

Гергель Валерий Илларионович. к.т.н., член-корреспондент НАН ПБ (ООО «ПРОСТОР»),

Никифоров Виктор Валерианович. к.т.н., академик НАН ПБ (АО «Концерн Росэнергоатом»)

## **ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ В ПОЖАРОТУШЕНИИ ТОНКОРАСПЫЛЕННОЙ ВОДОЙ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ**

С исторической точки зрения наверно можно точно установить, когда и где родилась идея практического использования тонкораспыленной воды высокого давления для тушения пожара. В некоторых публикациях утверждается, что первыми заказчиками такой технологии были авиастроители, а возможно первыми эту идею выдвинули военные моряки для защиты подводных лодок или судостроители для защиты пассажирских кают на круизных лайнерах и паромах. Впрочем, не так и важно, кто был первым. Важно, что был сформулирован заказ на разработку системы пожаротушения для замкнутых пространств (помещений) с минимальным расходом воды.

И только в последние десятилетия, благодаря развитию новых технологий и высокоточного оборудования современные, высокоэффективные системы пожаротушения тонкораспыленной водой высокого давления (ТРВ ВД) стали практически нормой. Существующие на сегодняшний день системы пожаротушения ТРВ ВД создаются на основе принципа вытеснения с использованием газовых баллонов высокого давления (до 25 МПа), либо по принципу нагнетания с использованием водяных насосов высокого давления (до 15 МПа).

Решающая роль в эффективности таких систем пожаротушения ТРВ ВД отводится специфическим, уникальным форсункам (распылителям), работающим при высоком давлении, которые способны генерировать мелкодисперсный скоростной поток водяных частиц, быстро заполняющих объем защищаемого помещения. Уникальность таких форсунок в том, что высокое давление и небольшой (несколько литров в минуту) расход воды обеспечивают прецизионные каналы (отверстия), при изготовлении которых задействованы микротехнологии.

Установки пожаротушения ТРВ ВД способны обеспечить локализацию и тушение пожаров класса А, В и Е с использованием обычной водопроводной воды.

Высокоскоростной поток тонкораспыленной воды с размером частиц 50 – 100 микрон обладает высокой проникающей способностью. Не случайно такую подачу воды иногда называют «летающим туманом», который способен проникать даже в «затененные зоны» защищаемого помещения. По своим свойствам и возможностям система пожаротушения ТРВ ВД может являться альтернативой газовым, пенным, порошковым и традиционным спринклерным установкам пожаротушения. Кроме того, в сравнении с традиционными системами пожаротушения низкого давления, установки ТРВ ВД позволяют экономить до 90% воды, что резко снижает уровень так называемого «вторичного ущерба от пожара», связанного с проливом больших объемов воды. Они более долговечны, занимают значительно меньший объем, существенно проще в монтаже и обслуживании [1,2].

Применение систем пожаротушения с использованием ТРВ ВД весьма эффективно для замкнутых помещений. Водяной туман, в виде большого количества мелких частиц, попадая в зону горения, интенсивно испаряется, охлаждая ее. А образовавшийся водяной пар, блокирует зону горения, препятствует прониканию кислорода извне и экранирует тепловое излучение. Опыт эксплуатации таких систем показывает, что подобные системы – шаг вперед в области активной противопожарной защиты и не только для замкнутых

пространств. Фактически ТРВ ВД в качестве средства противопожарной защиты активно и широко применяются за рубежом на объектах следующих категорий:

ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ (жилые здания, офисные центры, высотные комплексы, гостиницы, церкви, музеи, театры, библиотеки, больницы);

ОБЪЕКТЫ ТРАНСПОРТА (вокзалы, станции метро, автомобильные и железнодорожные туннели, крытые парковки и подземные автостоянки, автобусы, вагоны поездов и метро);

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ (помещения насосных станций, турбин и генераторов, трансформаторы, помещения атомных и тепловых электростанций, кабельные каналы и коллекторы);

МОРСКИЕ ОБЪЕКТЫ (пассажирские и грузовые суда и паромы, яхты, военные суда, подлодки, морские добывающие платформы).

