

УДК 628.14:62-531.3.004.18

Совершенствование системы управления режимом работы водопроводной сети г. Тюмени

Е. А. НЕЗАМАЕВ¹, Д. А. БЫЧКОВ², Н. В. РОДИН³

¹ Незамаев Евгений Александрович, начальник Центральной диспетчерской службы, ООО «Тюмень Водоканал» 625007, Россия, г. Тюмень, ул. 30 лет Победы, 31, тел.: (3452) 54-09-35, e-mail: nea@vodokanal.info

² Бычков Дмитрий Александрович, начальник отдела оптимизации режимов сетей и сооружений, ООО «Тюмень Водоканал» 625007, Россия, г. Тюмень, ул. Д. Бедного, 90, тел.: (3452) 54-09-25, e-mail: bda@vodokanal.info

³ Родин Николай Викторович, директор департамента технической политики и инноваций, Производственно-техническая дирекция, ООО «Управляющая компания РОСВОДОКАНАЛ» (Группа компаний «РОСВОДОКАНАЛ») 115191, Россия, Москва, Гамсоновский пер., 2, стр. 4, тел.: (495) 514-02-11, доб. 1145, e-mail: rodin2@rosvodokanal.ru

В г. Тюмени в связи с массовым жилищным строительством в период 2004–2008 годов значительно возросло потребление воды. В результате увеличения нагрузки на объекты системы водоснабжения в отдельных районах периодически наблюдался недостаточный уровень давления на насосных станциях. Эти перебои фактически «расшатывали» систему водоснабжения и при сохранении динамики водопотребления могли привести к полному дефициту воды и коллапсу системы водоснабжения в связи с отсутствием резерва мощности уже в 2009 г. Для решения проблемы срочно была проведена корректировка проектов реконструкции — пересмотрены характеристики насосных агрегатов и алгоритм их управления. Ключевую роль в данных расчетах сыграли исследования известного ученого в области регулируемого электропривода насосных агрегатов — Бориса Семеновича Лезнова. Качественно изменилась система управления водозаборными узлами. В десяти диктующих точках сети в городе были смонтированы датчики давления с передачей данных в Центральную диспетчерскую службу

в режиме реального времени. За счет реконструкции насосных станций и использования достоверной информации о режиме работы сети удалось обеспечить бесперебойное водоснабжение всех районов города. Дополнительным эффектом мониторинга давления стал контроль диспетчером возникновения нештатных ситуаций на сетях водопровода. В 2011 и 2012 годах были введены в опытно-промышленную эксплуатацию частотно-регулируемые электроприводы на насосных станциях второго подъема системы водоснабжения Тюмени. В результате этого обеспечен стабильный режим работы насосного оборудования, исключено дросселирование, экономится электроэнергия. В настоящее время идет разработка алгоритмов управления для полной автоматизации подачи воды в город.

Ключевые слова: диктующая точка сети, оптимизация работы системы водоснабжения, насосная станция, мониторинг давления, частотно-регулируемый электропривод.

Подача воды потребителям в г. Тюмени осуществляется комплексом водозаборных узлов (рис. 1). Метелевский водозабор (160 тыс. м³/сут) расположен в 10 км от города,

источником является река Тура. Велижанский водозабор (128 тыс. м³/сут) находится в 30 км от Тюмени. В настоящее время на водозаборе насчитывается 87 артезианских скважин. Общая

