

© Л. М. МЕШМАН, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, ВНИИПО МЧС России (Россия, 143903, г. Балашиха Московской обл., мкр. ВНИИПО, 12; e-mail: fire404@mail.ru)

УДК 614.844.2

ВЫЧИСЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДИКТУЮЩЕГО ОРОСИТЕЛЯ ВОДЯНЫХ АУП

Рассмотрены различные способы определения интенсивности орошения, в частности ориентировочный (приблизительный) — по паспортным данным коэффициента производительности, корректный — по эпюрам интенсивности орошения оросителя, достоверный — по графикам интенсивности орошения и адекватный — по эпюрам орошения оросителя. Показано, что наиболее простым и распространенным способом является ориентировочный (приблизительный), который применяется при отсутствии эпюр и графических зависимостей, наиболее точным — достоверный способ, а наиболее сложным — адекватный. Показано также, что вполне удовлетворительные результаты дает корректный способ, достаточно несложный при вычислении параметров диктующего оросителя.

Ключевые слова: давление; расход; интенсивность орошения; коэффициент производительности; К-фактор; эпюра.



ВОПРОС 1

Каким образом можно определить параметры диктующего оросителя водяных АУП?

ОТВЕТ:

Согласно СП 5.13130.2009 [1] гидравлическому расчету должно предшествовать определение требуемой интенсивности орошения. Прежде всего по приложению Б СП 5.13130.2009 [1] в соответствии с характеристиками помещений, производств или технологических процессов, которым удовлетворяет защищаемый объект, устанавливают группу подлежащих защите помещений. В зависимости от выбранной группы объекта защиты принимают нормативное значение интенсивности орошения.

Параметры диктующего оросителя (давление и расход) с учетом нормативного значения интенсивности орошения можно определить следующими расчетными способами:

- 1) ориентировочным (приблизительным) — по паспортным данным коэффициента производительности;
- 2) корректным — по эпюрам интенсивности орошения оросителя;
- 3) достоверным — по графикам интенсивности орошения;
- 4) адекватным — по эпюрам орошения оросителя.

Ориентировочный способ определения интенсивности орошения

Все оросители подвергают сертификационным испытаниям на соответствие, причем интенсивность орошения определяют на площади в форме круга радиусом 2 м $S_{12} = 12\text{ м}^2$ (кроме оросителей специального назначения, у которых площадь может быть другой формы и иного размера).

Расход огнетушащего вещества (ОТВ) q_{12} , приходящийся на площадь S_{12} при нормативной интенсивности орошения i_n , составит:

$$q_{12} = i_n S_{12}.$$

Однако следует учитывать, что не вся масса диспергируемого из оросителя огнетушащего вещества поступает непосредственно в защищаемую зону S_{12} , т. е. на площади круга радиусом $R_{2\text{м}}$ обеспечивается требуемое значение нормативной интенсивности орошения, а вся масса ОТВ, диспергируемого из оросителя, распределяется на площади круга радиусом $R_{\text{орош}}$ (рис. 1).

В зависимости от типа оросителя на площадь зоны орошения $\Delta S = (S_{\text{орош}} - S_{12})$ выпадает от 10 до 70 % всей массы огнетушащего вещества, приходящегося на S_{12} . Естественно, чем меньше ОТВ при одном и том же расходе сосредоточено в зоне периферийной площади ΔS , тем выше интенсивность орошения непосредственно в зоне площади S_{12} .

Таким образом, расход диктующего оросителя $q_{\text{дикт}}$ составит:

$$q_{\text{дикт}} = \varphi q_{12},$$

где φ — коэффициент распределения расхода ОТВ по орошаемой площади.

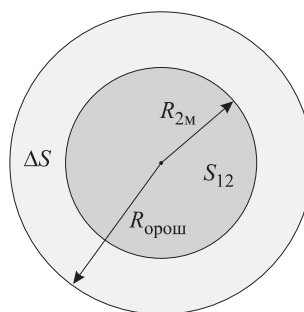


Рис. 1. Эпюра интенсивности орошения оросителя

В общем случае рекомендую принимать $\varphi = 1,3$.