В России также расширяется область применения и перечень защищаемых объектов с использованием установок ТРВ ВД. Достаточно привести лишь несколько примеров объектов, защищенных с помощью ТРВ ВД, чтобы понять серьезность и ответственность решаемых задач. Это здание Большого театра в Москве, Останкинская телебашня, «Башня Федерации» в Москва-Сити, АЭС АО «Концерн Росэнергоатом». В качестве поставщиков систем пожаротушения ТРВ ВД выступают только зарубежные производители, обладающие большим практическим опытом с опорой на требования международных стандартов (европейский стандарт CEN/TS 14972:2011 и международные нормы NFPA 750) [3], [4]. Приходится только сожалеть, что на сегодняшний день эту нишу осваивают зарубежные фирмы.

Отсутствие отечественных норм и правил, регламентирующих применение систем пожаротушения на основе ТРВ ВД, сдерживает не только продвижение и внедрение подобных систем, даже там, где их эффективность по сравнению с другими системами, очевидна, а также тормозит и не стимулирует российские предприятия на создание отечественных конкурентоспособных систем.

Однако наступает момент, когда уже нельзя сдерживать ни нормотворчество, ни разработчиков систем пожаротушения. Характерный пример – атомная отрасль. Уже давно известно, что на зарубежных АЭС системы пожаротушения тонкораспыленной водой нашли широкое применение. Ведь чем больше пролив воды при пожаротушении, тем больше масштабы и проблемы ее отведения и очистки. Наиболее пожароопасными объектами защиты на АЭС, для которых возможно применение автоматических установок пожаротушения тонкораспыленной водой (АУП ТРВ), являются помещения с маслonaполненным оборудованием, склады хранения дизельного топлива, резервные дизель-электрические станции (РДЭС и БДЭС), а также кабельные сооружения. Все эти помещения характеризуются наличием большого количества горючих веществ и материалов.

РДЭС и БДЭС характеризуются также наличием электрооборудования под напряжением. В кабельных сооружениях проблема усложняется тем, что высоконагретые токопроводящие жилы кабелей, могут инициировать повторное воспламенение горючих материалов после окончания подачи ОТВ в случае использования традиционных систем пожаротушения.

Не случайно первый отечественный документ, определяющий и регламентирующий требования к проектированию АУП ТРВ ВД, появился в атомной отрасли. Документ в виде стандарта организации (СТО 1.1.1.03.002.0999-2014) [5] был принят в 2015 году и стал пилотным вариантом не только для атомной отрасли, но и, в целом, для России. К данным работам привлекались научные организации (ФГБУ ВНИИПО МЧС России и Академия ГПС МЧС России), а также организации производители установок пожаротушения тонкораспыленной водой высокого давления. При разработке стандарта были проведены комплексные натурные огневые испытания с участием надзорных органов, отвечающих за регулирование безопасности при

использовании атомной энергии.

Несмотря на отдельные специфические моменты, в целом данный стандарт можно рассматривать в качестве базового материала и руководства для разработчиков и проектировщиков отечественных систем пожаротушения с использованием ТРВ ВД.

Разработчики стандарта, конечно же, учитывали зарубежный опыт и рекомендации, но, тем не менее, это полноценный отечественный продукт, который смело можно отнести к категории импортозамещения, пусть даже пока в одной отрасли.

И уж точно можно говорить об импортозамещении, когда далее речь пойдет об отечественных автоматических установках пожаротушения ТРВ ВД. Двенадцатилетний опыт создания и эксплуатации мобильных и передвижных установок пожаротушения ТРВ ВД, а главным образом – опыт разработки специальных патентованных форсунок позволил ООО «ПРОСТОР» разработать первую, полностью отечественную автоматическую установку пожаротушения тонкораспыленной водой высокого давления (АУП ТРВ ВД «ПРОСТОР – 100»). К началу 2016 года АУП ТРВ ВД «ПРОСТОР – 100» прошла все этапы отработки и была сертифицирована [6,7].

В общем виде АУП ТРВ ВД «ПРОСТОР – 100» состоит из пяти основных функциональных модулей и включает:

1. СИСТЕМУ ВОДОПИТАНИЯ. Это, как правило, резервуар противопожарного запаса воды, подкачивающий насос, водяной фильтр, подводящие трубопроводы и запорная арматура.

2. МОДУЛЬНУЮ НАСОСНУЮ УСТАНОВКУ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ, состоящую из водяных насосных высокого давления (несколько рабочих и один резервный), жockey-насоса, блока предохранительных клапанов.