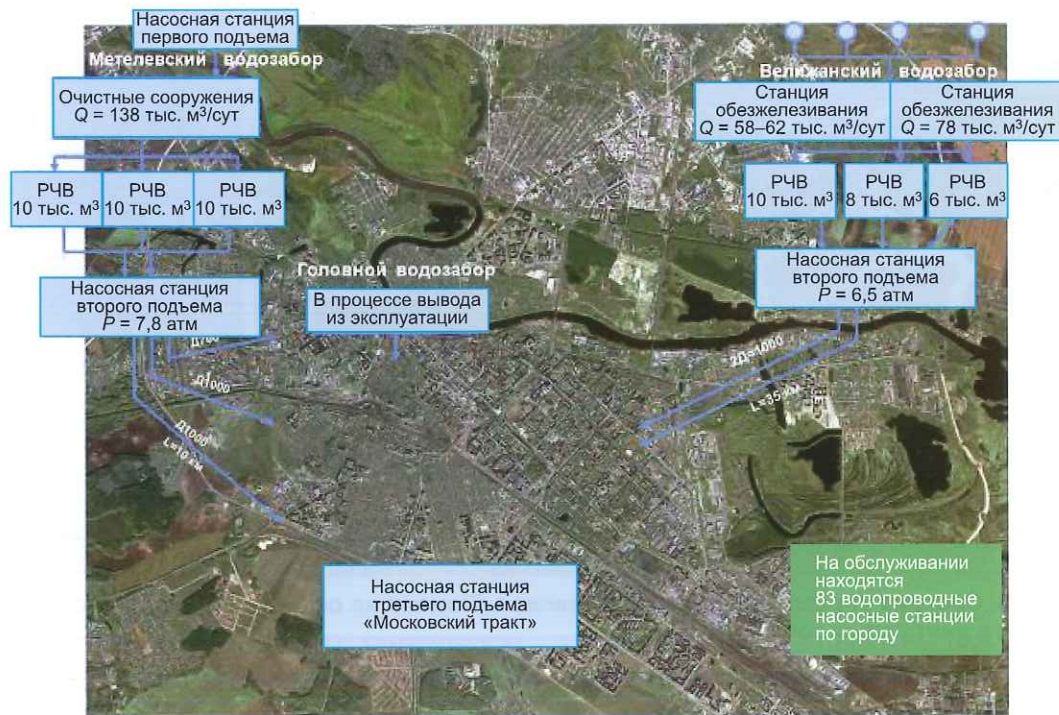


Рис. 1. Система водоснабжения г. Тюмени

протяженность трубопроводов системы водоснабжения г. Тюмени составляет 1011 км, максимальный диаметр трубопроводов – 1000 мм.

С 2005 г. наряду с массовым жилищным строительством в Тюмени наблюдался устойчивый рост водопотребления (рис. 2). Увеличение нагрузки на объекты системы водоснабжения при отсутствии данных о реальном режиме работы сети приводило к перебоям в водоснабжении отдельных районов города. Особенно ощутимыми они были для жильцов верхних этажей пятиэтажных домов, где в будни воды не было ни в утренние, ни в вечерние часы. В выходные дни вода не поступала с раннего утра до позднего вечера. Эти перебои фактически «расшатывали» систему водоснабжения и при сохранении динамики водопотребления уже в 2009 г. могли привести к полному дефициту воды и коллапсу системы водоснабжения в связи с отсутствием

резерва мощности. Необходимо было принимать меры не для экстенсивного наращивания мощностей, а для качественного изменения ситуации в кратчайшие сроки.

Грамотный инженерный анализ ситуации подразумевает использование только достоверных данных. Поэтому на сооружениях водозаборов из источника и на подаче в город в течение 2007 г. были смонтированы 12 ультразвуковых расходомеров «Ирвикон», показания которых были заложены и в гидравлическую модель, и в расчеты «насосы – сеть» обоих водозаборов.

Ключевую роль в расчетах (правильность которых сейчас очевидна) сыграли исследования в области регулируемого привода, проведенные Борисом Семеновичем Лезновым [1] и изложенные в его трудах. Выполненные по его методике расчеты позволили принять решение о необходимости срочной корректировки уже имеюще-

