которые отличаются, помимо рабочего давления, расходом воды. По данным исследователей из Финляндии, разработанный ими распылитель ВД за 30 мин «выливает» 380 л воды (давление около 10 МПа), а традиционный распылитель НД за то же время – 3600 л [7]. Примерно такие же оценки у итальянских производителей АУП ТРВ ВД [8]. Обычный спринклер по сравнению с их распылителем «выливает» воды в 8 раз больше. Таким образом, напрашивается **первый вывод**: расход воды в системах с НД примерно в 10 раз выше, чем в системах с ВД.

Для систем с НД используются трубы (подводящие, магистральные и распределительные) гораздо большего диаметра, чем в системах ВД. Также важен и сам материал, из которого изготавливаются трубы. Если в системах НД можно использовать иногда даже не оцинкованную чёрную трубу (что, конечно, неправильно), то для систем ВД обязательно наличие только нержавеющей и, желательно, отечественной трубы. По приблизительной оценке, учитывая, что примерно 2/3 всего распределительного трубопровода АУП (для систем ВД) составляют распределительные линии малого диаметра, погонный метр нержавеющей трубы

почти в 2 раза дороже, хотя распределительный трубопровод из нержавеющей стали в 4 раза легче. **Второй вывод**: с учётом труб большого диаметра подводящие, магистральные и распределительные трубопроводы в системах пожаротушения НД по сравнению с линиями ВД более чем в 6 раз тяжелее, но при этом по стоимости примерно в 2 раза дешевле.

Третий вывод: для систем пожаротушения НД необходим значительно больший запас воды и, соответственно, более мощные нагнетательно-распределительные системы. Отличие может быть даже больше чем в 10 раз, так как всё зависит от нормативных требований по продолжительности подачи воды системой [1].

В работе [6] по материалам зарубежных публикаций были сделаны сравнительные оценки (рис. 2). Если принять за исходное условие усреднённую спринклерную систему НД, то в ней примерно поровну распределены масса оборудования и необходимый запас воды.

Общая масса всей системы пожаротушения ВД с рабочим давлением 10–15 МПа составляет только 15 % от массы системы пожаротушения НД. В самой установке пожаротушения ВД соотношение массы воды, необходимой для пожаротушения, к массе оборудования, примерно равно 1:10.

Если сравнивать обе установки по массе оборудования и трубопроводов, то соотношение будет примерно 4:1, а с учётом запаса воды – примерно 7:1 не в пользу систем НД. **Четвёртый вывод**: объёмы и масса монтируемого оборудования и, соответственно, затраты на монтаж систем пожаротушения НД в разы превышают затраты при монтаже систем пожаротушения ВД. При этом более компактные системы пожаротушения ВД значительно проще в обслуживании и эксплуатации.

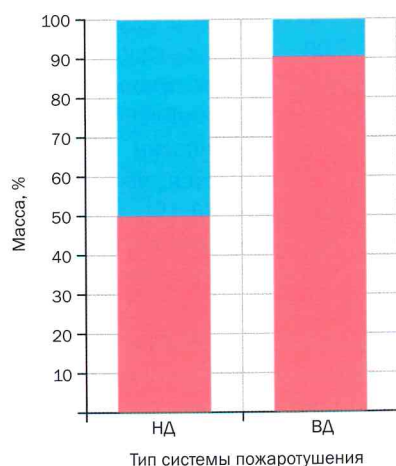
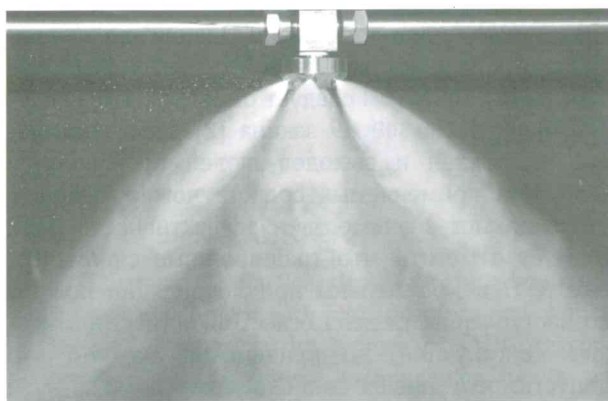


Рисунок 2. График сравнительной оценки распределения массы:

