

В.В. Бабурин, В.П. Бабуров, Д.В. Поляков, М.И. Лебедева
(Академия Государственной противопожарной службы МЧС России;
e-mail: otдел2.1@rambler.ru)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СПРИНКЛЕРНЫХ ОРОСИТЕЛЕЙ

Разработана методика оценки эффективности спринклерных оросителей. Представлены результаты анализа характеристик оросителей в условиях неопределенности координат возникновения места возможного очага пожара относительно схемы трассировки сети установки водяного пожаротушения.

Ключевые слова: пожар, пожарная безопасность, спринклер.

V.V. Baburin, V.P. Baburov, D.V. Polyakov, M.I. Lebedeva **ASSESSING OF EFFECTIVENESS OF SPRINKLERS**

A method for assessing of effectiveness of sprinklers are developed. Presented the results of the analysis of the characteristics of sprinklers in conditions of undetermined coordinate of the appearance a possible fire place regarding scheme of network installation of fire extinguishing.

Key words: fire, fire safety, sprinkler.

Ежегодно для противопожарной защиты объектов различного назначения на территории России внедряется несколько тысяч установок пожаротушения, значительное количество которых – наиболее широко распространенные **автоматические спринклерные установки водяного пожаротушения (АУПТ)**.

Эффективность оросителя характеризуется следующими показателями: расходом воды, картой (эпюрами) орошения, интенсивностью и др. Оценка показателей эффективности может производиться несколькими методами.

Для оценки качества выполнения задачи спринклерной АУПТ [2] был предложен показатель $K_{СПР}$, связывающий расчётную площадь $F_{расч}$, площадь локализации пожара $F_{пож}^л$ и коэффициент q , учитывающий требуемые параметры системы в соответствии с нормами для групп помещений с различной пожарной опасностью:

$$K_{СПР} = \frac{1 - \frac{F_{пож}^л}{F_{расч}}}{1 - q}.$$

Но данный показатель, объективно характеризующий эффективность АУПТ при пожаре, удобен только для проведения экспертизы и исследований работы системы сотрудниками технического аудита, ГПН или страховой компании уже после происшедшего пожара.

В работе [3] на этапе выбора оросителей было предложено оценивать эффективность орошения защищаемой поверхности с **помощью коэффициента использования распылённой воды:**

$$\eta = q_{расч} / q_{факт},$$

где $q_{расч}$ – расход, приходящийся на расчётную площадь;
 $q_{факт}$ – расход через ороситель.

Интерпретация данного показателя представлена в работе [4, 5]:

$$\eta = I_p/I_u,$$

где I_p – реально достижимая интенсивность орошения;
 I_u – идеальная интенсивность орошения.

$$I_u = \frac{10K\sqrt{P}}{S}$$

где K – коэффициент производительности оросителя;
 P – рабочее давление;
 S – защищаемая площадь.

Предлагаемый показатель учитывает объективный показатель эффективности – интенсивность подачи распылённой воды.

В настоящее время сертифицированы и используются на практике десятки типов спринклеров, имеющих различные формы сопла, диаметры отверстия, формы розетки, а также эпюры орошения. На рис. 1 показаны три характерные карты орошения реально используемых спринклерных оросителей различных производителей. Все оросители имеют одинаковые формы сопла, шероховатости поверхности, диаметры выпускного отверстия, коэффициенты расхода ($K_{фактор}$), но отличаются эпюрами орошения.

