

**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ  
ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ  
ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ**

Кузьмин В.В.

*Белорусский государственный  
технологический университет,  
Минск, Беларусь*

Затраты энергии на перемещение газов и жидкостей по трубопроводам в системах водоснабжения, вентиляции, технологических процессах, составляют весьма значительную долю общего энергопотребления [1]. Эти затраты  $N$  в зависимости от расхода жидкости (газа)  $Q$  можно выразить следующим образом (на 1 м длины трубопровода) [2, 3]:

$$N = k \frac{Q^a}{d^b \eta}, \quad (1)$$

где  $k$ ,  $a$ ,  $b$  – коэффициенты, учитывающие физические свойства перемещаемой среды (ее вязкость и плотность), режим течения, шероховатость внутренней поверхности трубопровода и др. факторы;  $d$  – эквивалентный диаметр трубопровода;  $h$  – КПД перемещающего устройства (вентиляторной, насосной установки и т.д.). Потери энергии согласно выражению (1) резко уменьшаются при увеличении  $d$  ( $b \approx 5$  [2, 3]), но при этом возрастают капитальные вложения в строительство трубопровода  $K$ , которые на единицу длины трубопровода могут быть рассчитаны по формуле [2]:

$$K = m + n d^c, \quad (2)$$

где  $m$ ,  $n$ ,  $c$  – коэффициенты, определяемые в зависимости от материала трубопровода [2].

Оптимальное значение  $d$  будет соответствовать минимальным приведенным затратам, учитывающих как величину  $K$ , так и эксплуатационных затрат. При подборе  $d$  на основании определенных таким образом рекомендуемых диапазонов расходов [2, 3] или скоростей [4, 5] нужно учитывать, что большинство из них соответствует условиям СССР. Соотношение различных составляющих в структуре затрат, в частности стоимости электроэнергии (определяющей величину эксплуатационных затрат) и материалов (величину  $K$ ), значительно изменилось, что требует корректировки этих рекомендуемых параметров в соответствие с современными экономическими реалиями во избежание необоснованного увеличения энергозатрат. Кроме того, в нынешних условиях необходимо учитывать также повышение тарифов на энергоносители, намеченное правительством уже на ближайшие годы. Поскольку системы трубопроводов обычно строятся на длительный период времени, то при их проектировании нужно исходить, очевидно из перспективных цен на энергоносители, для предотвращения непропорционального роста эксплуатационных затрат в будущем и, как следствие, себестоимости конечной продукции.

Стоит отметить также, что при использовании выражения (2) принимался коэффициент  $c \approx 1,5$  [2]: в то же время в отдельных диапазонах диаметров труб толщина стенки не увеличивается, а снижение потерь и, следовательно, требуемого давления внутри трубопровода позволяет применить трубу с менее толстой стенкой. При этом зависимость  $K$  от  $d$  может быть принята и прямо пропорциональной. Данное выражение не учитывает также одновременного уменьшения некоторых статей затрат при увеличении  $d$ : уменьшение потерь в трубопроводе позволяет использовать перемещающее устройство с меньшим напором и двигателем меньшей мощности и соответственно стоимости. Это, в свою очередь, уменьшит оплату за подключенную мощность, величина которой составляет существенную часть эксплуатационных расходов [3]. Период окупаемости, принятый при расчетах равным восьми годам [2] также во многих случаях нуждается в корректировке.

Использование (там, где это возможно) гидравлически гладких неметаллических труб, в частности из полиэтилена [2], позволяет резко уменьшить потери энергии по длине трубопровода, а зачастую одновременно и капитальные затраты, трудоемкость монтажа. Меньшие, по сравнению с металлами, коэффициенты теплопроводности полимерных материалов снизят и потери тепла через стенку трубопровода. Защитное покрытие внутренней поверхности металлического трубопровода (полимерными материалами, эмалью и др.) можно рассматривать как комплексное решение ряда проблем: уменьшение гидравлических потерь вследствие более гладкой поверхности защитного слоя и предохранение основного материала трубопровода от воздействия перемещаемой среды, как дополнительная теплоизоляция.

При транспортировке сред, образующих значительные отложения загрязнений, также рационально увеличение  $d$ , поскольку при одинаковой толщине загрязнений сопротивление меньшего трубопровода увеличивается значительно: как вследствие более интенсивного возрастания величины относительной шероховатости, так и относительного уменьшения проходного сечения. Сочетание этих факторов может привести к нарушению проектного режима работы системы – уменьшению расхода потока или необходимости замены перемещающего оборудования (насоса, вентилятора и т.д.).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Андрижиевский А.А. Энергосбережение и энергетический менеджмент: учебное пособие / А.А Андрижиевский, В.И. Володин. – Мн.: Выш. шк., 2005.
2. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: справ. пособие. – М.: Стройиздат, 1995.
3. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. – М.: Издательство АСВ, 2004.
4. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: справочник / Под общ. ред. чл.-корр. РАН А.В.Клименко и проф. В.М.Зорина. – М.: Издательство МЭИ, 2004.
5. Вентиляция. Оборудование и технологии. Справочник – М.: НТС "Стройинформ", 2007.

---

Работа представлена на заочную электронную конференцию «Энергосберегающие технологии, заочная электронная конференция», 15-20 марта 2008 г. Поступила в редакцию 16.06.2008 г.