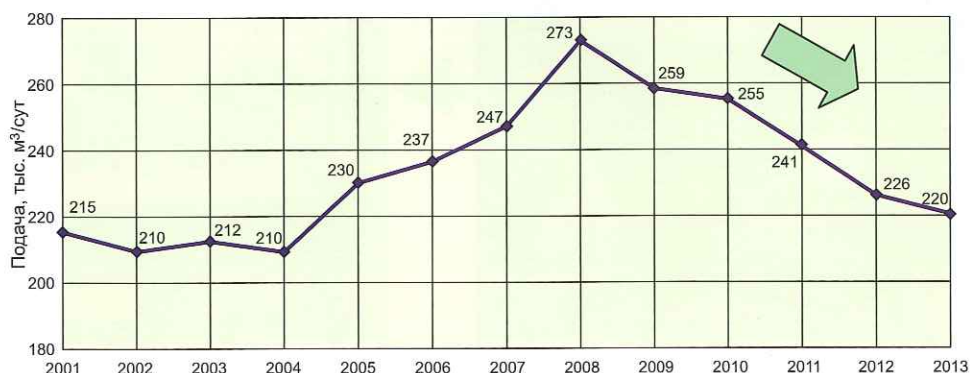


Рис. 2. Динамика изменения среднесуточной подачи воды в г. Тюмень

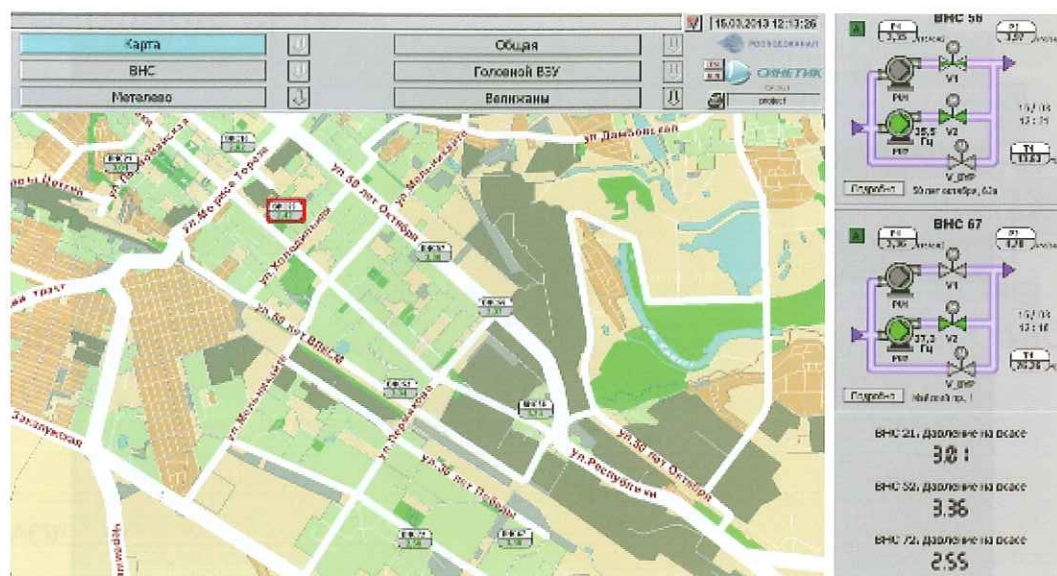


Рис. 3. Система управления водоснабжением г. Тюмени на основе информации о давлении в диктующих точках сети

гося проекта реконструкции насосных станций второго подъема. При этом были пересмотрены характеристики насосных агрегатов производства ЗАО «Энергомаш (Сысерть) – Уралгидромаш» и алгоритм их управления посредством частотно-регулируемых электроприводов.

Энергоэффективное управление режимом водопроводной сети (т. е. гарантированное и бесперебойное обеспечение водоснабжения с минимальными обоснованными затратами) в любом современном городе немыслимо без достоверных данных о напорах у потребителей в режиме реального времени [2].

В структуре системы водоснабжения было выбрано десять характерных участков, которые могли быть использованы в качестве контрольных (диктующих) точек. Для удобства были взяты всасывающие трубопроводы на десяти во-

допроводных насосных станциях, давление на которых определяется работой насосных станций второго подъема. По техническому заданию ООО «Тюмень Водоканал» компаниями «Синетик» и «ТелеПозиционный Проект» для данных станций была запроектирована и смонтирована система телеметрии и телемеханики [3] (рис. 3). Эксплуатируется система с 17 сентября 2008 г. Этот день и можно считать переломным моментом при переходе от старых методов управления к современным.

В ходе реализации проекта на насосных станциях водоканала г. Тюмени было установлено следующее оборудование: коммуникационный модуль ComMod A; каналы связи M2M TPR; программное обеспечение, интегрированное с системой SCADA. В центральный диспетчерский пункт поступает информация о состоянии



Рис. 4. Установленный на повысительной водопроводной насосной станции датчик давления с передачей данных в Центральную диспетчерскую службу