Затем по паспортным данным принимают коэффициент производительности оросителя K и определяют давление у диктующего оросителя $P_{\text{дикт}}$, необходимое для обеспечения заданной нормативной интенсивности орошения:

$$P_{\text{дикт}} = [q_{\text{дикт}} / (10K)]^2.$$

Однако данный способ не учитывает характер вариации интенсивности орошения на расчетной площади S_{12} в зависимости от давления и высоты расположения оросителя.

Корректный способ определения интенсивности орошения

Корректный способ определения интенсивности орошения по эпюрам интенсивности орошения является более точным по сравнению с предыдущим.

В зарубежных проспектах на оросители такие эпюры, как правило, отсутствуют, так как производители этих оросителей не проводят подобных испытаний. В действующем международном стандарте ISO 6182-1 [2] в отличие от ГОСТ Р 51043–2002 [3] индивидуальные испытания оросителя на интенсивность орошения до настоящего времени не предусматривались*. Интенсивность орошения по этим стандартам определяется в квадратной зоне, расположенной между четырьмя одновременно работающими оросителями.

В связи с этим приводимые в отдельных проспектах зарубежных фирм эпюры орошения оросителей общего назначения характеризуют лишь видимую границу зоны орошения, не являются числовой характеристикой интенсивности орошения и только вводят в заблуждение специалистов проектных организаций.

Например, какую информацию несут эпюры орошения оросителя типа CU/P, приведенные на рис. 2? Анализ этих эпюр свидетельствует о том, что при постоянной высоте монтажа оросителя типа CU/P:

- повышение давления на оросителе, установленном розеткой вверх, практически не влияет на форму распыляемого потока ОТВ, из чего следует, в частности, неизменность как орошаемой площади, так и интенсивности орошения (см. рис. 2,а);
- повышение давления на оросителе, установленном розеткой вниз, вызывает расширение распыляемого потока, что увеличивает площадь орошаемой поверхности. Однако какова интенсивность орошения, сохраняется ли она неизменной, возрастает или уменьшается, по приведенным эпюрам выяснить не представляется возможным (см. рис. 2,б).

* В настоящее время в проекте новой редакции ISO 6182-1 [4] предлагается проведение индивидуальных испытаний оросителя на интенсивность орошения аналогично ГОСТ Р 51043-2002 [3].

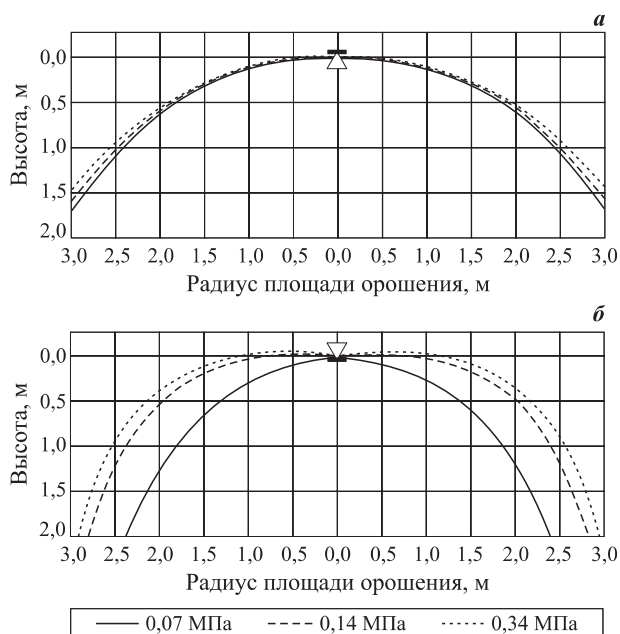


Рис. 2. Эпюры орошения универсальным оросителем типа CU/P при его монтажном расположении: а — розеткой вверх; б — розеткой вниз

Исходя из вышеизложенного для обеспечения проектировщиков водяных АУП качественной информацией в технической документации на оросители должны быть представлены эпюры интенсивности орошения в зависимости от давления и высоты их монтажа. Подобные эпюры для универсального оросителя типа РПТК приведены на рис. 3.

