

4. Романюк О.М. Схеми оптимізації роботи систем централізованого водопостачання та водовідведення.-журнал «Водопостачання та водовідведення», №3, 2012.- с. 39-41.
5. Панасенко І.О. «Дорожня карта реформування житлово-комунального господарства України.- «Публічне управління: теорія і практика»: збірник наукових праць Асоціації докторів наук з державного управління.- Харків.: Видавництво «ДокНаукДержУпр».- вип.2(14).- травень, 2013, с.131-137.
6. Корінько І.В., Панасенко Ю.О. Інноваційні технології водопідготовки.- Монографія.- Х.,ХНАМГ,2012.-208 с.
7. Яворский М.И., Литвак В.В., Огородникова О.В. «Дорожная карта» энергосбережения и повышения энергетической эффективности.- журнал «Энергосбережение», №3, 2010.- с.32-35.
8. Хаммер М., Чампи Д. Реинжиниринг корпорации. Манифест революции в бизнесе.- М.: Альпина Паблишер, 2005.- 114с.
9. Петросов В.А. Устойчивость водоснабжения.-Х.: Фактор, 2007.-360 с.

УДК628.1:628.2

Панасенко Ю.А.,
Крымское республиканское предприятие «Вода Крыма»
Коринько И.В.
Коммунальное предприятие «Харьковводоканал»

ЕНЕРГОРЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ВОДОПРОВОДНО-КАНАЛИЗАЦИОННОГО ХОЗЯЙСТВА

Водоснабжение и водоотведение г. Харькова развивается на протяжении более 130 лет и в настоящее время обеспечивает услугами около 2 млн. жителей города и ряда населенных пунктов Харьковской области (г.г. Чугуев, Лозовая, Первомайский и др.). Система водоснабжения состоит из комплексов подъема и обработки воды «Донец» и «Днепр» (насосные станции I, II, III подъёмов, очистные сооружения), артезианских насосных станций, городских РЧВ, 18-ти ВНС подачи и распределения воды (ПРВ) в городе, 81-ой повысительных насосных станций (ПНС), около 2000 км распределительных сетей [1].

Система водоотведения состоит из канализационных сетей, коллекторов КНС, комплексов биологической очистки «Диканевский» и «Безлюдовский».

Предприятие является крупным по уровню потребления электроэнергии. Только по водоснабжению годовое потребление составляет 250-260 млн.кВт.час., а затраты на электроэнергию достигают 130-

140 млн. грн. и являются самыми весомыми в себестоимости услуг водоснабжения (более 35%).

Так, по данным Альянса [2] за сбережение энергии от 2-х до 3-х процентов энергии, потребляемой во всем мире, используется для подачи и очистки воды с целью обеспечения нужд жителей городов и промышленности. Энергопотребление большинства водохозяйственных систем во всем мире можно сократить, по крайней мере на 25% за счет осуществления экономически выгодных мероприятий по повышению эффективности таких систем.

Коммунальные системы водоснабжения во всем мире обладают потенциалом экономии энергии в количестве, превышающем ее годовое потребление в такой стране как Таиланд [2].

Затраты на энергоснабжение отвлекают ценные бюджетные средства из других сфер муниципальных услуг, таких как здравоохранение, образование, общественный транспорт. В развивающихся странах, таких

как Украина, затраты на энергию, расходуемую в системах водоснабжения, часто могут достигать половины общего муниципального бюджета. Даже в развитых странах затраты на энергоснабжение муниципальных водохозяйственных систем являются обычно второй по величине статьей бюджетных расходов после расходов на оплату труда.

Процесс сжигания ископаемого топлива для производства энергии, используемого в системах водоснабжения, оказывает неблагоприятное влияние на качество воздуха, как в отдельных регионах, так и в масштабах всей планеты. Вредные выбросы электростанций приводят к повышению кислотности озер и лесов.

Кроме того, ежегодно в атмосферу выбрасываются миллионы тонн углекислого газа, что приводит к глобальному изменению климата. Это, в свою очередь, несет потенциальную опасность снижения уровня снижения грунтовых вод и нарушения водоснабжения во многих регионах планеты, что в будущем может привести к еще большему удорожанию воды и повышению энергоемкости процесса водоснабжения.

