

Е.Б. Бондарев

(Академия ГПС МЧС России; e-mail: bondarev018@mail.ru)

ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ ТЕМПЕРАТУРНО-АКТИВИРОВАННОЙ ВОДОЙ

Показаны преимущества тушения пожаров температурно-активированной водой, по сравнению с паротушением и тушением тонкораспылённой водой на объектах теплоэнергетики.

Ключевые слова: температурно-активированная вода, объекты теплоэнергетики, тушение пожаров.

Е.В. Bondarev

EXTINGUISHING FIRES ON THERMAL POWER FACILITIES TEMPERATURE-ACTIVATED WATER

The advantages of the fire extinguishing temperature-activated water, compared to extinguishing steam and water mist on thermal power facilities was shown.

Key words: temperature-activated water, power plants, firefighting.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 29 июня 2015 г.

В России ежегодно возникает более 16 пожаров на объектах ТЭЦ и ТЭК. Исходя из статистических данных, приведённых на рис. 1, стабильным остаётся не только количество пожаров, но и ущерб, наносимый пожарами [5]. Поэтому проблема тушения пожаров на объектах теплоэнергетики является очень актуальной.

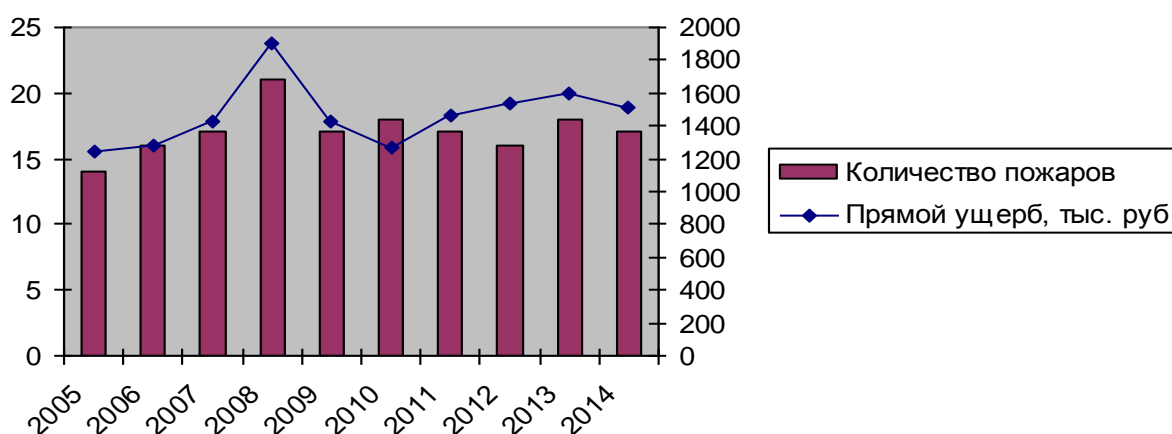


Рис. 1. Количество пожаров на ТЭЦ и ТЭК и ущерб от них в 2005-2014 гг.

Распределение пожаров по энергообъектам также является весьма значимым. Так, в частности, возгорания на ГЭС составляют всего 6 % от общего количества пожаров на объектах электроэнергетики. В то время как на ТЭЦ приходится 53 % возгораний, а на подстанции – 41 % [5] (рис. 2).

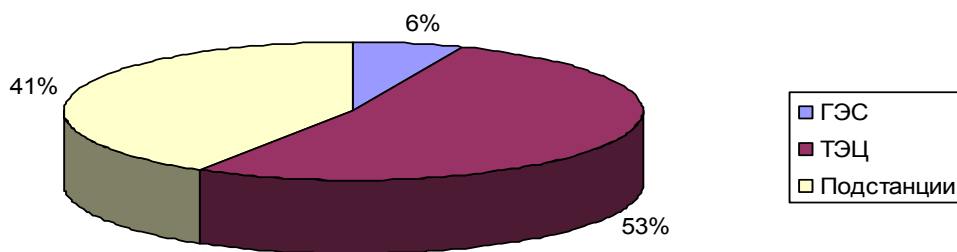


Рис. 2. Распределение пожаров на энергообъектах в 2005-2014 гг.