Зависимость интенсивности орошения от давления на оросителе в идеальном случае (при неизменности формы распыляемого потока ОТВ и площади орошения) должна быть выражена следующим образом:

$$q = 10KP^{0.5}, \text{ или } i_s = 10KP^{0.5},$$

откуда $i = 10KP^{0.5}/S$, или $i = f(P^{0.5})$.

Другими словами, при повышении давления в 2 раза и неизменной площади орошения интенсивность орошения должна увеличиться в 1,41 раза.

Однако согласно приведенным эпюрам интенсивности орошения, если ороситель РПТК установлен на высоте 2,5 м розеткой вверх, интенсивность орошения практически не зависит от давления (наблюдается ее незначительное увеличение) (см. рис. 3,а). В пределах площади орошения с радиусами 1,5; 2,0 и 2,5 м интенсивность орошения при повышении давления в 2 раза увеличивается всего на 0,005 л/(с·м²), что свидетельствует о значительном уменьшении площади орошения (при неизменной площади орошения интенсивность должна увеличиться на 41 %).

При установке оросителя РПТК розеткой вниз интенсивность орошения возрастает более существенно — примерно на 0,03 л/(с·м²) (см. рис. 3,б), что говорит

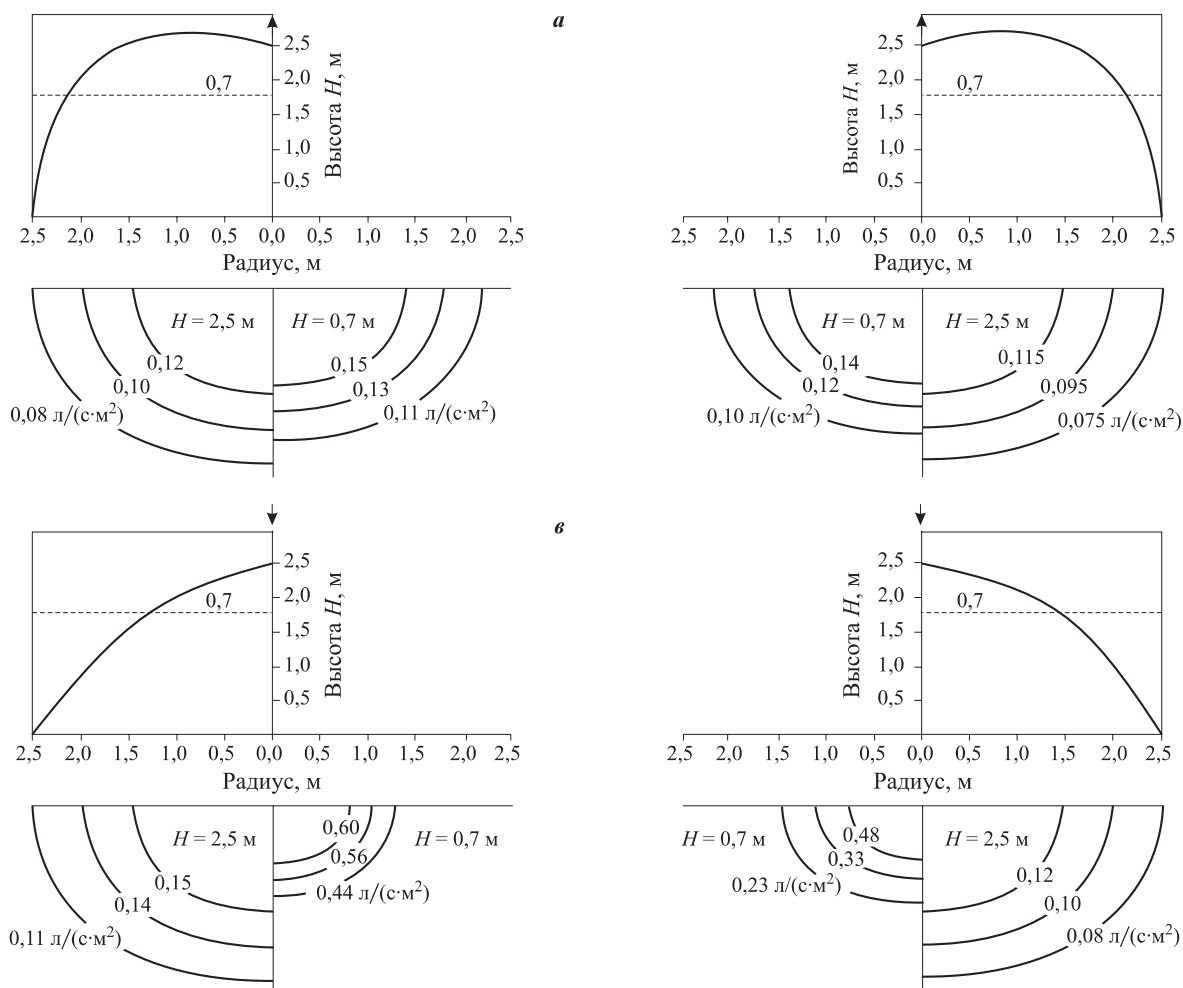


Рис. 3. Эпюры интенсивности орошения оросителем СВУ 10-Р68 типа РПТК мод. А, установленным на высоте 0,7 и 2,5 м розеткой вверх (а, б), розеткой вниз (в, г), при давлении подачи у оросителя 0,4 МПа (а, в) и 0,2 МПа (б, г)

о значительном увеличении площади орошения (при неизменной площади орошения интенсивность должна увеличиться на 41 %).

При повышении давления в 5 раз и неизменной площади орошения интенсивность орошения должна увеличиться в 2,24 раза (рис. 4, а и 4, б).

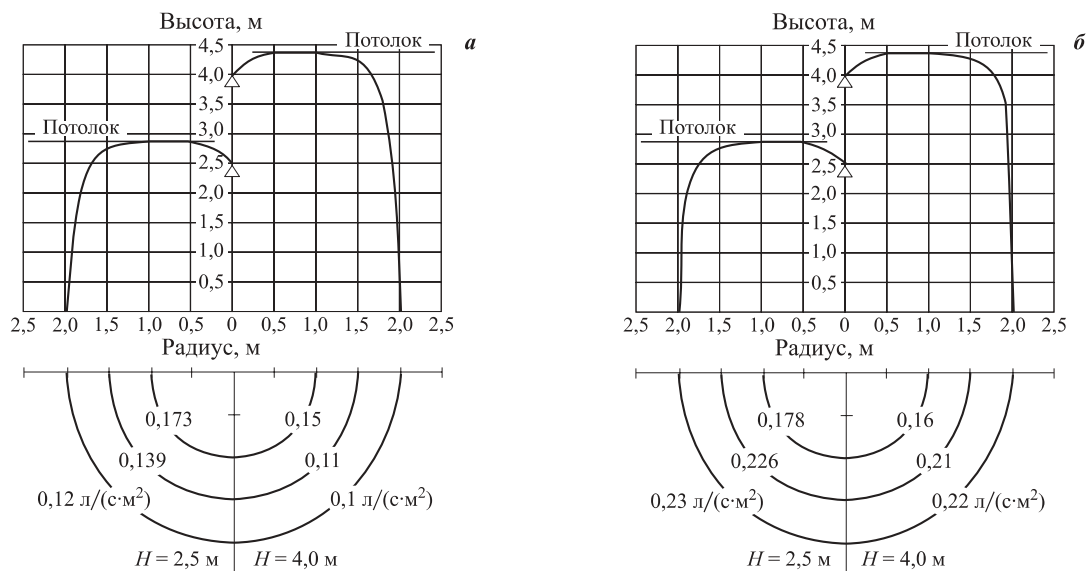


Рис. 4. Эпюры интенсивности орошения оросителем СВВ-15 (ДВВ-15), установленным на высоте 2,5 и 4,0 м, при давлении у оросителя 0,1 МПа (а) и 0,5 МПа (б)

