

Василенко С.Л., Колотило В.Д., Волков В.Н.
Коммунальное предприятие «Харьковводоканал»

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ АУДИТ В ОБЩЕЙ СТРУКТУРЕ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМАМИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДОВ

Общие положения. Расширение территории городов, увеличение плотности населения и опережающая амортизация основных фондов – реалии ближайшего будущего. Тем более важной становится задача обеспечения надежности и бесперебойности работы муниципальных систем водоснабжения-водоотведения. Ведь они по праву играют решающую роль в создании условий для устойчивого жизнеобеспечения современных городов [1].

В широком смысле устойчивость функционирования систем водоснабжения понимается как неотъемлемый элемент национальной безопасности страны. В узком контексте, – как способность выполнять главную полезную функцию, когда количество потребителей и время, в течение которого они не обеспечиваются водой нормативного качества в нужном количестве, не превышают заданной величины приемлемого экологического риска [2, с. 85].

Эксплуатация современных комплексов водоснабжения, управление потокораспределением в разветвленных и протяженных трубопроводных сетях достаточно трудоемки, что требует специфических подходов [3]. В частности, математического моделирования, как основы анализа и синтеза сложных разветвленных гидравлических сетей: от укрупненной схемы основных магистральных водоводов до детализации трубопроводов к каждому потребителю [4].

Главным результатом гидравлического расчета, как инструмента имитационного моделирования, является оценивание потокораспределения в трубопроводных сетях, включая величины и направления расходов воды на выбранных участках сети и узловые давления [5].

Постановка задачи. Как прикладная наука, гидравлика широко применяется

для решения различных инженерных задач в области водоснабжения и водоотведения. Гидравлические расчеты, как правило, выполняют для новых водопроводных сетей на этапе проектирования и строительства. В процессе рутинной эксплуатации про гидравлику, к сожалению, часто забывают. Включая проведение экспериментов в лабораторных и/или в натуральных условиях.

В то же время сетям свойственно старение. Внутренние полости трубопроводов склонны к обрастанию. В процессе ликвидации повреждений и отсечения аварийных участков запорно-регулирующая арматура постоянно меняет своё состояние. Система "дышит", "заболевает", "выздоровливает", растет. Гидравлический режим, так или иначе, постоянно изменяется. Но службами эксплуатации уже не отслеживается. Или оценивается крайне редко, эпизодически.

Целью настоящей работы является обоснование и построение системы гидравлической идентификации-оценки городских водопроводных сетей как важного сегмента управления муниципальным водоснабжением.

Обоснование. Водопроводная сеть городского водопровода предназначена для подачи и территориального распределения воды потребителям.

Во всех точках водопроводной сети необходимо создать расчетные свободные напоры так, чтобы обеспечить возможность отбора требуемого количества воды потребителями. Кроме того, городские водопроводные сети должны обладать требуемой надежностью согласно государственным строительным нормам и правилам. Выполнение этих функциональных задач следует осуществлять с наименьшими капитальными и эксплуатационными затратами.

В настоящее время во многих городах Украины имеются нарушения в работе системы водоснабжения. Прежде всего, это связано со старением существующих сетей водоснабжения и насосного оборудования водопроводных станций. На работу системы водоснабжения большое влияние оказывают вышедшие из строя и отключенные участки водопроводной сети. Одновременно в процессе длительной эксплуатации запорно-регулирующая арматура во многих случаях часто разрегулирована и становится дополнительным гидравлическим сопротивлением в водопроводной сети.

Функциональная структура. Для выявления нарушений при эксплуатации водопроводной сети рекомендуется внедрение системы управления режимом работы с обратной связью, включая такие этапы (рис. 1):

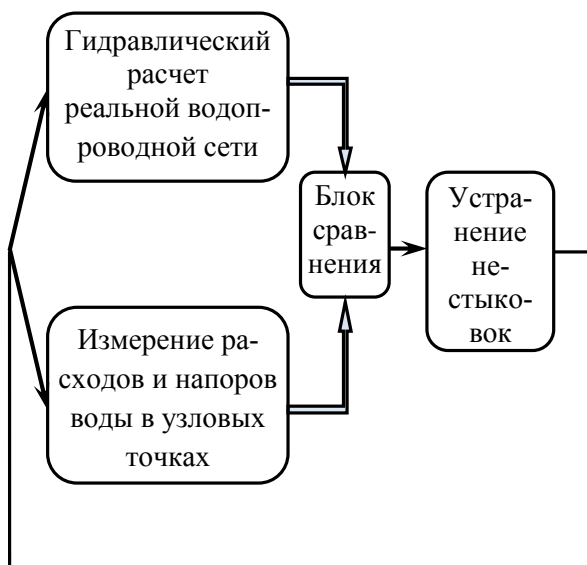


Рис. 1. Управление работой водопроводной сети с обратной связью

1. Выполнение гидравлического расчета водопроводной сети для сложившегося положения. Расчет теоретических напоров и оценка состояния сети.

