

В. И. ГЕРГЕЛЬ, канд. техн. наук, генеральный директор ООО “Простор”
(Россия, 141292, Московская обл., г. Красноармейск, ул. Академика Янгеля, 23, стр. 15)

Е. А. МЕШАЛКИН, д-р техн. наук, профессор, директор ООО “Пульс-Пожстрой Инжиниринг” (Россия, 107113, г. Москва, ул. Маленковская, 32, стр. 3; e-mail: Meshalkin@npopuls.ru)

УДК 614.844.2

ПОЖАРОТУШЕНИЕ ТОНКОРАСПЫЛЕННОЙ ВОДОЙ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Отмечено, что внедрение высокоэффективных систем пожаротушения тонкораспыленной водой высокого давления (ТРВ ВД) ограничено из-за отсутствия базы нормативных документов, регламентирующих их проектирование и применение. Даны сравнительные оценки традиционных систем пожаротушения ТРВ низкого давления (НД) и систем с использованием ТРВ ВД. Показана более высокая эффективность систем пожаротушения ТРВ ВД по сравнению с традиционными. Отмечены преимущества использования систем пожаротушения ТРВ ВД, в частности водяного тумана. Приведены области, где применение этих систем наиболее эффективно. Указано, что системы с ТРВ ВД правильнее рассматривать в качестве средства объемного или локально-объемного пожаротушения.

Ключевые слова: пожаротушение; тонкораспыленная вода высокого давления; тонкораспыленная вода низкого давления; водяной туман; эффективность систем пожаротушения.

DOI: 10.18322/PVB.2017.26.03.45-49

Разработки технологий и систем пожаротушения тонкораспыленной водой высокого давления (ТРВ ВД), как стационарных, так и мобильных, насчитывают более 25 лет. Установки, реализующие эти технологии, вызывают неизменный интерес на выставках, однако масштабы их практического применения весьма ограничены. Связано это, на наш взгляд, с недостаточной детализацией требований СП 5.13130.2009 (далее — СП 5) [1] в части разделов 5.4 (по АУП ТРВ) и 5.5 (АУП с принудительным пуском), касающихся необходимости разработки специальных технических условий (СТУ) для их проектирования на конкретном защищаемом объекте (п. 5.4.4 [1]), и отсутствием обоснований по функциональной и экономической эффективности АУП ТРВ ВД по сравнению с традиционными спринклерными АУП. Несмотря на то что специалистами ВНИИПО уже разработан проект изменений в СП 5, где упомянутые разделы заметно расширены, утверждения он пока не получил.

Из сложившейся ситуации каждый разработчик выходит по-своему. Так, например, в 2004 г. ООО “Простор” разработал и начал выпускать мобильные установки с использованием тонкораспыленной воды высокого давления УПТВ “Простор” (рис. 1). Для этого была создана научно-экспериментальная база, разработаны уникальные пожарные стволы и форсунки, система популяризации и продвижения этих разработок. Новые пожарные стволы и форсунки позволяли организовать заброс высокоскоростной тонкораспыленной воды в зону горения с расстояния 15–20 м. Казалось бы, эффективность и прогрессивность технологии пожаротушения ТРВ ВД очевидна, однако до сих пор она тиражируется преимущественно в виде мобильных и передвижных агрегатов, причем явно в недостаточном объеме.

стной тонкораспыленной воды в зону горения с расстояния 15–20 м. Казалось бы, эффективность и прогрессивность технологии пожаротушения ТРВ ВД очевидна, однако до сих пор она тиражируется преимущественно в виде мобильных и передвижных агрегатов, причем явно в недостаточном объеме.



Рис. 1. Мобильные УПТВ “Простор”: а — возимые; б — передвижные

Один из общепризнанных ученых, д-р техн. наук, проф. И. М. Абдурагимов, фактически сформулировал идею применения ТРВ ВД, утверждая, что в идеале для тушения 1 м² твердого вещества требуется всего 0,5 л воды. Нужно только решить главную задачу — как с помощью небольшого объема воды эффективно воздействовать на очаг горения. Эксперименты показывают, что очаг пламени мощностью 1 МВт (это примерно 1 м³ открытого пламени) можно потушить даже огнетушителем. По существу, первые мобильные УПТВ “Простор”, имеющие запас воды 50 или даже 120 л (см. рис. 1,б), являлись своего рода огнетушителями, применяемыми для ликвидации или подавления локальных пожаров мощностью до 5 МВт. Тем не менее по-прежнему при устройстве стационарных АУП ТРВ ВД возникают проблемы, связанные с отсутствием понимания технологической и экономической эффективности пожаротушения ТРВ ВД со стороны застройщика или собственника объекта защиты.