3. КОЛЛЕКТОР ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СЕКЦИОННЫЕ КЛАПАНЫ.

4. СЕТЬ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ, включая сами трубы, а также фитинги, муфты для монтажа форсунок (распылителей) и другие специальные соединительные элементы.

5. ДРЕНЧЕРНЫЕ ИЛИ СПРИНКЛЕРНЫЕ ФОРСУНКИ.

Чтобы не перегружать статью излишними техническими подробностями, ограничимся лишь коротким описанием составных элементов перечисленных функциональных модулей, заостряя внимание, главным образом, на моментах, имеющих непосредственное отношение к теме статьи. Для тех, кому интересны подробности, мы отсылаем к стандарту организации (СТО 75259307-12-2016), зарегистрированному в ДНПР МЧС России под шифром «ВНПБ 64-17» в качестве нормативного документа по пожарной безопасности [8].

Источником воды в установках АУП ТРВ ВД «ПРОСТОР – 100» служит водяной резервуар с водой из водопроводной сети. Наличие водяного фильтра в системе водопитания повышает сопротивление воды на входе в насосную установку. Поэтому в системе водопитания предусмотрен подкачивающий насос низкого давления, обеспечивающий гарантированную подачу воды к водяным насосам.

Насосная установка, состоит из водяных насосов высокого давления плунжерного типа с электродвигателями, контрольной и управляющей арматурой, которые выполнены в виде отдельных блоков и могут компоноваться в модули в горизонтальной или вертикальной плоскости. В системах пожаротушения дренчерного типа как минимум магистральные трубопроводы заполнены водой. Падение давления в трубопроводе позволяет обнаружить возможную утечку, а для поддержания заданного уровня давления использован жockey-насос.

От коллектора высокого давления через секционные клапаны в ручном или автоматическом режиме осуществляется распределение подачи воды и подключение необходимой пожарной секции.

О системе трубопроводов следует сказать отдельно. В установках пожаротушения

ТРВ ВД используется только нержавеющая труба, рассчитанная на высокое давление. В импортных системах пожаротушения ТРВ ВД нержавеющие трубы высокой точности и специальная резьбовая соединительная арматура - одна из самых дорогих составляющих. Чтобы отказаться от дополнительных затрат и перейти на отечественные нержавеющие трубы, причем обычной точности, пришлось разработать и наладить производство собственных резьбовых соединительных элементов, фитингов и муфт. Герметичность трубопроводов, собранных с использованием таких резьбовых соединений, обеспечивают внутренние врезные кольца. Примеры таких соединений трубных резьбовых (СТР) показаны на рис.1 и 2. С их помощью можно, не прибегая к сварке, собирать трубопроводы диаметром до 50 мм. Учитывая, что трубы распределительных магистралей имеют диаметр 12 мм, при монтаже их легко можно гнуть, а также монтировать в ограниченных и стесненных пространствах.



Дренчерная форсунка (распылитель) «ПРОСТОР» показана справа на рис.3. Она имеет существенно меньшие габариты и массу по сравнению с импортными распылителями аналогичной производительности (на рис. 3 – слева) и реализует иной принцип распыления. Если практически все импортные форсунки используют струйный механизм подачи воды из

нескольких выходных отверстий, расположенных под углом к вертикальной оси (рис. 4.), то в форсунках «ПРОСТОР» распыл осуществляется через единственное осевое отверстие, при этом угол распыла составляет 120 – 135 градусов (рис 5.). Такая конструкция отечественной форсунки делает ее практически независимой от качества водоподготовки, которая обязательно необходима для импортных распылителей.