2. Периодическое производство замеров фактических давлений и расходов воды в характерных узловых точках водопроводной сети с оптимальным размещением [6] специальной аппаратуры и электронных приборов с автоматической регистрацией результатов измерения.

3. Программно-компьютерное сравнение теоретических и фактических характеристик. Принятие решений по устранению несовпадения-дисбаланса. Вынесение в натуру. Увязка и корректировка результатов гидравлических расчетов с реально измеренными напорами и расходами в узловых точках.

В принятии решений предусматривается два основных направления:

- сбор данных и выполнение калибровки гидравлической модели [7] с уточнением её параметров-коэффициентов на основе наилучшего приближения результатов гидравлического расчета к результатам натуральных измерений, как задача ситуационного моделирования [5];
- осуществление поиска-идентификации узких мест, включая скрытые повреждения и разбалансировку запорно-регулирующей арматуры на водопроводной сети, как своеобразный «гидравлический аудит» [8].

Данная структура становится важным инструментом управления централизованным водоснабжением крупных мегаполисов. Она дает возможность проводить исследования на водопроводе с целью оптимизации гидравлических характеристик трубопроводной сети, от которых напрямую зависят эксплуатационные расходы, качество воды и параметры ресурсосбережения.

Технические средства. Для поставленной задачи моделирования и анализа режимов системы подачи и распределения воды хорошо зарекомендовали автоматизированные компьютерные комплексы по проектированию, исследованию и анализу водопроводных и водоотводящих сетей города, например, Bentley WaterGEMS (США), Mike Urban (Дания) и другие [3].

Это одни из лучших программных продуктов в мире по сетям города.

Они позволяют решать обширный спектр задач, связанных с систематизацией, оценкой, анализом и оптимизацией наиболее важных параметров водопроводной сети города. Работают как автономно,

так и в увязке с географо-информационными моделирующими системами (ГИМС).

Обладают широкими возможностями по моделированию, представлению и паспортизации элементов водопроводной сети (рис. 2).

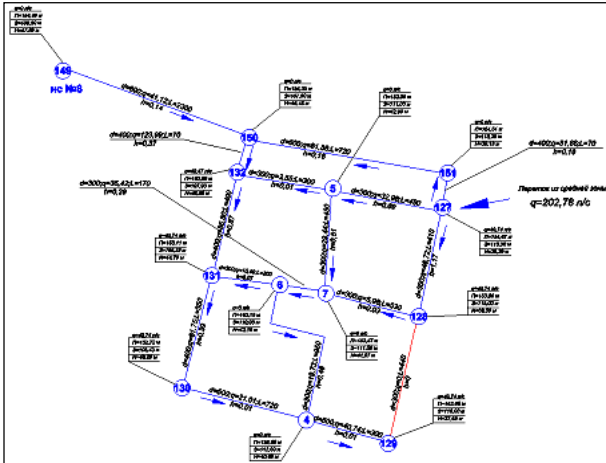


Рис. 2. Фрагмент оценки состояния сетей в нижней зоне Салтовского жилмассива

Имеют multifunctional направленность: гидравлические расчеты сетей, увязку с качеством воды, выполнение технико-экономических расчетов, моделирование разных сценариев с комбинациями запорно-регулирующей арматуры, визуализацию движения воды, имитацию гидравлических ударов.

Легко интегрируются в систему принятия решений, в том числе как «советчик диспетчеру-технологу». Допускает многовариантный анализ на основе различных сценариев работы сети. В частности, определяются скорости движения воды в трубопроводах, потери на трубопроводах, свободные и пьезометрические напоры в узлах сети, направления и величины расходов воды. Система обеспечивает построение пьезометрических профилей по выбранным направлениям сети, расчетные суточные графики в узлах водопроводной сети и др.

Подобные программные комплексы крайне важны для управления трубопроводными системами, а также обеспечения оптимальных режимов работы сетей. Особенно в условиях перманентного сокраще-

ния водопотребления, которое наблюдается в последние годы.