Также необходимо отметить, что основными источниками возгораний являются [6]:

- открытое пламя и высокая температура топочных газов при работе газотурбинных установок, трубчатых печей, котельных, реакторов огневого действия и т.п.;

- удары молнии и её вторичные проявления;

- различные искровые разряды;

- теплота при перегреве подшипников и сальников компрессоров, насосов, электродвигателей, вентиляторов, генераторов, моторов;

- лучистое тепло при горении выходящих из оборудования горючих газов и жидкостей;

- самовозгорание веществ, нагретых в условиях производства выше температуры самовоспламенения, пирофорных отложений железа, промасленной ветоши или промасленной спецодежды и других веществ с опасностью самовозгорания и самовоспламенения;

- открытый огонь при использовании факелов, техобслуживании, применении паяльных ламп для разогрева трубопроводов и т.п.

Причинами пожаров на предприятиях также могут являться [6]:

- нарушения, допущенные при проектировании и строительстве зданий и сооружений;

- несоблюдение мер пожарной безопасности производственным персоналом и неосторожное обращение с огнём.

Таким образом, исходя из вышеизложенного, можно говорить о том, что существенная доля пожаров, различных по причинам возгорания, приходится на горение кабельных коллекторов, трасс и турбинного масла. На долю таких пожаров приходится более 30 % от общего числа пожаров. Данный факт доказывает необходимость обратить особое внимание на способы пожаротушения кабельных коллекторов, трасс и турбинного масла.

Перейдём к анализу имеющихся средств тушения пожаров в России и других странах. Для этого всю рассматриваемую совокупность средств разделим на следующие группы:

- огнетушащие вещества и материалы;

- мобильные средства пожаротушения;

- установки пожаротушения.

Иной классификацией является:

- тушение пожара автоматическими системами пожаротушения;
- тушение пожара силами и средствами пожарной охраны (с момента их прибытия на объект пожара) [1].

При этом, мобильные средства пожаротушения используются при тушении пожара силами и средствами пожарной охраны, в частности, транспортные или транспортируемые пожарные автомобили, предназначенные для использования личным составом подразделений пожарной охраны.

Пожарные лафетные стволы устанавливаются для защиты:

- наружных взрыво- и пожароопасных установок (для защиты аппаратуры и оборудования, содержащих горючие газы, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости);
- шаровых и горизонтальных (цилиндрических) резервуаров со сжиженными горючими газами, легковоспламеняющимися и горючими жидкостями в сырьевых, товарных и промежуточных складах (парках);
- железнодорожных сливноналивных эстакад и речных причалов с СУГ, ЛВЖ и ГЖ [2].

Автоматические установки пожаротушения должны обеспечивать ликвидацию пожара в зданиях и помещениях. Тип автоматической установки пожаротушения, вид огнетушащего вещества и способ его подачи в очаг пожара определяются в зависимости от вида горючего материала, объёмно-планировочных решений здания, сооружения, строения и параметров окружающей среды. Автоматические установки пожаротушения подразделяются на: водяные, пенные, газовые, порошковые и аэрозольные.

Отдельно необходимо отметить, что на современном этапе многие автоматические установки пожаротушения являются роботизированными, то есть, к ним добавляются программные модули, управляющие процессом тушения на основе индикаторов. Такие системы также могут иметь удалённое управление процессом тушения.

Наиболее остро встаёт вопрос о веществах, используемых при тушении пожаров, поскольку при дальнейшем развитии технических и программных устройств эффективность тушения будет определяться именно пожаротушащими веществами.

Значительная часть пожаров тушатся водой или её различными модификациями. Так, с 80-х годов XX века популярным средством тушения является **тонкораспылённая вода (ТРВ)**. Применение ТРВ позволяет снизить расход воды, возможность ущерба от "заливания", затраты на обеспечение электропитания водяной установки. Ключевой характеристикой ТРВ является **диаметр капли** – он составляет не более 100 мкм. В традиционных системах водяного пожаротушения диаметр капель, которые попадают на очаг возгорания, составляет порядка 0,4...2,0 мм. Это приводит к тому, что около 30 % воды

идёт на тушение огня, а остальная часть проливается и в процессе тушения никак не используется [7]. При использовании водяных капель объёмом менее 100 *мкм* существенно снижается расход вещества: он составляет менее 0,03 л/с·м².

