

4. ГОСТ 10180–78. Бетоны. Методы определения прочности на сжатие и растяжение: Введ. 01.01.81. – В кн.: Бетон и железобетонные изделия, с. 78–102. 5. ГОСТ 10181–76. Бетоны. Методы определения подвижности и жесткости: Введ. 01.01.77. – Там же, с.108–125.

УДК 628.143.001.2

В.П.СТАРИНСКИЙ, канд.техн.наук (БПИ)

О НАЗНАЧЕНИИ ДИАМЕТРА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ

Известно, что при проектировании водопроводных сетей диаметры распределительных линий технико-экономически не обосновываются, а назначаются из условия обеспечения возможности пропускания по ним расчетных пожарных расходов воды. При этом минимальные значения диаметров этих линий рекомендуется принимать равными 100 или 75 мм, соответственно, для водопроводов городских населенных пунктов и промышленных предприятий, объединенных с противопожарным водопроводом, и сельских населенных пунктов [1, 2]. Несмотря на кажущуюся простоту и ясность этих рекомендаций, они являются все же недостаточными. В частности, в них отсутствуют указания относительно принятия расчетной схемы отбора воды из распределительных линий сети в период пожара, которая оказывает существенное влияние на величину диаметра линий, а также указания по учету места расположения распределительных линий в сети и условий обеспечения их напорами от магистральных линий.

В связи с изложенным попытаемся рассмотреть этот вопрос более подробно. На рис.1 показана одна из наиболее вероятных расчетных схем отбора воды из распределительной линии, предусматривающая сосредоточенный отбор на линии расчетного пожарного расхода воды $Q_{\text{пож}}$ и равномерно распределенный по линии отбор q на хозяйственно-питьевые нужды населения. При этом учитываются возможные снижения напоров в узлах магистральных линий из-за интенсификации работы сети в период пожаротушения.

Принимая во внимание, что в общем случае распределительная линия не горизонтальна и в своих концах имеет неравные напоры ($I_{\text{л}} \neq 0$ и $H_1 \neq H_2$), условие подачи воды перечисленным потребителям при необходимости поддержания в линии у очага пожара минимально допустимого напора (10 м) представится следующей системой равенств:

$$\begin{aligned} \Delta h_{1\text{п}} &= z_1 + \xi_{1\text{п}} H_1 - (z_1 - I_{\text{л}} l_1 + 10) = \xi_{1\text{п}} H_1 + I_{\text{л}} l_1 - 10 = \\ &= H_{1\text{п}} + I_{\text{л}} l_1 - 10; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta h_{2\text{п}} &= z_2 + \xi_{2\text{п}} H_2 - (z_2 + I_{\text{л}} l_2 + 10) = \xi_{2\text{п}} H_2 - I_{\text{л}} l_2 - 10 = \\ &= H_{2\text{п}} - I_{\text{л}} l_2 - 10; \end{aligned}$$

$$Q_{\text{у}} = Q_{\text{узл}} + Q_{\text{пож}} = 0,5(l_1 + l_2)q + Q_{\text{пож}}$$

где z_1 и z_2 — отметки поверхности земли в начале и конце распределительной линии; l_1 и l_2 — расстояние от начала и конца этой линии до места отбора из нее воды на нужды пожаротушения; l — общая длина линии; $I_{\text{л}}$ — геометрический уклон линии; H_1 и H_2 — напоры в начале и конце линии при их расчетном режиме работы в момент подачи потребителям максимального хозяйственно-питьевого расхода воды; $H_{1\text{п}}$ и $H_{2\text{п}}$ — эти же напоры в период пожаротушения; $\xi_{1\text{п}}$ и $\xi_{2\text{п}}$ — коэффициенты снижения напоров H_1 и H_2 в момент тушения пожара.

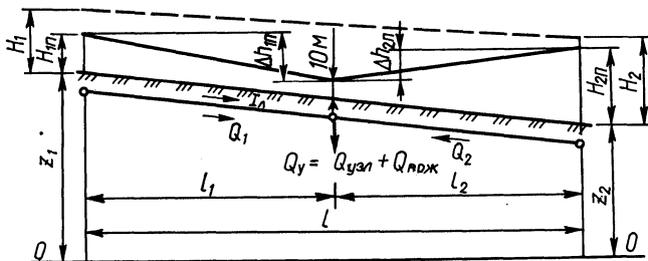


Рис. 1. Схема напоров в распределительной линии сети при расчетном отборе из нее воды в период пожаротушения.

Если выразить $\Delta h_{1\text{п}}$ и $\Delta h_{2\text{п}}$ через определяющие их величины, используя приведенные в [3] зависимости, получим

$$\Delta h_{1\text{п}} = \frac{c}{d^m} l_1 Q_1^\beta \quad \text{и} \quad \Delta h_{2\text{п}} = \frac{c}{d^m} l_2 Q_2^\beta, \quad (1)$$

где c — коэффициент, характеризующий гидравлические свойства используемых труб; d — искомый диаметр распределительной линии; m — показатель степени, определяющий величину коэффициента гидравлического сопротивления труб; Q_1 и Q_2 — расчетные расходы воды на выделенных участках рассматриваемой распределительной линии; β — показатель степени при Q в гидравлической характеристике линии.

