

УДК 614.844.2

Влияние проектного значения интенсивности орошения диктующего оросителя на гидравлические параметры распределительной сети АУП

© Л. М. Мешман¹✉

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России (Россия, 143903, г. Балашиха Московской обл., мкр. ВНИИПО, 12)

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены благоприятные факторы, способствующие эффективному тушению пожара, и неблагоприятные факторы, препятствующие эффективному тушению пожара. Представлено распределение расхода каждого оросителя и общего расхода АУП для различных вариантов распределительных сетей при последовательной активации всех оросителей, находящихся на каждой из защищаемых диктующих площадей, при общем расходе АУП не более 10 л/с и начальной интенсивности диктующего оросителя $i_{\text{норм}} > i_{\text{расч}} = 0,06 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$ и $i_{\text{норм}} = 0,08 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$. Показано, что если правильно подобрать диаметры трубопроводов распределительной сети, то даже при нормативном значении интенсивности орошения диктующего оросителя общий расход АУП при активации четырех оросителей, рассчитанный по методике, приведенной в СП 5.13130.2009, может быть меньше нормативного значения примерно в 1,5 раза, за счет чего расширяется защищаемая диктующая площадь по сравнению с нормативной $S_{\text{норм}} = 60 \text{ м}^2$.

Ключевые слова: давление; расход; диктующий ороситель; интенсивность орошения; диктующая защищаемая площадь; эпюра орошения; эффективное тушение пожара.

Для цитирования: Мешман Л. М. Влияние проектного значения интенсивности орошения диктующего оросителя на гидравлические параметры распределительной сети АУП // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. — 2019. — Т. 28, № 2. — С. 93–97.

✉ Мешман Леонид Мунеевич, e-mail: fire404@mail.ru

Effect of irrigation intensity design value dictating the sprinkler on the hydraulic parameters of the distribution network AFES

© Leonid M. Meshman¹✉

¹ All-Russian Research Institute for Fire Protection (12, VNIPO, Balashikha, Moscow Region, 143903, Russian Federation)

ABSTRACT

Consider the enabling factors that contribute to an effective fire fighting, and adverse factors that hinder effective fire fighting. The distribution of the flow rate of each irrigator and the total flow rate of AFES of different distribution networks with sequential activation of all irrigators located on each of the protected dictating areas, with the total flow rate of AFES not more than 10 l/s and at the initial intensity of the dictating sprinkler $i_{\text{норм}} > i_{\text{calc}} = 0.06 \text{ l/(sec} \cdot \text{m}^2)$ and $i_{\text{норм}} = 0.08 \text{ l/(sec} \cdot \text{m}^2)$. It is shown that if the diameters of the distribution network pipelines are chosen correctly, then even with the normative value of the intensity of irrigation of the dictating sprinkler, the total flow rate of the AFES with the activation of four irrigators, calculated according to the method given in Set of rules 5.13130.2009, may be less than the normative value by about 1.5 times due to which the protected dictating area is expanded compared to the normative $S_{\text{норм}} = 60 \text{ m}^2$.

Keywords: pressure; flow rate; dictating sprinkler; irrigation intensity; dictating protected area; irrigation plot; effective fire extinguishing.

For citation: L. M. Meshman. Effect of irrigation intensity design value dictating the sprinkler on the hydraulic parameters of the distribution network AFES. *Pozharovzryvobezopasnost/Fire and Explosion Safety*, 2019, vol. 28, no. 2, pp. 93–97 (in Russian).

✉ Leonid Muneevich Meshman, e-mail: fire404@mail.ru



ВОПРОС

При гидравлическом расчете распределительной сети получается странная ситуация: из-за того что диктующий ороситель должен обеспечить нормативную интенсивность орошения, расход последующих активированных оросителей все больше и больше превышает расход диктующего оросителя и, как следствие, общий расход АУП неоправданно увеличивается. Может быть, исходя из экономии расхода, достаточно снизить интенсивность орошения диктующего оросителя хотя бы вдвое?

OTBET:

Рассмотрим два варианта развития пожара для помещения, например, группы 1 по СП 5.13130.2009 [1]:

- неблагоприятные факторы отсутствуют, что способствует эффективному тушению пожара;
- наличие неблагоприятных факторов препятствует эффективному тушению пожара (например, мертвых зон, в которых воздействие ОТВ непосредственно на горящую поверхность затруднено).

Пожар может возникнуть в любой зоне защищаемого объекта (рис. 1).

При сетке распределительной сети на защищаемой площади размером 4×4 м за расчетное количество примем четыре оросителя.