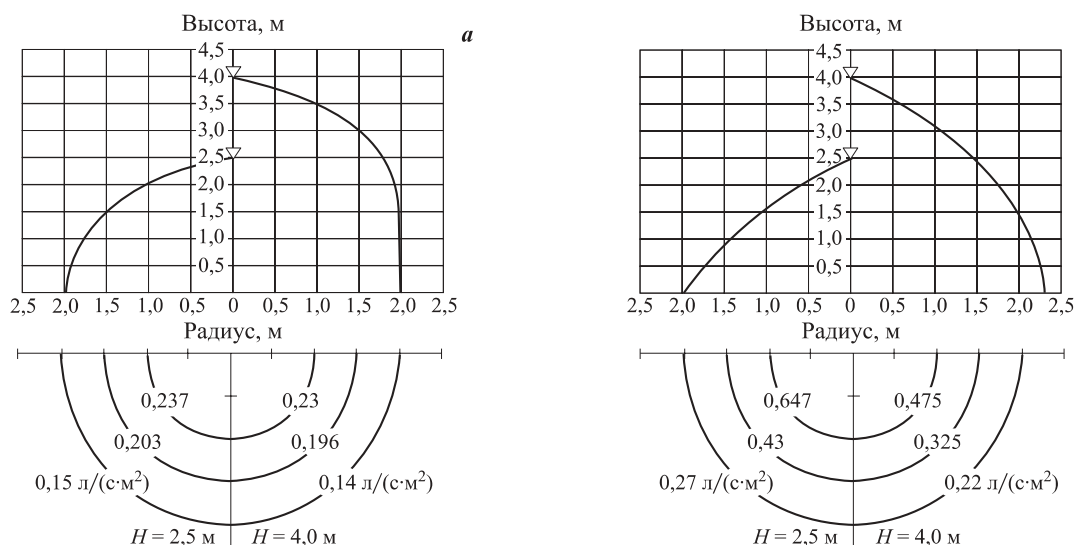


Рис. 5. Эпюры интенсивности орошения оросителем СВН-15 (ДВН-15), установленным на высоте 2,5 и 4,0 м, при давлении у оросителя 0,1 МПа (а) и 0,5 МПа (б)

Однако согласно эпюрам, приведенным на рис. 4,а и 4,б, при повышении давления в 5 раз и установке оросителя СВВ-15 (ДВВ-15) розеткой вверх на высоте 2,5 м в пределах площади радиусом 1 м интенсивность орошения практически не зависит от давления и увеличивается незначительно — с 0,173 до 0,178 л/(с·м²), а в пределах площади радиусом 2 м она повышается почти вдвое — с 0,12 до 0,23 л/(с·м²).

Практически такой же характер орошения наблюдается при монтаже оросителя на высоте 4 м: в пределах площади радиусом 1 м интенсивность орошения практически не зависит от давления и повышается незначительно — с 0,15 до 0,16 л/(с·м²), а в пределах площади радиусом 2 м — более чем вдвое — с 0,10 до 0,22 л/(с·м²).

Аналогичный характер распределения интенсивности орошения имеет ороситель СВН-15 (ДВН-15), установленный розеткой вниз (рис. 5). Отличие заключается лишь в том, что интенсивность орошения СВВ-15

(ДВВ-15) почти на любом из сравниваемых этапов выше, чем в аналогичных условиях у оросителя СВН-15 (ДВН-15).

Стоит отметить, что в зависимости от конструкции оросителя при неизменной высоте его установки площадь орошения по мере повышения давления может не только оставаться неизменной или увеличиваться, но и уменьшаться.

Если с возрастанием давления площадь орошения уменьшается, то повышается интенсивность орошения. Если же с возрастанием давления площадь орошения увеличивается, то интенсивность орошения может несколько повышаться, оставаться неизменной или существенно снижаться.

Достоверный способ определения интенсивности орошения

В последнее время Бийское ЗАО «ПО «Спецавтоматика» в документации на свои оросители представляет графические зависимости $i = f(K, P)$. Примером таких зависимостей могут служить приведенные на рис. 6 графики интенсивности орошения СВН (ДВН) с К-фактором (по зарубежной документации) $K_{ISO} = 57; 80; 115; 160$ л/(мин·бар^{0.5}), что соответствует коэффициенту производительности (по российской документации) $K_{РФ} = 0,30; 0,42; 0,61; 0,84$ л/(с·м^{0.5}).

