



Н. Н. Брушлинский

д-р техн. наук, профессор, начальник НИЦ управления безопасностью сложных систем Академии ГПС МЧС РФ, г. Москва, Россия



В. Ю. Шимко

соискатель Академии ГПС МЧС РФ, г. Москва, Россия



В. Л. Карпов

д-р техн. наук, гл. научный сотрудник ФГУ ВНИИПО МЧС РФ, г. Балашиха МО, Россия



М. Х. Усманов

канд. физ.-мат. наук, доцент, начальник НИЦ проблем пожарной безопасности ВТШПБ МВД РУз, г. Ташкент, Республика Узбекистан



В. П. Семенов

инженер ВТШПБ МВД РУз, г. Ташкент, Республика Узбекистан



С. М. Джураев

начальник Пожарно-технической лаборатории ГУПБ МВД РУз, г. Ташкент, Республика Узбекистан

УДК 614.843.4

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СТРУЕОБРАЗУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Разработано опытное струеобразующее устройство с изменяемым углом установки струеобразователя (пластины) по отношению к оси струи воды, подаваемой из ствола ВНИИПО. Экспериментально изучена зависимость длины распыленной струи от диаметра spryska ствола, давления на стволе и угла установки струеобразователя.

Ключевые слова: струеобразующее устройство; огнетушащее вещество; распыленная струя; пожарный ствол; диаметр spryska ствола.

Среди различных видов противопожарного оборудования значительный удельный вес занимают пожарные стволы со специальными насадками, предназначенные для создания огнетушащих струй и управления ими в процессе тушения пожара.

Многообразие конструкций пожарных стволов обусловлено использованием различных огнетушащих веществ, а также условиями эксплуатации их в процессе тушения пожаров различных классов.

Практика тушения пожаров класса А показывает, что эффективность их тушения распыленными струями значительно выше, чем компактными [1]. Анализом влияния основных факторов на процесс ликвидации горения твердых горючих материалов и веществ (ТГМ) установлено, что осуществлять тушение энергетически выгодно путем отвода тепла от горячей поверхности [2]. При этом наибольшей эффективностью тушения твердых горючих материалов и веществ обладают капли воды дисперсностью 100–200 мкм [3]. Уменьшение их до размера менее 100 мкм не приводит к повышению эффек-

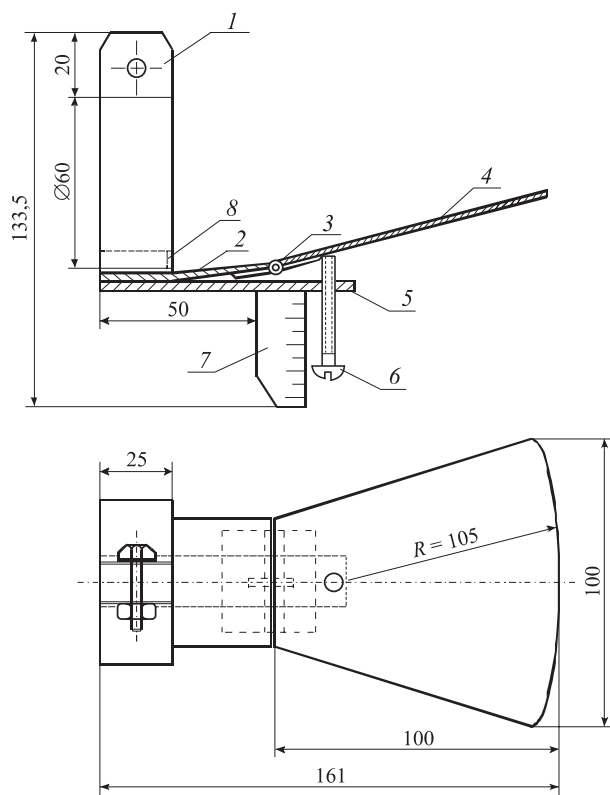
тивности тушения, что обусловлено невозможностью транспортировки огнетушащего средства с дисперсностью капель столь малого размера через зону горения из-за их испарения еще до подлета к очагу горения [3]. Очевидно, что для достижения необходимой эффективности тушения пожаров ТГМ следует использовать распыленные струи со средним размером капель воды не менее 100 мкм.

Близкой характеристикой обладают струи, формируемые струеобразователем в виде пластины, установленной перед sprysком ствола под определенным углом.