В 2016 г. была завершена разработка современной отечественной стационарной системы пожаротушения ТРВ ВД. При этом создан целый комплекс оборудования, включая фирменные форсунки, средства для надежного монтажа трубопроводов, сертифицированы все компоненты системы, разработаны руководства по проектированию, монтажу и эксплуатации и необходимые внутренние нормативные документы. Тем не менее остаются все те же проблемы внедрения, так как нормативная база, необходимая для проектирования и внедрения систем пожаротушения ТРВ ВД, по-прежнему отсутствует. До сих пор, если застройщик, собственник или эксплуатирующая организация осознали эффективность установок ТРВ ВД, им приходится идти по пути разработки СТУ, так как отсутствуют нормативные требования (ч. 2 ст. 78 Федерального закона № 123 (далее — ФЗ № 123) [2] и ч. 8 ст. 6 Федерального закона № 384 (далее — ФЗ № 384) [3]). Затем предстоит согласование их в соответствии с приказами МЧС России от 28.11.2011 г. № 710 и Минстроя России от 15.04.2016 г. № 248/пр, поэтому во многих случаях принимается решение в пользу традиционных спринклерных АУП.

За рубежом технологии пожаротушения ТРВ ВД, напротив, активно развиваются, чему способствуют Европейский стандарт CEN/TS 14972:2011 [4] и международные нормы NFPA 750 [5], а также активное содействие их продвижению со стороны страховых компаний. Для них определяющим является возможный ущерб, полученный не только собственно от пожара, но и в процессе его тушения, в частности в результате пролива большого объема воды при применении традиционных спринклерных АУП пожаротушения с рабочим давлением до 1 МПа. К сожалению, отечественные страховые ком-

пании пока не заинтересованы в стимулировании продвижения технологии ТРВ ВД или содействии принятию соответствующих нормативных правовых документов.

В связи с этим приходится снова возвращаться к вопросам эффективности ТРВ ВД, поиску эффективной системы пожаротушения, которая может сократить вторичный ущерб от пожара практически до нуля. Но прежде остановимся на терминологии. Так как термин “тонкораспыленная вода (ТРВ)” используют почти все разработчики водяных оросителей, распылителей и форсунок, во избежание дискуссии данный термин опустим, оставив для сравнительных оценок только характеристику давления. Традиционные системы пожаротушения низкого давления (до 1,25 МПа) будем сокращенно называть НД, а системы пожаротушения с рабочим давлением выше 3,5 МПа (а фактически более 5 МПа) — ВД. Еще одна терминологическая особенность: как называть устройства для подачи огнетушащего вещества? В соответствии с СП 5 [1] для НД подходит термин *ороситель*, а для ВД — *распылитель*. А как поступить, если создана и запатентована форсунка, у которой одно выходное отверстие? По терминологии СП 5 [1] форсунка — это одно из отверстий распылителя. Из вышесказанного видно, что даже в терминах и определениях этот свод правил требует корректировки, а пока все устройства подачи огнетушащего вещества (оросители, распылители, форсунки) будем называть *распылителями*.

Итак, по классификации ч. 1 ст. 45 ФЗ № 123 [2] существуют АУП агрегатного и модульного типа с распылителями соответственно НД и ВД. Чем они отличаются, кроме рабочего давления? Прежде всего, расходом воды. По данным исследователей из Финляндии, расход разработанного ими распылителя ВД за 30 мин составляет 380 л воды (при давлении около 10 МПа), а традиционного распылителя НД за то же время — 3600 л [6]. Примерно такие же оценки у итальянских производителей АУП ТРВ ВД [7]. Расход обычного спринклера превышает расход их распылителя более чем в 8 раз.