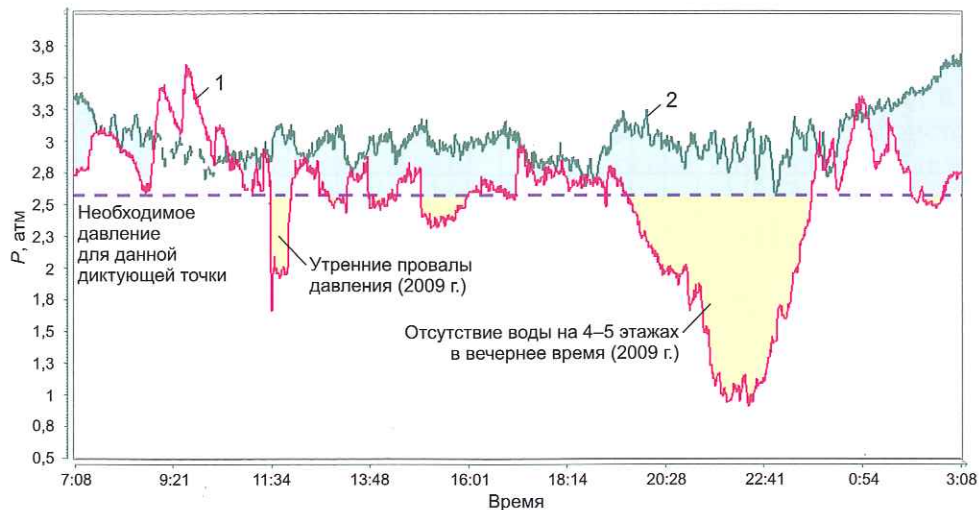


Рис. 5. График давления в диктующей точке водопроводной сети г. Тюмени (ВНС 72)
1 – 2009 г.; 2 – 2013 г.

насосов и задвижек, давлении воды, температуре в помещении и расходе электроэнергии (рис. 4). Время доставки данных с контроллеров в диспетчерский центр составляет не более 5 секунд. Система телеметрии и телемеханики обеспечивает сохранность поступающей информации, фиксирует вскрытие помещения посторонними лицами и передает тревожные сигналы на пульт охраны в аварийных ситуациях.

Использование достоверной информации о давлении в диктующих точках системы водоснабжения в режиме реального времени наряду с заменой основных насосных агрегатов и выполнением ряда мероприятий по оптимизации сетей позволило обеспечить бесперебойное водоснабжение (рис. 5). В результате изменился принцип забора воды из источника (предотвращен

коллапс системы), прекратились жалобы на некачественное предоставление услуги водоснабжения, сняты ограничения по развитию города и строительству жилья, появилась возможность повышения энергоэффективности (регулирование подачи частотными преобразователями) на Велижанском и Метелевском водозаборах.

Факт резкого снижения подачи воды при достижении бесперебойности для специалистов не удивителен: исчез дефицит — исчез так называемый «ванный эффект» (подача в часы максимального водопотребления увеличилась, а среднесуточная подача снизилась).

Промышленная эксплуатация комплекса мониторинга давления в диктующих точках сети и автоматизации повысительной насосной станции осуществляется уже более 5 лет. За это время

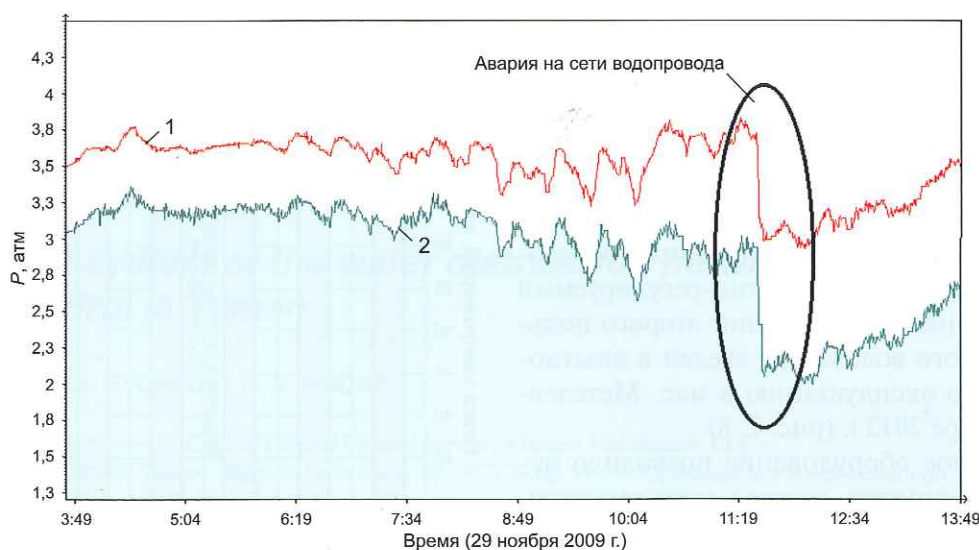


Рис. 6. Изменение давления в диктующих точках водопроводной сети при возникновении крупной аварии
1 – ВНС 52; 2 – ВНС 72

