

УДК 621.186.2

Н.Е.Сорокина (6 курс, каф. ПТЭ), В.Н.Черных, к.т.н., проф.

ПОЛИМЕРНЫЕ ТРУБЫ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Основным фактором, влияющим на быстрое старение российских тепловых сетей, в частности, Санкт-Петербурга, в процессе их эксплуатации, является внешняя и внутренняя коррозия. Это приводит к необходимости проведения через каждые 10 – 15 лет капитальных ремонтов с полной заменой труб и теплоизоляции, а также потерям транспортируемого тепла до 25-30 %.

Однако если проблема внешней коррозии в последние годы решается за счет прокладки водяных тепловых сетей из стальных труб в теплоизоляции из пенополиуретана, и в гидрозакрипной оболочке из полиэтилена или оцинкованной стали (в них наружная поверхность стальных труб защищена от коррозии), то проблема борьбы с внутренней коррозией тепловых сетей по-прежнему остается актуальной. Установлено, что только за 4 года эксплуатации проходное сечение трубопровода сокращается в среднем на 25%, это снижает его пропускную способность. Особенно остро эта проблема стоит в распределительных внутриквартальных сетях малого диаметра, где скорость движения теплоносителя выше, чем в трубопроводах большого диаметра, и скорость коррозии в них будет в 1,5-2 раза интенсивнее. Кроме того, толщина стенки трубы уменьшается по мере уменьшения ее диаметра. Таким образом, можно утверждать, что квартальные трубопроводы тепловой сети, имеющие меньшие диаметры, подвергаются более интенсивной внутренней коррозии, чем магистральные.

Несмотря на то, что при прокладке тепловых сетей доминируют по-прежнему стальные трубы, их постепенно вытесняют трубы из термостойких пластмасс (из металлополимеров, сшитого полиэтилена, полипропилена, полибутелена, дополнительно хлорированного поливинилхлорида и некоторых других как отечественного, так и зарубежного производства), применение которых позволяет решить проблему внутренней коррозии распределительных сетей малого диаметра. Ряд характеристик труб из различных полимеров позволяет им успешно конкурировать с медными и стальными трубами.

Для оптимального выбора труб необходимо учесть при проектировании множество экономических и технических факторов. Среди последних особое место занимает гидравлический расчет тепловых сетей, поскольку здесь подбираются параметры трубопроводов, которые на долгое время будут определять устойчивое снабжение теплоносителем потребителей.

Основной задачей гидравлического расчета является определение диаметров трубопроводов и потерь давления при заданных расходах теплоносителя или определение пропускной способности трубопроводов при заданном располагаемом перепаде давления. Ниже приведен гидравлический расчет для трех вариантов трубопроводов водяной тепловой сети.

Потери давления на участке трубопровода равны:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{тр}} + \Delta P_{\text{м}} = R_{\text{л}} \cdot l_{\text{пр,м вод. ст.}},$$

где $\Delta P_{\text{тр}}$ – потери давления на трение, $\Delta P_{\text{м}}$ – потери давления в местных сопротивлениях, $R_{\text{л}}$ – удельная потеря давления на трение, $l_{\text{пр}}$ – приведенная длина трубопровода. Примем $\Delta P_{\text{м}} = 0$. $\Delta P_{\text{тр}} = R_{\text{л}} \cdot l$, где l – длина участка трассы.

Удельные потери на трение:

$$R_{\text{л}} = \lambda \cdot \frac{V^2 \cdot \rho}{2 \cdot D_{\text{в}}},$$

где λ – коэффициент гидравлического сопротивления трения (величина безразмерная), V – скорость движения теплоносителя, м/с, D_v – внутренний диаметр трубы, м, ρ – средняя плотность теплоносителя на рассчитываемом участке трубопровода, кг/м³.

Число Рейнольдса, характеризующее режим движения теплоносителя:

$$Re = \frac{V \cdot D_d}{\nu}$$

где ν – кинематическая вязкость теплоносителя, м²/сек.

Предельное значение числа Рейнольдса:

$$Re_{пр} = 560 \frac{D_э}{k_э},$$

где $k_э$ – эквивалентная шероховатость трубопровода.

При турбулентном режиме движения теплоносителя коэффициент гидравлического сопротивления трения λ для стальных труб определяют по формулам: для турбулентного движения в области квадратичного закона при $Re \geq Re_{пр}$ по формуле Прандтля–Никурадзе:

$$\lambda = \frac{1}{(1,14 + 2 \cdot \lg \frac{D_э}{k_э})^2}.$$

Для турбулентного движения в переходной области при $Re < Re_{пр}$:

$$\lambda = \frac{1}{(-2 \cdot \lg(\frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{k_э}{3,7 \cdot D_э}))^2}$$

Значения λ найдены по графикам [1] при кинематической вязкости $\nu = 6 \cdot 10^{-6}$ м²/с и плотности $\rho = 958$ кг/м³. Расчет выполнен по заданным исходным данным: G – требуемый расход теплоносителя; P_p – располагаемое давление; $P_{обр}$ – давление в обратном трубопроводе; значения эквивалентной шероховатости выбраны в зависимости от материала труб и их состояния: новые стальные трубы; полимерные трубы; старые стальные трубы.

Результаты расчета представлены на рис. 1.

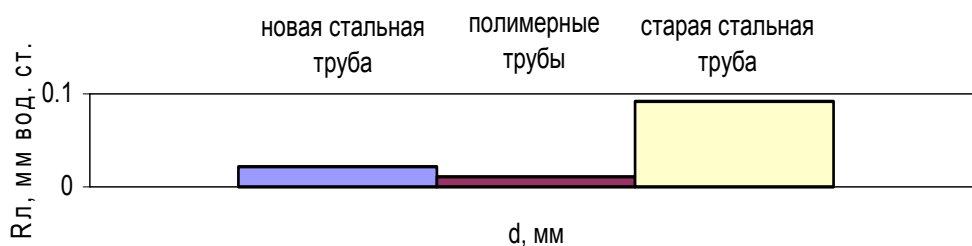


Рис. 1. Зависимость гидравлических потерь от материала трубопровода (для $d=27$ мм)

Как следует из рис. 1, потери напора при использовании полимерных труб минимальны, к тому же они сохраняют проходное сечение постоянным в течение всего срока эксплуатации. При эксплуатации тепловых сетей проходное сечение стальных трубопроводов зарастает, и потери напора становятся еще более значительными. Чтобы обеспечить требуемую нагрузку необходимо либо увеличивать напор, сохраняя прежним расход теплоносителя, что потребует замены подкачивающего насоса. Либо при прежнем напоре увеличивать расход теплоносителя за счет повышения скорости движения воды, но скорость движения воды в тепловых сетях ограничена $V \approx 1.5$ м/с. При уменьшении сечения трубы изменится сопротивление сети, что отразится на работе потребителей.

Таким образом, выше перечисленные мероприятия по обеспечению требуемой нагрузки оказываются не выгодными с экономической и технической точки зрения.

Применение полимерных труб при прокладке внешних распределительных сетей оказывается более рациональным по сравнению со стальными трубопроводами.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей. Под ред. А.А. Николаева. Издательство литературы по строительству. Москва – 1965. - 359с.