Вывод 1: *расход воды в системах НД примерно в 10 раз выше, чем в системах ВД.*

Далее, для систем НД используются трубы (подводящие, магистральные и распределительные) гораздо большего диаметра, чем в системах ВД (см. таблицу). Конечно, обязательно нужно говорить не только о диаметрах трубопроводов, но и о материалах труб. Если в системах НД можно использовать иногда даже неоцинкованные черные трубы (что, конечно, неправильно), то в системах ВД — обязательно(!) нержавеющие, причем желательно отечественные, например марки 12Х18Н10Т. Сделаем приблизительную оценку для распределительного трубопровода, учитывая, что примерно 2/3 всего трубо-

Сравнение диаметров труб в системах НД и ВД

Трубопроводы	Диаметр труб, мм, в системе	
	НД	ВД
Питающие, подводящие, стояки	150–200	50
Магистральные	75	28
Распределительные	25	12

провода АУП (по крайней мере, для систем ВД) составляют распределительные линии малого диаметра. В пересчете на существующие цены 1 м нержавеющей трубы почти в 2 раза дороже, но при этом надо учитывать, что распределительный трубопровод из нержавеющей стали в 4 раза легче.

Вывод 2: с учетом труб большого диаметра подводящие, магистральные и распределительные трубопроводы в системах пожаротушения НД по сравнению с линиями ВД тяжелее более чем в 6 раз, но примерно в 2 раза дешевле.

Относительно запаса воды можно дать следующую оценку. **Вывод 3:** если производительность распылителей различается примерно на порядок, то для систем пожаротушения НД необходим значительно больший запас воды и, соответственно, более мощные нагнетательно-распределительные системы. Системы могут различаться по этим показателям более чем в 10 раз (все зависит от нормативных требований по продолжительности подачи воды системой (см., например, табл. 5.1 СП 5 [1])).

В работе [8] по материалам зарубежных публикаций были сделаны сравнительные оценки, которые приведены на рис. 2. Если принять за исходное условие усредненную спринклерную систему НД, то в ней масса оборудования и необходимый запас воды распределены примерно поровну. Общая же 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, и массы оборудования равно примерно 1:10.

Так, если сравнивать обе установки по массе оборудования и трубопроводов, то соотношение будет примерно 4:1, а с учетом запаса воды — примерно 7:1 не в пользу систем НД.

Вывод 4: объем и масса монтируемого оборудования и, соответственно, затраты на монтаж систем пожаротушения НД в разы превышают затраты на монтаж систем пожаротушения ВД. При этом более компактные системы пожаротушения ВД значительно проще в обслуживании и эксплуатации.

Оценки и сравнения, сделанные на основе рассмотрения конструктивных, архитектурно-планировочных и компоновочных решений АУП, будут не-

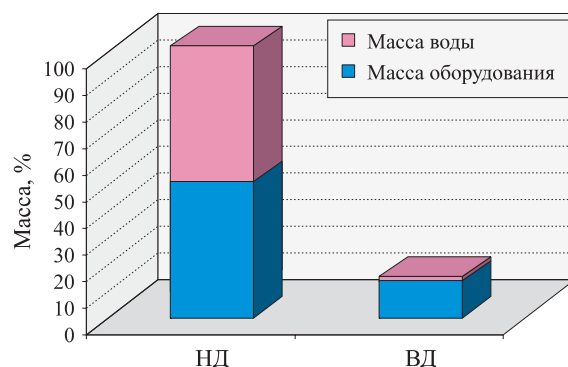


Рис. 2. Соотношение массы воды и массы оборудования в системах НД и ВД

полными без сравнения основных (если не сказать, самых главных) элементов этой системы — распылителей, задача которых распределять 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 (рис. 4) изобретены сравнительно недавно, благодаря появлению новых технологий и материалов. По конструкции они представляют собой либо несколько струйных сопел, расположенных под углом, либо специальные вихревые форсунки (т. е. распылители). Главное отличие распылителей НД и ВД в размерах капель воды, которые формируются на выходе из распылителя. Распылители ВД при давлении от 7 до 12 МПа создают, прежде всего, мелкодисперсный поток водяных капель размером менее 150 мкм (согласно [1]), а фактически — от 50 до 100 мкм (данные практически всех разработчиков распылителей ТРВ ВД). Разработчики систем пожаротушения НД оперируют средним размером капель 2 мм, сравнивая их с каплями 0,05 мм в системах ВД [9]. Проведем сравнительную оценку. Если теоретически распылить 1 л воды на частицы размером 2 мм и 1 л — на частицы размером 0,05 мм, то получим соответственно 240 тыс. и 15,3 млрд. капель. Так как испарение воды происходит с поверхности, то интенсивность испарения при пожаротушении больше зависит не от количества капель, а от суммарной площади их