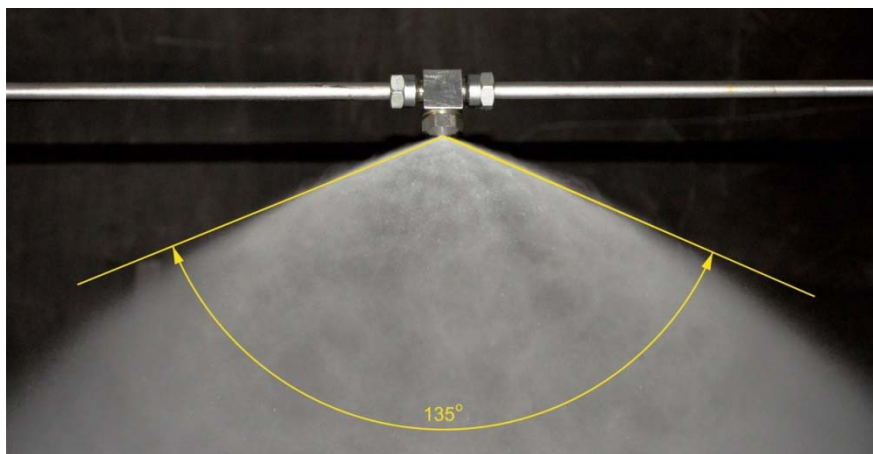


Поскольку мы сделали акцент в статье на теме импортозамещения, то без экспериментальных исследований, позволяющих судить об эффективности, а тем более о превосходстве отечественных распылителей, в сравнении с импортными, не обойтись. Но прежде сделаем небольшое отступление.

Главная расчетная характеристика всех систем



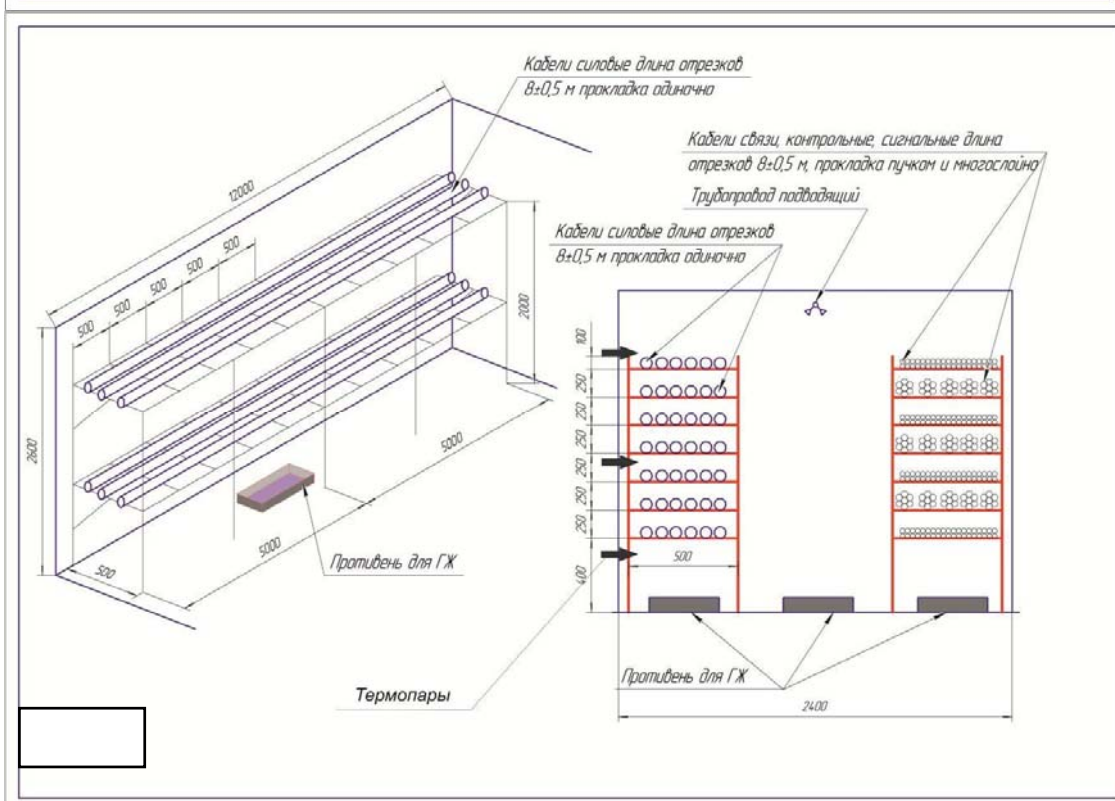
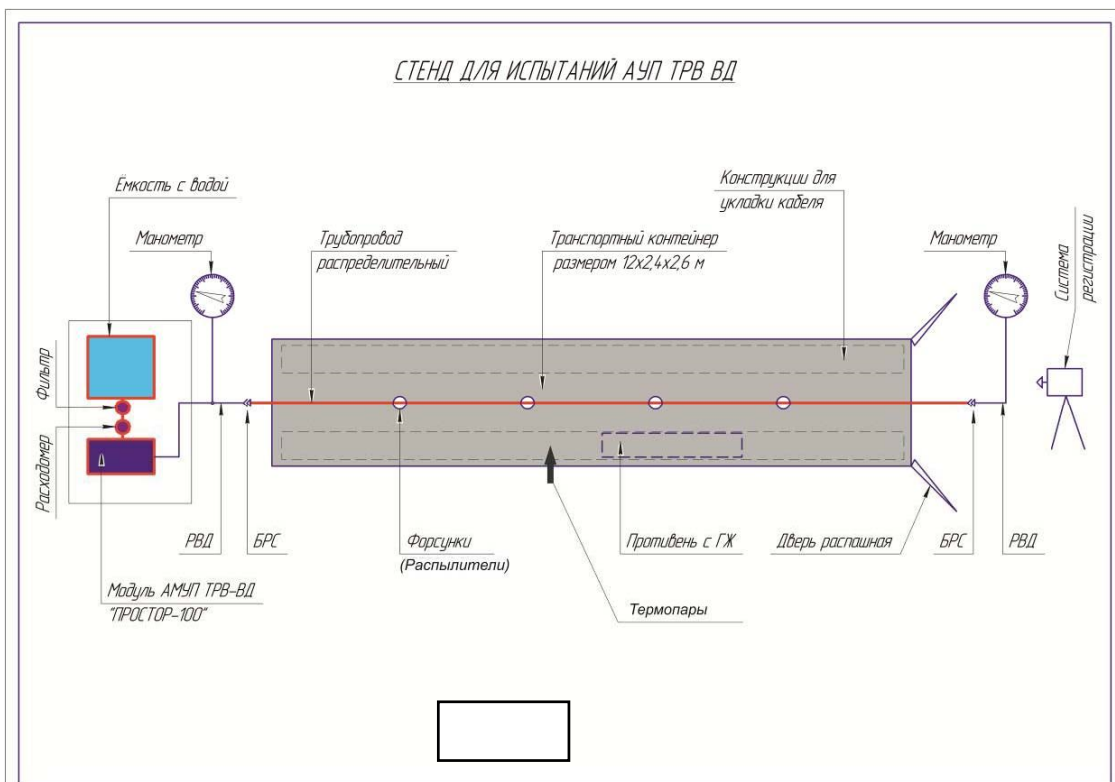
пожаротушения - интенсивность подачи огнетушащего вещества. В настоящее время документом, регламентирующим применение распылителей по их интенсивности орошения, является свод правил СП 5.13130.2009 [9]. В соответствии с этим документом



