

А.А. Антошкин, преподаватель, НУГЗУ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ НАПОРА ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ АВТОМАТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ВОДЯНОГО И ПЕННОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

(представлено д-ром техн. наук Абрамовым Ю.А.)

В работе рассматриваются различные подходы к определению потерь напора в спринклерных и дренчерных автоматических установках водяного и пенного пожаротушения, рекомендуемые различными нормативными документами.

Ключевые слова: спринклерная автоматическая установка пожаротушения, дренчерная автоматическая установка пожаротушения, потери напора.

Постановка проблемы. Одним из этапов проектирования автоматических установок водяного и пенного пожаротушения является гидравлический расчет системы трубопроводов по транспортировке огнетушащего вещества. В числе прочих, по результатам этого расчета, получают величину напора, который должен обеспечивать водопитатель. Существенный вклад в величину напора дают потери при продвижении огнетушащего средства от водопитателя к диктующей точке, возникающие ввиду наличия сил трения. В разных нормативных документах по проектированию автоматического пожаротушения подход к определению этой величины разный. Что затрудняет процесс проектирования.

Анализ последних исследований и публикаций. Основными документами, регламентирующими проектирование систем водяного и пенного автоматического пожаротушения, являются [1, 2, 3]. Присутствие в этом перечне [1], несмотря на официальную его отмену, объясняется тем, что на настоящий момент еще не существует нового документа по проектированию дренчерных установок. Поэтому по согласованию с органами, проводящими анализ проектов на соответствие требованиям нормативных документов, проектирование осуществляется по [1].

Постановка задачи и ее решение. При движении жидкости в трубопроводе часть энергии потока гидродинамического напора расходуется на преодоление гидравлических сопротивлений.

Последние бывают двух видов:

- 1) сопротивления по длине $h_{\text{вдл}}$, пропорциональные длине потока;
- 2) местные сопротивления $h_{\text{вм}}$, возникновение которых связано с изменением направления или величины скорости в том или ином сечении потока.

Как известно, полная потеря напора выражается суммой потерь

напора по длине $h_{w_{дл}}$ и на местные сопротивления $h_{w_{м}}$ [4, 5]:

$$h_w = h_{w_{дл}} + \sum h_{w_{м}} . \quad (1)$$

Если не требуется высокая точность определения напора, то местные потери принимаются равными 0,2 от потерь напора по длине.

В соответствии с [1] величина потерь напора для дренчерных установок определяется по формуле:

$$h_{w_{дл}} = \frac{Q^2}{B} , \quad (2)$$

где Q – расход огнетушащего вещества на расчетном участке, л/с; B – характеристика трубопровода.

В соответствии с [3] величина потерь напора для спринклерных установок определяется по формуле Хейзена-Вильсона:

$$p = \frac{6,05 \times 10^5}{C^{1,85} \times d^{4,87}} \times L \times Q^{1,85} , \quad (3)$$

где p – значение потерь на трение в трубопроводах, бар; Q – расход огнетушащего вещества, л/мин; d – внутренний диаметр трубопровода, мм; C – константа, зависящая от типа и состояния трубы, L – эквивалентная длина трубопровода и фасонных элементов, м.

Проанализируем равноценность результатов полученных с использованием выражений (1) и (3).

В выражении (2) характеристика трубопровода B определяется следующим образом:

$$B = \frac{k_1}{l} , \quad (4)$$

где k_1 - коэффициент потерь трубопровода; l - длина расчетного участка, м.

Таким образом, для дренчерных установок имеем:

$$h_{w_{дл}} = \frac{l \cdot Q^2}{k_1} . \quad (5)$$

Коэффициент k_1 учитывает особенности трубопровода установки и получается исходя из формулы определения потерь напора по длине Дарси – Вейсбаха:

$$h_{w_{дл}} = \lambda \cdot \frac{\ell}{d} \cdot \frac{V^2}{2g} , \quad (6)$$

где λ – коэффициент сопротивления трения по длине; l – длина трубы, м; d – диаметр трубы, м; V – средняя скорость движения жидкости в сечении трубы, м/с; g – ускорение силы тяжести, м/с².

Коэффициент сопротивления при ламинарном течении жидкости вычисляется по формуле:

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}}, \quad (7)$$

где Re – число Рейнольдса, или определяется по справочным таблицам.

Перейдем к объемному расходу Q м³/с:

$$h_{w\text{дт}} = \lambda \cdot \frac{\ell}{d} \cdot \frac{V^2 \cdot F^2}{2g \cdot F^2} = \lambda \cdot \frac{\ell}{d} \cdot \frac{Q^2}{2g \cdot F^2}, \quad (8)$$

где F – площадь поперечного сечения, м².