Допустим, объект защиты — помещения 2-й группы по приложению Б СП 5.13130.2009 [1]. Для данной группы интенсивность орошения должна быть не менее 0,12 л/(с·м²). Проводим прямую линию, параллельную оси абсцисс на уровне ординаты, равной интенсивности орошения $i = 0,12$ л/(с·м²). Тогда при использовании оросителя с $K_{РФ} = 0,30$ л/(с·м^{0.5}) давление на диктующем оросителе будет равно 0,48 МПа, с $K_{РФ} = 0,42$ л/(с·м^{0.5}) — 0,26 МПа, с $K_{РФ} = 0,61$ л/(с·м^{0.5}) — 0,17 МПа.

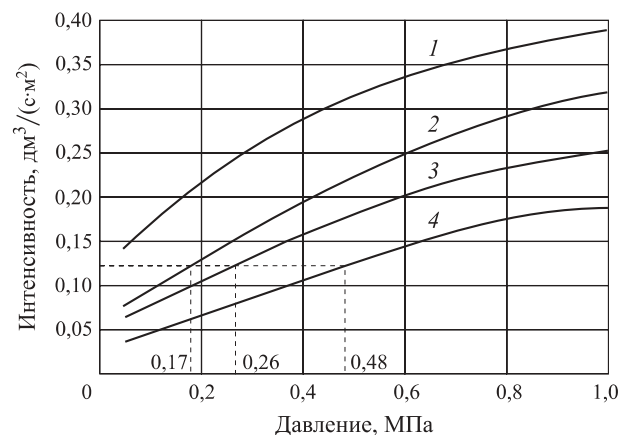


Рис. 6. Графики интенсивности орошения оросителем СВН (ДВН), установленным розеткой вниз, в зависимости от давления при значении К: 1 — 160; 2 — 115; 3 — 80; 4 — 57

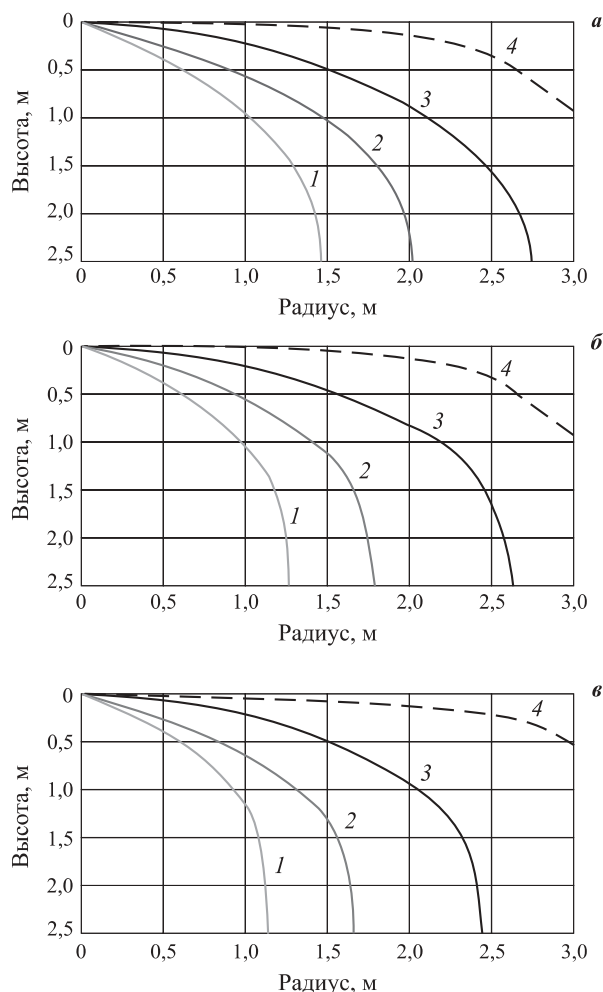


Рис. 7. Эпюры орошения оросителями ТУ 363 (ТУ-FRB, ТУ-В), установленными на высоте 2,5 м: а — давление у оросителя 0,05 МПа и расход 0,93 л/с; б — то же, 0,10 МПа и 1,37 л/с; в — то же, 0,21 МПа и 1,94 л/с; на площадь, ограниченную кривой 1, приходится 50 % расхода ОТВ, кривой 2 — 70 %, кривой 3 — 90 %, кривой 4 — 100 %

