

## О СОСТОЯНИИ ВОПРОСА ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗОНИРОВАНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННО- ПИТЬЕВЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Зонирование хозяйственно-питьевых сетей водопроводов, как правило, вызывается: большой разностью отметок водоснабжаемой территории (так называемое – вертикальное зонирование); значительной протяженностью сети и, следовательно, большими потерями напора в ней (горизонтальное зонирование); различными требованиями отдельных потребителей к напорам на вводе (главным образом для промышленных предприятий). Оно обусловлено также такими факторами, как характер рельефа местности и конфигурации сети, удаленность и число источников водоснабжения, наличие и место расположения регулирующих емкостей и насосных станций, величина свободного напора у точек питания, их количество и место расположения и т.д. Однако, несмотря на столь разнообразные условия, в которых находятся системы хозяйственно-питьевого водоснабжения, к вопросам зонирования при проектировании систем водоснабжения подходят однозначно, что объясняется недостаточной изученностью вопроса. Все это говорит о необходимости изучения эффективности зонных систем водоснабжения и разработки рекомендаций по выбору рациональных и экономически выгодных схем водопроводов для любых конкретных условий.

Анализ показывает, что зонные системы водоснабжения, как правило, приводят к увеличению строительной стоимости водопровода, но связаны с уменьшением потерь воды и снижением величины затрачиваемой энергии. Следовательно, зонирование будет выгодно только в том случае, если экономия превысит затраты.

Энергетическая оценка зонных водопроводов была достаточно полно дана еще в 1948 г. Н.Н.Абрамовым [1]. Он показал, что затраты энергии в зонных водопроводах всегда меньше, чем в однозонных. По Н.Н.Абрамову, они составляют

$$E_3 = \frac{n+1}{2n} E,$$

где  $E_3$  – затраты энергии в зонном водопроводе;  $E$  – то же в

незонированном водопроводе;  $n$  - число зон. С увеличением числа зон расход энергии уменьшается и стремится к  $E_3 = 0,5 E$ .

Сравнительный анализ расчетов централизованных систем водоснабжения с их зонным вариантом [10] показал, что более экономичным является вариант с разделением сети на зоны (как правило, принимали вариант с двумя зонами), так как при этом уменьшаются непроизводительные затраты энергии на подъем воды за счет снижения общего напора.

Энергетическое исследование зонных систем водоснабжения [6] показало, что напор первой зоны зависит от числа зон и характера возрастания напоров по длине водопровода. При этом всякое начальное значение напора или длины первой зоны будет соответствовать определенному значению напоров последующих зон [6].

Энергетическую оценку эффекта зонирования водопроводов А.М.Гладков [3] рекомендует производить по двум параметрам - по величине коэффициента "энергетической оценки" ( $K_3$ ) и по соотношению расчетных расходов в каждой из зон к общему расходу объекта ( $N_\phi$ ):

$$K_3 = \frac{\sum N_T}{\sum N_\phi},$$

где  $N_\phi$  - суммарные свободные напоры в узлах сети, полученные при расчетах;  $N_T$  - то же, требуемое по этажности застройки;

$$N_\phi = \frac{q_{p.z}}{q_{об}},$$

где  $q_{p.z}$  - расчетный расход воды данной зоны;  $\sum q_{об}$  - суммарный расчетный расход по всему объекту (по всем зонам).

Установлено [3], что наиболее экономически выгодны проектные решения по зонированию сетей городских водопроводов при значении коэффициента энергетической оценки  $K_3 = 1,5-1,6$ . Наиболее рациональным является распределение расходов воды по зонам, при котором энергетический коэффициент  $K_3$  имеет наименьшее значение при наибольшем значении отношения  $N_\phi$ , при этом обеспечивается наименьшая себестоимость воды, подаваемой в водопроводную сеть [3].

Установленные при проектировании или на основе опыта эксплуатации границы зон могут с течением времени оказаться нерациональными в результате нового жилого и промышлен-

ного строительства или развития системы водоснабжения. Поэтому необходимы периодическая проверка целесообразности существующей структуры зонирования и корректировка границ зон в соответствии с конкретными условиями.

Зоны водопровода влияют друг на друга. Влияние это значительно и должно учитываться при проектировании и эксплуатации систем водоснабжения. При несоблюдении этих условий снижается экономическая эффективность водопроводов [11]. Эффект зонирования наблюдается и при зонировании отдельных микрорайонов, промышленных предприятий или групп промышленных предприятий.

Результаты расчетов, произведенные А.Л.Глезером [4], показывают, что стоимость внутренней водопроводной сети при зонировании систем водоснабжения жилых микрорайонов увеличивается в среднем на 35 – 40%. Экспериментальные расчеты схем водоснабжения двадцати жилых районов Москвы [4] показали, что стоимость наружной сети при зонировании по параллельной схеме возрастает на 50 – 55% по сравнению со стоимостью незонированной сети. Наибольший эффект (экономический) зонирования получается при оптимальной высоте нижней зоны, что имеет большое значение для определения свободного напора в диктующей точке водопроводной сети. Изменение высоты зоны незначительно сказывается на стоимости внутренней, а также наружной сети водоснабжения. При зонировании систем водоснабжения жилых районов величина удельного расхода воды уменьшается на 11,7%, а расход электроэнергии – на 23,2%. Это уменьшение зависит в основном от напора на вводе в здание и от этажности здания [4].