Некоторые потенциальные возможности энергосбережения в водохозяйственных системах могут быть легко определены, например те, которые связаны с утечками и неисправностью оборудования. Другие, как неправильная компоновка системы или замена изношенных трубопроводов, выявить более сложно.

К наиболее распространенным проблемам относятся:

- Утечки.
- Повышенное гидравлическое сопротивление внутри трубопроводов.
- Неправильная схема компоновки оборудования системы.
- Сверхнормативное проектирование системы.
- Неправильный выбор оборудования.
- Устаревшее не отвечающее современным требованиям оборудование.
- Низкий уровень технического обслуживания.

- Потери пригодной к использованию воды.

Мероприятия, направленные на устранение вышеперечисленных проблем, могут включать:

- Перепроектирование, перекомпоновка системы и модернизация оборудования.
- Изменение формы и обточка рабочих колес насосных агрегатов.
- Снижение утечек и потерь.
- Модернизация оборудования.
- Установка трубопроводов с малой величиной гидравлического сопротивления.
- Установка насосов с высоким КПД.
- Установка электродвигателей с приводами с регулируемой частотой вращения.
- Установка конденсаторов для компенсации реактивной мощности.
- Установка трансформаторов меньшей мощности и снижение потерь холостого хода.
- Усовершенствование методов эксплуатации и технического обслуживания.
- Усовершенствование зонирования водосети, максимальное использование возможностей напорно-гравитационных водоводов для подачи воды.
- Очистка и повторное использование промывных вод на сооружениях водочистки.
- Установка вантузов на магистральных водоводах для снижения гидроударов и повышения эффективности работы насосного оборудования.
- Установка регуляторов давления на сети для понижения давления на участках сети не требующих больших напоров.

Большинство водопроводно-канализационных хозяйств во всем мире не используют максимально эффективно энерго- и водные ресурсы и не минимизируют свое негативное воздействие на окружающую среду. Путем создания комплексных структур управления процессом энергоэффективного водоснабжения и водоотведения ВС и ВО предприятия ВКХ могут обеспечить экономически эффективное водоснабжение, снижение энергопотребления и защиту

окружающей среды. Это достигается построением соответствующей политики энергоресурсосбережения и повышения энергоэффективности. Важнейшим элементом такой политики является энергетический менеджмент (рис.1).

В КП «Харьковводоканал» за последние 10 лет накоплен определенный положительный опыт построения и реализации политики энергоресурсосбережения и повышения энергоэффективности.

Функционирует группа энергоаудита, в 2011г. создана служба энергоменеджмента, которая обеспечивает организацию работы по предприятию в направлении повышения энергоэффективности.

Направления повышения энергоэффективности сосредотачиваются по всем видам используемых в КП «Харьковводоканал» энергоресурсов:

- электроэнергия;
- тепловая энергия;
- природный газ;
- уголь;
- нефтепродукты;
- вода на собственные нужды.

Кроме того, постоянно ежемесячно ведется контроль баланса воды в системе ВС и ВО по всем этапам технологических процессов и процесса реализации воды.

Постоянный мониторинг энерго- и водных ресурсов позволяет обеспечивать корректировку норм удельных затрат энергоресурсов в зависимости от часов, суток, дней недели, месяцев, сезонов.

Безусловно, нормирование удельных затрат невозможно без учета коэффициента суточной неравномерности водопотребления $K_{сут.}$, типовые значения которого варьируются от 1,25 для больших городов (в т.ч. г.Харьков) до 1,8 для небольших населенных пунктов [3]. Этот коэффициент учитывается при организации режимов работы насосных станций, но зависимость между $K_{сут.}$ и нормой удельных затрат энергии не является прозрачной.

Можно выделить два способа учета влияния суточного цикла водопотребления на норму удельного расхода электроэнергии:

1. Технические и математические расчеты по расходу электроэнергии на основе использования паспортных данных насосного и вспомогательного оборудования и построения зависимости потребляемой электроэнергии от подачи Q , хотя это трудоемкая задача с нечетко определенной достоверностью полученного результата.