Управляемость системы. На основании гидравлических расчетов, а также натуральных замеров напоров и потоков воды выдаются рекомендации для решения задач инженерной практики по модернизации водопроводной сети:

- восстановление надежной работоспособности выявленных зарегулированных участков водопроводной сети, без капитальных затрат с помощью организационных мероприятий;

- первоочередная модернизация небольших участков водопроводной сети из расчета их быстрой окупаемости (до трех лет);

- составление рекомендаций по оптимальному режиму эксплуатации системы в части восстановления совместной работы водопроводной сети и насосных станций с минимальными затратами электроэнергии;

- подготовка перспективной программы развития-модернизации водопроводной сети и насосных станций по результатам расчетов.

Расчеты показывают, что осуществление превентивных мер уже по итогам первого года позволит заметно сократить энергопотребление и потери воды, что в стоимостном выражении в несколько раз превышает текущие затраты на выполняемые мероприятия. Улучшение технико-технологического состояния водопроводных сетей одновременно повышает экологическую безопасность систем водоснабжения городов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бабаев В.Н. Управление хозяйственной инфраструктурой мегаполиса в чрезвычайных ситуациях: опыт принятия решений и направления совершенствования / В.Н. Бабаев, И.В. Коринько, С.С. Пилиграмм, Б.К. Зеленский // Коммунальное хозяйство городов. – 2006. – № 69. – С. 58-67.
2. Василенко С.Л. Экологическая безопасность водоснабжения. – Харьков: Основа, 2006. – 210 с.
3. Орлов В.А. Анализ автоматизированных программ расчета водопроводных сетей в целях гидравлического моделирования при реновации трубопроводов / В.А. Орлов,

- И.А. Аверкеев // Вестник МГСУ / Моск. гос. строит. ун-т. – 2013. – № 3. – С.237-243.
4. Гидравлическая модель для контроля и управления режимом работы системы водоснабжения г. Тюмени / С.Ю. Шишов, В.М. Иванов, Д.А. Бычков, Е.А. Незамаев // Водоснабж. и санитарная техника. – 2014. – № 6. – С.59-65.
 5. Зинченко В.В. Особенности моделирования водораспределительных сетей коммунального хозяйства / В.В. Зинченко // Вісник Сумського державного університету. – 2008. – №2. – С. 135-140.
 6. Lansey K.E. Calibration assessment and data collection for water distribution networks // J. of Hydraulic Eng. – 2001. – V. 127, №4. – P. 270-279.
 7. Krause A. Efficient sensor placement optimization for securing large water distribution networks // J. of Water Resources Planning and Management. – 2008. – V. 134, № 6. – P. 516-526.
 8. Колотило В.Д. Спосіб оцінки стану або проведення аудиту водопровідної мережі: Пат. на корисну модель № 61971 України, Е03В7/04; Заявл. 17.12.2010; Опубл. 10.08.2011, Бюл. № 15. – 6 с.

УДК 628.1.033

Василенко С.Л., Паболков В.В.

Коммунальное предприятие «Харьковводоканал»

ДИНАМИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДЫ КАК ИНДИКАТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДОВ

Общие положения. Коммунальное водное хозяйство является самым крупным сектором экономики по количеству перерабатываемого и перемещаемого продукта [1]. На это дополнительно влияет транспортирование воды от удаленных источников, значительные перепады рельефа местности городов, высотная застройка жилых зон и др.

Эффективное использование водно-энергетических ресурсов в таких системах должно рассматриваться целевым показателем управления, основополагающим компонентом финансового оздоровления и экологической безопасности. Снижение энергозатрат и уменьшение потерь воды при транспортировке потребителям – стратегическое направление развития городских водопроводов.

Большинство комплексов водоснабжения были построены много лет назад, развиваясь параллельно с ростом городов. С тех пор, много воды утекло. В прямом и переносном смыслах. Системы со временем обветшали, технически износились. Обновление основных фондов длительное время явно уступало их амортизации. В

процессе старения водопроводов естественно возрастают утечки воды. С материализованными затратами на её подъём, очистку и подачу в распределительную сеть. Увеличивается вторичное загрязнение воды.

Изменяется структура водопотребления и водопользования (в увязке с водными объектами), становясь своеобразным пульсом-индикатором системных изменений и экологической безопасности централизованного водоснабжения. К сожалению, не в лучшую сторону. Во всяком случае, пока.

Динамика системных изменений. Проведём небольшой анализ вариабельности укрупнённых показателей за период 1991–2013 гг. на примере г. Харькова (табл. 1). Прежде всего, наблюдается снижение расходных характеристик подачи и реализации питьевой воды. Некоторые основные причины:

- сокращение численности населения с 1610 до 1451 тыс. чел.;
- снижение промышленного производства, доля которого в структуре водопотребления города уменьшилась с 13,9 до 2,4%;