

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ УСТАНОВОК ВОДЯНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ ПРИ ИХ НЕСИММЕТРИЧНОЙ ТОПОЛОГИИ.

Рассмотрен вопрос гидравлического расчета несимметричной ветви распределительной сети с использованием единого подхода к аналитическому определению расходов и напоров через оросители. Приведено математическое соотношение между параметрами «диктующего» оросителя и любым оросителем ряда.

Постановка проблемы. Выполнение гидравлического расчета распределительных сетей автоматических установок водяного и пенного пожаротушения предполагает определение напора и расхода, который должен обеспечивать водопитатель, и диаметров трубопроводов на всех участках. В случае если сеть представляет собой полностью симметричную систему трубопроводов, процесс определения указанных параметров выполняется в соответствии с рекомендациями [1]. Однако если трубопроводы несимметричны, как, например, на рис. 1, то определение напора и расхода в узловых точках рекомендуется выполнять методом последовательно-одиночных приближений.

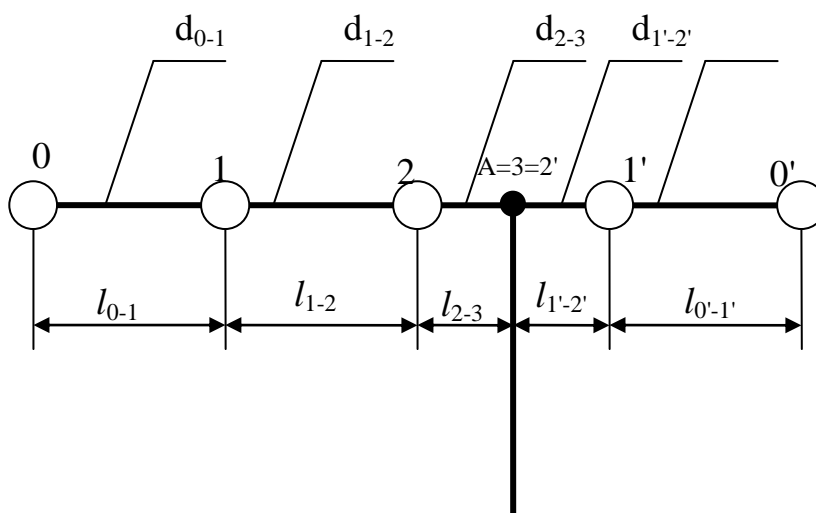


Рисунок 1 – Пример несимметричной распределительной сети

Анализ последних исследований и публикаций. На настоящий момент вопросы проектирования, и расчета установок пожаротушения, сформулированы в [1,2]. Там же приведены и рекомендуемые методики расчета. Однако методики перехода от одних характеристик к другим нигде в литературе не рассматриваются.

Постановка задачи и ее решение. Определение параметров сети от «диктующего» оросителя с индексом 0 до узловой точки рядка A (рис.1) не составляет особого труда и частично описаны, например, в [1]. Более подробно этот процесс рассматривается в [3]. Определение же параметров сети от оросителя 0 до точки A решался методом подбора расходов через оросители до выполнения условия равенства напоров в точке A . При этом, расчеты считаются удовлетворительными если выполняется условие

$$\left| H_{3(A)} - H_{2'(A)} \right| \leq 0,5 (\text{м}) \quad (1)$$

Получение аналитических зависимостей параметров распределительной сети позволит упростить проведение проектировочных и проверочных гидравлических расчетов систем с несимметричной топологией. При этом значительно сокращается время и повышается точность таких расчетов.

В общем виде связь между расходом из любого оросителя ветви и «диктующим» оросителем можно задать следующим образом

$$Q_n = M_n Q_0, \quad (2)$$

где Q_0 – расход на «диктующем» оросителе.

Напор на любом оросителе ветви имеет зависимость с напором на «диктующем» оросителе

$$H_n = M_n^2 H_0 \quad (3)$$

где H_0 – напор на «диктующем» оросителе.

