

УДК 69.007

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ЭКОНОМИЧНОСТИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Каюмов И.А., Нуруллин Ж.С., Низамова А.Х., Шешегова И.Г.

*ФГАОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», Казань,
e-mail: oks@oaoraff.ru*

При проектировании любого объекта учитывается множество факторов, которые в дальнейшем будут влиять на сам процесс строительства, оказывать воздействие на сооружение в ходе его эксплуатации. Современные инженерные системы являются сложным комплексом технических решений. В целом современное инженерное сооружение можно считать объектом, пространство которого насыщено инженерными системами и элементами. Их объединение в единое целое является довольно сложной задачей. Огромное значение имеет их расположение и монтаж, которые в конечном итоге во многом определяют финансовую составляющую проектируемого объекта. В работе приведены факторы, влияющие на эффективность функционирования систем водоснабжения и водоотведения. Существующая практика создания инженерных систем демонстрирует возрастающее внимание к уровню эффективности. Настоящая статья посвящена установлению надежности и экономической эффективности работы систем водоснабжения и водоотведения.

Ключевые слова: инженерные системы, технические решения, повышение эффективности, надежности, модульные автоматизированные насосные станции

IMPROVING THE RELIABILITY AND EFFICIENCY OF THE SYSTEMS OF WATER SUPPLY AND WATER DRAIN

Kajumov I.A., Nurullin Zh.S., Nizamova A.H., Sheshegova I.G.

*Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education Kazan state University
of architecture and construction, Kazan, e-mail: oks@oaoraff.ru*

In the design of any object involves a variety of factors will continue to affect the process of construction, to influence the structure during its operation. Modern engineering systems are a complex set of technical solutions. In General, modern civil engineering structures can be considered an object whose space is full of engineering systems and elements. Their integration is challenging. Of great importance is their location and installation, which ultimately largely determine the financial component of the designed object. The paper presents the factors affecting the efficiency of the water supply and sanitation systems. The current practice of creating engineering systems demonstrates the increasing attention to the level of efficiency. This article is devoted to the reliability and economic efficiency of water and wastewater systems.

Keywords: engineering systems, technical solutions, raise of efficiency, reliabilities, modular automatic pump house

При проектировании любого объекта учитывается множество факторов, которые в дальнейшем будут влиять на сам процесс строительства, оказывать воздействие на сооружение в ходе его эксплуатации. Кроме того, проектирование включает использование самых разных решений, которые повышают эффективность инженерных и технических систем, надежность работы объекта при его эксплуатации, увеличивают сроки эксплуатации, а также способствуют снижению затрат средств на строительство и общее водо-, тепло-, электропотребление, что крайне важно в условиях ограниченности как природных, так и экономических ресурсов.

Современные инженерные системы являются сложным комплексом технических решений. В целом современное инженерное сооружение можно считать объектом, пространство которого насыщено инженерными системами и элементами. Их объединение в единое целое является довольно

сложной задачей. Огромное значение имеет их расположение и монтаж, которые в конечном итоге во многом определяют финансовую составляющую проектируемого объекта.

Выбор оптимальных решений важен как при проектировании систем водоснабжения, так и в водоотведения [3].

Проектирование закладывает основу создаваемых объектов и выполняется поэтапно, каждый этап подлежит согласованию с соответствующей организацией.

Проблема обеспечения надлежащего количества и качества воды является одной из наиболее важных и имеет глобальное значение.

Расчеты специалистов показывают, что ежегодный прирост безвозвратного водозабора воды составляет 4–5 %. При сохранении существующих темпов прироста населения и объемов производства человечеству грозит реальная опасность истощения пресноводных запасов воды. Данный факт

свидетельствует о том, что необходимо сократить расход воды с помощью разработки новых методов технических решений при проектировании систем водоснабжения и водоотведения.

Существующая практика создания инженерных систем демонстрирует возрастающее внимание к уровню их эффективности [1].

Сокращение затрат и сроков на разработку и согласование проектных решений и их реализацию в ходе выполнения строительно-монтажных работ обеспечивает применение модульных решений в проектной и строительной практике.

