

УДК 614.843.8

МЕТОДИКА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СИСТЕМ ПОЖАРОТУШЕНИЯ, ВКЛЮЧАЮЩИХ ОРОСИТЕЛИ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ АЭРАЦИЕЙ ОГнетушаЩЕГО Вещества

Качанов И.В.*, д.т.н., профессор, Карпенчук И.В.***, к.т.н., доцент,
Павлюков С.Ю.**

*Белорусский национальный технический университет
**Командно-инженерный институт МЧС

e-mail: *hidrokaf@bntu.by, **asb@kii.gov.by

Предложена методика расчета автоматических установок пожаротушения с оросителями с предварительной аэрацией огнетушащего вещества. Методика учитывает не последовательный подбор оросителей и значительно снижает фактический расход огнетушащего вещества.

The design procedure of automatic extinguishing systems with sprinklers with pre-aeration of the extinguishing agent. The technique takes into account not sequential selection of sprinklers, and greatly reduces actual flow of extinguishing agent.

(Поступила в редакцию 26 января 2015 г.)

Введение. Гидравлический расчет автоматической установки пожаротушения (далее – УП) имеет своей целью: определение расхода огнетушащего вещества, т. е. интенсивности орошения или удельного расхода, у «диктующих» (наиболее удаленных от узла управления) оросителей; сравнение фактического расхода с требуемым (нормативным), а также определение необходимого давления (напора) у водопитателей.

Имеющиеся на практике случаи отсутствия эффективности тушения УП нередко являются следствием неправильного расчета УП.

Расчету сети предшествует выполнение аксонометрической схемы с указанием на ней размеров и диаметров участков труб. Гидравлический расчет УП сводится к решению трех основных задач: определение давления на входе в систему; определение расхода воды по заданному давлению; определение диаметров трубопроводов и других элементов УП по расчетному расходу воды и давлению. Диаметры трубопроводов сети оказывают существенное влияние не только на падение давления в сети, но и на расчетный расход воды. Увеличение расхода воды водопитателя при неравномерной работе оросителей приводит к повышению в значительной мере строительных затрат на водопитатель, которые, как правило, являются решающими в определении стоимости установки. Расчетными параметрами, характеризующими ороситель, являются: коэффициент производительности и напор перед оросителем. Нормативные параметры для подбора оросителя – интенсивность орошения и площадь, защищаемая этим оросителем. В соответствии с выбранным типом оросителя, его расходом, интенсивностью орошения и защищаемой им площадью осуществляется трассировка оросителей и трубопроводной сети.



Рисунок 1 – Ороситель с предварительной аэрацией огнетушащего вещества
ТУ ВУ 100918940.002-2013

Ороситель (рис. 1) с предварительной аэрацией огнетушащего вещества [1] имеет в своем составе эжектор с отверстиями для газонасыщения в узком сечении. Пена, образуемая таким оросителем при работе автоматической установки пожаротушения более

дисперсная, соответственно имеет большую стойкость к растеканию при пожаре и кратность 7-9 [2] при аналогичных гидродинамических характеристиках установки пожаротушения (насосное и распределительное оборудование, система трубопроводов).

В работе [3] авторами предложено уравнение для определения потерь давления в таком оросителе, что должно быть учтено при гидравлическом расчете УП.

Методика расчета и выбора оросителя с предварительной аэрацией. В соответствии с существующими техническими нормативно-правовыми актами, определяющими порядок проектирования УП оросителя вообще не рассчитываются. Основными параметрами являются расход из оросителя и минимальный необходимый напор (т.е. потери напора) на оросителе, которые задаются заводом-изготовителем. Однако, в данном случае даже при использовании стандартного оросителя, необходимо знать и параметры эжектора для аэрации огнетушащего раствора, а также расчетное давление (напор) на входе в ороситель с предварительной аэрацией огнетушащего раствора, определяемое по формуле:

$$P_{ор.аэр.} = P_{вых.эж.} + \Delta p_{эж.}, \quad \Delta p_{эж.} = k_{эж.} \Delta p, \quad (1)$$

где $P_{ор.аэр.}$ – давление на входе в ороситель с предварительной аэрацией;

$P_{вых.эж.}$ – давление на выходе из эжектора (входе в стандартный ороситель);

$\Delta p_{эж.}$ – расчетные потери давления в эжекторе;

Δp – фактические потери давления в эжекторе;

$k_{эж.}$ – эмпирический коэффициент, учитывающий реальное повышение потерь давления в эжекторе оросителя.

