

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМ ПОДАЧИ-РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДЫ

**В.И. Нездойминов, д.т.н., профессор; В.С. Рожков, к.т.н., доцент;
Л.Г. Зайченко, к.т.н., доцент**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Аннотация. Представлены основные принципы и методы повышения эффективности работы систем подачи-распределения воды. Приведены основные инновационные подходы к проблеме: концепция раздельного питьевого водоснабжения и инструментально-аналитический подход к эксплуатации систем подачи-распределения воды населенных пунктов.

Ключевые слова: системы подачи-распределения воды, гидравлический расчет сетей водоснабжения, вендинговые аппараты



*Нездойминов
Виктор Иванович*



*Рожков
Виталий Сергеевич*



*Зайченко
Людмила Геннадиевна*

Мероприятия по повышению эффективности работы систем подачи-распределения воды (СПРВ) могут быть условно разделены на:

- мероприятия, применяемые при новом строительстве либо в условиях глобальной реконструкции СПРВ (полная замена трубопроводов на водопроводных сетях с перерасчетом гидравлического режима сети, замена насосных агрегатов);
- мероприятия в условиях действующего предприятия, входящие в определения текущего, капитального ремонта (уменьшение утечек из водопроводной сети путем замены либо ремонта проблемных участков и узлов, установка гасителей избыточного напора, частотных преобразователей на насосных станциях).

В настоящее время большинство вышеописанных методов повышения эффективности достаточно глубоко изучены и получили широкую экспертную оценку экономических и технологических преимуществ [1, 2]. Однако большинство мероприятий, рассматриваемых для применения в условиях действующих систем водоснабжения, не показывают высокой эффективности из-за в целом неудовлетворительного состояния водораспределительной сети. Таким образом, можно сделать вывод о доминирующей среди всех методов роли замены участков сети (либо всей системы) в повышении эффективности работы систем подачи-распределения воды. Данный метод принят за основной технологический прием оптимизации существующих СПРВ.

Для разработки предложений по оптимизации системы подачи и распределения воды была выбрана следующая стратегия выполнения долгосрочной оптимизации: от целевых и локальных направлений

к комплексным схемам оптимизации. То есть в первую очередь необходимо разработать и реализовать краткосрочные схемы оптимизации, направленные на устранение основных недостатков в системах водоснабжения. Выполнение запланированных мероприятий при минимальном вложении средств позволит снизить потери воды и увеличить энергоэффективность работы системы на небольших (локальных) участках сети. Далее, за счет прибыли, полученной от экономии средств в нескольких районах, разработать и выполнить комплексную схему оптимизации более крупных районов или города в целом.

Определен перечень необходимых видов работ для составления схемы оптимизации:

- сбор данных об исследуемых сетях;
- определение реальных объемов воды, потребляемых населением;
- определение аварийно-опасных участков сети водоснабжения;
- гидравлический расчет существующей системы распределения воды с точки зрения водопотребления и пожаротушения;
- сравнение свободных напоров в диктующих и узловых точках и возможная вероятность их перераспределения;
- анализ существующего на данный момент состояния СПРВ;
- обследование, оптимизация и выдача расчетных параметров работы повысительных насосных станций в системе ПРВ.

Выполнение перечисленных мероприятий позволит более эффективно решать задачи капитального ремонта и реконструкции существующих систем подачи-распределения воды.

На основании проведенных исследований предложен **инструментально-аналитический подход** к эксплуатации систем подачи-распределения воды.

Общепринято разделение СПРВ на насосные станции и водопроводные сети [2,3]. Системы подачи воды имеют в настоящее время ряд аналитических решений, которые весьма эффективно взаимодействуют с современными автоматизированными системами управления насосными агрегатами [3,4]. В то же время системы распределения воды калибруются с помощью приборов измерения давления [4,5], чего для адекватной калибровки недостаточно [6].

Как было верно указано [3], работы по моделированию действующих систем начинаются с паспортизации сети.

Следующим этапом реализации подхода является создание математической (гидравлической) модели сети. Для этого существует ряд специализированных программ, наиболее удачной из которых авторы считают американский программный ком-

плекс Epanet [7,8], как в силу дружественного интерфейса, так и его доступности (распространяется бесплатно).

В качестве пилотного проекта для апробации основных положений предлагаемого подхода был выбран один из районов г. Макеевки (пос. Бажанова, пос. СВЧ). Для этого района, питающегося от одной насосной станции, была проведена паспортизация сети силами специалистов Макеевского ПУ ВКХ КП «Компания «Вода Донбасса» и создана расчетная модель сотрудниками ГОУ ВПО «ДонНАСА» (рис. 1).



Рис. 1. Элемент расчетной модели СПРВ в среде Epanet

Следующим этапом работ стала калибровка модели. Для калибровки использовалось оборудование:

- манометры технические в кол-ве 10 шт;
- ультразвуковой расходомер Streamlux SLS-700P – 2 шт;
- портативный течеискатель Успех АТ-407Н – 1 шт.

Манометры и расходомеры позволили оперативно и не инвазивно провести замеры и расходов, и напоров в различных точках сети при имеющихся стационарных приборах на насосной станции, что позволило с достаточно высокой точностью провести калибровку системы.