Если гидравлический расчет распределительной сети был выполнен по методике, приведенной в СП [1], то при активации расчетного количества оросителей

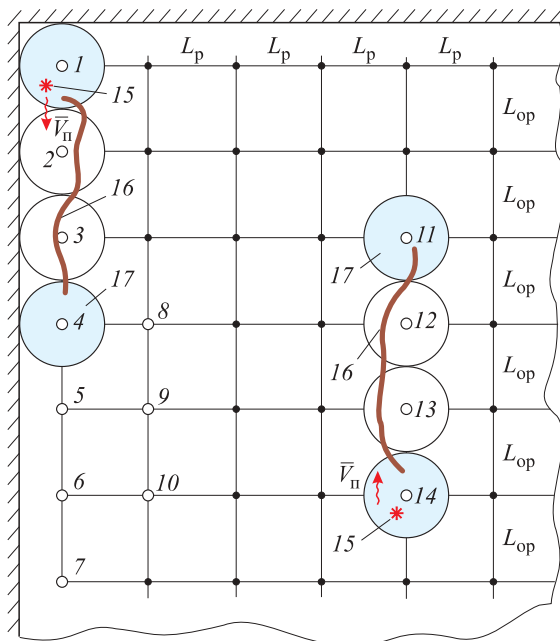


Рис. 1. Распределение интенсивности орошения после активации четырех оросителей: 1–14 — оросители; 15 — место возникновения пожара; 16 — препятствие для воздействия ОТВ непосредственно на горящую поверхность; 17 — круглая площадь орошения 12 м²; $\vec{V}_{\text{п}}$ — вектор распространения пожара

интенсивность орошения на диктующем оросителе 1 должна быть не менее нормативного значения, т. е. $i_{\text{норм}} \geq 0,08 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$). Тогда пожар будет успешно ликвидирован при активации от одного до расчетного количества оросителей с общим расходом не более 10 л/с .

Если даже пожар начнется в зоне действия диктующего оросителя 1 (см. рис. 1) при расчетной интенсивности орошения диктующего оросителя (например, $i_{\text{расч}} = 0,06 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$ вместо нормативного значения $i_{\text{норм}} = 0,08 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$ по СП [1]), то при его активации расход и интенсивность могут в 2–3 раза превышать расчетное значение и, следовательно, быть несколько больше нормативного: $i_{\text{норм}} > 0,08 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$. Таким образом, в данном случае имеются все предпосылки для успешного тушения пожара. При отсутствии неблагоприятных факторов, препятствующих эффективному тушению пожара, с высокой долей вероятности можно считать, что пожар будет успешно ликвидирован одним–двумя оросителями.

Однако на практике чаще всего имеют место неблагоприятные факторы, например препятствия 16 (см. рис. 1) для непосредственного воздействия ОТВ на горящую поверхность.

Допустим, имеется узкая мертвая зона, которая протянулась от диктующего оросителя 1 до оросителя 4. В случае пожара последовательно начнут активироваться оросители 1, 2 и 3, ликвидируя пожар в зоне своего действия, кроме мертвой зоны (см. рис. 1). В этом случае пожар может быть потушен, если интенсивность орошения оросителя 4 не будет равна исходному расчетному значению $i_{\text{расч}} = 0,06 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$, а будет не менее нормативного $i_{\text{расч}} \geq 0,08 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$. Иначе никаких надежд потушить пожар не останется.

Если ороситель 4 не обеспечивает нормативной интенсивности орошения, то пожар начинает распространяться от него в сторону оросителей 5 и 8. Естественно, если при активации оросителя 4 на каждом оросителе интенсивность орошения будет меньше нормативного значения, то и суммарный расход будет ниже нормативного. Остается некоторый запас по расходу, что допускает срабатывание еще нескольких оросителей, смежных с оросителем 4, например одного-трех из оросителей 5–10. Как правило, создаваемая ими интенсивность орошения может быть уже ниже нормативного значения, а значит, пожар потушен не будет.

Допустим, что, когда активируется, например, ороситель 6, интенсивность орошения будет достаточной, чтобы потушить пожар. Но до того, как сработает ороситель 6, пожар уже распространится в сторону оросителей 8 и 9 и станет неуправляемым.

