

Автоматическая противопожарная защита наружных установок с помощью технологии газопорошкового пожаротушения.

О.А. Просолупов, В.И. Селиверстов, В.И. Стенковой (ООО «Каланча»), Баратов А.Н., Копылов С.Н. (ФБГУ ВНИИПО МЧС РФ), В.Н. Баклыков, Т.И. Сенчишак, А.Н. Скобелкин (Оренбургский филиал ФБГУ ВНИИПО МЧС РФ).

Согласно п.13 ст. 2 Федерального закона от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ наружная установка – это комплекс аппаратов и технологического оборудования, расположенных вне зданий и сооружений. Наружные установки – это очень широкое понятие, включающее в себя такие пожароопасные объекты как:

- резервуары для хранения горючих веществ,
- сливноналивные железнодорожные и автомобильные эстакады,
- нефтеналивные порты и причалы,
- насосные станции для перекачки нефтепродуктов, расположенные вне зданий,
- нефтеперегонные установки и другие технологические аппараты химических и нефтехимических производств, расположенные вне зданий,
- автозаправочные станции
- и еще целый ряд специфических объектов производственного назначения.

В настоящее время отсутствует нормативная база, позволяющая проектировать для этих объектов автоматические установки пожаротушения. СП 5.13131, являющийся основным нормативным документом по проектированию автоматических установок пожаротушения, не распространяется на наружные установки. Фактически любое техническое решение по автоматической противопожарной защите наружных установок требует разработки и согласования специальных технических условий (СТУ).

Ликвидация пожара на наружной установке в начальной стадии с помощью автоматической установки пожаротушения может на порядок снизить уровень пожарного риска и вероятный ущерб от пожара.

Настоящая работа посвящена обобщению данных лабораторных и натурных испытаний, по тушению макетов наружных установок и их элементов с помощью технологии газопорошкового пожаротушения, опыта разработки СТУ и проектирования

конкретных установок. Результаты настоящей работы могут быть использованы при разработке нормативной базы по проектированию автоматических установок пожаротушения, предназначенных для защиты наружных установок.

Статистические данные по пожарам на наружных установках обобщены и приведены в виде частоты реализации пожароопасных ситуаций в «Методике определения расчетных величин пожарного риска для производственных объектов», утвержденной приказом Министра МЧС РФ №382 от 30.06.2009. Согласно этому документу начальная стадия пожара на наружной установке может представлять собой:

I - горение жидкости по поверхности (пожар пролива в обваловании, либо пожар по всей поверхности резервуара),

II - горение паров на дыхательной арматуре, либо горловине цистерны,

III - горение жидкости, растекшейся по поверхности аппарата и элементам конструкции.

IV - горение струй истекающей жидкости или газа,

V – комбинация вышеперечисленных вариантов.

Установка автоматического пожаротушения, защищающая наружную установку, должна быть способна эффективно тушить все вышеперечисленные виды пожаров. Масштабные натурные эксперименты, проведенные на базе Оренбургского филиала ФБГУ ВНИИПО МЧС РФ в период с 2010 по 2012г, а также серия модельных экспериментов, проведенных на базе ООО «Каланча» позволяют заключить, что технология газопорошкового пожаротушения может эффективно применяться для автоматической противопожарной защиты наружных установок.

Исследования по тушению жидкости, горящей по поверхности (I) проводились в 2010 и 2011г при тушении макетов резервуаров РВС – 5000 и РВС – 20000, диаметрами соответственно 21.5м и 40м и площадью соответственно 408м^2 и 1250м^2 . Подробно результаты этих испытаний изложены в работах [1]-[3]. В рамках настоящей работы важно подчеркнуть, что:

- тушение сплошного пролива бензина по площади осуществлялось с помощью кругового распылителя, состоящего из 18 сопел, равномерно распределенных по окружности (рис. 1.),

- минимальный расход газопорошкового огнетушащего состава через сопло, при котором происходит тушение возгорания $G_{\min} = 7,9 \cdot 10^3 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

- эффективный радиус действия распылителя при тушении сплошного пролива $R_{\text{эфф}}$ пропорционален диаметру сопла распылителя $D_{\text{кр}}$ и определяется соотношением:

$$R_{\text{эфф}} = 0,4 \cdot K \cdot G \cdot D_{\text{кр}} \quad (1),$$

Где K – коэффициент пропорциональности. Для геометрии сопла по рис.1 и газопорошкового огнетушащего состава на основе углекислоты и огнетушащего порошка «Феникс АВС-70» $K = 0,127 \text{ (м}^2 \cdot \text{с)}/\text{кг}$; G – массовый расход ГПОВ через сечение сопла, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; $D_{\text{кр}}$ – критический диаметр сопла, м.

Полученные данные позволяют рассчитывать геометрические параметры распылителя и расходные параметры установки газопорошкового пожаротушения (Дале УГПП) для тушения пожаров пролива при характерных размерах пролива до 40м. При больших размерах пролива при расчетах необходимо использовать повышающие коэффициенты, учитывающие нелинейность процессов.

Необходимо отметить, что при тушении модельных очагов В2, расположенных на площади вокруг распылителя по рис.1, радиус тушения вдвое больше, а защищаемая площадь соответственно в четыре раза больше. Это и понятно, поскольку расход огнетушащего вещества очевидно зависит от пожарной нагрузки. Характер этой зависимости еще предстоит определить, однако крайние точки уже известны и определены экспериментально.