В случае значительной разницы расходов в начале и конце участка применялся портативный течеискатель для исключения порыва и, соответственно, искажения результатов измерения.

Важно отметить, что такой подход позволяет «вычислить» в том числе и неработающую запорную

арматуру замером расхода перед «закрытой» задвижкой либо после нее.

В результате моделирования получен массив данных, оперируя которым можно с высокой точностью рекомендовать эффективные технические решения.

На системе подачи-распределения воды пос. Бажанова-СВЧ города Макеевки производительностью 2400 м³/сут. достигнута экономическая эффективность 650.000 руб/год. при стоимости мероприятий порядка 150.000 руб.

В экономической плоскости предложен инновационный подход к организации системы водоснабжения населенных пунктов.

Научная новизна данного инновационного подхода заключается в технико-экономическом обосновании **впервые предложенной раздельной системы водоснабжения** на:

- питьевое согласно СанПиН;
- питьевое повышенного качества (качество воды превышает требования СанПиН) на базе вендинговых аппаратов.

Качество воды в источниках водоснабжения и состояние сетей приводят к тому, что конечный потребитель получает воду качества ниже своих запросов. Подтверждением данного факта является широкое распространение пунктов розлива очищенной и артезианской воды в ДНР.

Стоимость развоза воды по точкам розлива, необходимость содержания персонала приводят к повышению себестоимости воды до двух рублей за литр, что является достаточно высокой стоимостью для социального сектора.

Экономически обоснованной альтернативой подобного подхода является устройство сети вендинговых аппаратов раздачи воды. Вендинговые аппараты позволяют обеспечить рентабельную работу системы снабжения питьевой водой высокого качества уже при стоимости 1,5 р. за литр. При этом подготовка, раздача воды ведется автоматически по месту. Расчет такой системы выполнен для социальных объектов г. Горловки, ДНР.

Подготовка воды питьевого качества осуществляется в вендинговых аппаратах для очистки и продажи питьевой воды AQUATIC WA-400N в количестве шести шт.

Прибыль от одного автомата составляет порядка 30.000 р/мес, срок окупаемости – 4 месяца. В следующие 10 лет срока эксплуатации аппарата чистая прибыль составляет порядка 50.000 руб/мес.

Получаемая прибыль может быть направлена на снижение конечной стоимости питьевой воды классического водоснабжения потребителю на 3 р/м. куб.

ВЫВОДЫ

Предложен инструментально-аналитический подход к моделированию и эксплуатации систем подачи-распределения воды, который позволяет с высокой точностью указать недостатки действующей СПРВ и выполнить прогноз на будущие изменения в работе системы, конечной целью чего является повышение экономической эффективности.

Разработан инновационный подход к организации системы водоснабжения населенных пунктов, который подразумевает разделение системы водоснабжения на питьевое согласно СанПиН и питьевое повышенного качества на базе вендинговых аппаратов. Такое решение позволяет снизить стоимости питьевой воды для потребителя на 15–20 %.

Список литературы:

1. Исаев, В.Н. Анализ методик определения расходов во внутреннем водопроводе [Электронный ресурс] / В.Н. Исаев, М.Г. Мхитарян // Сантехника. – 2003. – № 5. – Режим доступа: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2234.
2. Демин, А.П. Динамика потребления воды населением России [Текст] / А.П. Демин // Водоснабжение и санитарная техника. – 2002. – № 12. – С. 9.
3. Елин Н.Н., Корюкина Т.В. Оптимизация систем подачи и распределения воды с периодически работающими насосными станциями // Информационная среда вуза № 1 (23). – Иваново, 2016. – С. 412–416.
4. Егорова Ю.А. и др. Применение программно-расчетных комплексов при поиске неучтенных потерь в системах подачи и распределения воды // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии. – 2016. – С. 166–170.
5. Карамбилов С.Н., Манукьян Д.А., Бекишева Л.Б. Имитационная оптимизация инженерных сетей // Российская сельскохозяйственная наука. – 2013. – № 1. – С. 61–63.
6. Рожков, В.С., Заворотный Д.В. Энергоэффективные решения в системах подачи и распределения воды // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – №5 (2014). – С. 36–39.
7. Epanet. Application for Modeling Drinking Water Distribution Systems // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.epa.gov/water-research/epanet#downloads>, – дата обращения 20.10.2018.
8. Инструментально-аналитический подход к эксплуатации систем подачи-распределения воды. В.С. Рожков, Л.Г. Зайченко, Д.В. Нездойминов // Технология очистки воды «ТЕХНОВОД-2018»: материалы XI Межд. науч.-практ. конф. – Красная Поляна, г. Сочи, 11-14 декабря 2018 г. / Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т. (НПИ) им. М.И. Платова. – С. 57–61.

ФИЛЬТРЫ ВОДЫ БАССЕЙНЫ НАСОСЫ



ПРОЕКТИРОВАНИЕ

ПОСТАВКА

МОНТАЖ

ОБСЛУЖИВАНИЕ

г.ДОНЕЦК
ул.ЩОРСА 38

+38 (071)321-98-00

+38 (062)381-18-33

donaqua.pro