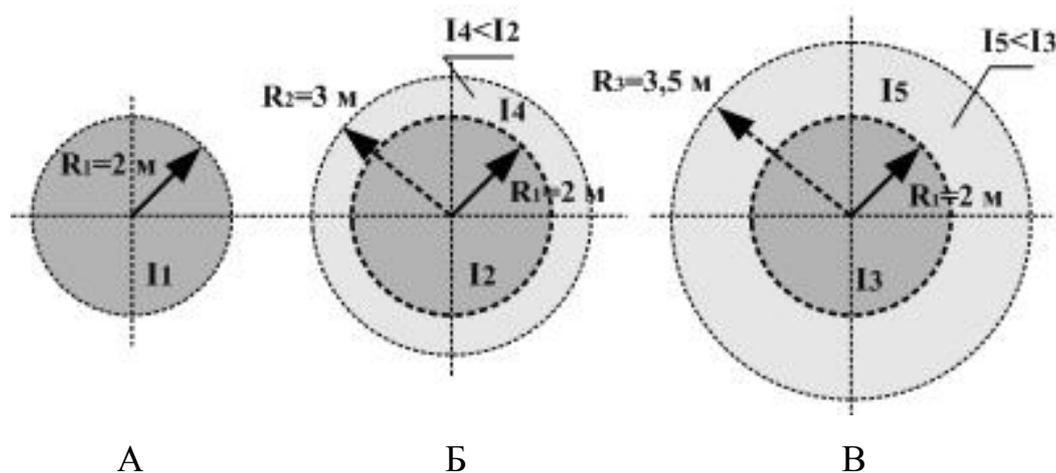


Рис. 1. Карты орошения оросителями различных типов

Очевидно, что при случайном выборе типа оросителя, при одних и тех же параметрах сети (схеме расстановки оросителей, разводке трубопроводов, напорах), воздействие распылённой воды может привести к различным конечным результатам по локализации и тушению пожара. Например, в варианте "А" вся распылённая вода подаётся на площадь радиусом $R_1 = 2,0 \text{ м}$, создавая высокую интенсивность орошения, но при этом в расчётной группе из нескольких оросителей могут иметь место неорошаемые участки защищаемой площади. Но можно изменить карту орошения, применив оросители с увеличенным радиусом действия $R_2 = 3,0 \text{ м}$, $R_3 = 3,5 \text{ м}$ (варианты "Б" и "В" с расширенной зоной орошения) и соответственно изменить интенсивность подачи воды в защищаемой зоне.

Показатель $\eta = I_p/I_u$ предполагает, что самым эффективным будет являться ороситель, подающий максимальный требуемый расход на площадь, соответствующую расчётной по нормам. При возникновении пожара эти параметры обеспечат тушение при возникновении очага пожара непосредственно под оросителем, потому что если очаг пожара возникает в зоне с эффективным радиусом орошения $R_{эфф} > a/1,41$, то возможен уход периметра пожара за пределы орошаемой спринклером площади и его дальнейшее развитие. Это объясняется тем, что требуемая интенсивность в данной зоне возникновения пожара не обеспечивается.

В работе [3] д.т.н. Иванов Е.Н. предложил использовать вероятностный подход в количественной оценке требуемого, нормативного числа действующих спринклеров (табл. 1).

Таблица 1

Количество успешно сработавших спринклеров при тушении пожара

Вероятность срабатывания спринклерной АУП	$P = 0,376$	$P = 0,747$	$P = 0,854$	$P = 0,900$	$P = 0,924$
Количество успешно сработавших спринклеров	1	5	10	15	20

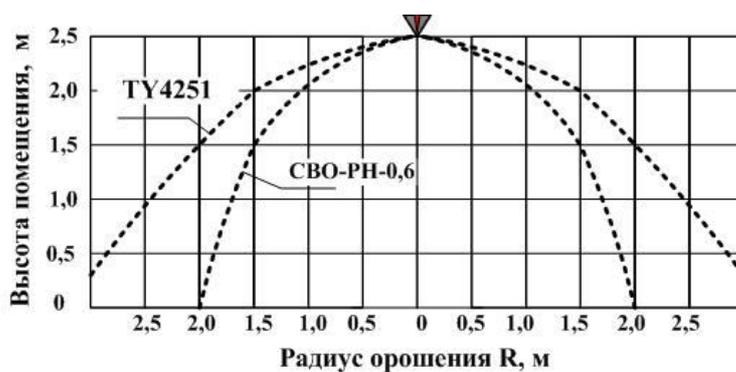
Из табл. 1 и статистических данных следует, что часть пожаров (около 30 %) в разные годы была обнаружена и локализована одним оросителем. Видимо, это происходило в том случае, когда очаг пожара находился непосредственно вблизи оси расположения оросителя и его эффективной площади орошения.