2. Статистический метод определения норм удельных затрат электроэнергии на основе корреляционных моделей в совокупности с экспериментальным сбором статистических данных.

На первом этапе собираются статистические данные почасовой подачи воды и электроэнергии, рассчитываются почасовые удельные расходы электроэнергии (табл.1).

На следующем этапе выполняется корреляционный анализ с целью:

- определения линейного коэффициента корреляции R ;
- определения статистической значимости полученных результатов;
- определения среднеквадратического отклонения σ_b для b_1 .

Если коэффициент корреляции $R > 0,7$, то считается, что в исходных данных имеется сильная статистическая зависимость и полученное значение коэффициента линейной зависимости b_1 может считаться статистически значимым. В случае получения статистически значимого значения b_1 его можно принять для анализа корректировки нормы удельного расхода электроэнергии в зависимости от часа суток. Эксперименты, проведенные в КП «Харьковводоканал» показали, что если $b_1 > \pm 2\sigma_b$, то при знаке («+») присутствует существенная статистическая положительная зависимость $E_{уд}$ (q), т.е. удельный расход увеличивается с ростом водоподачи. При знаке («-») зависимость отрицательная, т.е. удельный расход уменьшается с ростом подачи воды. В обоих случаях есть основания для корректировки нормы удельного расхода $E_{уд}$ от часа суток.