Для оптимизации углов установки отражательной пластины перед sprysком ствола было разработано опытное струеобразующее устройство с изменяемым углом установки струеобразователя (пластины) по отношению к оси струи (см. рисунок), которое было изготовлено ООО "YONG'IN-TEX".

Устройство состоит из хомута 1, неподвижной пластины 2, шарнирного соединения 3, струеобра-

© Брушлинский Н. Н., Шимко В. Ю., Карпов В. Л., Усманов М. Х., Семенов В. П., Джураев С. М., 2010



Опытное струеобразующее устройство

зователя 4, упора фиксатора 5, болта 6, координатника 7, косынки 8.

Хомут изготовлен из листовой стали толщиной 1,5 мм и служит для крепления устройства на спрыске ВНИИПО. Регулировка угла наклона струеобразователя относительно оси струи осуществляется с помощью болта, находящегося в резьбовом отверстии упора фиксатора.

Гидравлические испытания опытного струеобразующего устройства были подготовлены и проведены на территории предприятия ООО «YONG'IN-TEX» в период с июля по сентябрь 2007 г. в соответствии с программой и методикой испытаний, разработанными Пожарно-технической лабораторией Главного управления пожарной безопасности и НИЦ Высшей технической школы пожарной безопасности МВД РУз.

Испытания проводили на открытой площадке при скорости ветра не более 3 м/с. Ствол ВНИИПО с закрепленным струеобразующим устройством устанавливали на специально разработанной подставке под углом наклона к горизонту $(30 \pm 1)^\circ$ на высоте $(1 \pm 0,01)$ м от среза выходного отверстия до испытательной площадки. В качестве водопитателя использовали насосную установку автоцистерны АЦ-40 (130)63А, установленную на пожарный гидрант.

В процессе испытаний определяли вид и характер распыленной струи, а также ее длину в зависи-

Таблица 1. Данные измерений длины струи для диаметра спрыска ствола 13 мм

Давление на стволе, МПа	Длина распыленной струи, м, в зависимости от угла установки струеобразователя α , град					
	10	15	20	25	30	35
0,4	15,2	13,0	11,8	11,0	9,5	8,0
	15,0	14,0	12,7	11,3	9,0	7,5
	14,4	14,5	12,0	10,5	9,2	8,4
	15,5	13,6	12,3	11,4	9,7	7,8
	14,8	13,7	12,5	10,5	10,0	7,5
0,5	15,7	14,5	13,0	11,5	9,3	7,3
	15,5	13,8	12,6	11,2	10,0	8,2
	15,3	14,0	12,7	11,5	9,5	7,6
	15,2	14,3	12,3	11,3	9,8	7,8
	15,7	14,5	12,8	11,7	9,9	8,4
0,6	16,0	14,5	13,5	11,8	10,3	8,3
	16,3	14,8	14,0	12,5	10,5	7,8
	15,5	15,3	14,1	12,0	11,0	8,4
	15,8	14,3	13,8	12,5	11,2	7,8
	15,9	14,7	13,8	12,7	10,7	8,3

мости от диаметра спрыска ствола, давления на стволе и угла установки струеобразователя.

Основной задачей испытаний являлось получение исходных данных для определения влияния угла установки струеобразователя на характер распыления и длину распыленной струи.

Основная цель исследований — оптимизация углов установки струеобразователя в зависимости от диаметра спрыска ствола и давления на стволе.

Замеры длины распыленной струи проводили по методике, изложенной в НПБ 177–99* [4]. Дальность струи (максимальную, по крайним каплям) измеряли от проекции насадка ствола на испытательную площадку, используя предварительно установленные маяки в виде металлических конусов и металлическую рулетку Р10 УЗК (ГОСТ 7502). В процессе гидравлических испытаний отмечали вид и характер распыленной струи в зависимости от диаметра спрыска ствола, угла установки струеобразователя и давления на стволе.

Всего было проведено пять серий испытаний. Полученные данные испытаний сведены в табл. 1–5.

Анализом полученных данных (см. табл. 1–5) установлено, что в каждой частной серии из пяти измерений разброс значений длин распыленных струй не превышает в основном 1 м. Полагая, что распределение случайных ошибок измерений подчиняется нормальному закону распределения Гаусса, оценку точности измерений проводили по методике обработки результатов прямых измерений [5].