Для определения этого коэффициента результаты экспериментов были обработаны с применением метода «наименьших квадратов» и получена зависимость:

$$k_{эж.} = 1 + 0,95 \cdot 0,26^Q. \quad (2)$$

В работах [4,5] авторами предложена методика расчета оросителя с предварительной аэрацией огнетушащего вещества, учитывающая потери давления в эжекторе.

Данная методика отличается от существующих не последовательным подбором оросителей, причем любой ороситель заведомо, гораздо больший по требуемой производительности (расходу) по условиям [6], будет удовлетворять расчету.

1. В соответствии [6] определяем требуемый расход Q_{mp} воды (раствора пенообразователя) в диктующей точке сети:

$$Q_{mp} = I \cdot S, \quad (3)$$

где I – интенсивность орошения, л/(с·м²);

S – максимальная площадь, контролируемая одним оросителем, м².

2. Основным параметром эжектора является диаметр узкого сечения, который определяется по формуле [4,5]:

$$d_0 = 7,8 \sqrt{Q}. \quad (4)$$

3. Диаметр выходного сечения требуемого стандартного дренчерного оросителя определяется по формуле:

$$d_{op} = 11 \sqrt{Q}. \quad (5)$$

4. Диаметр входного сечения требуемого стандартного дренчерного оросителя определяется по формуле:

$$D_{op} = 16 \sqrt{Q}. \quad (6)$$

5. Определяем потери давления в эжекторе по общей формуле:

$$\Delta p_{\text{эж.}} = SQ^2, \quad (7)$$

где S – общее сопротивление эжектора для аэрации огнетушащего раствора, которое определяется по формуле:

$$S = \frac{5}{d_0} - 0,47. \quad (8)$$

6. Потери давления в оросителе с предварительной аэрацией огнетушащего вещества, т. е. давление, необходимое на входе в ороситель определяется по формуле (1).

С использованием разработанной методики проведены расчеты параметров экспериментального образца оросителя с предварительной аэрацией огнетушащего вещества, разработаны и утверждены технические условия ТУ ВУ 100918940.002-2013 «Ороситель с предварительной аэрацией огнетушащего вещества», рабочая конструкторская документация.

Методика расчета автоматических систем пожаротушения, включающих устройства для аэрации рабочей среды. Вышеприведенные зависимости, а также зависимости, полученные в [4, 5], можно использовать при расчете систем пожаротушения, включающих оросители для аэрации огнетушащего раствора.

Мощность, необходимая для транспортировки огнетушащего раствора пенообразователя, равна:

$$N_{\text{тр.}} = Q_{\text{сист.}} \cdot p_{\text{сист.}} \quad (9)$$

где $p_{\text{сист.}}$ – давление, необходимое для транспортировки огнетушащего раствора на заданное расстояние до диктующей точки:

$$p_{\text{сист.}} = p_{\text{ор.аэр}} + \Delta p_{\text{т}} + \Delta p_{\text{м}}, \quad (10)$$

где $\Delta p_{\text{т}}$ – перепад давления, необходимый на преодоление сопротивления на трение по длине на различных участках системы;

$\Delta p_{\text{м}}$ – перепад давления, необходимый на преодоление местных сопротивлений в системе, в соответствии с [7] предлагается считать равным

$$\Delta p_{\text{м}} = 0,2\Delta p_{\text{т}}. \quad (11)$$

Сумма потерь давления по длине расчетных трубопроводов с учетом их параллельного или последовательного соединения определяется по следующей формуле [6]:

$$\Delta p_{\text{т}} = \sum_{i=1}^m \frac{l_i \cdot Q_{\text{труб.}i}^2}{k_{li}}, \quad (12)$$