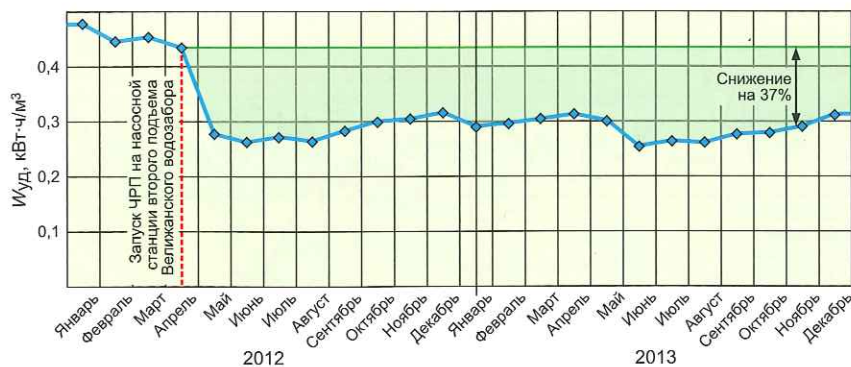


Рис. 7. Удельный расход электроэнергии на отпуск воды в сеть насосной станцией второго подъема Велижанского водозабора

система доказала свою надежность. Использование схемы управления водоснабжением города на основе показаний давления в диктующих точках стало значительным шагом в реализации стратегии предприятия по внедрению энергоэффективных технологий и ресурсосбережения.

Дополнительным эффектом мониторинга диспетчером Центральной диспетчерской службы показателей давления в режиме реального времени стал контроль возникновения нештатных ситуаций. Пользуясь данными об изменении напора в различных районах, диспетчер может определить факт возникновения крупной аварии (рис. 6), оценить ее примерное месторасположение, локализовать район поиска. Реакция системы происходит даже при закрытии запорной арматуры диаметром 300 мм и более, что позволяет отслеживать случаи нерегламентированных работ на сети.

Реконструкция насосных станций второго подъема Метелевского и Велижанского водозаборов г. Тюмени осуществлялась поэтапно без остановки сооружений. Основные насосные агрегаты, подающие воду в сеть, были заменены в 2008–2010 годах. При этом проектом реконструкции было предусмотрено регулирование параллельно работающих насосов высоковольтными преобразователями частоты Siemens Robicon Perfect Harmony Gen III. Монтаж оборудования и пусконаладочные работы производились с 2009 по 2012 г. Частотно-регулируемый электропривод насосной станции второго подъема Велижанского водозабора введен в опытно-промышленную эксплуатацию в мае, Метелевского – в декабре 2012 г. (рис. 7, 8).

Установленное оборудование позволило исключить необходимость дроссельного регулирования при изменении подачи, обеспечить стабильный режим давления в водопроводной сети города. Первые результаты эксплуатации в тестовом режиме показали снижение удельного расхо-

да электроэнергии на насосных станциях второго подъема на 34%. При работе без частотно-регулируемого электропривода удельное потребление электроэнергии составляло 0,428 кВт·ч/м³, после его внедрения – 0,283 кВт·ч/м³.

Установка АСУ ТП обеспечивает экономию электроэнергии (рис. 9) и стабильный режим работы технологического оборудования, что в свою

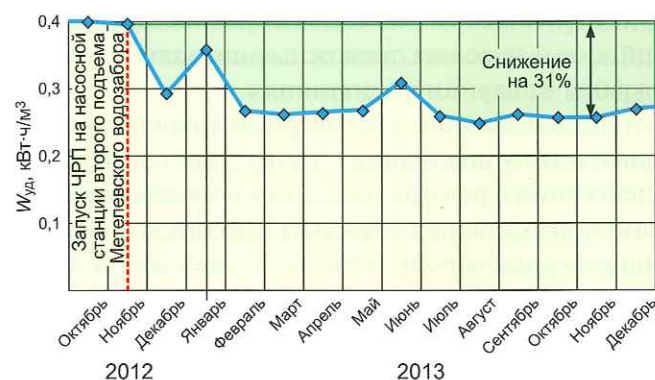


Рис. 8. Удельный расход электроэнергии на отпуск воды в сеть насосной станцией второго подъема Метелевского водозабора