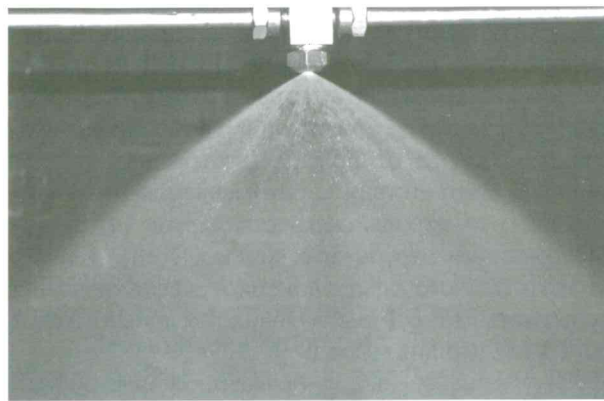
■ – масса воды; ■ – масса оборудования



Рисунок 3. Распылитель НД



а



б

Рисунок 4. Распылитель ВД:

а – струйные сопла, расположенные под углом; б – специальные вихревые форсунки

Оценки и сравнения, сделанные на основе рассмотрения конструктивных, архитектурно-планировочных и компоновочных решений АУП, не будут полными без сравнения основных элементов этой системы – распылителей, задача которых распределить истекающие потоки воды на максимально возможную площадь. В распылителях НД эту функцию выполняют дополнительные конструктивные элементы, устанавливаемые на выходе струи из распылителя (рис. 3).

Распылители ВД, благодаря появлению новых технологий и материалов, изобретены сравнительно недавно. По конструкции это либо несколько струйных сопел, расположенных под углом (рис. 4, а), либо специальные вихревые форсунки или распылители (рис. 4, б).

Сравнительная оценка размеров частиц воды в распылителях НД и ВД. Главное отличие распылителей НД и ВД в размерах частиц воды, которые формируются на выходе из распылителя (см. рис. 3, 4). В распылителях ВД при давлении от 7–12 МПа это, прежде всего, мелкодисперсный поток водяных капель размером менее 150 мкм, фактически – от 50 до 100 мкм. Разработчики систем пожаротушения НД оперируют средним размером капель 2 мм, сравнивая их с каплями 0,05 мм в системах ВД [9].

Если теоретически распылить 1 л воды на равномерные частицы размером 2 и 0,05 мм, то получится следующее количество капель: 240 000 и 15 300 000 000. Так как испарение воды происходит с поверхности, то интенсивность испарения при пожаротушении больше зависит не от количества капель, а от их суммарной свободной поверхности. Суммарная боковая поверхность для частиц воды НД и ВД равна 3 и 120 м², соответственно, т. е. возрастает в 40 раз. Таким образом, огромное количество капель и увеличенная в десятки раз поверхность испарения в системах пожаротуше-

ния ТРВ ВД значительно повышает скорость поглощения тепла в зоне горения и интенсивность вытеснения из неё кислорода, а также активно экранирует тепловое излучение.

Скорость истечения воды из распылителя ВД.

Данный параметр для подобного устройства весьма важен: чем выше давление в системе, тем выше скорость истечения. При скорости истечения, превышающей 100–150 м/с, следует учитывать дополнительный мощный аэродинамический фактор дробления водяного потока, чего нет при гравитационном истечении в случае распылителей НД, т. е. в итоге получается быстролетящий туман. Мелкие частицы воды, обладающие хорошей проникаемостью, способствуют распределению ТРВ по всему пространству, даже «затекая» за препятствия, напоминая по характеру распределения в пространстве газ (квасигаз). Такая способность летящего тумана больше соответствует объёмному способу тушения пожара. В совокупности все перечисленные свойства и особенности систем пожаротушения ТРВ ВД позволяют говорить о том, что они способны составить серьёзную конкуренцию не только традиционным системам распыления воды НД, но в ряде случаев и газовым системам пожаротушения.

Преимущества от использования водяного тумана при тушении пожара

- эффективно осуществляет дымоподавление (дымосаждение);
- мелкодисперсная вода экранирует тепловое излучение и может использоваться для защиты пожарного, а также материальных ценностей на пожаре;
- распылённая вода более равномерно охлаждает сильно нагретые металлические поверхности несущих конструкций, что исключает их локальную деформацию, потерю устойчивости и разрушение;
- низкая электрическая проводимость водяного тумана делает возможным его применение в качестве эффективного средства пожаротушения на электроустановках, находящихся под напряжением.