Расход диктующего оросителя типа СВН (ДВН) с $K_{ISO} = 0,42 \text{ л/(с·м}^{0,5})$ будет оставлять:

$$q_{\text{дикт}} = 10KP^{0,5},$$

т. е. $q_{\text{дикт}} = 10 \cdot 0,42 \cdot 0,26^{0,5} = 2,14 \text{ л/с.}$

Адекватный способ определения интенсивности орошения

После того как в проект новой редакции ISO 6182-1 введены испытания на интенсивность орошения одного оросителя, в технической документации на оросители стали приводиться эпюры орошения, аналогичные представленным, например, на рис. 7.

Задачей адекватного способа является вычисление давления и расхода диктующего оросителя для соответствующей группы помещений через известные параметры эпюры орошения (давление и расход оросителя, процентные доли расхода оросителя, приходящиеся на определенные площади).

Суть расчета интенсивности орошения по данному способу заключается в следующем:

- определяют по известным значениям расхода $q_{\text{исх}}$ и давления $P_{\text{исх}}$ коэффициент производительности оросителя: $K = q_{\text{исх}} / P_{\text{исх}}^{0,5}$;
- выбирают радиус соответствующей площади орошения S (проще, если площадь выбирают по кривой);
- вычисляют расход q_S огнетушащего вещества, приходящегося на выбранную площадь S , в соответствии с процентной долей, приведенной на эпюре (50, 70 или 90 %);
- определяют в пределах выбранной площади S среднюю интенсивность орошения: $i_S = q_S / S$;
- предполагая, что соблюдается пропорция между $i_S = P_{\text{исх}}^{0,5}$ и $i_n = P_{\text{дикт}}^{0,5}$, определяют давление у диктующего оросителя $P_{\text{дикт}}$ при нормативной интенсивности орошения i_n на выбранной площади S : $P_{\text{дикт}} = P_{\text{исх}} (i_n / i_S)^2$;
- определяют расход диктующего оросителя: $q_{\text{дикт}} = KP_{\text{дикт}}^{0,5}$.

Подробно алгоритм определения интенсивности орошения по эпюрам орошения, аналогичным приведенным на рис. 7, будет представлен в следующем номере журнала.



ВОПРОС

Согласно СП 5.13130.2018 (п. 5.1.14 и табл. 5.1) устанавливаются требования к водяным АУП. При этом обеспечить одновременно минимальный расход ОТВ и минимальную интенсивность орошения на минимальной площади невозможно. Например, для 1-й группы помещений требуется обеспечить интенсивность $0,08 \text{ л/(с·м}^2)$ и расход ОТВ 10 л/с на 60 м^2 , но если вычислить теоретическую площадь, на которой с требуемой интенсивностью должен быть обеспечен требуемый расход, то из формулы $Q = IS$ получится $S = Q/I = 10 \text{ л/с} : 0,08 \text{ л/(с·м}^2) = 125 \text{ м}^2$, что более чем в два раза больше минимальной площади тушения.

Прошу уточнить, правомерно ли принять для обеспечения параметров АУП значительное увеличение расчетной площади, например в два раза, для обеспечения требуемого расхода при сохранении нормативной интенсивности.

ОТВЕТ:

Ошибка таких рассуждений заключается в предположении, что интенсивность орошения в пределах всей принятой защищаемой площади одинакова. В принципе такой случай не исключен, если, например, для 1-й группы помещений принять диаметр распределительного трубопровода 65 мм и более, но это дорогостоящий вариант проекта, который может быть выполнен только при согласии заказчика.