Комплектные канализационные насосные станции (КНС), ставшие приоритетным решением водоотведения (канализования) за последние 5–10 лет, выпускаются готовыми к непосредственной установке в систему канализации. При наличии источника электроснабжения и возможности подать в резервуар сточную воду монтажа готовой к эксплуатации КНС может быть завершено через три недели строительно-монтажных и пусконаладочных работ.

Потребление этого типа изделий завоевывает все большую популярность. С учетом возрастающих требований к экологии в мегаполисах использование КНС позволяет исключить загрязнение окружающей среды. Повышающийся интерес проектных и строительно-монтажных организаций к КНС на базе стеклопластиковых резервуаров показывает перспективность данного направления в канализовании [4].

Примером внедрения модульных решений в проектную и строительную практику является применение модульных автоматизированных насосных станций (МАНС) для повышения давления (напора) в сетях внутреннего водопровода жилых, административных и производственных зданий.

При использовании МАНС предусматривается автоматическое подключение (отключение) рабочих насосных агрегатов (по схеме параллельной их работы) в соответствии с текущими условиями водопотребления (изменения расхода воды). В системах водоснабжения жилых и общественных зданий (относящихся к пространственным системам водоснабжения) считается правилом управление работой МАНС по критерию поддержания постоянного давления. Для обеспечения необходимого уровня энергоэффективности и плавности регулирования подачи при постоянном напоре (исходя из критерия поддержания постоянного давления при управлении работой насосов), с учетом характера эксплуатации МАНС в системах водоснабжения зданий, обяза-

тельно применение частотного регулирования привода насосных агрегатов [5].

Совмещение вопросов энергоэффективности и модульного проектирования инженерных систем в полной мере обеспечивается в случае применения в качестве основополагающего подхода при разработке и оценке таких систем методологии анализа стоимости жизненного цикла.

В теоретическом плане подход основан на учете стоимости жизненного цикла оцениваемого комплекса оборудования (инженерной системы) и предусматривает минимизацию совокупных затрат на строительство (реконструкцию), эксплуатацию и завершение использования. В общем виде стоимость жизненного цикла оборудования (инженерной системы) может быть описана следующей зависимостью:

$$LCC = CIC + CIN + CE + CO + CM + CS + CENV + CD' + \frac{K}{T_{сл}},$$

где LCC – стоимость жизненного цикла;

CIC – начальные затраты (цена приобретения оборудования с сопутствующими принадлежностями);

CIN – затраты на монтаж оборудования и ввод в эксплуатацию (включая пуско-наладку и обучение персонала);

CE – затраты на электроэнергию (для функционирования системы, включая привод, средства управления, и любые дополнительные устройства);

CO – оплаты труда персонала, обеспечивающего текущее обслуживание системы;

CM – затраты на сервисное обслуживание и ремонт (регулярный сервис и плановый ремонт);

CS – затраты на непроизводственные потери (простой оборудования вне эксплуатации);

CENV – компенсация на устранение последствий от воздействия на окружающую природную среду (загрязнения от работы основного и вспомогательного оборудования);

CD – затраты на ликвидацию и утилизацию (включая восстановление окружающей среды и ликвидацию вспомогательного оборудования);

K/T_{сл} – амортизационные отчисления;

K – капитальные вложения;

T_{сл} – нормативный срок службы.

Значительная величина в стоимости жизненного цикла оборудования составляет затраты на электроэнергию и техническое обслуживание [2].

Анализ тенденций и потребностей в области систем водоснабжения и водоотведения жилых и общественных зданий (основанный на рассмотрении применяемого инженерного оборудования, в том числе

насосных станций, систем управления, автоматизации и диспетчеризации) позволил определить ряд проектных решений, применение которых позволит существенно сократить стоимость жизненного цикла таких систем. Наиболее актуальной является разработка следующих типовых решений:

- насосные системы хозяйственно-питьевого водоснабжения для жилых и общественных зданий;

- насосные системы противопожарного водоснабжения для жилых и общественных зданий;

- насосные системы водоотведения жилых и общественных зданий;

- использование тепловых насосов (вода-вода, воздух-вода и т.д.) в жилых и общественных зданиях, в том числе для обеспечения горячего водоснабжения;

- водоразборные сооружения для подачи воды в жилые, общественные и производственные здания;

- реконструкция повысительных насосных станций жилых и общественных зданий;

- модульные совмещенные насосные станции объединенных нужд хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения;

- автоматизация, диспетчеризация и контроль инженерного оборудования жилых и общественных зданий с использованием передачи данных по коммуникационным системам и организации единого рабочего диспетчерского пункта на базе персонального компьютера.