Особенно эффективным является применение систем пожаротушения ТРВ ВД на ранних стадиях обнаружения пожара, в замкнутых помещениях, а также на объектах, не допускающих вторичного ущерба от пожара (избыточный пролив воды). В соответствии с рекомендациями международных и европейских стандартов [4, 5], исследованиями зарубежных коллег [7, 8], а также из накопленного опыта наиболее эффективно использовать ТРВ ВД для тушения пожаров класса А, В и Е в следующих местах:

- в кабельных сооружениях электростанций (АЭС) и подстанций, промышленных и общественных зданий (тоннели, каналы, подвалы, шахты, этажи, двойные полы, галереи, камеры, используемые для прокладки электрокабелей);
- в городских кабельных коллекторах и тоннелях;
- в электроустановках, находящихся под напряжением до 35 000 В;
- в помещениях для хранения горючих материалов или негорючих материалов в горючей упаковке;
- в наземных и подземных помещениях и сооружениях метрополитенов и подземных скоростных трамваях;
- в автотранспортных тоннелях;
- в помещениях складского назначения;
- в помещениях хранилищ библиотек и архивов.

Авторы статьи признают, что для многих объектов жилого и общественного назначения вполне достаточно использовать традиционные системы пожаротушения НД и проблема их недостаточной эффективности (не выше 50–60 %) относится, скорее всего, к упущениям в проектировании, монтаже и особенно в обслуживании. Системы пожаротушения НД ориентированы на лик-

видацию пожара в помещении (здании) до возникновения критических значений опасных факторов пожара [2]. При этом следует отметить, что в соответствии со статьей 89 закона [2] расчёт эвакуационных путей и выходов людей производится без учёта применяемых средств пожаротушения, что занижает значимость и эффективность АУП. Следует отметить, что традиционные спринклерные АУП неэффективны при ликвидации пожара до наступления предела огнестойкости строительных конструкций, до причинения максимального допустимого ущерба защищаемому имуществу и до наступления опасности разрушения технологических установок [2]. ТРВ ВД лучше использовать в качестве средства объёмного или локально-объёмного пожаротушения, что пока не вписывается в способы, указанные в нормативном документе [1], но такие системы (ТРВ ВД) позволяют обеспечить достижение тех результатов, которые не могут обеспечить спринклерные автоматические установки пожаротушения [3].

Системы пожаротушения НД сохраняют ведущую роль в системах противопожарной защиты из-за развитой нормативной правовой базы, отработанных проектных и технологических решений, сформировавшегося положительного отношения страховых компаний.

Системы пожаротушения тонкораспылённой водой высокого давления после создания высокоэффективных распылителей и форсунок ТРВ ВД на основе новых технологий, инструментария и материалов, экспериментально показывают свои существенно более высокие потенциальные возможности и эффективность. Однако низкие темпы формирования нормативной и расчётно-аналитической базы для их применения являются серьёзным сдерживающим фактором для перехода на их широкое использование.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования. – М.: МЧС России, ВНИИПО МЧС России, 2009. – 114 с.
2. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». – М.: Проспект, 2014. – 111 с.
3. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». – М., 2009. – 20 с.
4. ONR CEN/TS 14972:2011. Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen – Feinsprüh-Löschanlagen // Planung und Einbau; Deutsche Fassung, Belgium, Brüssel, Europäisches Komitee für Normung, 2011, S. 9.
5. NFPA 750. Standard on Water Mist Fire Protection Systems. – Las Vegas, An International Codes and Standards Organization, National Fire Protection Association, 2015, 88 p.
6. Гергель В. И., Цариченко С. Г., Поляков Д. В. Пожаротушение тонкораспылённой водой установками высокого давления оперативного применения // Пожарная безопасность. – 2006. – № 2. – С. 125–132.
7. Противопожарная защита для офисных зданий [Электронный ресурс] // Каталог фирмы MARIOFF CORPORATION. Режим доступа: <http://www.marioff.com/fire-protection/fire-protection-for-buildings/fire-protection-for-office-buildings> (Дата обращения 24.05.2017 г.).
8. Модуль пожаротушения тонкораспылённой водой EI-MIST [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании ООО «Пламя Е1» (Пожарная безопасность и оборудование) [сайт]. Режим доступа: <http://www.plamy-ei.ru/produkcija/ei-mist> (Дата обращения 24.05.2017 г.).
9. Пахомов В. П. Особенности применения АУПТ тонкораспылённой воды // Пожарное дело в строительстве. – 2009. – № 5. – С. 59–65.
10. НПБ 88–01. Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования. – М.: МВД РФ, Государственная противопожарная служба, 2002. – 119 с.