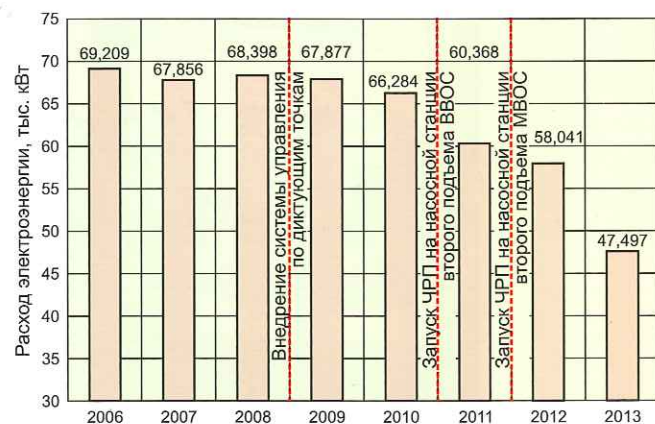


Рис. 9. Затраты электроэнергии для водоснабжения Тюмени

ВВОС – водозабор Велижанской водоочистной станции; МВОС – водозабор Метелевской водоочистной станции

очередь снижает вероятность аварийных ситуаций и нештатных потерь. В настоящее время напор в диктующей точке сети обеспечивается дежурной службой в полуавтоматическом режиме: диспетчер Центральной диспетчерской службы дает по телефону команду на тот или иной водозабор по корректировке давления (увеличение или уменьшение на 2–3 м вод. ст.) на напорном коллекторе, машинист соответствующей насосной станции второго подъема меняет установку на компьютере, и частотно-регулируемый электропривод в течение одной минуты автоматически плавно переходит на новый режим. Такое изменение режима происходит до нескольких раз в час и является необходимым переходным периодом.

Следующим шагом станет полная автоматизация режима подачи воды в город. В настоящее время анализируются архивные материалы, разрабатываются алгоритмы управления. Эта масштабная (с учетом схемы водоснабжения 600-тысячного города) и квалифицированная работа ведется с использованием пионерских наработок Б. С. Лезнова в г. Северске Томской области.

Цель очевидна — давление у абонента должно быть гарантированно обеспечено в любой момент любого дня недели самого неблагоприятного периода и находиться в узком диапазоне значений, при котором затраты электроэнергии минимальны. Это выгодно и водоканалу, и его абонентам.

Выводы

1. Реконструкция насосных станций явилась ключевым элементом достижения бесперебойного водоснабжения и энергоэффективности. Расчет насосов и пересмотр алгоритма их управ-

ления посредством частотно-регулируемых электроприводов позволил оптимально распределить нагрузку между водозаборами, в том числе при нештатных ситуациях на водоисточниках.

2. Внедрение комплекса управления режимом работы насосных станций второго подъема на основе информации о давлении в диктующих точках сети в режиме реального времени позволило повысить эффективность работы водопроводной сети, сдерживать затраты на электроэнергию на всех этапах реконструкции, в том числе и в периоды, когда уже значительно выросла номинальная мощность установленных агрегатов, но еще не были введены в эксплуатацию частотно-регулируемые электроприводы.

3. Запуск в работу частотно-регулируемого электропривода на насосных станциях второго подъема позволил снизить удельное потребление электроэнергии насосным оборудованием в среднем на 34%. Кроме того, за счет избавления от необходимости дроссельного регулирования увеличился срок службы агрегатов.

4. В результате реализации стратегии внедрения ресурсосберегающих технологий в ООО «Тюмень Водоканал» снизилось общее потребление электроэнергии на 20,38 млн. кВт·ч/год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лезнов Б. С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных установках. — М., ИК «Ягорба-Биоинформсервис», 1998. 180 с.
2. Храменков С. В. Стратегия модернизации водопроводной сети. — М.: Стройиздат, 2005. 400 с.
3. <http://ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/1989> (дата обращения 6 мая 2014 г.).
4. <http://www.tpproject.ru/projects/id36/> (дата обращения 6 мая 2014 г.).

