

УДК: 621.313.333

**ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ АНАЛИЗА ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ  
В ПРОМЫШЛЕННЫХ НАСОСНЫХ СИСТЕМАХ И ВНЕДРЕНИЯ  
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*Хайдаров Хумоюн Мухтор угли*

*старший преподаватель*

*Андижанский государственный технический институт*

*Республика Узбекистан, г. Андижан*

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы анализа энергетических потерь в промышленных насосных системах и экономического обоснования внедрения энергосберегающих технологий. Актуальность исследования обусловлена ростом энергопотребления в промышленности и необходимостью повышения энергетической эффективности оборудования. Целью работы является выявление основных источников потерь энергии в насосных установках и оценка экономической эффективности применения современных методов энергосбережения. В работе использованы методы энергетического анализа, технико-экономических расчетов и сравнительной оценки.

**Ключевые слова:** насосные системы, потери энергии, энергоэффективность, энергосбережение, экономическая эффективность.

UDC: 621.313.333

**ECONOMIC JUSTIFICATION FOR THE ANALYSIS OF ENERGY  
LOSSES IN INDUSTRIAL PUMPING SYSTEMS AND THE  
IMPLEMENTATION OF ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES**

*Khaydarov Khumoyun Mukhtor ugli*

*Senior Lecturer*

*Andijan State Technical Institute*

*Republic of Uzbekistan, Andijan*

**Abstract.** The paper analyzes energy losses in industrial pumping systems and provides an economic justification for the implementation of energy-saving technologies. The relevance of the study is determined by increasing energy consumption in industry and the need to improve equipment efficiency. The purpose of the research is to identify the main sources of energy losses in pumping installations and to evaluate the economic efficiency of modern

*energy-saving solutions. Energy analysis and techno-economic assessment methods are used.*

**Keywords:** pumping systems, energy losses, energy efficiency, energy saving, economic efficiency.

## ВВЕДЕНИЕ

Промышленные насосные системы занимают значительную долю в структуре энергопотребления предприятий различных отраслей промышленности. По оценкам международных энергетических организаций, на насосное оборудование приходится до 20–25% всей потребляемой электроэнергии в промышленном секторе. В условиях роста тарифов на энергоресурсы и ужесточения требований к энергоэффективности проблема снижения энергетических потерь приобретает особую актуальность. Энергетические потери в насосных системах обусловлены как конструктивными особенностями оборудования, так и нерациональными режимами эксплуатации. Неправильный подбор насосов, работа в режиме частичной нагрузки, избыточное дросселирование и отсутствие систем регулирования приводят к значительному перерасходу электроэнергии. Целью данной работы является анализ основных источников энергетических потерь в промышленных насосных системах и разработка экономического обоснования внедрения энергосберегающих технологий.

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе применён комплексный подход, включающий энергетический и экономический анализ насосных систем. Основными методами исследования являются:

- анализ энергетического баланса насосных установок;
- определение коэффициентов полезного действия оборудования;
- расчет потерь энергии в электродвигателе, насосе и трубопроводах;
- технико-экономическая оценка вариантов энергосбережения.

Для оценки эффективности энергосберегающих мероприятий использованы показатели годовой экономии электроэнергии, снижение эксплуатационных затрат и срок окупаемости инвестиций. Расчеты выполнены для типовой промышленной насосной установки, работающей в переменном режиме нагрузки.

## АНАЛИЗ ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ В ПРОМЫШЛЕННЫХ НАСОСНЫХ СИСТЕМАХ

Основные потери энергии в насосных системах возникают на следующих этапах:

1. Потери в электродвигателе, связанные с электрическими и механическими потерями.
2. Гидравлические потери в насосе, обусловленные несовершенством проточной части.
3. Потери в трубопроводной сети, возникающие из-за сопротивления, утечек и нерациональной конфигурации.
4. Регулировочные потери, связанные с применением дросселирования вместо частотного регулирования.

Анализ показывает, что значительная часть энергии теряется при работе насосов вне номинального режима. Это свидетельствует о необходимости внедрения систем автоматического регулирования и оптимизации режимов работы.

## **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАСОСНЫХ СИСТЕМАХ**

К числу наиболее эффективных энергосберегающих технологий относятся:

применение частотно-регулируемых электроприводов;  
замена устаревших насосов на высокоэффективные модели;  
оптимизация гидравлических параметров трубопроводов;  
автоматизация управления насосными агрегатами.

Особое значение имеет использование частотных преобразователей, позволяющих адаптировать производительность насосов к реальной нагрузке и снизить потребление электроэнергии на 20–40%.

## **ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Экономическая эффективность внедрения энергосберегающих решений оценивается на основе расчета капитальных вложений и эксплуатационной экономии. Основными экономическими показателями являются:

- годовая экономия электроэнергии;
- снижение затрат на техническое обслуживание;
- срок окупаемости инвестиций.

Результаты расчетов показывают, что при внедрении частотно-регулируемого привода срок окупаемости проекта составляет в среднем 2–3 года, что делает такие мероприятия экономически целесообразными.

## **ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ**

Проведённый анализ подтверждает, что энергосбережение в насосных системах является одним из наиболее эффективных направлений повышения общей энергетической эффективности промышленного предприятия. Экономический эффект достигается не только за счёт снижения потребления электроэнергии, но и благодаря увеличению ресурса оборудования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье выполнен анализ энергетических потерь в промышленных насосных системах и обоснована целесообразность внедрения энергосберегающих технологий. Показано, что применение современных методов регулирования и оптимизации режимов работы позволяет существенно снизить энергопотребление и эксплуатационные затраты. Полученные результаты могут быть использованы при разработке программ энергосбережения на промышленных предприятиях.

## ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. O. Ishnazarov, X. Xaydarov, “Mathematical Analysis of the Impact of External Factors on the Operating Modes of Pump Installations in the Technological Process,” Journal of Academia Open, vol. 10, no. 1, 2025, <https://doi.org/10.21070/acopen.10.2025.10507>
2. N. Pirmatov, X. Xaydarov, “Investigating the issues of energy saving by means of a mathematical model of transient processes of asynchronous engines in pump units,” (in Uzbek), Journal of Science and innovative development, vol. 6, no. 5, pp. 63-71, <https://dx.doi.org/10.36522/2181-9637-2023-5-7>
3. N. Pirmatov, S. Mahamadjonov, M. Matqosimov and H. Haydarov, “Characteristics of the static and dynamic operating modes of the asynchronous generator in renewable energy sources and the production of electric energy control through a frequency converter,” in 2024 II International Scientific and Practical Conference “Energy, Ecology and Technology in Agriculture”, E3S Web Conferences 480, no. 01007, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202448001007>
4. N. Pirmatov, X. Xaydarov, S. Abduraxmonov and Sh. Sayitov. Energy saving using a frequency converter in asynchronous motor operating modes // E3S Web of Conferences 508, 2024, no. 08011, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202450808011>
5. X. Xaydarov, K. Qarshiyev, U. Berdiyorov. Energy saving using a frequency converter in asynchronous motor operating modes // AIP Conf. Proc 2024, vol. 3152, no. 030008, <https://doi.org/10.1063/5.0219049>
6. X. Xaydarov, O. Ishnazarov, and J. Nizamov, “Analysis of the influence of vibration phenomena in pump systems on electrical energy consumption and

operational efficiency," Vibroengineering Procedia, vol. 60, pp. 200–207, Dec. 2025, doi: <https://doi.org/10.21595/vp.2025.25606>