Вероятность такого события невелика и практически совпадает с процентным показателем числа локализованных пожаров. Чаше срабатывание оросителя происходит в условиях удалённости точки возникновения пожара от оси струи спринклера.

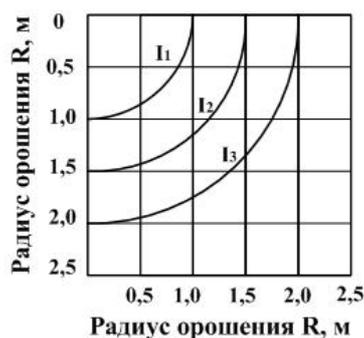
Принципиальное различие в условиях орошения поверхности (рис. 2а) наиболее распространёнными оросителями типа ТУ 4251, СВО-РН-0,6 и др., имеющими одинаковые диаметры отверстий, но разные эпюры орошения [6, 7], объясняются только конструктивными особенностями этих устройств, а также методикой измерений.

Но представленные данные не объясняют, при каких условиях расстановки и характеристиках спринклеров должен достигаться гарантированный эффект локализации пожара при срабатывании оросителей в зоне пожара. По нашему мнению, ответ на этот вопрос следует искать в инженерных решениях при проектировании (4,6 % случаев неэффективной работы АУП), связанных с недостаточным обоснованием принятых типов оросителей и схем их размещения в защищаемых помещениях.

Эпюры распределения интенсивностей подачи воды из оросителей с плоской и вогнутой розеткой на расстоянии до $R < 2,0$ м от оси струи (рис. 2б) практически всех производителей изделий показывают усреднённую картину изменения величины интенсивности подачи в рассматриваемом круге орошения (табл. 2).



а



б

Рис. 2. Эпюры орошения спринклерными оросителями

Таблица 2

Изменение интенсивности подачи воды в функции напора и радиуса орошения

Радиус орошаемой поверхности R , м	$R_1 = 1$ (I_1)	$R_2 = 1,5$ (I_2)	$R_3 = 2,0$ (I_3)	
Интенсивность орошения при давлении P перед оросителем I_i , л/с·м ²	$P = 0,1$ МПа	0,093	0,091	0,096
	$P = 0,2$ МПа	0,149	0,128	0,136
	$P = 0,3$ МПа	0,202	0,184	0,166

Отклонения величины интенсивности орошения от среднего значения при $R < 2,0$ м не превышает 10 %. Но на расстоянии от оросителя более 2,0 м интенсивность орошения распределяется неравномерно и с увеличением расстояния R уменьшается.

Для принятия решений по эффективности применения спринклера на стадии проектирования необходим показатель, характеризующий возможности оросителя для обеспечения требуемой нормативной интенсивности в наиболее неблагоприятном месте, то есть случайно расположенной и максимально удалённой точке возникновения пожара, с учётом принятой трассировки сети АУПТ.

При этом максимальная площадь пожара, на которой гарантированно обеспечивается подача требуемой интенсивности, за счёт эффекта суммарного воздействия плотности распределения расходов воды из нескольких оросителей, будет составлять некоторую величину $F_{эфф}$. Эта величина и является пло-

щадью эффективной работы группы спринклеров в данной трассировке сети в наиболее удалённой зоне, где соблюдается условие: $I_{факт} > I_{треб}$, согласно требованиям НПБ 88-2001* и СП5.13130.2009.

Чтобы произвести количественную оценку эффективности АУПТ с учётом разнообразия применяемых типов конструкций оросителей с различными эпюрами орошения, влияющими на общую карту орошения расчётной эффективной зоны, предлагается использовать показатель, учитывающий как площадь эффективного орошения $F_{эфф}$, так и участки защищаемой площади, где не обеспечивается требуемая интенсивность орошения – F_0 :

$$W_F = \frac{F_{эфф} - F_0}{F_{эфф}}.$$

Представленный показатель количественно, в диапазоне от 0 до 1 (или в процентах от 0 % до 100 %), отражает правильность принятых проектировщиками решений по выбору как типа оросителя, так и расстановки оросителей в помещении. Кроме того, показатель учитывает паспортные характеристики спринклера в части учёта эпюр орошения, как того требует прил. "В" СП5.13130.2009.