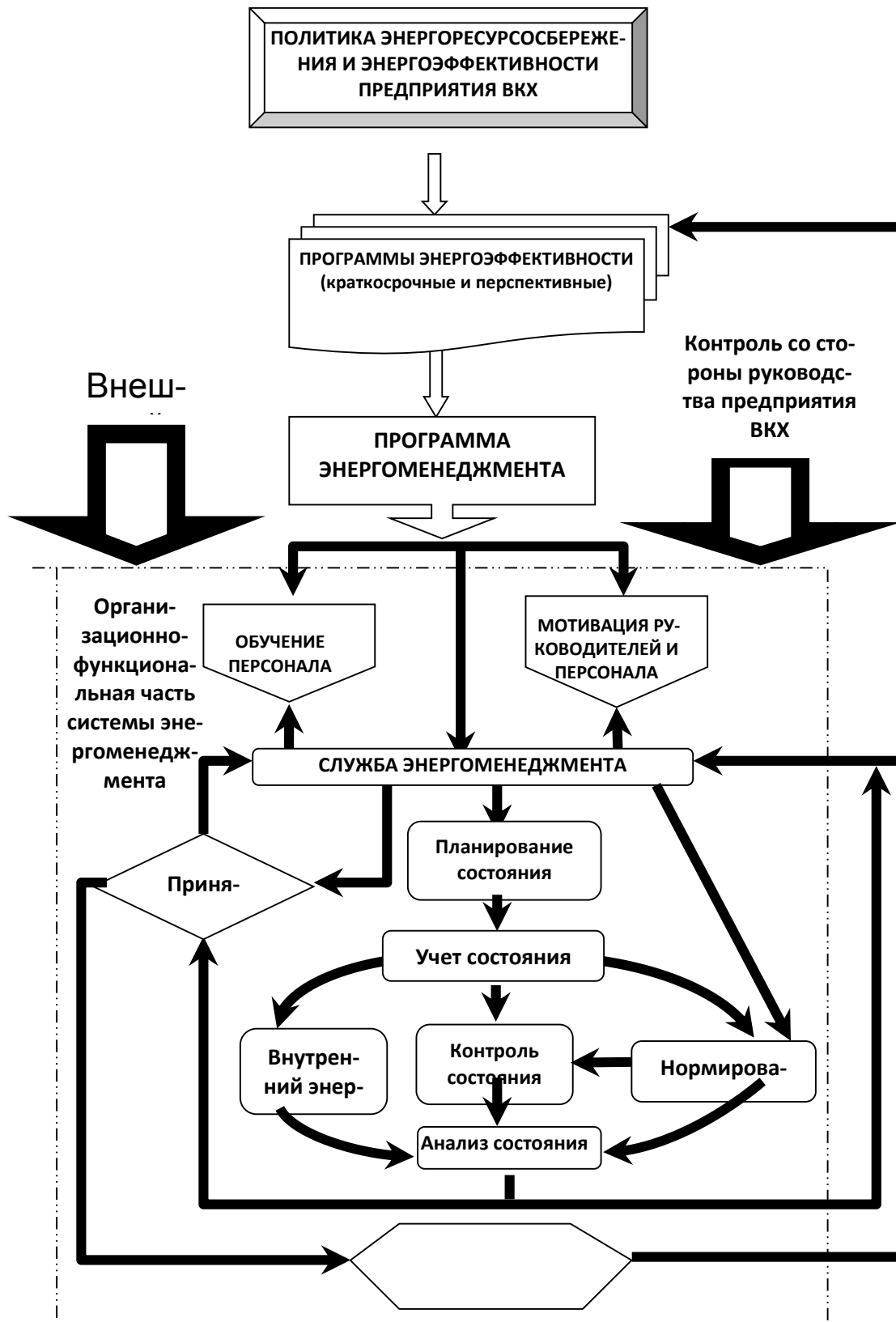


Рис.1. Модель системы энергоменеджмента предприятия ВКХ

Таблица 1 - Почасовые подача воды, расход электрической энергии, удельные расходы электрической энергии

Часы суток	Подача воды, q_i м ³ /час	Потребление эл. энергии E_i , кВт.ч.	Удельные расходы эл. энергии $E_{уд.i}=E_i/q_i$
1	q_1	E_1	$E_{уд.1}$
2	q_2	E_2	$E_{уд.2}$
3	q_3	E_3	$E_{уд.3}$
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
23	q_{23}	E_{23}	$E_{уд.23}$
24	q_{24}	E_{24}	$E_{уд.24}$

На основе данных таблицы строятся два графика корреляционных полей $E_i(q_i)$ и $E_{уд.i}(q_i)$ (рис. 2) и найти уравнения линейной регрессии методом наименьших квадратов.

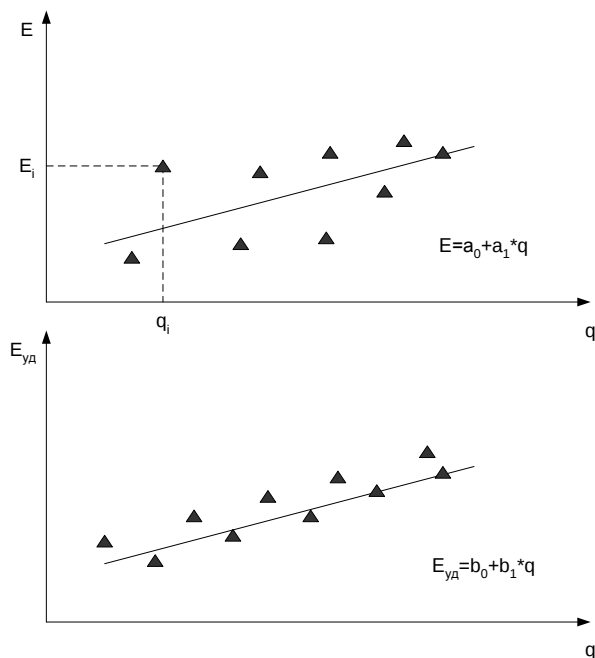


Рис. 2. Графики корреляционных полей $E_i(q_i)$ и $E_{уд.i}(q_i)$

На следующем этапе необходимо на графике суточного водопотребления $Q_{сут}(t)$ определить участок с $E_{уд \max}$ и затем, учитывая величины, выделить участки $\{t_i \div t_j\}$, для которых можно установить значения норм $E_{уд i} < E_{уд \max}$.

Из приведенной схемы анализа величины b_1 видно, что предлагаемая корреляционная модель может дать данные не только для оперативной корректировки норм удельных расходов электроэнергии, но и информацию для утверждения технических и организационных решений по изменению режимов работы и схемы технологического оборудования предприятия.