На основе полученных данных был спроектирован секторный распылитель для модуля газопорошкового пожаротушения «ViZone-100» (рис. 2), обеспечивающий защиту по площади в условиях сплошного пролива и в условиях очагового пролива (рис. 3).

Горение паров на дыхательной арматуре, либо горловине цистерны (II), а также горение жидкости, растекшейся по поверхности аппарата и элементам конструкции (III) может быть ликвидировано установками газопорошкового пожаротушения, защищающими локальный объем, в котором возможно образование подобных очагов возгорания. В работе [4] установлено, что критическим условием тушения возгорания в объеме является создание в этом объеме огнетушащей концентрации газопорошкового огнетушащего состава (для состава на основе CO_2 и «Феникс АВС-70» - $0,2 \text{ кг}/\text{м}^3$) на время, необходимое для тушения пожара (в нашем случае это время должно быть более 2с).

На основе вышеизложенных принципов была спроектирована и изготовлена установка, защищающая фрагмент железнодорожной сливноналивной эстакады, состоящая из двух модулей «ViZone-100», один из которых, оборудованный секторным распылителем, тушил пожар пролива под железнодорожной цистерной, а второй, оборудованный штатным распылителем, защищал локальный объём 400м³ вокруг цистерны. Натурные испытания установки проводились в июле 2012г в условиях штормового предупреждения. Скорость ветра превышала 20м\с, а температура воздуха составляла 39⁰С. В двух последовательных опытах все очаги пожара были потушены. Данный эксперимент позволяет сделать вывод, что исходные данные, заложенные в расчет установки, и методика расчета позволяют достичь предсказуемого результата при проектировании установок.

Для исследования процесса тушения горящих струй (IV) нами была разработана модельная установка, позволяющая получать двухкомпонентные струи горючих жидкостей с расходом до 2 л/с. Эксперименты по тушению горящих струй бензина позволили определить расход газопорошкового огнетушащего состава, необходимый для тушения струи с заданным расходом горючего. Характерное время тушения струи составляет около 2с как и в экспериментах по тушению модельных очагов в объеме.

На основании вышеизложенного нам представляется целесообразным следующий алгоритм проектирования УГПП для защиты наружных установок:

1. Анализ возможных аварий на основе «Методики определения расчетных величин пожарного риска для производственных объектов» и других имеющихся данных по статистике и типам аварий, связанных с пожаром на аналогичных объектах;
2. Выбор системы обнаружения пожара;
3. Расчет пожарной нагрузки, образующейся за время, необходимое для обнаружения пожара и запуска автоматической установки пожаротушения;
4. Классификация возможных возгораний по типам I – V, приведённым в данной статье;
5. Расчет параметров подачи газопорошкового огнетушащего состава, необходимого для тушения каждого типа возгорания;

6. Расчет необходимого количества модулей и их размещение, либо расчет размещения распылителей и количества огнетушащего вещества для централизованных установок газопорошкового пожаротушения.

В 2012г на полигоне Оренбургского филиала построен макет нефтегазовой технологической установки, включающий в себя следующие объекты:

- две технологические колонны высотой 20 и 22 метра;
- макет технологической печи;
- двухэтажная ж.б. технологическая этажерка размером 12х12 м., на каждом этаже смонтированы технологические аппараты объемом 3-10 м³:
- фрагмент ж.б. технологической эстакады с трубопроводами 200-300 мм и запорной арматурой;
- технологическая насосная из ЛМК размером 12х6 м;
- наружное технологическое оборудование.
- операторная.

Установка оборудована:

- противопожарным водопроводом, с установкой четырех лафетных стволов на лафетных вышках:
- системой газоснабжения (подвод природного газа к установке по трубе Д-50мм, с рабочим давлением 0,5 МПа., распределение и подача на любую из 10 точек установки по трубам Д-25 мм. Подача газа осуществляется к макетам технологических аппаратов на этажерке, на технологические колонны, на технологическую эстакаду);
- системой подачи ЛВЖ (топливопровод от насосной ГСМ, Д-50мм.) Для имитации пожара, пролива ЛВЖ, каждый технологический аппарат оборудован металлическим противенем, поддоном, обвязанными системой промышленной канализации.
- системой отвода воды и остатков ЛВЖ в промышленную канализацию. Площадка установки имеет твердое, бетонное покрытие, выполненное с уклонами к приемным колодцам промышленной канализации.

Мы планируем летом 2013г проведение на этом макете крупномасштабных натуральных испытаний по тушению сложных комбинированных пожаров с помощью автоматических установок газопорошкового пожаротушения. На основании анализа результатов этого эксперимента будет разработан проект нормативного документа по проектированию УГПП для защиты наружных установок.

Выводы:

- Приведена классификация типов возгораний на наружных установках.
- Приведены экспериментально подтвержденные критические условия тушения возможных типов возгорания при авариях на наружных установках с помощью УГПП.
- Предложен алгоритм проектирования УГПП для защиты наружных установок.
- Разработан и построен макет нефтегазовой технологической установки для проведения натуральных испытаний в том числе установок автоматического пожаротушения.
- Результаты настоящей работы, а также предстоящих натуральных испытаний могут лечь в основу разработки нормативного документа по защите наружных установок от пожара с помощью УГПП.

Литература: