

- 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 варибельности 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%;

- повышение культуры водопользования населением, установка экономичного санитарно-технического оборудования и квартирных счетчиков холодной и

горячей воды, общее число которых возросло до 400,3 тыс. шт. (2013).

Таблица 1 - Изменение макро-характеристик водоснабжения г. Харькова

Наименование показателя	Ед. измерения	1991	2013	Снижение/рост, %
Подача питъевої води всього, $Q_{п}$ в т. ч. по источникам водоснабжения:	тыс. м ³ /сут	1023,0	612,6	-40,1
р. Северский Донец		715,3	461,5	-35,5
Канал Днепр-Донбасс		239,6	143,9	-39,9
Подземные источники		68,1	7,3	-89,3
Реализация воды, $Q_{р}$	тыс. м ³ /сут	902,91	349,4	-61,3
Разница, $1 - Q_{р}/Q_{п}$	%	11,7	43,0	
Численность населения	тыс. чел.	1610,0	1451,1	-9,9
Протяжённость сетей системы ПРВ, из них технически изношенных	км	1876,1	2169,7	15,6
	км	541,2	1237,3	128,6
Количество повреждений, требующих разрытия при их ликвидации	шт	2295	4219	83,8
	шт/км	1,22	1,94	59,0
Основной вид повреждений – свищи	%	44,2	52,5	

Реализация воды в среднем снизилась на 3,6 млн м³/год. Рост количества квартирных счетчиков воды в основном связан с увеличением тарифов на жилищно-коммунальные услуги, включая водоснабжение. Размер последних зависит от удорожания энергоносителей, реагентов для очистки воды, материалов.

Расширение парка приборов учёта частично сдерживается немалой стоимостью установки: порядка 700–900 грн в г. Харькове для двух приборов.

Другой момент системных изменений в разрезе макро-характеристик связан с ускоренным снижением реализации воды по сравнению с темпами уменьшения её подачи. Соответственно наблюдается устойчивый рост потерь и неучтённых расходов воды $q_{п}$.

На основе опыта эксплуатации системы водоснабжения г. Харькова и литературы [2, 3] можно выделить характерные причины, влияющие на рост $q_{п}$:

- увеличение протяжённости водопроводных сетей;
- старение и технический износ трубопроводов;
- рост аварийности в системе подачи и распределения воды (ПРВ);

- наличие излишних напоров в отдельных зонах водоснабжения;

- неконтролируемые потери воды в жилом фонде;

- отсутствие текущих нормативов использования питьевой воды в жилищных организациях ряда городов и, как следствие, неоплачиваемое использование воды в жилом фонде (полив зелёных насаждений и придомовых территорий, технологические расходы во внутридомовых системах водоснабжения);

- рост коммерческих потерь (хищной воды), в том числе в связи с несанкционированным вмешательством в работу водосчётчиков.

Существуют и региональные особенности. Некоторые из них имеют искусственный генезис. Так, до последнего времени в общей структуре использования питьевой воды в г. Харькове наблюдается разбалансирование двух объёмов: 1) поданного и зафиксированного на входе и тепло-распределительных пунктов и котельных для нужд горячего водо-, тепло-снабжения; 2) определяемого согласно действующему порядку расчётов за горячее водоснабжение.

Разность составляет около 10 % от подачи холодной воды в систему ПРВ.

Аналогии в Украине. В 2010 г. предприятиями централизованного водоснабжения Украины [4, с. 34–35]: поднято – 3360,2 млн м³, в том числе реализовано – 2100,1 (62,5 %), потери и технологические расходы – 1260,1 (37,5 %).

С похожестью на золотое сечение в математике $\phi = (\sqrt{5} - 1)/2 \approx 0,618$ [5] и уменьшением всех слагающих по сравнению с прошлым годом. Эта тенденция повторяется многие годы.

Расходы электроэнергии также немного снизились. В основном из-за уменьшения объёмов поднятой воды, и незначительно за счет внедрения мероприятий по энергосбережению. Требуют замены 35,8 % водопроводных сетей. Из них реконструировано за последний год всего лишь 0,8 %. Наибольшая аварийность сетей в Николаевской, Львовской, Харьковской областях и Автономной республике Крым: более 2,8 шт/км – против 0,2 в ряде стран ЕС.

Специалисты называют сложившуюся обстановку «кризисной ситуацией по обеспечению населения качественной питьевой водой» (О. Колбасенко), «системной катастрофой в централизованном водоснабжении» (Б. Долгоносков), «нарушением природно-социальных законов развития водоснабжения» [1].

Баланс водопотребления. Потери и неучтённые расходы в интегрированном виде содержат всю воду, которая подана в сеть, но не реализована.

Здесь можно выделить два аспекта.

Первый следует из баланса водопотребления и связан с расчетом, так называемым обратным ходом. Подача воды определяется по расходомерам. Реализация образуется согласно фактическим начислениям. Есть ещё технологические расходы с их косвенными методами подсчёта объёмов воды (промывка и дезинфекция фильтров, резервуаров, сетей и др.). Всё остальное, как разность, вынуждено относиться сбрасывается в графу потерь.

Второй момент обусловлен финансовой стороной. Как бы ни называли данную статью, де-факто это потерянные для Водоканалов трудозатраты и деньги. В чём-то вынужденные. Где-то неизбежные, в силу ряда причин. Но всё-таки деньги, в виде недополученных доходов. Это, пожалуй, наиболее болезненная точка любого предприятия по централизованному водоснабжению.

Существуют косвенные способы оценки потерь.

В основном они включают приближённые расчёты по таким позициям:

- утечки при подъеме (заборе) и очистке, из ёмкостных сооружений и трубопроводов при авариях, скрытые утечки;
- потери воды через неплотности арматуры и на водозаборных колонках;
- неучтённые расходы питьевой воды (организационно-учётные потери): незарегистрированные средствами измерения-учёта, вызванные несоответствием норм водопотребления с фактическим количеством потреблённой воды, несанкционированным забором из сети, противопожарными целями.

В этой связи представляет интерес проект методики определения индивидуальных нормативов потерь питьевой воды на предприятиях водоснабжения, в редакции Научно-исследовательского и конструкторско-технологического института городского хозяйства (НИКТИ ГХ, 2013). Она перекликается с апробированной российской методикой [6] и позволяет структурировать потери, определять их оценочные характеристики, образуя базис для определения стратегии по снижению потерь воды и планированию необходимых мероприятий.

Вопрос непростой и долговременный. Требуется больших финансовых затрат. Но это единственно верная перспектива, позволяющая повысить экологическую безопасность систем водоснабжения, их надёжность и устойчивость.

Управление потерями. Реальные текущие потери воды $q_{п}$ можно разделить на две составляющие [7, 8]: неизбежные

(технически достижимые) q_n и потенциально устранимые q_u . Отношение между q_n и q_u даёт показатель потерь инфраструктуры (ILI – *Index of Loss Infrastructure*). Он означает, «насколько эффективно в рамках существующей инфраструктуры при текущем рабочем давлении выполняются ремонты (их скорость и качество), контроль за утечками, управление инфраструктурой – модернизация и реконструкция сети».

Появление новых утечек и потерь воды во многом зависит от выверенного управления: обновлением трубопроводов, давлением в распределительной сети и др. В частности, снижение избыточных напоров на 10 м позволяет снизить нерациональное использование воды в зоне водоснабжения до 15 %.

Приближение показателя ILI $\rightarrow 1$ составляет почти идеальное в технико-экономическом плане управление. Как единение его главных функций: планирования, организации, регулирования, контроля, учёта, анализа и мониторинга.

К общим мероприятиям в стратегии снижения потерь относятся:

– оптимизация режимов работы системы ПРВ, водный аудит, техническая диагностика трубопроводов, улучшение учёта воды, модернизация и реконструкция водопроводной сети с внедрением электрозащиты;

– автоматизация процессов, инновационные технологии, географо-информа-

ционные моделирующие системы-технологии (ГИМС) и др.

Системно-технические изменения в коммунальном хозяйстве и одновременное повышение экологической безопасности взаимосвязанных комплексов централизованного водоснабжения и водоотведения неизбежны.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Исаев В.Н. К вопросу об управлении системами водоснабжения // Сантехника. – 2004. – № 3. – С. 2-5.
2. Тенденції, закономірності та технології використання водних ресурсів (2008–2011 рр.): бібліогр. покажчик / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х. : ХНАМГ, 2011. – 86 с.
3. Moel P.J., Verberk J.Q., Van Dijk J.C. Drinking water: principles and practices. – Singapore: World Scientific, 2006. – 416 p.
4. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2010 році. – К.: МЖКГ України, 2011. – 564 с.
5. Василенко С.Л. Золотая пропорция водоснабжения городов // Коммунальное хозяйство міст. – 2013. – № 109. – С. 74-81.
6. Методика оценки неучтённых расходов и потерь воды в системе коммунального водоснабжения / Минпромэнергетика РФ. – 20.12.2004, № 172.
7. Храменков С.В., Примин О.Г. Проблемы и пути снижения потерь воды // Водоснабжение и санитарная техника. – 2012. – № 11. – С. 31-37.
8. Farley M., Trow S. Losses in water distribution networks: a practitioner's guide to assessment, monitoring and control. – London: IWA Publishing, 2007 (2003). – 282 p.

УДК 628.35

Олійник О. Я.

Інститут гідромеханіки НАН України, м. Київ

Айрапетян Т.С.

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД В АЕРОТЕНКАХ

Пошуки економічно вигідних і екологічно прийнятних методів очищення про-

мислових та господарсько-побутових стічних вод були і залишаються вкрай актуальними у великих містах.