Аналогичный характер распространения пожара и алгоритм активации оросителей имеют место при возникновении загорания под оросителем 4 и вектором

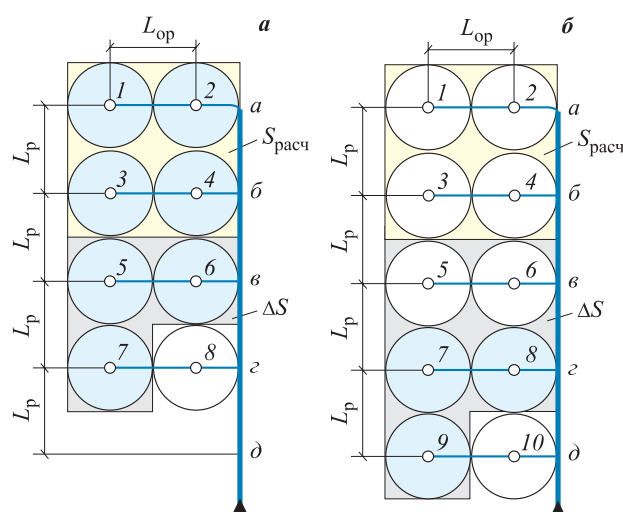


Рис. 2. Активированные оросители с интенсивностью орошения $i \geq 0,08 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$ при расчетной интенсивности орошения диктующего оросителя $i_{\text{норм}} = 0,08 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$ (а) и принятой интенсивности $i_{\text{расч}} = 0,06 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$ (б): 1 — диктующий ороситель; 2–10 — оросители; $L_{\text{оп}} = L_p$ — расстояние между оросителями и рядами; $S_{\text{расч}}$ — минимальная диктующая расчетная защищаемая площадь; ΔS — дополнительная площадь, орошаемая дополнительными оросителями с интенсивностью $i > 0,08 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$

распространения пожара в сторону диктующего оросителя 1.

Несколько более благоприятные условия для тушения пожара складываются при его возникновении на значительном расстоянии от диктующего оросителя, например от оросителя 14 в сторону оросителя 11, но все равно остается высокая доля вероятности, что пожар не будет ликвидирован.

Поскольку общий расход и давление на выходе этой площади, а также количество оросителей, укладываемых в нормативный расход, зависят от варианта

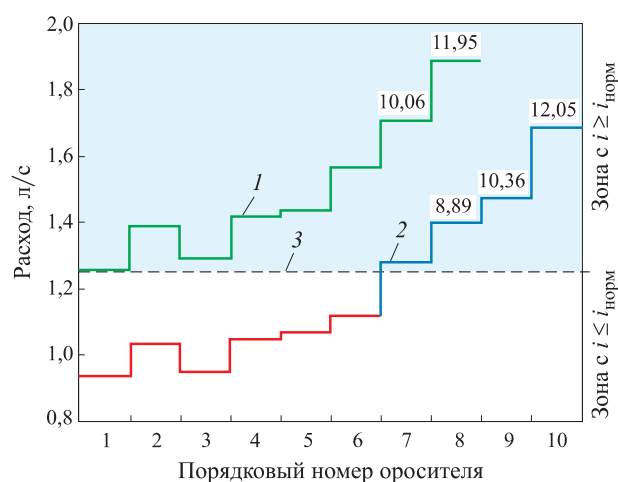


Рис. 3. Распределение расхода каждого оросителя при их последовательной активации и общего расхода АУП при активации всех оросителей, находящихся на защищаемой диктующей площади, при общем расходе АУП не более 10 л/с : 1 — диктующий ороситель с $i_{\text{норм}} = i_{\text{расч}} = 0,08 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$; 2 — диктующий ороситель с $i_{\text{норм}} > i_{\text{расч}} = 0,06 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$ (красная часть соответствует оросителям, не обеспечивающим нормативную интенсивность); 3 — линия раздела орошения с $i_{\text{норм}} = 0,08 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$; значения в рамке — общий расход при срабатывании соответствующего количества оросителей

схемы распределительной сети (см. вопрос 3 [2]), рассмотрим, как изменяются эти параметры как при принятом значении интенсивности орошения диктующего оросителя 1 ниже нормативного — $i_{\text{расч}} = 0,06 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$, так и при нормативном — $i_{\text{норм}} = 0,08 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$.

Зависимость между количеством активированных оросителей с интенсивностью орошения диктующего оросителя $i_{\text{норм}} \geq 0,08 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$ и принятой при гидравлических расчетах интенсивностью орошения диктующего оросителя $i_{\text{расч}} \geq 0,08 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$ или $i_{\text{расч}} = 0,06 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$ приведена на рис. 2.