интенсивность орошения – это объем огнетушащей жидкости, приходящийся на единицу площади в единицу времени. В таблице 5.1 [9] приводятся параметры интенсивности орошения для помещений по группам. Так, например, для помещений группы 2 требуемая интенсивность орошения составляет  $0,12 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$ . Много это, или мало? Для примера, при тушении пожара в помещении площадью 120 квадратных метров в течение 60 минут необходимо вылить более 50 тонн воды, а для помещений 3-й группы – в два раза больше. Вот и повод вспомнить про вторичный ущерб от пожара. И не только. В начале статьи мы уже говорили о потребности атомной отрасли в минимальных расходах воды на пожаротушение. Именно поэтому на зарубежных АЭС технологии пожаротушения ТРВ ВД внедряются очень активно.

Рекомендации СП 5.13130.2009 по интенсивности подачи огнетушащего вещества относятся к АУП низкого давления. Рекомендаций по выбору интенсивности орошения в системах пожаротушения ТРВ ВД нет. Тем более нет исследований по минимизации этого параметра, что важно, например, для атомной отрасли. В «Руководстве по определению параметров автоматических установок пожаротушения тонкораспыленной водой», выпущенном в 2004 г. [10] прямо говорится, что значение интенсивности орошения для тушения каждого вида горючего материала должны определяться экспериментально, путём проведения огневых опытов. Вполне резонно.