Обозначив

$$k_1 = \frac{2g \cdot d \cdot F^2}{\lambda}, \quad (9)$$

получим выражение (5).

Для оценки идентичности результатов вычисления потерь напора в спринклерных и дренчерных установках сравним результаты использования выражений (3) и (5) для одинаковых участков трубопроводов при расходах огнетушащего вещества в интервале от 1 до 40 л/с.

На рис 1. видно, что с увеличением расхода в дренчерных установках величина потерь напора существенно увеличивается.

Использование выражения (3) для определения потерь напора в спринклерных установках дает принципиально иные значения.

Так при потерях напора на участке трубопровода дренчерной установки из стальных электросварных труб диаметром 40 мм и длиной 4 м при расходе 30 л/с в 125,43 м, для спринклерных он составит $1,5 \cdot 10^{-6}$ м при тех же начальных условиях.

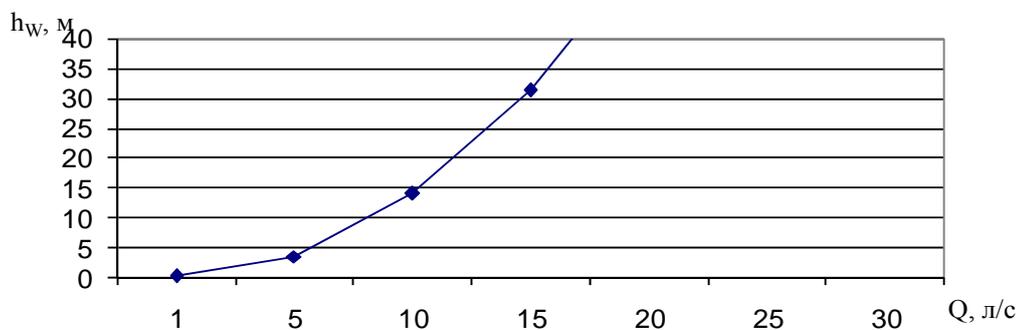


Рис. 1 – Изменение потерь напора с ростом расхода для дренчерных установок

Таким образом, сравнив результаты использования выражений для определения потерь напора для спринклерных и дренчерных установок, видим, что использование выражений из [1] и [3] не даёт идентичного результата.

Выводы. Применение выражения из [3] для спринклерных установок даёт значения, не соответствующие действительности. Соответственно, использование формулы Хейзена-Вильсона (3) при выполнении гидравлического расчета спринклерных установок водяного пожаротушения затруднено.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пожежна автоматика будівель і споруд: ДБН В.2.5–13–98*– [Чинний від 2007-01-01]. – К. : Мінбуд України. 2006.– 163 с. – (Національний стандарт України).

2. Системи протипожежного захисту: ДБН В.2.5–56–2010 – [Чинний від 2011-10-01]. – К. : ДП «Украхбудінформ».– 2011.– 137 с. – (Національний стандарт України).

3. Стационарні системи пожежогасіння. Автоматичні спринклерні системи. Проектування та технічне обслуговування (EN 12845:2004+A2:2009, IDT) : ДСТУ Б EN 12845:2011 – [Чинний від 2012-06-01]. – К: Мінрегіон України, 2012.– 217 с. – (Національний стандарт України).

4. Чугаев Р.Р. Гидравлика: Учебник для ВУЗов. – 4-е изд., доп. и перераб. – Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1982,- 672 с, ил.

5. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям/ Под ред. М. О. Штейнберга.– 3-е изд., перераб. и доп.– М.; Машиностроение, 1992.– 672 с: ил.
nuczu.edu.ua

О.А. Антошкін

Визначення втрат тиску для різних типів автоматичних установок водяного і пінного пожежогасіння

В роботі розглядаються різні підходи до визначення втрати напору в спринклерних і дренчерних автоматичних установок водяного і пінного пожежогасіння, які пропонуються різними нормативними документами.

Ключові слова: спринклерна автоматична установка пожаротушения, дренчерная автоматична установка пожаротушения, втрати напору.

O.A. Antoshkin

Determination of the pressure loss for the various types of automatic installations of water and foam fire-fighting systems

The article discusses various approaches to definition of pressure losses in sprinkler and drencher automatic installations of water and foam fire-fighting systems, recommended various regulatory documents.

Keywords: the sprinkler automatic installation of fire extinguishing, дренчерная автоматична установка пожаротушения, the loss of pressure.