где l_i – длина расчетного участка сети, состоящей из m элементов, м;

$Q_{\text{труб.}i}$ – расчетный расход огнетушащего вещества на участке сети, л/с;

k_{li} – коэффициент, принимаемый по [6] в зависимости от принятых расчетных диаметров трубопроводов;

На основании (7) формула (1) расчета давления на входе в оросители с предварительной аэрацией огнетушащего вещества с учетом их параллельного или последовательного соединения принимает вид:

$$p_{\text{ор.аэр}} = p_{\text{вых.эж.}} + S \sum_{j=1}^n Q_{\text{ор.}j}^2, \quad (13)$$

где $Q_{op.j}$ – расход огнетушащего вещества на j -том оросителе системы, л/с; n – число оросителей. Подставив (8) в формулу (13) получим

$$P_{op.аэр} = P_{вых.эж.} + \left(\frac{5}{d_0} - 0,47 \right) \sum_{j=1}^n Q_{op.j}^2 \quad (14)$$

С учетом формул (11), (12) и (14) формула (10) расчета давления, необходимого для транспортировки огнетушащего вещества принимает вид:

$$P_{сист.} = P_{вых.эж.} + \left(\frac{5}{d_0} - 0,47 \right) \sum_{j=1}^n Q_{op.j}^2 + 1,2 \sum_{i=1}^m \frac{l_i \cdot Q_{труб.i}^2}{k_{li}} \quad (15)$$

Заключение. Представленная методика расчета автоматических установок пенного пожаротушения, включающих оросители с предварительной аэрацией огнетушащего раствора, позволяет учесть изменение гидродинамического сопротивления всей системы, в том числе изменение давления на входе в ороситель, изменение гидродинамического сопротивления оросителя и рассчитать режим подачи необходимого объема огнетушащего раствора на пожаротушение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ороситель с предварительной аэрацией огнетушащего раствора: пат. 10277 Респ. Беларусь, МПК (2006.01) А 62С 31/00. / И.В. Карпенчук, И.И. Полевода, И.В. Качанов, С.Ю. Павлюков, Я.С. Волчек, С.М. Палубец; заявитель КИИ МЧС. – № и 20140830; заявл. 10.01.14; опубл. 02.06.14 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2014. – № 5. – С. 175.
2. Оросители с предварительной аэрацией огнетушащего вещества: протокол испыт. № 52/987П; утв. 04.06.2014 / НИИ ПБиЧС МЧС Беларуси. – 2014. – 7 с.
3. Качанов, И.В. Повышение огнетушащей эффективности пены в автоматических установках пожаротушения / И.В. Качанов, В.В. Веременик, И.В. Карпенчук, С.Ю. Павлюков // Инженерно-физический журнал. – 2013. – Том 86, № 3. – С. 495-502.
4. Карпенчук, И.В. Методика расчета гидродинамических параметров оросителя с предварительной аэрацией огнетушащего вещества [текст]: отчет о НИР/ КИИ МЧС Республики Беларусь; рук. И.В. Карпенчук, исполн.: С.Ю. Павлюков [и др.]. – Мн., 2012. – 22 с. – ГР 20121161.
5. Siarhei Pauliukou / Calculation of sprinkler with gas saturation at automatic fire extinguishing foam systems / Ihar Kachanau, Ihar Karpenchuk, Siarhei Pauliukou, Liudmila Lyashenka // Scientific Journal of RTU, Safety of technogenic environment. – 2013. – 4. vol. – Pp. 18-23.
6. Технический кодекс установившейся практики. Пожарная автоматика зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.02-190-2010 – Введ. 19.04.2010. – Мн.: Минстройархитектуры, 2010. – 78 с.
7. Технический кодекс установившейся практики. Системы внутреннего водоснабжения зданий. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.01-52-2007 – Введ. 21.12.2007. – Мн.: Минстройархитектуры, 2007. – 47 с.