Установлено [4], что оптимальная высота нижней зоны колеблется от 5 до 8 этажей при застройке жилых районов 5-, 9-, 12- и 16-этажными зданиями. Однако это утверждение нуждается в уточнении, так как высота зоны, как и ее величина, зависит от удельного веса этажности в рассматриваемом районе. Очевидно, чем выше здание, тем больше зон потребуются для одного и того же района.

Схемы с внутренним зонированием промышленных предприятий, рассматриваемые И.В.Кожинным [5], также выгодны, особенно когда такое регулирование водоподачи возможно для нескольких промышленных предприятий города, так как в этом случае система приближается к схеме с идеальным регулированием.

Исследования работы промышленных предприятий показали, что даже при необходимости заново соорудить емкости и предусматривать подкачку воды в сеть промышленного предприятия, рассматриваемая система по сравнению с безрезервуарными дает 3 - 7% экономии как по капитальным, так и по эксплуатационным затратам [5].

Если заполнять резервуары ночью, когда общее водопотребление в городе падает, и сделать соответствующие расчеты с подбором необходимых объемов регулирующих емкостей и мощности насосных агрегатов, то, осуществляя регулирующую подачу воды в резервуары промышленных предприятий по согласованным графикам водоподдачи и водопотребления, можно не только добиться экономии электроэнергии, но и повысить пропускную способность существующей водопроводной сети в среднем на 25 - 30% [5].

Кроме того, с учетом сказанного можно без существенных капитальных затрат по перекладке и строительству новых магистралей практически полностью обеспечить перспективное водопотребление города.

Полный анализ изменения величины ежегодных затрат в зависимости от изменения числа зон водопроводной сети в настоящее время дать пока невозможно [2, 7 - 9]. Для оптимального решения задачи зонирования хозяйственно-питьевых водопроводов необходимо исследовать следующие вопросы:

- 1) изучение влияния отдельных факторов на эффективность зонирования водопроводной сети (характеристики потребителей, характеристики территории и водопроводных сетей, экономические факторы и т.д.);
- 2) исследование экономической эффективности различных схем зонных систем водоснабжения и определение возможных областей их рационального применения;
- 3) выявление связи между числом принимаемых зон и надежностью работы системы водоснабжения в различных условиях;
- 4) установление экономически выгодных мест расположения напорно-регулирующих емкостей в зонах, а также их количества и режимов работы;
- 5) составление экономико-математических моделей, которые позволят учесть основные факторы, учитывающиеся при технико-экономическом расчете зонных систем водоснабжения.

**Резюме.** Зонное водоснабжение стало одной из актуальных проблем города. Решение этой проблемы сулит экономический эффект при проектировании, реконструкции и эксплуатации хозяйственно-питьевых систем водоснабжения.

## Л и т е р а т у р а

1. Абрамов Н.Н. Обоснования и методы зонирования водопроводных систем. М., 1949.
2. Абрамов Н.Н. Теория и методика расчета систем подачи и распределения воды. М., 1972.
3. Гладков А.М. О зонировании систем городских водопроводов. - "Водоснабжение и санитарная техника", 1973, №6.
4. Глезер А.Л. Изменение водопотребления в жилых зданиях при зонировании систем водоснабжения жилых районов. - "Водоснабжение и санитарная техника", 1969, №7.
5. Кожин И.В. Исследования некоторых вопросов использования резервуаров в системах водоснабжения с применением электроаналоговой машины МАВР. - "Научн. труды АКХ. Автоматика, телемеханика и вычислительная техника в городском хозяйстве", 1970, №3, вып. 70.
6. Мостков М.А. Элементы теории водоснабжения. Тбилиси, 1963.
7. Мошнин Л.Ф. Методы технико-экономического расчета водопроводной сети. М., 1950.
8. Мошнин Л.Ф., Гальперин Е.М., Глазунов Е.М. Расчет систем водоснабжения с использованием вычислительной техники. - "Водоснабжение и санитарная техника", 1966, №4.
9. Рыбников Э.Н. Исследование математических методов расчета и моделирования сложных гидравлических систем при помощи ЦВМ. Автореф. канд. дис. Харьков, 1969.
10. Догильский Э.С. Интенсификация режимов работы городских водопроводов. М., 1972.
11. Руководство по использованию расчетов систем подачи воды с применением ЭЦВМ для выбора оптимальных решений при вариантном проектировании. М., 1970.

УДК 628.152

В.П.Старинский, канд.техн.наук,  
А.А.Ковалев, Н.В.Ковалевский, В.И.Полещук

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПНЕВМОУСТАНОВОК В ВОДОСНАБЖЕНИИ

Пневматические установки применяются в настоящее время для водоснабжения преимущественно небольших потребителей воды (отдельно расположенные школы, больницы, санатории, колхознохозяйственные объекты, высотные здания и т.п.), число которых достаточно велико. Поэтому вопросы проектирова-