На данный момент на рынке представлено значительное количество различных инженерных решений и оборудования, в том числе с применением зарубежного опыта, которые определяют подходы по подбору и использованию при проектировании инженерного оборудования, применяемого при организации систем водоснабжения и водоотведения. Решения базируются на современных принципах и требованиях к инженерным системам с учетом представленного на рынке оборудования и опыта его эксплуатации.

Нормальная работа систем внутреннего водоснабжения и канализации является важным фактором комфортности местопребывания людей, а в ряде случаев – и их безопасности (при совмещении с системой противопожарного водоснабжения). Оснащение системы инженерным оборудованием должно осуществляться с учетом имеющихся нормативных требований к устройству жилых и общественных зданий. Отсутствие единых (общеустановленных) стандартов в данном направлении инженерного оснащения приводит к неопределен-

ности требований технических заказчиков, отсутствию критериев должного уровня работы оборудования, ошибкам на различных этапах при подборе и его использовании в проекте. Последствиями существующего положения являются нарушения в вопросах безопасности и их функциональные недостатки, означающие необоснованное (неэффективное) расходование ресурсов и, следовательно, несоблюдение требований закона [1].

С учетом возросших требований к качеству жилья и уровня используемых водоразборных систем и оборудования в жилых и общественных зданиях необходимо определение уровня соответствующих эргономических параметров. Кроме основных параметров водопотребления (расход, напор и качество воды), также следует отметить необходимость однозначного определения вопросов обеспечения и контроля уровня звукового давления как в помещениях зоны размещения монтажа инженерного оборудования, так и в примыкающих к нему помещениях.

За последние годы произошли существенные изменения в подходе к подбору инженерного оборудования (в т.ч. в плане исключения избыточности параметров) и в техническом уровне доступности оборудования. Разработка оптимальных решений при разработке проектов строительства и реконструкции требует наличия методического и технического (диагностического) обеспечения.

Основные исходные требования, которые должны предъявляться к проектным решениям: энергоэффективность, актуальность (использование инновационной составляющей), должная степень автоматизации и автономности, надежность, обеспечение качественных услуг для потребителей, технико-экономическая обоснованность и целесообразность (с учетом полного цикла эксплуатации инженерных систем и всех сопутствующих затрат).

При разработке документации необходимо обеспечить общую структуру подачи информации: исходные данные (условия, при которых целесообразно применять решение); общее описание (пояснение выгоды применения решения); инструкция по проработке решения под конкретную задачу (основные характеристики оборудования, особенности подбора, оформление документации); варианты применения решения, включая основные схемы функционирования.

Разработка и внедрение в практику современных проектных решений – это реальный путь, обеспечивающий совмещение во-

просов энергоэффективности и модульного построения инженерных систем в ходе проектирования и строительства.

Для реализации основных особенностей систем водоснабжения зданий повышенной комфортности с массовым пребыванием людей при разработке проектной документации, по сравнению с современной практикой проектирования систем, необходимо выполнять многовариантное проектирование, анализируя надежность, функциональность, ресурсосбережение на всех этапах проектирования.

На начальных стадиях проектирования необходимо обеспечить не только водный, но и водохозяйственный и энергетический баланс здания, которое по количеству и разнообразию потребителей сопоставимо с крупным микрорайоном обычной застройки. В баланс следует подробно рассмотреть потребности в воде с выделением питьевой, хозяйственной, технологической, противопожарной потребностей. Анализ нескольких вариантов балансов с использованием оборотных, последовательных схем водоснабжения, утилизации тепловых ресурсов, возобновляемых источников энергии позволит оптимизировать состав систем, нагрузки на них, снизить общее водо-, тепло-, электропотребление.

