

УДК 621.3

А. Н. Литвяк, канд. техн. наук, доцент НУГЗУ
В. А. Дуреев, канд. техн. наук, доцент НУГЗУ

РАСЧЕТ РАСХОДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ ВОДЯНЫХ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

(представлено д-ром техн. наук)

Рассмотрены зависимости расхода от располагаемого напора распределительных сетей водяных автоматических систем пожаротушения.

Ключевые слова: огнетушащее вещество, удельный расход, распределительная сеть, ороситель, требуемое давление.

Расходная характеристика распределительной сети водяной автоматической системы пожаротушения (АСПТ), это зависимость расхода огнетушащего вещества (ОТВ) от располагаемого давления, развиваемого насосом на входе в сеть.

Постановка проблемы. В гидравлических распределительных сетях с динамическими насосами расход жидкости зависит от суммарного гидравлического сопротивления. Чем больше сопротивление сети, тем меньше расход. Для водяных АСПТ гидравлическое сопротивление распределительной сети зависит от точки возникновения пожара. При проектировании водяных АСПТ согласно [1] необходимо рассматривать как точку с неблагоприятными условиями, так и точку с благоприятными условиями. Первая точка соответствует максимальному требуемому напору насосной станции (НС) и ограничивается возможностями насоса, а вторая точка соответствует максимальному требуемому расходу (НС) и ограничивается возможностями привода насоса. В [1] рекомендуется осуществлять выбор НС при проектировании водяных АСПТ по точкам пересечения расходных характеристик НС и распределительной сети, рассчитанных для неблагоприятной и благоприятной точек. В тоже время в [1] методик расчета расходных характеристик распределительной сети водяных АСПТ не приводится.

Таким образом, существует проблема определения расходных характеристик водяных АСПТ при их проектировании.

Анализ последних исследований и публикаций. Для расчета расходной характеристики распределительной сети необходимо располагать ее достоверной математической моделью [2,3]. Однако такие модели чрезвычайно громоздки и требуют от проектировщика специальных знаний. Для практических целей необходимы простые методики расчета, позволяющие с достаточной точностью выполнить необходимые расчеты.

Постановка задачи и ее решение. Будем полагать, что расход ОТВ на участке с работающими оросителями определяется обобщенной формулой:

$$Q = k \cdot \sqrt{p}, \text{ л} \cdot \text{мин}^{-1} \quad (1)$$

Где:

k – коэффициент расхода, $\text{л} \cdot \text{мин}^{-1} \cdot \text{бар}^{-0.5}$.

p – свободный напор перед сопротивлением, бар.

Если в качестве гидравлического сопротивления рассматривать участок распределительной сети с установленными оросителями то коэффициент расхода всех элементов сети на расчетной площади будет:

$$k_p = \frac{Q_p}{\sqrt{p_p}} \quad (2)$$

Где Q_p - расчетный расход на расчетной площади;

p_p - потребное давление для рассматриваемого участка.

Зависимость давления в расчетной точке от расхода будет определяться зависимостью:

$$p_p = \left(\frac{Q}{k_p}\right)^2 = \frac{1}{(k_p)^2} \cdot Q^2 \quad (3)$$

Расчетная схема распределительной сети показана на рис.1:

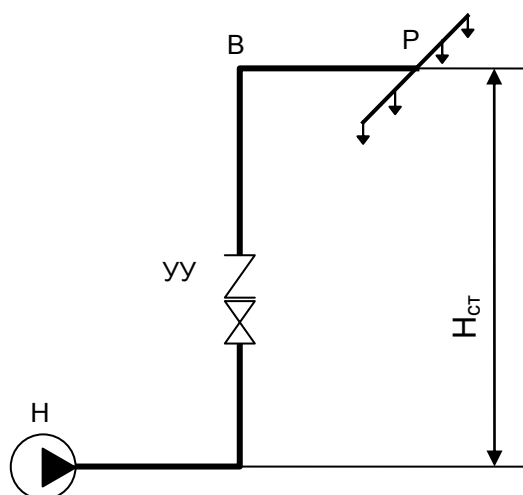


Рис. 1 Расчетная схема распределительной сети:

Н – насос; УУ – узел управления; В – точка ввода; Р – расчетная точка.