Отметим, что к системам ТРВ относится ряд систем водяного пожаротушения. Основными из них являются системы с механическим распылением, в которых водяные потоки идут под давлением 100-150 *бар* через прецизионные насадки, и газожидкостные, в которых первоначально образуется газожидкостная смесь, а затем подаётся по трубопроводам к насадкам. Газожидкостные системы работают под давлением 20-40 *атм*, причём на выходе из системы давление составляет около 5 *атм*.

Тем не менее, несмотря на все преимущества ТРВ, применение её на практике существенно затруднено, так как капли должны преодолеть конвективные тепловые потоки и достичь поверхности горения [7]. Иными словами, капли тонкораспылённой воды должны обладать гораздо более высокой начальной скоростью. Данная характеристика не является регламентированной в паспортных данных установок, распыляющих ТРВ, в том числе и в оросителях. Данный факт ставит под вопрос однозначную эффективность применения ТРВ. Расчётное практическое давление для установок, использующих "водяной туман" (ТРВ), доходит до 200-300 *атм*, при этом в них используется химически подготовленная вода, очищенная от механических примесей и растворимых в воде солей. Распылители установок высокого давления имеют очень малые площади сечений проточных каналов и поэтому могут засоряться или замерзать в зимнее время [7].

В ряде публикаций показано, что размер капель, способных попасть на поверхность очага горения, должен быть не менее 150-200 *мкм* [8], в то время как размер капель ТРВ не превышает 100 *мкм*, что существенно ниже.

Ещё одним средством тушения пожаров является *паротушение*, допустимое в случае, если объём производственного помещения, где произошло возгорание, не превышает 500 м³. Также паротушение может быть организовано вокруг и внутри огневых печей [9]. При снижении содержания кислорода в воздухе до 15 % и ниже горение не происходит или существенно замедляется, на этом принципе и основано паротушение. Одновременно происходит охлаждение зоны горения и механический отрыв пламени струями пара.

Принципиально новым решением по улучшению химических свойств воды было улучшение огнетушащих свойств воды за счёт её *температурной активации*. Этот способ позволяет добиться одновременного улучшения текучести воды без использования добавок и уменьшения размера капель воды. При этом увеличение давления в насосах и использование пожарных стволов со сложными, дорогостоящими и профилированными насадками с минимальной площадью сечений проточных каналов не требуются [10].

Данный тип воды получил название *температурно-активированной воды (ТАВ)*. Использование ТАВ не только позволяет эффективно бороться с пожарами, но и резко снизить температуру пламени и осадить дым.

Рассмотрим способ тушения с использованием ТАВ более подробно. Пресная вода при нагревании до высоких температур под большим давлением меняет свои химические свойства. При помещении такой воды в нормальные условия она сохраняет свойства температурной активации ещё некоторое время. К таким свойствам относятся:

- повышенная растворяющая способность;
- удержание повышенного количества растворенного вещества;
- повышенная кислотность.

Заметим, что ТАВ получают из перегретой воды. При этом перегретой является вода, находящаяся в замкнутом объёме, при температуре выше 100 °С и при давлении, выше атмосферного. Замкнутость объёма и повышенное давление препятствуют закипанию воды и парообразованию. В случае уменьшения давления до уровня атмосферного, происходит вскипание воды. Однако часть ТАВ при этом переходит в состояние пара, а другая часть дробится на капли менее 100 мкм. Отметим, что большая часть капель при этом имеет диаметр 10-50 мкм. Соответственно аналогичного эффекта для ТРВ возможно добиться только при давлении в 150 и более атмосфер. Иными словами, сложность конструкции, её эксплуатации и фактические затраты на ТРВ существенно выше, чем на создание ТАВ в том же объёме.