Коэффициент M_n зависит только от геометрических параметров распределительной сети и определяется по следующей формуле :

$$M_n = \sqrt{M_{n-1}^2 + \left(\sum_{i=0}^{n-1} M_i \right)^2 \cdot \frac{k^2}{k_{1_{(n-1) \div n}}} \cdot l_{(n-1) \div n}} \quad (4)$$

где $M_0 = 1$;

$k_{1_{(n-1) \div n}}$ – удельный коэффициент потерь напора на участке $(n-1) \div n$ (определяется по таблице Б.7 приложения Б [1] для заданного диаметра трубопровода);

k – коэффициент расхода оросителя;

$l_{(n-1) \div n}$ – длина участка $(n-1) \div n$.

Учитывая требования пункта 1.2.8 [1], что в пределах одного

защищаемого помещения необходимо устанавливать оросители с выпускным отверстием одного диаметра, коэффициент расхода оросителя в расчетах остается постоянным. Кроме того, диаметры ветви трубопроводов, на которых устанавливаются оросители, как правило, выполнены одного диаметра. Таким образом, коэффициент M_n зависит только от линейных размеров ветви.

Поскольку потери напора на участке зависят от расхода на этом участке, то расход на любом участке можно задать в следующем виде

$$q_{(n-1) \div n} = \sum_{i=0}^{n-1} Q_i \cdot \quad (5)$$

Потери напора на участке определяются как

$$H_n = H_{n-1} + \frac{l_{(n-1) \div n} \cdot q_{(n-1) \div n}^2}{k_{1(n-1) \div n}} \quad (6)$$

Таким образом, для рассматриваемой схемы напор в точке А с левой стороны, учитывая (4), (5) и (6), будет равен

$$H_{3(A)} = H_2 + \frac{l_{2-3(A)} \cdot q_{2-3(A)}^2}{k_{1_{2-3(A)}}} = \frac{M_2^2 \cdot Q_0^2}{k^2} + \frac{l_{2-3(A)} Q_0^2 (1 + M_1 + M_2)^2}{k_{1_{2-3(A)}}} \quad (7)$$

Напор в точке А с правой стороны, учитывая (4), (5) и (6), будет равен

$$H_{2'(A)} = H_{1'} + \frac{l_{1'-2'(A)} \cdot q_{1'-2'(A)}^2}{k_{1_{1'-2'(A)}}} = \frac{M_{1'}^2 \cdot Q_{0'}^2}{k^2} + \frac{l_{1'-2'(A)} Q_{0'}^2 (1 + M_{1'})^2}{k_{1_{1'-2'(A)}}} \quad (8)$$

Учитывая необходимость выполнения условия равенства напоров в гидравлической сети, справедливо равенство

$$H_A = H_{3(A)} = H_{2'(A)} \quad (9)$$

а расход из оросителя то 0' определяется как

$$Q_0' = Q_0 \cdot \sqrt{\frac{M_2^2 + (1 + M_1 + M_2)^2 \cdot \frac{k^2}{k_{2-3(A)}} \cdot l_{2-3(A)}}{M_{1'}^2 + (1 + M_{1'})^2 \cdot \frac{k^2}{k_{1'-2'(A)}} \cdot l_{1'-2'(A)}}} \quad (10)$$

Так как коэффициент M_n зависит от геометрических параметров ветви, то для заданной топологии получены однозначные аналитические зависимости между параметрами правой части ветви и левой при несимметричном расположении оросителей.

Выводы. Таким образом, в работе был рассмотрен вопрос об определении параметров несимметричной гидравлической ветви аналитическим методом, что позволяет уменьшить время на проведение проектировочных и проверочных расчетов и получения более точных данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.5–13–98* Пожарная автоматика зданий и сооружений/ Госстрой Украины.– Киев: 2007.– 80 с.
2. Китайцева Е.Х., Гидравлический расчет стальных и полиэтиленовых газопроводов. – М.: «Полимергаз», 2000.– 120 с.
3. Л.М. Мешман, С.Т. Цариченко, В.А. Былинкин, В.В. Алешин, Р.Ю. Губин; Под общ. ред. Н.П. Копылова. Проектирование водяных и пенных автоматических установок пожаротушения. – М.: ВНИИПО МЧС РФ, 2002. - 413