Материал поступил в редакцию 17 февраля 2017 года.

Gergel V., Meshalkin E.

EFFECTIVE FIRE EXTINGUISHMENT
WITH HIGH-PRESSURE WATER MIST

ABSTRACT

Purpose. The article describes the advantages of fire extinguishment with high-pressure water mist. Options of comparing the indices of high-pressure water mist with traditional extinguishing media are considered. The goal of the development is to create the effective technologies providing fire extinguishment with the minimal property damage.

Methods. Designing national hi-tech solutions, modeling combustion sources, full-scale fire tests are used.

Findings. The indices of the comparative assessment of high-pressure water mist extinguishing efficiency, the cost of the equipment and its mounting, as well as secondary damage at different methods of fire extinguishment have been obtained. Problems of transition to fire extinguishment with high-pressure water mist at the level of normative documents have also been covered. The research and the fire tests

data received by the authors while modeling different sources of ignition are provided.

Research application field. To extinguish fires of class A, B and E: in cable constructions of power stations; in electrical installations under voltage up to 35,000 V; in ground and underground facilities and constructions of subways and underground high-speed trams; in motor transport tunnels; in indoor warehouses; in storage premises of libraries and archives.

Conclusions. High-pressure water mist fire extinguishment systems on the basis of new technologies, tools and materials experimentally show their significantly higher potential opportunities.

Key words: water mist, fire extinguishment, spray, drencher, sprinkler.

REFERENCES

1. Code of rules 5.13130.2009 "Fire protection systems. Fire alarm and fire extinguishing systems are automatic. Design rules and regulations". Moscow, EMERCOM of Russia, All-Russian Research Institute for Fire Protection of EMERCOM of Russia Publ., 2009. 114 p. (in Russ.).
2. Federal law of Russia on July 22, 2008, no. 123 "Technical regulations on fire safety requirements". Moscow, Prospekt Publ., 2014. 111 p. (in Russ.).
3. Federal law of Russia on December 30, 2009, no. 384 "Technical regulations on the safety of buildings and structures". Moscow, 2009. 20 p. (in Russ.).
4. ONR CEN/TS 14972:2011. *Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen – Feinsprüh-Löschanlagen – Planung und Einbau* [Fixed firefighting systems – Watermist systems – Design and installation]. Deutsche Fassung, Belgium, Brüssel, Europäisches Komitee für Normung [European Committee for Standardization Publ.], 2011, S. 9. (in Germ.).
5. NFPA 750. *Standard on Water Mist Fire Protection Systems*. Las Vegas, An International Codes and Standards Organization, National Fire Protection Association, 2015, 88 p.
6. Gergel V.I., Tsarichenko S.G., Polyakov D.V. Fire extinguishing by finely dispersed water from high-pressure installations of on-line application. *Pozharnaia bezopasnost'*, 2006, no. 2, pp. 125–132. (in Russ.).
7. *Protivopozharnaya zashchita dlia ofisnykh zdaniy* [Fire protection for office buildings. Specialized catalog of the company MARIOFF CORPORATION]. Available at: <http://www.marioff.com/fire-protection/fire-protection-for-buildings/fire-protection-for-office-buildings> (accessed May 25, 2017). (in Russ.).
8. The official site of the company "Flame E1" (Fire safety and equipment), Fire extinguishing module with fine dust EI-MIST. Available at: <http://www.plamya-ei.ru/produkcija/ei-mist> (accessed May 25, 2017). (in Russ.).
9. Pakhomov V.P. Features of APCT of fine-dispersed water. *Pozharnoe delo v stroitel'stve*, 2009, no. 5, pp. 59–65. (in Russ.).
10. Fire norms 88–01. "Fire-extinguishing and alarm systems. Designing and regulations norms". Moscow, the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation Publ., State Fire Service Publ., 2002. 119 p. (in Russ.).

VALERI GERGEL

Doctor of Philosophy in Engineering Sciences
«PROSTOR», Krasnoarmeysk, Russia

EVGENI MESHALKIN

Grand Doctor of Philosophy in Engineering Sciences, Professor
Scientific-Production Association "Pulse", Moscow, Russia