Из выражений (1) следует, что

$$Q_1 = \left(\frac{\Delta h_{1\text{п}} d^m}{c l_1} \right)^{\frac{1}{\beta}} \quad \text{и} \quad Q_2 = \left(\frac{\Delta h_{2\text{п}} d^m}{c l_2} \right)^{\frac{1}{\beta}}$$

Поскольку $Q_1 + Q_2 = Q_y = 0,5q_l + Q_{\text{пж}}$, можно записать, что

$$0,5q_l + Q_{\text{пж}} = \left[\left(\frac{\Delta h_{1\text{п}}}{c l_1} \right)^{\frac{1}{\beta}} + \left(\frac{\Delta h_{2\text{п}}}{c l_2} \right)^{\frac{1}{\beta}} \right] m^{\frac{m}{\beta}}$$

Отсюда искомый диаметр распределительной линии, способный пропустить к очагу пожара расчетный пожарный расход воды $Q_{\text{пж}}$, должен быть равен

$$d = \left[\frac{c(0,5ql + Q_{\text{пож}})}{\frac{\Delta h_{1\text{п}}}{1} \frac{1}{\beta} + \frac{\Delta h_{2\text{п}}}{1} \frac{1}{\beta}} \right]^{\beta/m} = \left[\frac{c(0,5ql + Q_{\text{пож}})}{I_1^\beta + I_2^\beta} \right]^{\beta/m} =$$

$$= \left(\frac{c(0,5ql + Q_{\text{пож}})}{\left(\frac{H_{1\text{п}} + I_{\text{п}} I_1 - 10}{I_1} \right)^{1/\beta} + \left(\frac{H_{2\text{п}} - I_{\text{п}} I_2 - 10}{I_2} \right)^{1/\beta}} \right)^{\beta/m}, \quad (2)$$

где I_1 и I_2 – гидравлические уклоны в линии на ее участках l_1 и l_2 .

Из выражения (2) следует, что требуемая величина диаметра распределительных линий сети из условия обеспечения пропуска по ним расчетных пожарных расходов воды зависит не только от величины последних, но и от условий работы линий, а также от места их расположения в сети. Поэтому в каждом отдельном случае для этих линий необходимо искать то сочетание величин $H_{1\text{п}}$, $H_{2\text{п}}$, l_1 и l_2 , при котором диаметр получается наибольший.

Решить эту задачу можно из условия, что при максимуме d первые производные от выражения (2) по величинам $H_{1\text{п}}$, $H_{2\text{п}}$, l_1 и l_2 должны быть равны нулю, а вторые – отрицательными. Но использование этого метода анализа трудоемко. Поэтому попытаемся решить задачу несколько иным путем. Например, используем то обстоятельство, что при обычных условиях работы водопроводных сетей наиболее трудной является задача подачи воды в точки распределительных линий, расположенные на середине их длины. Кроме того, пренебрежем влиянием $I_{\text{п}}$ на d ввиду его малости. Тогда при $I_{\text{п}} = 0, l_1 = l_2 = 1:2$ и $\Pi_{1\text{п}} = \Pi_{2\text{п}} = \Pi_{\text{п}}^0$ получим:

$$d = \left[\frac{c(0,5ql + Q_{\text{пож}})}{2 \left(\frac{\Pi_{\text{п}}^0 - \Pi_{\text{п}}}{1} \right)^{1/\beta}} \right]^{\beta/m} = \left[\frac{c(0,5ql + Q_{\text{пож}})}{2 I_{\text{п}}^{1/\beta}} \right]^{\beta/m},$$

где $I_{\text{п}}$ – предельно допустимый для данной линии гидравлический уклон в период пожаротушения (в обеих половинах линии); $\Pi_{1\text{п}}$, $\Pi_{2\text{п}}$ и $\Pi_{\text{п}}^0$ – пьезометрические отметки в начале и конце линии при пожаротушении.

Если $I_{\text{п}}$ выразить через пьезометрические отметки в соответствующих

точках линии, представив его как $I_{\text{п}} = \frac{\Pi_{\text{п}}^0 - \Pi_{\text{п}}}{1:2} = 2(\Pi_{\text{п}}^0 - \Pi_{\text{п}}):1$, получим

$$d = \left[\frac{c(0,5ql + Q_{\text{пож}})}{2^{1+1/\beta} \left(\frac{\Pi_{\text{п}}^0 - \Pi_{\text{п}}}{1} \right)^{1/\beta}} \right]^{\beta/m} = \left[\frac{c(0,5ql + Q_{\text{пож}}) l^{1/\beta}}{2^{1+1/\beta} (\Pi_{\text{п}}^0 - \Pi_{\text{п}})^{1/\beta}} \right]^{\beta/m}.$$

Значения $\Pi_{\text{п}}^{\circ}$ для рассматриваемых линий получают в результате гидравлического расчета магистральной сети на режим пожаротушения, а $\Pi_{\text{п}}$ находят как $z_{\text{п}} + 10$ ($z_{\text{п}}$ — отметка земли в точке рассматриваемого пожара). Поскольку фактические значения $\Pi_{\text{п}}^{\circ}$ несколько выше расчетных вследствие определенного участия в работе в сети ее распределительных линий, то найденная величина d определена с некоторым обычно небольшим запасом, который зависит от роли распределительных линий сети в обеспечении ее пропускной способности.

Удельный расход воды ($\text{м}^2/\text{с}$) в линиях определяют по формуле $q = 1,157 \cdot 10^{-4} B \nu w K_{\text{max}} k_{\text{max}}$, где B — расстояние между распределительными линиями в рассматриваемом районе, м; ν — плотность населения, чел/га; K_{max} — максимальный коэффициент суточной неравномерности водопотребления; k_{max} — максимальный коэффициент часовой неравномерности водопотребления; w — норма водопотребления населения, л/чел·сут.

Значения $Q_{\text{пож}}$ определяют в соответствии с рекомендациями [2].

Таким образом имеется возможность определять диаметры распределительных линий с полным учетом условий их работы и места расположения в сети.

ЛИТЕРАТУРА

1. А б р а м о в Н.Н. Водоснабжение. — М., 1982. — 440 с.
2. Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. — М., 1975. — 145 с.
3. Ш е в е л е в Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб. — М., 1973. — 113 с.