Именно с этой целью по заданию АО «Концерн Росэнергоатом» на полигоне Академии ГПС МЧС РФ были проведены испытания по определению минимальной достаточной интенсивности орошения при тушении двух типов пожаров. Пожара в кабельных коллекторах типовой АЭС и пожара при горении ЛВЖ в помещениях резервной дизель электрической станции. Испытания проводились по согласованной программе и методике: «Автоматическая установка пожаротушения тонкораспыленной водой агрегатного типа на базе технологического оборудования ООО «ПРОСТОР». Программа и методика испытаний». Испытания проводились на испытательном стенде Академии по схеме, показанной на рисунках 6 и 7.



Расход воды контролировался с помощью электронного расходомера. Давление определялось по манометру на входе и у диктующего распылителя. Температура внутри стенда измерялась с помощью термопар, установленных в трех сечениях: над поджигающим противнем, на уровне середины стеллажа с кабелем и на уровне верхней полки стеллажа с кабелем.

Высокая эффективность пожаротушения отечественной АУП ТРВ ВД «ПРОСТОР-100» была подтверждена в серии прямо-сдаточных испытаний. Ранее по похожей методике на том же полигоне проводились испытания импортной системы. В обоих случаях эксперименты проводились при рабочем давлении 10 МПа и распылителями с

расходом 7 л/мин. Сравнительные характеристики отечественной и импортной АУП ТРВ ВД при тушении пожара во фрагменте кабельного туннеля представлены в таблице 1.

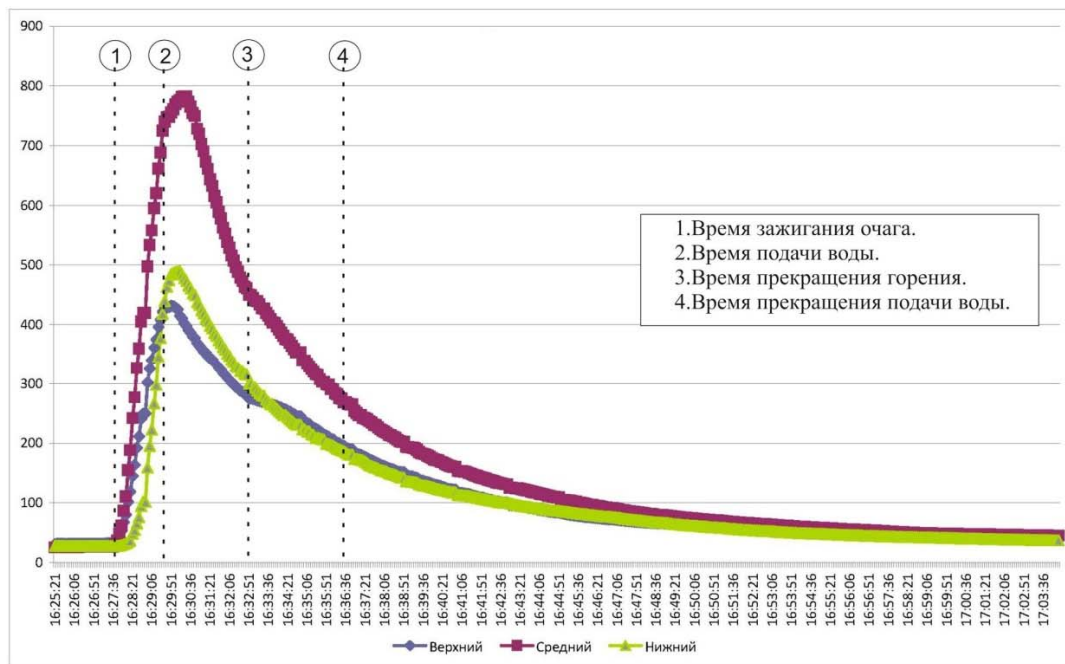
Таблица 1. Сравнительные характеристики отечественной и импортной АУП ТРВ ВД

	Импортная АУП ТРВ ВД	Отечественная АУП ТРВ ВД
Дата	19.06.2014	20.05.2016
Тип трубопроводов	Импортная нерж. труба	Отечественная нержавеющая труба из стали 12Х18Н10Т
Рабочее давление на диктующем распылителе, МПа	10-12	10
Израсходованное количество воды в эксперименте, л	254 (визуально)	42 (по расходомеру)
Максимальная температура до начала подачи воды, °С	610	526,7
Время подачи воды, с	606	109
Время ликвидации горения, с	130	79
Средняя интенсивность подачи воды, (л/с·м <sup>2</sup> )	0,016	0,012

При испытании отечественной АУП ТРВ ВД общая длина силовых и сигнальных кабелей в каждом эксперименте составляла более 1500 метров. Отечественные форсунки (распылители) «ПРОСТОР-100» показали возможность тушения пожара в кабельных каналах с низкой интенсивностью подачи воды 0,012 л/с·м<sup>2</sup>.