Худший сценарий развития пожара для АУПТ с расстановкой оросителей на расстоянии a друг от друга реализуется, если пожар возникнет в наиболее удалённой точке от расчётной группы оросителей. Координаты этого места возникновения пожара определяются из выражения $R = a/1,41$.

Для наглядности на рис. 3 в сопоставимом масштабе с шагом $a_2 = 3,0$ м (варианты "А" и "Б") и $a_1 = 4,0$ м (вариант "В") показаны расчётные эпюры орошения двух типов оросителей ($P = 0,21$ МПа, $K_{фактор} = 115$) для достижения требуемой по нормам интенсивности $I_{треб} > 0,20$ л/с м². В варианте "А" и "В" функционируют оросители с картой орошения, ограниченной радиусом $R < 2,12$ м, но используемые в разной трассировке сети.

В варианте "В" для оросителей с шагом $a_1 = 4,0$ м за границами радиуса $R > 2,12$ м существует область, где орошение минимально (F_0), несмотря на высокую интенсивность подачи $I = 0,22$ л/с м² непосредственно на оси струи спринклера. В варианте "А" при уменьшении расстояния между оросителями до 3,0 м, площадь орошения F_0 имеет минимальное значение – 0,11 м².

Это говорит о том, что вполне возможно распространение очага пожара, имеющего высокую линейную скорость, за пределы зоны орошения, например в вертикальной плоскости. Ещё более наглядно это выглядит при расстановке оросителей с нормативно разрешённым шагом $a_1 = 4,0$ м. (вариант "В"). За счёт эффекта суммарного воздействия плотности распределения расходов на отдельных участках достигается интенсивность от $I_{расч} = 0,24-0,40$ л/с м², превышающая требуемый показатель $I_{треб} = 0,20$. Однако площадь, эффективно орошаемая распылённой водой, составляет $F_0 > 3$ м². Таким образом, в начальной стадии пожара важнейшим условием его локализации является подача воды не только непосредственно под сам ороситель, то есть на $F_{расч}$, но, что более важно, на площадь, радиусом превышающим $R_{эфф} = a/1,41$.

