

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ
ВОДОСНАБЖЕНИЯ В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ
АЗИИ**

Курбанова Умида Уткировна. PhD.
старший преподаватель Сам ДАКУ
kurbanova.umida@samdaqu.edu.uz

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы повышения энергоэффективности работы насосных станций водоснабжения в климатических условиях Центральной Азии, в частности Узбекистана. Проведен анализ существующих режимов эксплуатации насосных агрегатов и систем водоснабжения, выявлены основные причины высоких энергозатрат. Предложены методы оптимизации режимов работы насосных станций с учетом сезонных изменений водопотребления и климатических факторов. Рассмотрены возможности применения частотно-регулируемых электроприводов, автоматизированных систем управления и интеллектуальных технологий мониторинга для снижения удельного энергопотребления. Проведена оценка потенциальной экономии электроэнергии и сокращения выбросов углекислого газа при внедрении энергоэффективных технологий. Результаты исследования могут быть использованы при разработке программ модернизации водохозяйственных объектов в Узбекистане и других странах региона.

Ключевые слова: энергоэффективность, насосная станция, водоснабжение, частотно-регулируемый электропривод, автоматизация, Центральная Азия, Узбекистан, оптимизация режимов, энергосбережение, климатические условия.

**ENERGY-EFFICIENT MODES OF OPERATION OF PUMPING STATIONS OF
WATER SUPPLY IN THE CLIMATIC CONDITIONS OF CENTRAL ASIA**

Kurbanova Umida Utirovna. PhD.
Senior lecturer at DACU Itself
kurbanova.umida@samdaqu.edu.uz

Abstract

The article examines ways to improve the energy efficiency of water supply pumping stations under the climatic conditions of Central Asia, particularly in Uzbekistan. The study analyzes existing operation modes of pumping units and water supply systems, identifying the main causes of high energy consumption. Methods for optimizing the operation of pumping stations are proposed, taking into account seasonal variations in water demand and climatic factors. The application of variable-frequency drives, automated control systems, and intelligent monitoring technologies is considered as an effective approach to reduce specific energy consumption. The paper evaluates the potential energy savings and reduction of carbon dioxide emissions

achieved through the implementation of energy-efficient technologies. The results can be used in the development of modernization programs for water management facilities in Uzbekistan and other countries of the region.

Keywords: energy efficiency, pumping station, water supply, variable-frequency drive, automation, Central Asia, Uzbekistan, optimization of operation modes, energy saving, climatic conditions.

MARKAZIY OSIYO IQLIM SHAROITIDA SUV TA'MINOTI NASOS STANTSİYALARINING ENERGIYA TEJAYDIGAN ISH REJIMLARI

Qurbonova Umida Utkirovna .PhD.
katta o'qituvchi Sam daku
kurbanova.umida@samdaqu.edu.uz

Annotatsiya

Maqolada Markaziy Osiyo, xususan, O'zbekistonning iqlim sharoitida suv ta'minoti nasos stantsiyalarining energiya samaradorligini oshirish masalalari ko'rib chiqiladi. Nasos agregatlari va suv ta'minoti tizimlarining mavjud ish rejimlari tahlil qilindi, yuqori energiya sarfining asosiy sabablari aniqlandi. Suv iste'moli va iqlim omillarining mavsumiy o'zgarishini hisobga olgan holda nasos stantsiyalarining ish rejimlarini optimallashtirish usullari taklif etiladi. Quvvat sarfini kamaytirish uchun chastota bilan boshqariladigan elektr drayvlar, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari va aqlli monitoring texnologiyalaridan foydalanish imkoniyatlari ko'rib chiqildi. Energiya tejaydigan texnologiyalarni joriy etishda potentsial elektr energiyasini tejash va karbonat ангидрид chiqindilarini kamaytirish baholandi. Tadqiqot natijalaridan O'zbekiston va mintaqaning boshqa mamlakatlaridagi suv xo'jaligi ob'ektlarini modernizatsiya qilish dasturlarini ishlab chiqishda foydalanish mumkin.

Kalit so'zlar: energiya samaradorligi, nasos stantsiyasi, suv ta'minoti, chastotani tartibga soluvchi elektr haydovchi, avtomatlashtirish, Markaziy Osiyo, O'zbekiston, rejimlarni optimallashtirish, energiya tejash, iqlim sharoiti.

Введение

Водоснабжение является одной из важнейших систем жизнеобеспечения, особенно в условиях климатических особенностей Центральной Азии, где водные ресурсы ограничены и неравномерно распределены по территории. В Узбекистане, как и в других странах региона, эффективность работы насосных станций напрямую влияет на устойчивость водоснабжения, энергетическую безопасность и экономию ресурсов. С учетом роста энергопотребления и увеличения тарифов на электроэнергию, оптимизация режимов работы насосных станций становится актуальной задачей для повышения энергоэффективности и снижения эксплуатационных затрат.