Таблица 1. Результаты расчета гидравлических параметров распределительной сети в зависимости от интенсивности орошения диктующего оросителя

Номер оросителя	Интенсивность орошения диктующего оросителя, $\text{л/(с} \cdot \text{м}^2)$					
	$i_{\text{норм}} = i_{\text{расч}} = 0,08$			$i_{\text{норм}} > i_{\text{расч}} = 0,06$		
	Расход каждого оросителя, л/с	Общий расход оросителей, л/с	Давление на участках, МПа	Расход каждого оросителя, л/с	Общий расход оросителей, л/с	Давление на участках, МПа
1	1,25	1,25	0,09	0,94	0,94	0,050
2	1,39	2,64	0,11	1,03	1,97	0,061
3	1,29	3,93	P_a 0,153	0,95	2,92	P_a 0,085
4	1,42	5,35	P_b 0,161	1,05	3,97	P_b 0,090
5	1,43	6,78		1,07	5,04	
6	1,57	8,35	P_b 0,197	1,17	6,21	P_b 0,110
7	1,71	10,06		1,28	7,49	
8	1,89	11,95	P_r 0,284	1,40	8,89	P_r 0,158
9				1,47	10,36	
10			P_A 0,462	1,69	12,05	P_A 0,209

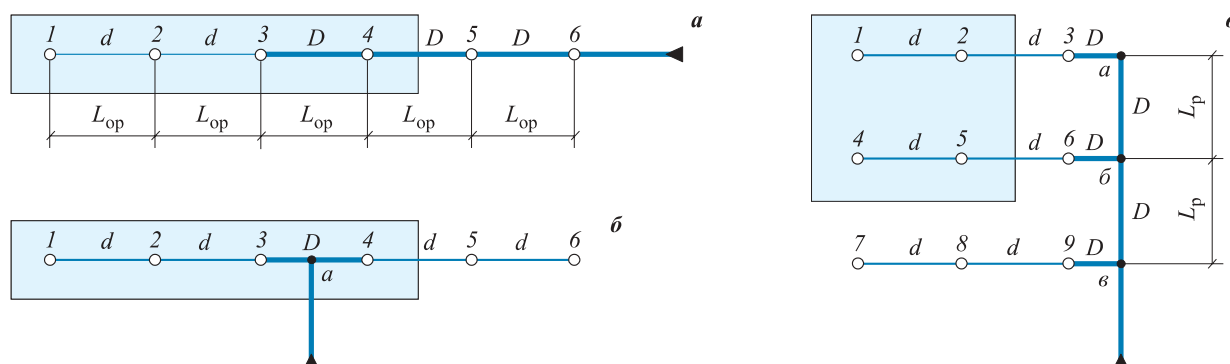


Рис. 4. Варианты гидравлических схем защищаемой диктующей площади: а — лучевая (последовательная); б — симметричная; в — несимметричная односторонняя; 1–9 — оросители; D, d — соответственно номинальные диаметры DN 40 и DN 25

В анализируемых вариантах диктующих защищаемых площадей распределительной сети расстояние между оросителями и рядками $L_{op} = L_p = 4$ м, диаметр питающего трубопровода DN 40, диаметр отдельных участков распределительной сети между оросителями DN 25.

Результаты гидравлического расчета представлены в табл. 1 и на рис. 3.

За критерий эффективности АУП принимаем активацию на защищаемой площади 64 м^2 не менее четырех оросителей с нормативной интенсивностью $i_{норм} \geq 0,08 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2\text{)}$.

При принятой интенсивности орошения диктующего оросителя 1 $i_{расч} = 0,06 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2\text{)}$ положительный эффект, укладываемый в нормативную интенсивность орошения не менее нормативной, может быть достигнут только четырьмя оросителями (из 10 активированных), но при этом их расход ($12,05 \text{ л/с}$) превысит нормативное значение (10 л/с). Давление на выходе в этом случае $P_A = 0,209 \text{ МПа}$. В пределах нормативного расхода 10 л/с активированных оросителей с нормативной интенсивностью орошения

$i_{норм} = 0,08 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2\text{)}$ всего три, что недостаточно для эффективного действия АУП.

При принятой интенсивности орошения диктующего оросителя 1 $i_{расч} = 0,08 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2\text{)}$ положительный эффект, укладываемый в нормативный расход 10 л/с (практически несколько больше — $10,06 \text{ л/с}$) и интенсивность орошения не менее нормативной, будет достигнут семью оросителями из семи активированных. Следует отметить, что давление на выходе в этом случае $P_A = 0,462 \text{ МПа}$, но при этом фактическая защищаемая площадь $S_{факт}$ составит:

$$S_{факт} = \Omega N = 16 \cdot 7 = 117 \text{ м}^2,$$

т. е. практически будет равна нормативному значению площади $S_{норм} = 120 \text{ м}^2$, предписанному ранее в НПБ 88 [3].