Обозначим: L_1 – приведенная длина трубопровода от насоса до точки ввода «В» в распределительную сеть (с учетом местных гидравлических сопротивлений на участке).

L_2 –.приведенная длина трубопровода от точки ввода «В» до расчетной точки «Р» (с учетом местных гидравлических сопротивлений на участке).

$H_{ст}$ – высота расчетной точки относительно оси насоса.

Потери давления на первом участке определяются по формуле[1]:

$$\Delta p_1 = \frac{6.05 \cdot 10^5}{C^{1.85} \cdot (D_1)^{4.87}} \cdot L_1 \cdot Q_p^{1.85} \quad (4)$$

C – константа, которая зависит от типа и состояния трубы (табл. 22 [1]);

D – средний внутренний диаметр трубопровода, мм;

Потери давления на втором участке:

$$\Delta p_2 = \frac{6.05 \cdot 10^5}{C^{1.85} \cdot (D_2)^{4.87}} \cdot L_2 \cdot Q_p^{1.85} \quad (5)$$

Суммарные потери давления в трубах:

$$\Delta p_{\text{сумм}} = \Delta p_1 + \Delta p_2 = \left(\frac{6.05 \cdot 10^5}{C^{1.85} \cdot (D_{II})^{4.87}} \cdot L_1 + \frac{6.05 \cdot 10^5}{C^{1.85} \cdot (D_{ж})^{4.87}} \cdot L_2 \right) \cdot Q_p^{1.85} \quad (6)$$

Для труб, выполненных из одного материала получим:

$$\Delta p_{\text{сумм}} = \left(\frac{L_1}{(D_1)^{4.87}} + \frac{L_2}{(D_2)^{4.87}} \right) \frac{6.05 \cdot 10^5}{C^{1.85}} \cdot Q_p^{1.85} \quad (7)$$

Потребное давление на входе в сеть (давление за насосом) будет определяться зависимостью:

$$p_{\text{вх}} = p_{\text{ст}} + p_p + \Delta p_{\text{сумм}} \quad (8)$$

$p_{\text{ст}}$ – величина статического давления, обусловленная расположением расчетной точки относительно оси насоса.

$$p_{\text{ст}} = \rho g H_{\text{ст}} \quad (9)$$

$p_{\text{вх}}$ – давление на входе в сеть;

Отсюда зависимость давления на входе в сеть от величины расхода будет иметь вид:

$$p_{\text{вх}} = \rho g H_{\text{ст}} + \frac{1}{(k_p)^2} \cdot Q^2 + \left(\frac{L_1}{(D_1)^{4.87}} + \frac{L_2}{(D_2)^{4.87}} \right) \frac{6.05 \cdot 10^5}{C^{1.85}} \cdot Q^{1.85} \quad (10)$$

Выводы: Получены упрощенные зависимости для определения расходных характеристик распределительных сетей водяных АСПТ. Изменяя приведенную длину участков L_1 и L_2 , можно построить расходно-напорную характеристику для любой расчетной точки. При необходимости можно расчетную схему представить в виде n участков.

Данные характеристики необходимы для отыскания рабочей точки на характеристике насосной станции при проектировании водяных АСПТ.

Литература

1. ДСТУ EN 12845:2011 Стационарні системи пожежогасіння. Автоматичні спринклерні системи. Проектування, монтування та технічне обслуговування. ч.1,2. Київ, Мінрегіон України, 2012.

2. Литвяк А.Н., Деревянко А.А. Гидравлический расчет кольцевых распределительных сетей установок пожаротушения методом источников и стоков. Проблемы пожарной безопасности. Сборник научных трудов, выпуск 26. Харьков: УГЗУ. 2009.- с.

3. Звіт про НДР на тему «Удосконалення методик розрахунку автоматичних установок водяного пожежогасіння з гідравлічними мережами складної топологій». №. 0109U003066, Харків, НУЦЗУ, 2011