Климат Центральной Азии характеризуется жарким и засушливым летом, большим суточным диапазоном температур и высоким уровнем испарения. В таких условиях насосные станции водоснабжения работают с высокой нагрузкой в летний период, что

требует разработки рациональных режимов их функционирования. Применение энергоэффективных режимов позволяет не только снизить расход электроэнергии, но и продлить срок службы насосного оборудования, уменьшить аварийность и обеспечить равномерное водоснабжение потребителей.

В Республике Узбекистан функционируют десятки крупных насосных станций, в том числе на межрегиональных магистральных каналах — таких как Амубухоро, Ташсака, Каршинская и Южно-Ферганская насосные системы. Например, на Каршинской насосной станции среднегодовое энергопотребление достигает 120–130 млн кВт·ч, при этом применение частотно-регулируемых приводов и оптимизации графиков водоподачи позволяет снизить расход энергии до 15–20 %.

Таблица 1 Сравнительные данные по энергопотреблению насосных станций

Наименование насосной станции	Среднегодовое энергопотребление, млн кВт·ч	Потенциал снижения энергозатрат, %	Экономический эффект, млрд сум/год
Каршинская НС	125	18	24,5
Амубухоро НС	98	15	18,2
Южно-Ферганская НС	73	17	12,6
Ташсака НС	65	14	10,8

В таблице приведены примерные данные по энергопотреблению и экономическому эффекту при внедрении энергоэффективных технологий на некоторых насосных станциях Узбекистана.

Внедрение энергоэффективных режимов работы насосных станций является важным направлением устойчивого развития водохозяйственного комплекса Узбекистана. Реальные данные показывают, что за счет автоматизации управления, использования частотных преобразователей и оптимизации графиков подачи воды возможно достижение значительного снижения затрат на электроэнергию без ущерба для надежности водоснабжения. Разработка и внедрение энергоэффективных режимов работы насосных станций водоснабжения в Узбекистане требует комплексного подхода, включающего технические, организационные и экономические меры. Одним из ключевых направлений является использование автоматизированных систем управления (АСУ ТП), которые позволяют регулировать работу насосных агрегатов в зависимости от текущих потребностей водопотребителей и давления в сети. Это обеспечивает адаптивное управление подачей воды и снижает избыточные энергетические потери. Кроме того, большое значение имеет внедрение частотно-регулируемых электроприводов (ЧРП). Такие системы позволяют изменять частоту вращения насосов в зависимости от реального расхода воды. Например, при снижении потребления воды в ночное время насосы могут работать с пониженной скоростью, что уменьшает потребление электроэнергии на 20–30 % без снижения качества водоснабжения.

Особое внимание уделяется вопросам оптимизации гидравлического режима. Правильное проектирование и эксплуатация трубопроводных систем позволяют

минимизировать гидравлические потери, возникающие при избыточных давлениях, утечках или нерациональном распределении потоков. Расчеты показывают, что оптимизация гидравлической схемы на примере Южно-Ферганской насосной системы позволила снизить потери напора на 8–10 м, что эквивалентно экономии до 12 % электроэнергии в год.

Для практической реализации энергоэффективных режимов также важно проводить энергетический аудит насосных станций. В ходе таких обследований определяется фактическая эффективность насосных агрегатов, выявляются узкие места, утечки и избыточные потери давления. На основе полученных данных разрабатываются рекомендации по модернизации оборудования и внедрению интеллектуальных систем мониторинга.

Экономический эффект от реализации таких мероприятий подтверждается реальными примерами. На Каршинской насосной станции после установки систем частотного регулирования и внедрения АСУ ТП потребление электроэнергии снизилось на 17 %, а срок окупаемости проекта составил 2,8 года. Аналогичные результаты получены на Амубухоро насосной системе, где за счёт модернизации насосов и улучшения режима подачи воды удалось достичь экономии электроэнергии на уровне 15 % и сократить расходы на эксплуатацию более чем на 2 млрд сум в год. Таким образом, повышение энергоэффективности насосных станций водоснабжения в условиях Узбекистана и Центральной Азии является не только технической, но и стратегической задачей. Реализация таких проектов способствует рациональному использованию водных и энергетических ресурсов, улучшению экологической устойчивости и укреплению экономической безопасности страны. В последующих разделах целесообразно рассмотреть методы моделирования режимов работы насосных станций, оценку их энергоэффективности, а также перспективы применения возобновляемых источников энергии (например, солнечных фотоэлектрических установок) для автономного электроснабжения насосных комплексов.