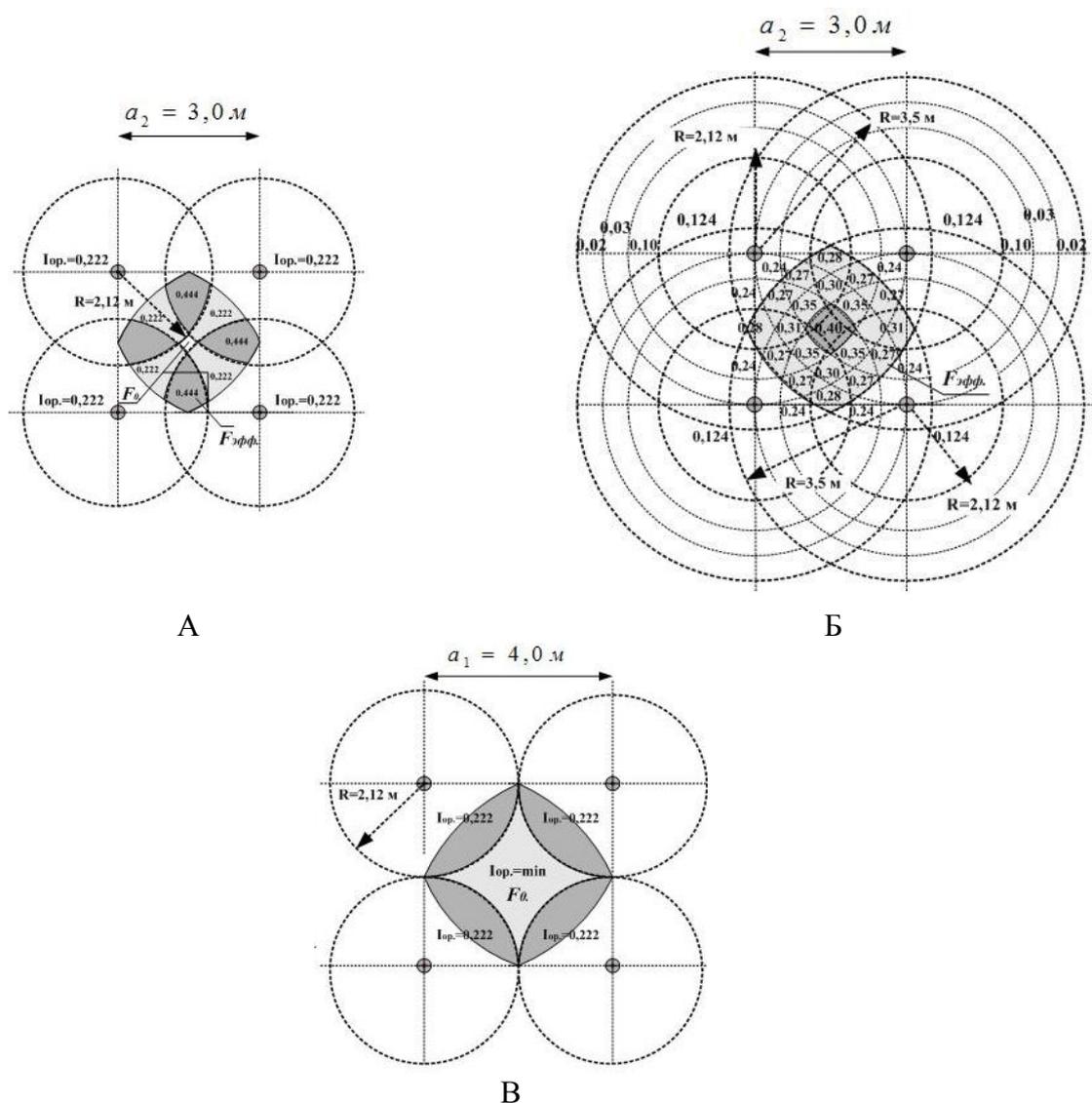


Рис. 3. Расчётные эпюры орошения типовыми спринклерами

По нашему мнению, этим и объясняется тот факт, что большее число пожаров (около 70 %) локализуется при одновременной работе не менее чем 4-х оросителей (рис. 4).

Из приведённых рассуждений и расчётов можно сделать следующие выводы:

1. В условиях неопределённости координат возникновения места возможного очага пожара, относительно схемы трассировки сети АУПТ, применение спринклеров с расширенной картой орошения $R_{эфф} > a/1,41$, а также с правильной их расстановкой в помещении и принятыми параметрами по тушению позволяет достигнуть гарантированной локализации пожара при срабатывании 4-9 оросителей.

2. Использование в гидравлических расчётах требуемых по СП 5.13130.2009 и НПБ 88-2001* значений интенсивности, расчётной площади и расхода обеспечивают условия эффективной локализации и тушения пожара АУПТ со спринклерами, имеющими расширенную карту орошения.



Рис. 4. Процесс локализации пожара при последовательном срабатывании четырёх оросителей с расширенной картой орошения

По нашему мнению, предлагаемая методика оценки эффективности работы спринклерных оросителей по достижению требуемых нормативных показателей орошения в различных вариантах АУПТ является универсальной и может быть использована разработчиками в практике проектирования.

Литература

1. **СП 5.13130.2009.** Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.
2. **Бубырь Н.Ф., Бабуров В.П., Потанов В.А.** Производственная и пожарная автоматика. Ч. II. М.: ВИПТШ МВД СССР, 1986.
3. **Иванов Е.Н.** Расчёт и проектирование систем пожарной защиты. М.: Химия, 1977.
4. **Пахомов В.П., Былинкин В.А.** Современные аспекты проектирования спринклерных установок пожаротушения. М., 2006.
5. **Оросители** водяных и пенных АУП // Мешман Л.М., Цариченко С.Г., Былинкин В.А., Алешин В.В., Губин Р.Ю. М.: ВНИИПО МЧС России, 2002.
6. **Tusco Building Products.** Каталог. 2008.
7. **ПО "Спецавтоматика".** Каталог. Бийск, 2006.

Статья опубликована 11 августа 2012 г.