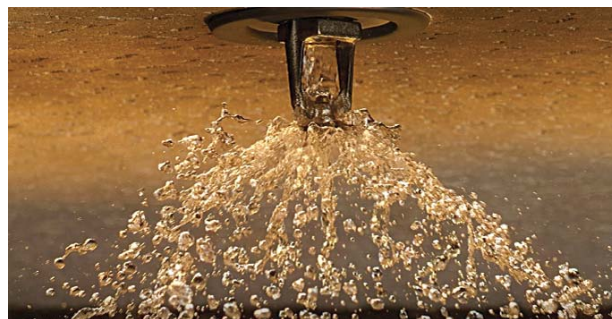


Рис. 3. Распылитель НД

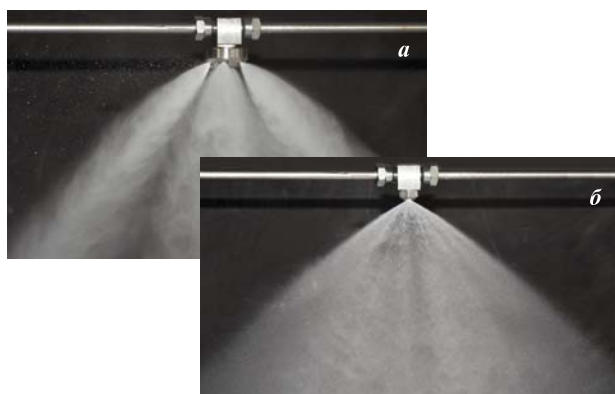


Рис. 4. Распылители ВД: а — с несколькими струйными соплами; б — форсунка вихревого типа

свободной поверхности. Если продолжать сравнение, то для частиц воды НД и ВД (размеры выше) суммарная площадь боковой поверхности равна соответственно 3 и 120 м², т. е. различается в 40 раз. Таким образом, огромное количество капель и увеличенная в десятки раз площадь поверхности испарения в системах пожаротушения ТРВ ВД значительно повышают скорость поглощения тепла в зоне горения, интенсивность вытеснения из нее кислорода и активно экранируют тепловое излучение.

Важнейший параметр для распылителей ВД — это скорость истечения из них воды. 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 из распылителей НД. В этом случае мы имеем дело не с капельно-струйным течением, а с быстролетающим туманом. Не случайно в Европе часто используют термин “Jet Fog” — *реактивный туман*. Мелкие частицы воды, обладающие хорошей проникаемостью, способствуют тому, что ТРВ распределяется по всему пространству, “затекая” даже за препятствия, напоминая по характеру распределения в пространстве газ (квасигаз). Такая способность летящего тумана больше соответствует объемному способу тушения пожара. *В совокупности все перечисленные свойства и особенности систем пожаротушения ТРВ ВД позволяют говорить о том, что они способны составить серьезную конкуренцию не только традиционным системам распыления воды НД, но и в ряде случаев газовым системам пожаротушения.*

Следует отметить также дополнительные преимущества использования водяного тумана при тушении пожара:

- он весьма эффективно выполняет функцию дымоподавления (дымоосаждения);
- мелкодисперсная вода экранирует тепловое излучение и может использоваться для защиты по-

жарного, а также материальных ценностей на пожаре;

- распыленная вода в отличие от водяных струй 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 при пожаре (от избыточного пролива воды). В соответствии с рекомендациями международного и европейского стандартов [4, 5], исследованиями зарубежных коллег [6, 7], а также исходя из накопленного опыта можно сформулировать следующие области наиболее эффективного использования ТРВ ВД для тушения пожаров класса А, В и Е:

- в кабельных сооружениях электростанций, в том числе АЭС, и подстанций;
- в кабельных сооружениях 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 кВ;
- 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.

Приведенные выше оценки помогают понять, почему системы пожаротушения ТРВ ВД так стремительно развиваются и становятся все более и более востребованными, несмотря на явную недостаточность научной и нормативной базы по их применению.