ТАВ может быть использована для тушения [3]:

- части горючих веществ (в частности, бензинов и иных нефтепродуктов), при условии, что данные вещества не вступают в химическую реакцию с водой с выделением значительного количества тепла или горючих газов.;

- пожаров в замкнутых объёмах, поскольку так же как и паротушение вытесняет кислород, что препятствует распространению огня и осадению дыма и ядовитых паров.

Отметим ещё несколько особенностей тушения с использованием ТАВ:

- температура струи на расстоянии 30-50 см от ствола-распылителя составляет 50-60 °С;

- температура "водяного пара", близкая к 100 °С, обеспечивает быстрое испарение и понижает температуру в зоне горения;

- капли размером менее 50 мкм долго не осаждаются и не инжeksiруются в очаг возгорания.

За счёт представленных особенностей существенно расширяются возможности ТАВ. В частности, становится возможным тушение пожаров в "слепых зонах": за пределами видимости или в закрытых пространствах, таких как транспортные и кабельные тоннели. ТАВ также позволяет тушить завалы, в которых продолжается горение или тление горючих материалов.

Таким образом, ТАВ подходит для тушения пожаров на ТЭЦ и ТЭК существенно лучше ТРВ и паротушения не только в связи с полезными свойствами ТАВ, но и в связи с более простым и дешёвым (в сравнении с ТРВ) методом получения и создания ТАВ. Также необходимо отметить, что, по сравнению с паротушением, ТАВ является более универсальным средством, которое рассчитано на тушение пожаров в помещениях, объёмом более 500 м³. Кроме того, более простая процедура создания ТАВ обеспечивает снижение рисков замерзания и загрязнения форсунок, что свидетельствует о большей надёжности применения ТАВ, по сравнению с альтернативными методами тушения.

Литература

1. **Абдурагимов И.М.** Всегда ли автоматика эффективнее оперативных служб пожарной охраны // Пожарное дело. 2007. http://pojar01.ru/11/automatik/aupt/st/st_abdurag_aupt_tak/text.html.
2. **ГОСТ Р 12.3.047-98.** Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. Приложение С.
3. **Кармес А.П., Пряничников А.В., Исаева Л.К.** Экологические аспекты использования температурно-активированной воды при тушении пожаров и ликвидации ЧС // Экологические проблемы XXI века. М.: Академия ГПС МЧС России. 2014. С. 34-36.
4. **Клубань В.С., Молчанов С.В.** Пожарная безопасность особо важных объектов топливно-энергетического комплекса // Технологии техносферной безопасности. Вып. 3 (55). 2014. <http://ipb.mos.ru>.
5. **Пузач С.В., Сулейкин Е.В.** Исследование выделения и распространения монооксида углерода при пожаре на теплоэлектроцентралях // Известия ЮФУ. Технические науки. 2013. №8 (145). <http://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vydeleniya-i-rasprostraneniya-monooksida-ugleroda-pri-pozhare-na-teploelektrotsentralyah>.
6. **Молчанов С.В., Клубань В.С., Толковский С.И.** Некоторые проблемы обеспечения пожарной безопасности резервуаров со стационарной крышей мазутных хозяйств // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2010. № 2. С. 68-74.
7. **Роевко В.В., Пряничников В.А.** Использование перегретой воды – новая парадигма развития техники МЧС // Русский инженер. Научно-технологические справочники. Бизнес-справочник: МКПП. № 2 (4). 2003. С. 33-38.
8. **Роевко В.В.** Тушение пожаров в высотных зданиях // Мир и безопасность. 2006. № 3. С. 16-22.
9. **Храмцов С.П.** Измерительный комплекс для исследования работы пожарнотехнического оборудования при подаче температурно-активированной воды // Автомобильная промышленность. 2008. № 7. С. 34-36.
10. **Чистяков Т.И., Пряничников А.В., Кармес А.П.** Мобильная установка пожаротушения температурно-активированной водой объектов энергетики // 4-я междунар. науч.-практ. конф. молодых учёных и специалистов "Проблемы техносферной безопасности – 2015". М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. С. 138-142.