Таблица 2. Данные измерений длины струи для диаметра sprыска ствола 16 мм

Давление на стволе, МПа	Длина распыленной струи, м, в зависимости от угла установки струеобразователя α , град					
	10	15	20	25	30	35
0,4	15,6	14,5	13,0	11,7	10,3	9,4
	15,3	14,4	12,7	12,0	10,7	9,0
	15,8	14,8	12,9	12,0	10,5	8,5
	15,7	14,2	13,5	12,4	10,2	9,2
	15,4	14,5	12,8	12,6	10,8	9,0
0,5	16,0	15,0	13,7	12,8	11,5	10,0
	15,8	15,3	14,2	13,3	11,4	9,8
	16,4	16,2	14,0	13,0	11,2	9,4
	16,5	15,5	14,5	12,7	11,8	10,0
	16,7	14,8	14,0	12,9	12,0	9,6
0,6	17,6	16,5	15,3	13,8	12,2	10,5
	17,5	16,0	14,8	14,0	12,5	11,0
	17,2	16,8	15,0	13,6	12,6	10,8
	17,8	16,4	16,0	14,5	13,0	11,4
	17,7	16,5	15,5	14,5	12,7	10,9

Таблица 3. Данные измерений длины струи для диаметра sprыска ствола 19 мм

Давление на стволе, МПа	Длина распыленной струи, м, в зависимости от угла установки струеобразователя α , град					
	10	15	20	25	30	35
0,4	18,0	17,0	15,5	14,7	12,5	11,7
	17,7	17,3	16,3	14,0	13,3	11,5
	18,4	16,9	15,3	15,0	12,9	11,5
	17,9	17,0	16,0	14,5	13,0	11,0
	18,0	16,5	16,2	14,3	12,9	11,0
0,5	18,7	18,0	16,7	15,5	13,5	12,0
	19,0	18,2	17,0	14,8	13,3	11,5
	19,3	17,5	16,7	15,5	13,7	11,7
	18,5	17,8	16,5	15,1	14,0	11,3
	19,5	17,7	16,8	15,3	14,1	12,4
0,6	20,0	18,6	18,2	16,8	16,0	13,5
	20,5	19,0	17,5	16,7	14,6	13,7
	19,8	19,5	17,8	17,0	15,0	13,0
	20,4	18,9	18,0	16,5	15,2	13,5
	20,3	19,0	17,9	16,6	15,7	13,3

При этом установлено, что относительная погрешность измерений по выбранным частным сериям из пяти измерений длин распыленной струи не превышает 4,5 %.

Оптимальные углы установки струеобразователя в зависимости от диаметров sprысков ствола определялись по осредненным значениям длин струй в диапазоне давлений 0,4–0,6 МПа, что согласно

Таблица 4. Данные измерений длины струи для диаметра sprыска ствола 22 мм

Давление на стволе, МПа	Длина распыленной струи, м, в зависимости от угла установки струеобразователя α , град					
	10	15	20	25	30	35
0,4	22,5	21,3	20,2	18,7	17,3	15,8
	22,1	21,0	20,0	18,5	17,4	16,0
	22,7	20,5	19,5	18,8	17,0	15,5
	21,8	21,0	19,7	18,1	17,5	16,2
	22,0	20,6	20,0	18,4	17,4	16,0
0,5	23,3	21,8	20,2	19,7	17,7	16,7
	23,1	21,5	20,5	19,5	18,0	16,0
	22,7	22,0	20,8	19,8	18,4	16,5
	22,2	21,9	21,0	19,1	18,7	16,9
	22,8	22,0	20,9	19,8	18,2	16,8
0,6	23,5	22,2	21,2	19,7	19,0	17,0
	24,0	23,0	21,7	20,5	18,5	16,7
	24,3	22,5	21,8	19,9	18,4	17,3
	24,4	22,8	21,5	20,2	18,7	16,8
	24,0	22,7	21,7	20,0	18,8	17,2
	26,8	25,0	24,0	22,7	21,3	19,4
	26,8	25,7	24,2	22,8	21,0	19,6