Авторы признают, что для многих объектов жилого и общественного назначения вполне достаточно использовать традиционные системы пожаротушения НД и проблема их относительно невысокой эффективности (по официальной статистике не выше 50–60 %) относится, скорее всего, к упущениям в проектировании, монтаже и особенно в обслуживании. Системы пожаротушения НД существуют уже более 100 лет, и во многих странах мира АУП счита-

ются весьма действенным средством ограничения развития пожара и его тушения. Однако фактически эти системы ориентированы на достижение цели номер 1, сформулированной в ст. 61 ФЗ № 123 [2], т. е. на ликвидацию пожара в помещении (здании) до возникновения критических значений опасных факторов пожара. При этом следует отметить, что в соответствии со ст. 89 [2] расчет эвакуационных путей и выходов для людей проводится *без учета применяемых средств пожаротушения*, что занижает значимость и эффективность АУП. Кроме того, для традиционных спринклерных АУП недостижимыми остаются еще три цели (ст. 61 [2]), а именно: ликвидация пожара до наступления предела огнестойкости строительных конструкций; до причинения максимально допустимого ущерба защищаемому имуществу; до наступления опасности разрушения технологических установок. Это можно объяснить тем, что при использовании АУП НД реализуется поверхностный или локально-поверхностный способ тушения (ч. 1 ст. 45 [2]). Что касается ТРВ ВД, то их правильнее рассматривать в качестве средства объемного или локально-объемного пожаротушения, что пока не вписывается в способы, указанные в п. 5.4.1 СП 5 [1]. Тем не менее такие системы позволяют реально обеспечить достижение всех

трех целей, что можно подтвердить как испытаниями, так и расчетно-аналитическими методами согласно положениям ст. 15 и 17 ФЗ № 384 [3]! По крайней мере, это касается тех объектов, которые перечислены выше.

Выводы

Системы пожаротушения НД более чем за вековой период практического применения сохраняют ведущую роль в системах противопожарной защиты в основном благодаря развитой нормативной правовой базе, отработанным проектным и технологическим решениям, сформировавшемуся положительному отношению к ним страховых компаний.

Системы пожаротушения ТРВ ВД в экспериментах показали существенно более высокие потенциальные возможности и эффективность по сравнению с традиционными. Этому способствовало прежде всего создание высокоэффективных распылителей и форсунок ТРВ ВД на основе новых технологий, инструментария и материалов. Однако низкие темпы формирования нормативной и расчетно-аналитической базы для их применения являются серьезным сдерживающим фактором перехода на широкое внедрение их в практику пожаротушения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования (с изм. № 1 от 20.06.2011). URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071148> (дата обращения: 02.02.2017).
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федер. закон РФ от 22.07.2008 № 123-ФЗ (в ред. от 03.07.2016). URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 02.02.2017).
3. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений : Федер. закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ // Собр. законодательства РФ. — 04.01.2010. — № 1, ст. 5.
4. CEN/TS 14972–2011. Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen — Feinsprüh-Löschanlagen — Planung und Einbau [Стационарные противопожарные системы. Водосмесительные системы. Конструкция и установка]. — Germany, Deutsches Institut Fur Normung E. V., 2011.
5. NFPA 750. Standard on Water Mist Fire Protection Systems. 2015 edition. — Quincy, MA : NFPA, 2014. — 88 p.
6. Сайт компании HI-FOG. Water Mist Fire Protection. URL: <http://www.marioff.com/> (дата обращения: 02.02.2017).
7. Сайт фирмы “Еусеби Импианти” (Eusebi Impianti). URL: <http://www.eusebi-impianti.it> (дата обращения: 02.02.2017).
8. Гергель В. И., Цариченко С. Г., Поляков Д. В. Пожаротушение тонкораспыленной водой установками высокого давления оперативного применения // Пожарная безопасность. — 2006. — № 2. — С. 125–132.
9. Пахомов В. П. Особенности применения АУПТ тонкораспыленной водой: комментарии // Пожарная безопасность в строительстве. — 2009. — Декабрь (№ 5). — С. 59–65.

Материал поступил в редакцию 17 февраля 2017 г.

Для цитирования: Гергель В. И., Мешалкин Е. А. Пожаротушение тонкораспыленной водой высокого давления // Пожаровзрывобезопасность. — 2017. — Т. 26, № 3. — С. 45–49. DOI: 10.18322/PVB.2017.26.03.45-49.