Для повышения надежности целесообразно разделять системы различного назначения, так как надежность специализированных систем обычно выше, чем универсальных [5].

Все насосные агрегаты и другое оборудование должны иметь системы автоматизации, диспетчеризации и управления с возможностью ручного и дистанционного управления. Желательно эти системы интегрировать в автоматизированную систему управления зданием.

Размеры помещения для размещения насосных агрегатов, трубопроводов, водопроводной арматуры, электрических щитов силового оборудования и автоматики необходимо определять в соответствии с нормативными документами, а также с учетом удобств эксплуатации инженерного оборудования, расположенного в помещении насосной станции.

Шум и вибрация в помещениях здания от насосных агрегатов (кроме пожарных) не должны превышать допустимых значений, установленных в санитарных нормах.

Для обеспечения бесперебойной подачи воды необходимого качества потребителям в течение длительной эксплуатации внутридомовых систем (более 50 лет) при изменяющихся параметрах внутренних и наружных водопроводных сетей необходимо повышать надежность систем по герметич-

ности. В связи с большим количеством мест водоразбора на надежность системы по герметичности значительное влияние оказывает качество и долговечность уплотнительных элементов. На гидравлическую надежность системы водоснабжения большое влияние оказывают потери воды, которые перегружают водопроводные сети и сооружения, в результате чего часть высокорасположенных потребителей не получает воду. Борьба с потерями воды и рациональное ее использование повышают общую гидравлическую надежность системы [3].

Энергосбережение в водоснабжении и водоотведении должно строиться на основе следующих мероприятий: учет водоподачи, затрат на энергоснабжение и сокращение их потерь; сокращение количества непроизводительного ручного труда (сокращение численности обслуживающего персонала); повышение КПД технологического оборудования за счет энергосберегающих технологий; создание автоматизированных информационных систем сбора данных и управления инженерными сетями и объектами; оперативность и оптимальность управления технологическими объектами; информированность общественности о результатах реализации мероприятий по энергосбережению.

Список литературы

1. Министерство регионального развития Российской Федерации. Свод правил СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М., 2014. – 70 с.
2. Основные пути повышения энергоэффективности в системах водоснабжения и водоотведения. Л.Р. Хисамеева, Н.С. Урмитова, А.Х. Низамова, сборник научных трудов VII Международного конгресса «Чистая вода. Казань». ООО «Новое знание». – Казань, 2016. – С. 275.
3. Степанов Н.И. Основы проектирования промышленных зданий. – М.: Стройиздат, 1973. – 345 с.
4. Федеральный закон от 27 декабря 2002 года №184-ФЗ «О техническом регулировании». – М., 2002. – 15 с.
5. Федеральный закон от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». – М., 39 с.

References

1. Ministerstvo regionalnogo razvitiya Rossijskoj Federacii. Svod pravil SP 32.13330.2012. Kanalizacija. Naruzhnye seti i sooruzhenija. M., 2014. 70 p.
2. Osnovnye puti povyshenija jenergojeffektivnosti v sistemah vodosnabzhenija i vodoootvedenija. L.R. Hisameeva, N.S. Urmitova, A.H. Nizamova, sbornik nauchnyh trudov VII Mezhdunarodnogo kongressa «Chistaja voda. Kazan». ООО «Novoe znanie». Kazan, 2016. pp. 275.
3. Stepanov N.I. Osnovy proektirovanija promyshlennyh zdaniy. M.: Strojizdat, 1973. 345 p.
4. Federalnyj zakon ot 27 dekabrja 2002 goda № 184-FZ «O tehicheskom regulirovanii». M., 2002. 15 p.
5. Federalnyj zakon ot 23 nojabrja 2009 goda no. 261-FZ «Ob jenergosberezenii i o povysenii jenergeticheskoj jeffektivnosti i o vnesenii izmenenij v otdelnye zakonodatelnye акты Rossijskoj Federacii». M., 39 p.