Еще одно немаловажное обстоятельство. В отечественной АУП ТРВ ВД используется отечественная нержавеющая труба с обычной точностью проката. В то время как для монтажа импортных систем пожаротушения ТРВ ВД до настоящего времени применяются импортные нержавеющие трубы повышенной точности.

На рисунке 8 показан график изменения температуры по времени внутри испытательного стенда на одном из опытов, где была зарегистрирована максимальная в серии экспериментов температура горения. На рисунке 9 – внутренний вид стенда со стеллажом силовых кабелей после эксперимента.



В 2016 году по документации АО «Атомэнергопроект» в полном соответствии с нормами СТО ОАО «Концерн Росэнергоатом» на 1 энергоблоке Нововоронежской АЭС-2 была смонтирована и запущена в работу АУП ТРВ с применением оборудования зарубежных производителей. А в ближайшее время впервые по программе импортозамещения на 2 энергоблоке Нововоронежской АЭС-2 будет смонтирована АУП



ТРВ с применением оборудования отечественных производителей ТРВ ВД.

Сейчас уже можно уверенно говорить, что монополия на импортные системы пожаротушения тонкораспыленной водой высокого давления заканчивается. Так отечественная АУП ТРВ ВД «ПРОСТОР-100», разработанная и созданная с использованием отечественных комплектующих, показала высокую эффективность при проведении натуральных полигонных испытаний. Результаты натуральных испытаний, проведенных в соответствии с отраслевыми нормативами по проектированию, легли в основу рекомендаций для применения АУП ТРВ ВД в атомной отрасли, в первую очередь на АЭС. При этом особо следует отметить, что созданные для отечественных систем пожаротушения специальные форсунки и распылители дренчерного и спринклерного типа по своим характеристикам не уступают зарубежным аналогам, а по ряду показателей (масса, угол распыла, дисперсность) превосходят импортные аналоги.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Гергель В. И., Мешалкин Е. А. Эффективное пожаротушение тонкораспыленной водой высокого давления // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. Академия ГПС МЧС России. 2017. № 2. С. 7-11.
2. Гергель В. И., Мешалкин Е. А. Пожаротушение тонкораспыленной водой. // Материалы XXIX Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию ФГБУ ВНИИПО МЧС России. Часть 2 Горение и проблемы тушения пожаров. М. 2017. С. 369-372.
3. Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen – Feinsprüh-Löschanlagen – Planung und Einbau; Deutsche Fassung CEN/TS 14972:2011.
4. NFPA 750 Standard on Water Mist Fire Protection Systems, An International Codes and Standards Organization, 2015.
5. СТО 1.1.1.03.002.0999-2014 Установки пожаротушения тонкораспыленной водой агрегатного типа для зданий, сооружений и помещений атомных станций. Требования к проектированию. ОАО «Концерн Росэнергоатом». Приказ № 9/273-П от 13.03.2015.
6. Сертификат соответствия на Распылители дренчерные специального назначения № С-RU.ПБ97.В.00597 от 20.12.20156. ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России.
7. Сертификат соответствия на Модульную установку пожаротушения тонкораспыленной водой агрегатного типа модели «ПРОСТОР-100». № С-RU.ПБ97.В.0258 от 29.02.2016. ФГБОУ ВПО Академия ГПС МЧС России.
8. СТО 75259397-12-2016 Автоматическая модульная установка пожаротушения тонкораспыленной водой высокого давления АМУП ТРВ ВД «ПРОСТОР-100. Руководство по проектированию. Шифр «ВНПБ 64-17». ДНПР МЧС России. М. 2017.
9. СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.
10. Руководство по определению параметров автоматических установок пожаротушения тонкораспыленной водой. // С. Г. Цариченко и др. М. ФГУ ВНИИПО МЧС РОССИИ. 2004.