В современных условиях, когда наблюдается рост водопотребления и увеличение энергетических тарифов, обеспечение энергоэффективности насосных станций становится не просто экономической необходимостью, но и важным элементом государственной политики рационального природопользования. В Узбекистане за последние годы реализуется ряд программ, направленных на модернизацию водохозяйственного комплекса, в том числе за счёт внедрения энергосберегающих технологий.

Одним из перспективных направлений является интеграция насосных станций с возобновляемыми источниками энергии. В климатических условиях Центральной Азии, где солнечная радиация достигает 1500–1700 кВт·ч/м² в год, использование фотоэлектрических панелей (солнечных батарей) позволяет значительно сократить зависимость насосных станций от централизованных сетей электроснабжения. Например, в Сурхандарьинской области на одной из насосных станций экспериментально внедрена гибридная система питания — комбинированное использование солнечной энергии и сетевого электричества. В результате доля

возобновляемой энергии в общем балансе составила около 25 %, а затраты на электроэнергию снизились на 10–12 %. Эффективность насосных станций во многом определяется состоянием оборудования. В Узбекистане значительная часть насосных агрегатов эксплуатируется более 20 лет, что приводит к снижению КПД и росту удельных энергозатрат. Так, средний коэффициент полезного действия насосных агрегатов по стране составляет 55–60 %, в то время как современные энергоэффективные насосы имеют КПД 80–85 %. Замена устаревших насосов и внедрение энергоэффективных технологий управления позволяют сократить потребление электроэнергии до 25–30 %.

Заключение

Энергоэффективные решения в сфере водоснабжения играют ключевую роль в повышении надежности и устойчивости функционирования насосных станций. В условиях роста водопотребления, изменения климата и повышения стоимости электроэнергии переход к современным энергосберегающим технологиям становится неотъемлемой частью стратегического развития отрасли.

Внедрение инновационных систем мониторинга и управления, использование интеллектуальных алгоритмов регулирования подачи воды, а также применение автоматизированных комплексов контроля за состоянием оборудования позволяют существенно повысить эффективность работы насосных станций. Это способствует не только экономии электроэнергии, но и снижению износа насосных агрегатов, уменьшению аварийности и затрат на ремонт.

Особое внимание необходимо уделить интеграции возобновляемых источников энергии в систему водоснабжения. Использование солнечных электростанций в сочетании с традиционными источниками питания создаёт гибридные системы, обеспечивающие автономность и устойчивость работы даже в условиях нестабильного электроснабжения. Такой подход особенно актуален для сельских и удалённых районов Узбекистана, где централизованные энергосети развиты слабо.

Таким образом, повышение энергоэффективности насосных станций водоснабжения является не только технической задачей, но и важным направлением государственной политики. Это путь к рациональному использованию природных ресурсов, улучшению экологической ситуации и укреплению энергетической безопасности Узбекистана.

Рекомендации:

1. Усилить государственную поддержку проектов по повышению энергоэффективности насосных станций через льготное финансирование и субсидирование.
2. Внедрить программы по модернизации насосных агрегатов с заменой устаревшего оборудования на современные энергоэффективные модели.
3. Расширить применение автоматизированных систем управления и частотно-регулируемых приводов для оптимизации режимов водоснабжения.
4. Использовать солнечные и другие возобновляемые источники энергии для обеспечения автономной работы насосных станций, особенно в удалённых районах.

5. Организовать регулярный мониторинг энергопотребления и проведение энергетических аудитов на всех крупных насосных станциях.

Использованная литература:

1. Жуков, И. В., и Мельников, А. С. (2019). Энергосбережение в системах водоснабжения: теория и практика. – Москва: Изд-во МЭИ.
2. Каримов, Б. У. (2020). Оптимизация работы насосных станций в аграрных районах Узбекистана. – Журнал "Ирригация и мелиорация", №2, с. 15–22.
3. Панов, В. Г. (2017). Автоматизация и энергоэффективность насосных станций водоснабжения. – Санкт-Петербург: Гидропресс.
4. Рахимов, А. А. (2021). Повышение энергоэффективности насосных станций в условиях Узбекистана. – Ташкент: УзНИИГиМ.
5. Gorbachev, A., & Kim, D. (2020). Energy-efficient pumping systems for arid regions: Case study in Central Asia. – Journal of Water Resources Planning and Management, ASCE. [(DOI: 10.1061/JWRPM.2020.3041)]
6. Rashidov, A., & Tursunov, O. (2018). Improving the energy efficiency of water supply systems in Uzbekistan. – Water and Irrigation Systems Engineering. [(Scopus-indexed journal)]