Таблица 5. Данные измерений длины струи для диаметра sprыска ствола 25 мм

Давление на стволе, МПа	Длина распыленной струи, м, в зависимости от угла установки струеобразователя α , град					
	10	15	20	25	30	35
0,4	24,5	22,5	21,5	20,5	18,5	17,5
	24,0	23,5	21,0	20,3	19,2	16,6
	23,5	23,0	21,7	20,0	18,7	17,3
	24,5	22,7	22,0	19,7	18,9	17,0
	24,3	23,3	21,5	20,0	19,0	16,9
0,5	25,0	23,6	22,2	21,0	19,5	17,9
	24,5	22,8	21,7	21,8	19,3	17,2
	24,8	23,5	22,3	20,9	19,0	17,5
	25,2	23,8	21,8	20,7	18,9	18,0
	25,3	23,7	22,4	20,9	19,5	17,9
0,6	26,0	24,7	23,0	21,8	19,7	18,6
	25,5	24,5	23,0	22,0	19,8	18,5
	25,7	24,8	23,7	21,7	20,5	18,7
	25,5	23,9	23,5	22,5	20,0	18,0
	25,7	24,5	22,9	22,0	19,8	18,6

НПБ 177–99* [4] соответствует рабочим давлениям для ручных стволов.

Если за оптимальный угол установки струеобразователя принять такое его значение, при котором длина распыленной струи составляет не менее 15 м, что соответствует требованиям НПБ 177–99* [4], то

Таблица 6. Оптимальные значения углов установки струеобразователя

Диаметр спрыска, мм	Угол, град, при давлении на стволе, МПа		
	0,4	0,5	0,6
13	9,92	11,90	13,81
16	12,59	16,41	21,29
19	23,16	25,16	30,79
22	38,17	39,88	40,95
25	40,72	43,80	46,76

оптимальное значение угла установки струеобразователя можно определить, используя метод конечных разностей [6], по формуле

$$\alpha_{\text{опт}} = \alpha_{\text{мин}} + \Delta\alpha/h(L_{\text{max}} - L_{\text{тр}}), \quad (1)$$

где $\alpha_{\text{опт}}$ — оптимальный угол установки струеобразователя, град;

$\alpha_{\text{мин}}$ — наименьший угол установки струеобразователя в выбранном интервале, град;

$\Delta\alpha$ — разность углов в выбранном интервале, град;

h — шаг интервала по длине струи, м;

L_{max} — наибольшая длина струи в выбранном интервале, м;

$L_{\text{тр}}$ — принятая (требуемая) длина распыленной струи, м; согласно НПБ 177–99 [4] не менее 15 м.

Полученные значения оптимальных углов представлены в табл. 6.

Выводы

1. Струеобразующее устройство позволяет сформировать распыленные струи длиной до 26 м и площадью факела до 150 м².

2. С увеличением угла установки струеобразователя повышается степень распыления воды с одновременным уменьшением длины струи.

3. В результате проведенных исследований определены оптимальные углы установки струеобразователя в зависимости от диаметра spryska ствола.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдурагимов И. М., Вильчковский С. К., Ринков К. М., Яворский Г. А. О повышении эффективности и коэффициента использования огнетушащих составов при тушении пожаров ТГМ / Труды ВИПТШ МВД СССР. Вып. 3. — М., 1978. — С. 10–12.
2. Абдурагимов И. М. Критерий тушения пожаров охлаждающими огнетушащими средствами // Журнал Всесоюзного химического общества им. Менделеева. — 1982. — Т. XXVII, № 1. — С. 11.
3. Дымов С. М., Цариченко С. Г., Былинкин В. А. Применение тонкораспыленной воды в практике пожаротушения / Материалы XV Научно-практической конференции. Часть 1. ВНИИПО МВД РФ. — М., 1999. — С. 268.
4. НПБ 177–99*. Техника пожарная. Стволы пожарные ручные. Общие технические требования. Методы испытаний : утв. ГУГПС МВД России 01.02.1999, МЧС России 18.06.2003 : введ. в действие 01.05.1999. — М. : ГПС МВД РФ, 2000. — С. 6.
5. Касандрова О. Н., Лебедев В. В. Обработка результатов наблюдений. — М. : Наука, 1970. — С. 86.
6. Корнев Ф. В. Эмпирические формулы в школе : пособие для учителей. — М. : Просвещение, 1970. — С. 14.

Материал поступил в редакцию 4 августа 2010 г.
Электронный адрес авторов: albrus-ssv@yandex.ru.