На практике диаметр распределительной сети принимают от 20–25 до 35–40 мм, при этом диктующий ороситель должен обеспечить интенсивность орошения не менее нормативной. Поскольку у каждого последующего оросителя расход будет больше, чем у предыдущего, суммарный расход АУП может существенно превышать нормативный, причем эта разница тем больше, чем меньше диаметры распределительного трубопровода и расстояние между оросителями и чем больше оросителей расположено на защищаемой площади орошения.

В связи с этим согласно приложению Б (п. Б.1.1.9) СП 5.13130.2009 [1] расчет гидравлической распределительной сети спринклерной АУП начинается с определения расхода каждого оросителя, находящегося в принятой диктующей защищаемой площади орошения (с учетом того обстоятельства, что расход оросителей, установленных на распределительной сети, возрастает по мере удаления от диктующего оросителя), а затем устанавливают суммарный расход этих оросителей, представляющий собой расчетный расход спринклерной АУП.

Если при этом на защищаемой нормативной площади расчетный расход будет больше нормативных значений, приведенных в табл. 5.1–5.3 [1], то либо расход должен быть принят равным расчетному, либо следует повторить расчет при увеличенных диаметрах трубопроводов распределительной сети. Если на защищаемой нормативной площади расчетный расход АУП получится менее нормативных значений, приведенных в табл. 5.1–5.3 [1], то расход принимается равным нормативному.

Например, если расчетный расход АУП для помещений 1-й группы составил 12 л/с, то следует либо принять этот расход за проектный, либо увеличить диаметры трубопроводов распределительной сети, чтобы проектный расход не превышал нормативного значения, т. е. 10 л/с. Если расчетный расход АУП составил 9 л/с, то за проектный расход следует принять нормативное значение, т. е. 10 л/с.

Предлагаю всем сомневающимся провести небольшой поверочный гидравлический расчет распределительной сети для диктующей защищаемой площади орошения 60 и 120 м² (увеличенная в два раза площадь первой группы помещений) и сравнить полученные расходы.

Гидравлические расчеты водяных и пенных АУП подробно изложены в учебно-методических пособиях [5, 6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования (ред. 01.06.2011). URL: <http://base.garant.ru/195658/> (дата обращения: 10.10.2018).

2. ISO 6182-1:2014. Fire Protection — Automatic Sprinkler Systems — Part 1: Requirements and test methods for sprinklers. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:6182:-1:ed-3:v1:en> (дата обращения: 10.10.2018).

3. ГОСТ Р 51043–2002. Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Оросители. Общие технические требования. Методы испытаний. URL: <http://base.garant.ru/3924922/> (дата обращения: 10.10.2018).

4. ISO 6182-1. Fire Protection — Automatic Sprinkler Systems — Part 1: Requirements and test methods for sprinklers ISO-WD 6182-1 — Consolidated Sprinkler WG Draft Clean 20180731.

5. 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.

6. 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.

Для цитирования: Мешман Л. М. Вычисление параметров диктующего оросителя водяных АУП // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2018. — Т. 27, № 12. — С. 56–61.

English

CALCULATION OF PARAMETERS OF THE DICTATING SPRINKLER OF WATER AFEI

L. M. MESHMAN, Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia (12, VNIPO, Balashikha, Moscow Region, 143903; e-mail: fire404@mail.ru)

ABSTRACT

Various methods for determining the intensity of irrigation, in particular, the approximate (approximate) — according to the passport data of the coefficient of productivity, correct-according to the diagrams of irrigation intensity of the sprinkler, reliable — according to the graphs of irrigation intensity and adequate — according to the irrigation diagrams of the sprinkler. The simplest and most common method is the approximate method, which is used in the absence of plots and graphic dependencies, and the most accurate — a reliable way. Quite satisfactory results are presented by the correct method, which is quite simple when calculating the parameters of the dictating sprinkler. The most difficult way seems adequate.

Keywords: calculation; pressure; flow rate; dictating sprinkler; water distribution; productivity coefficient; K-factor; diagram.

For citation: L. M. Meshman. Calculation of parameters of the dictating sprinkler of water AFEI. *Pozharovzryvobezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2018, vol. 27, no. 12, pp. 56–61 (in Russian).