Предложенный подход эффективно может быть внедрен в сфере управления насосными станциями водопровода при современном уровне информации ВКХ.

Важными компонентами энергоресурсосбережения, дающими ежегодно большой вклад в экономию затрат на электроэнергию является:

1. Организация работы головных сооружений комплексов «Донец» и «Днепр» по «волновому графику» с учетом зонных тарифов на электроэнергию, что позволяет дополнительно сэкономить 10-11 млн. грн в год затрат на электроэнергию..

Суть мероприятия заключается в максимальном «нагрузении» сооружений в часы ночного минимума водопотребления и максимальном заполнении городских резервуаров чистой воды (РЧВ). При этом максимум суточного расхода электроэнергии приходится на ночные часы, когда электроэнергия дешевле (коэффициент к тарифу $k = 0,35$). Недостатком при этом является то, что в ночные часы качество электроэнергии не соответствует ГОСТ 13109-97, что влечет за собой некоторые негативные последствия (износ электрооборудования, увеличение удельных расходов и пр.). В то же время большой выигрыш значительно перекрывает негативные факторы.

2. Управление режимами работы ВНС по контрольным диктующим точкам водопроводной сети.

Суть данного организационно-технического мероприятия заключается в контроле напоров в водосети и оперативном управлении ВНС города посредством действующей АСУТП водоснабжения с целью снижения избыточных напоров в режиме «on-line». Так внедрение одной контрольной точки измерения давления с передачей данных на ЦДП и ВНС обходится примерно в 50 т.грн. (с учетом установки компьютера на зонной ВНС). Утечки из сети в следствие сверхнормативных избыточных напоров составляют около 3% от подачи ВНС; благодаря управлению подачей и напорами по контрольной точке позволяет снизить утечки на 20%, т.е. 0,6% от подачи воды ВНС. В настоящее время на водосети функционирует 25 контрольных точек, что позволяет экономить 1350 т.м³/год воды и соответственно электроэнергии 1500 т.кВт.ч.

Реализация политики энергоресурсосбережения и повышения энергоэффективности и внедрения системы энергоменеджмента в КП «Харьковводоканал» позволило добиться сокращения суточного потребления электроэнергии только за последние 15 лет на 30%.

Так например, по итогам 12 месяцев 2013 года на реализацию мероприятий программы энергоресурсосбережения затраты

составили 3610,56 тыс. грн. (с учетом инвестиционного проекта – 33640,46 тыс. грн.) Недофинансирование программы по отдельным пунктам объясняется сложным финансовым положением предприятия.

За 12 месяцев 2013г. от реализации мероприятий программы энергоресурсосбережения в КП «Харьковводоканал» получена общая экономия в размере– 25402,42тыс. грн.

Программы энергоэффективности предприятия принимаются ежегодно, такой период их принятия и реализации позволяют по итогам каждого года применять корректирующие действия в динамике за счет эффективного энергоменеджмента и добиваться нужных результатов.

ЛИТЕРАТУРА[^]

1. Петросов В.А. Управление региональными системами водоснабжения. – Харьков: изд. Основа, 1999 – 320с.
2. Watergy. Возможности эффективного использования энергии и воды в муниципальных водохозяйственных системах, публикация ALLIANCE TO SAVE ENERGY при поддержке USAID, Washington, USA, 2002, 143с.
3. Абрамов Н.Н., Водоснабжение: Учебник для вузов – М.: Стройиздат, 1982. – 440с.

УДК 628.35

Эпоян С.М., Фомин С.С.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОКОЗАВОДА

В зависимости от условий сброса сточных вод молокоперерабатывающих предприятий, локальные очистные сооружения отрасли могут рассчитываться на полную и неполную биологическую очистку. Несмотря на ряд положительных факторов, которые позволяют эффективно применять биологические методы обработки сточных

вод данного типа, необходима эффективная предварительная механическая и в зависимости от состава сточных вод физико-химическая очистка [1-2]. Как правило, для решения задачи механической очистки сточных вод молочных заводов, не применяют отстаивание в песколовках, за исключением аэри-