Примерно такой же характер зависимости активации оросителей с интенсивностью орошения у диктующего оросителя 1 $i_{расч} = 0,06 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2\text{)}$ или $i_{расч} = 0,08 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2\text{)}$ имеет место при иных гидравлических схемах распределительной сети АУП (рис. 4, табл. 2).

Таблица 2. Результаты расчета гидравлических параметров распределительной сети в зависимости от интенсивности орошения диктующего оросителя

Схема рис. 4	Интенсивность орошения оросителя 1, $\text{л/(с} \cdot \text{м}^2\text{)}$	Расход, л/с						Давление, МПа	
		1	2	3	4	5	6	общий*	на выходе $S_{заш}$
а	0,06	0,94	1,04	1,39	1,47	1,64	1,90	$Q_{1-6} = 8,38$	$P_6 0,204$
	0,08	1,25	1,39	1,85	1,96	2,11	2,46	$Q_{1-5} = 8,56$	$P_5 0,250$
								$Q_{1-6} = 11,02$	$P_6 0,340$
б	0,06	0,94	1,04	1,39	1,39	1,04	0,94	$Q_{1-6} = 6,70$	$P_a 0,115$
	0,08	1,25	1,39	1,85	1,85	1,39	1,25	$Q_{1-6} = 8,98$	$P_a 0,208$
в	0,06	0,94	1,04	1,39	0,99	1,10	1,47	$Q_{1-6} = 6,93$	$P_6 0,130$
	0,08	1,25	1,39	1,85	1,32	1,47	1,95	$Q_{1-6} = 9,23$	$P_6 0,230$

* Q_{1-5} , Q_{1-6} — общий расход соответственно пяти и шести активированных оросителей.

При проектировании АУП может быть принята лучевая (последовательная) схема, приведенная на рис. 4,а, с расчетной интенсивностью диктующего оросителя менее нормативной. Следует, правда, оговориться, что лучевые распределительные трубопроводы с большим количеством оросителей применяются крайне редко.

Таким образом, в общем случае принимать при расчетах интенсивность орошения диктующего оросителя $i_{\text{расч}} < i_{\text{норм}}$ нецелесообразно, так как положительный эффект при этом практически отсутствует, а риски неудовлетворительной работы АУП весьма велики.

Необходимо учитывать и еще один важный фактор: определяющими параметрами по тушению пожара согласно СП 5.13130.2009 [1], помимо нормативного значения интенсивности орошения, являются нормативный расход АУП и нормативная защищаемая диктующая площадь.

Гидравлический расчет показывает, что если правильно подобрать диаметры трубопроводов распределительной сети, то даже при нормативном значении интенсивности орошения диктующего оросителя 1 общий расход АУП при активации четырех оросителей может быть меньше нормативного значения примерно в 1,5 раза, за счет чего расширяется защищаемая диктующая площадь по сравнению с нормативной $S_{\text{норм}} = 60 \text{ м}^2$.

Гидравлический расчет водяных и пенных АУП подробно изложен также в учебно-методических пособиях [4, 5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования (ред. от 01.06.2011). URL: <http://base.garant.ru/195658/> (дата обращения: 10.01.2019).
2. Мешман Л. М. Частные вопросы при проектировании водяных АУП // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2019. — Т. 29, № 1. — С. 80–88.
3. НПБ 88-2001*. Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования (с изм. № 1). URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200016069> (дата обращения: 10.01.2019).
4. Мешман Л. М., Былинкин В. А., Губин Р. Ю., Романова Е. Ю. Автоматические водяные и пенные установки пожаротушения. Проектирование : учеб.-метод. пособ. — М. : ВНИИПО, 2009. — 572 с.
5. Мешман Л. М., Былинкин В. А., Губин Р. Ю., Романова Е. Ю. Оросители водяных и пенных автоматических установок пожаротушения : учеб.-метод. пособ. — М. : ВНИИПО, 2002. — 315 с.

Материал поступил в редакцию 20.01.2019

Received 20 January 2019

Информация об авторе

МЕШМАН Леонид Мунеевич, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России, г. Балашиха Московской обл., Российская Федерация; e-mail: fire404@mail.ru

Information about the author

Leonid M. MESHMAN, Cand. Sci. (Eng.), Leading Researcher, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia, Balashikha, Moscow Region, Russian Federation; e-mail: fire404@mail.ru