WATER DISTRIBUTION NETWORKS

Improving the system of the water distribution network operation control in Tumen

E. A. NEZAMAEV¹, D. A. BYCHKOV², N. V. RODIN³

¹ Nezamaev Evgenii Aleksandrovich, Chief of Central Control Service, «Tumen Vodokanal» LLC

31, 30 Let Pobedy str., 625007 Tumen, Russian Federation, tel.: +7 (3452) 54-09-35, e-mail: nea@vodokanal.info

² Bychkov Dmitrii Aleksandrovich, Chief of Department of Networks and Facilities Operation Optimization, «Tumen Vodokanal» LLC

90, Demiana Bednogo str., 625007 Tumen, Russian Federation, tel.: +7 (3452) 54-09-25, e-mail: bda@vodokanal.info

³ Rodin Nikolai Viktorovich, Director of Technical Policy and Innovations Department, PTД «MC ROSVODOKANAL» LLC («ROSVODOKANAL Group»)

Build. 4, 2 Gamsonovskii lane, 115191 Moscow, Russian Federation, tel.: +7 (495) 514-02-11, ext. 1145,

e-mail: rodin2@rosvodokanal.ru

Owing to large-scale housing construction in 2004–2008 the water consumption in Tumen significantly increased. The growing loading on the water facilities resulted in intermittent insufficient pressure level at the pumping stations in separate municipal districts. These irregularities actually «shattered» the water supply system; and in case of continuing water consumption pattern they could have caused complete water deficiency and water supply collapse because of the lack of the capacity reserve already in 2009. To handle the problem the upgrade projects were urgently updated – the parameters of the pumping units and their control algorithms were revised. The key role in calculations played the studies of Boris Semenovitch Leznov, a famous research worker in the field of variable speed drives for pumping units. The system of water intake control was qualitatively modified. Pressure gauges were installed at ten critical control points in the distribution network that transmitted on-line data to the Central Control Service. Upgrading pumping stations and using reliable information on the distribution network operation provided for uninterrupted water supply of the entire city. Operator's control of the emergency situations in the water distribution network was an additional advantage of pressure monitoring. In 2011 and 2012 variable speed drives were put into pilot operation at the second-stage pumping stations of the Tumen public water supply. As a result the stable operation of the pumping equipment and energy saving were ensured; throttling was abandoned. At present the control algorithms for complete automation of the municipal water supply are being designed.

Key words: network control point, water supply optimization, pumping station, pressure monitoring, variable-speed drive.

REFERENCES

1. Leznov B. S. *Energoberezhenie i reguliruemyyi privod v nasosnykh ustanovkakh* [Energy saving and variable-speed drive in pumping units. Moscow, IK «Iagorba-Bioinformservis» Publ., 1998, 180 p.].
2. Khramenkov S. V. *Strategiya modernizatsii vodoprovodnoi seti* [The strategy of water distribution network upgrading. Moscow, Stroizdat Publ., 2005, 400 p.].
3. <http://www.tpproject.ru/projects/id36/> (accessed May 6, 2014).



СИНЕТИК
эксперт в автоматизации

Solution Partner
Automation

SIEMENS

**«СИНЕТИК» – ВАШ ПАРТНЕР
В ОБЛАСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ
ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ**

Новосибирск
тел.: 383 266-51-40
e-mail: root@sinetic.ru
www.sinetic.ru

ОБСЛЕДОВАНИЕ
Предпроектное обследование объекта, определение состояния технологического оборудования, рекомендации по технологической оптимизации и энергосбережению

ПРОЕКТИРОВАНИЕ
Разработка технического задания, выполнение проектной и рабочей документации, прохождение экспертизы

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ АСУ ТП
Комплектование, сборка и тестирование щитов управления на собственном производстве

МОНТАЖ, ПУСКОНАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ, ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ
Поставка оборудования АСУ ТП, КИПиА, технологического оборудования, монтажные и пусконаладочные работы, ввод в эксплуатацию

ГАРАНТИЙНОЕ И ПОСЛЕГАРАНТИЙНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ
Осуществление гарантийного и послегарантийного сопровождения, обучение специалистов в собственном учебном центре

На правах рекламы