УДК 622.276.43

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НАСОСОВ

METHODS FOR IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF PUMPS

Туранов Шерзод Таслим угли
магистрант,
кафедра транспорта, хранения нефти,
газа и нефтегазопромыслового оборудования,
Северный (Арктический) федеральный университет
имени М.В. Ломоносова
turanov.s@edu.narfu.ru

Долгова Ирина Ивановна
доцент,
кафедра транспорта, хранения нефти, газа
и нефтегазопромыслового оборудования,
Северный (Арктический) федеральный университет
имени М.В. Ломоносова
i.dolgova@narfu.ru

Попов Александр Леонидович
кандидат технических наук,
доцент,
кафедра транспорта, хранения нефти, газа
и нефтегазопромыслового оборудования,
Северный (Арктический) федеральный университет
имени М.В. Ломоносова
a.l.popov@narfu.ru

Аннотация. Основные методы повышения энергоэффективности насосов, которые являются важным элементом в различных промышленных и коммунальных системах. Описание включает в себя как технические аспекты, такие как оптимизация конструкции насосов, использование энергоэффективных двигателей и материалов, так и организационные решения, такие как правильное регулирование работы насосов с использованием частотных преобразователей и систем мониторинга. Особое внимание уделено методам уменьшения потерь энергии в насосных системах, таких как минимизация трения в трубопроводах и оптимизация рабочих условий насосного оборудования.

Ключевые слова: энергоэффективность, насосы, насосные системы, оптимизация, гидравлические потери, энергосбережение.

Turanov Sherzod Taslim
Master's Student,
Department of Transport, Storage
of Oil, Gas and Oil and Gas Field Equipment,
Northern (Arctic) Federal University
named after M.V. Lomonosov
turanov.s@edu.narfu.ru

Dolgova Irina Ivanovna
Associate Professor,
Department of Transport, Storage
of Oil, Gas and Oil and Gas Field Equipment,
Northern (Arctic) Federal University
named after M.V. Lomonosov
i.dolgova@narfu.ru

Popov Alexander Leonidovich
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Department of Transport, Storage
of Oil, Gas and Oil and Gas Field Equipment,
Northern (Arctic) Federal University
named after M.V. Lomonosov
a.l.popov@narfu.ru

Annotation. The main methods for improving the energy efficiency of pumps, which are an important element in various industrial and municipal systems. The description includes both technical aspects, such as optimizing the design of pumps, using energy-efficient motors and materials, and organizational solutions, such as properly regulating the operation of pumps using frequency converters and monitoring systems. Special attention is given to methods for reducing energy losses in pumping systems, such as minimizing friction in pipelines and optimizing the operating conditions of pumping equipment.

Keywords: energy efficiency, pumps, pumping systems, optimization, hydraulic losses, energy saving.

Энергоэффективность насосного оборудования играет ключевую роль в снижении эксплуатационных затрат и уменьшении негативного воздействия на окружающую среду. Насосы являются одними из наиболее энергоемких устройств в промышленности и коммунальном хозяйстве, поэтому важность оптимизации их работы трудно переоценить.

Эффективность работы насоса определяется коэффициентом полезного действия (КПД), который показывает, какая доля потребляемой энергии используется для перемещения жидкости. Потери КПД возникают из-за механических, гидравлических и объемных факторов. Рассмотрим более детально, где происходят потери и как можно повысить энергоэффективность насосов.

Потери КПД в насосах:

1. Механические потери.

Механические потери возникают в результате:

– Трения в подшипниках и уплотнениях.
– Сопротивления вязкости жидкости при вращении ротора и рабочих колес.

Трение приводит к снижению КПД, поскольку часть энергии преобразуется в теплоту.

Методы минимизации механических потерь:

– использование высококачественных подшипников с низким коэффициентом трения;

– применение современных торцевых уплотнений, которые снижают силы сопротивления;

– использование смазочных материалов для уменьшения износа и повышения долговечности деталей.

2. Гидравлические потери.

Гидравлические потери происходят из-за неэффективного движения жидкости внутри насоса и связаны с:

– турбулентностью и завихрениями, которые создают дополнительное сопротивление потоку;

– кавитацией, вызывающей разрушение рабочих колес и ухудшение эффективности;

– сопротивлением в гидравлических каналах и соединениях.

Методы минимизации гидравлических потерь:

– оптимизация геометрии рабочих колес и проточных каналов для уменьшения турбулентности;

– предотвращение кавитации путем обеспечения правильных режимов работы насоса и соответствующего давления на входе.

– применение гладких материалов и покрытий для улучшения гидравлических характеристик.

3. Объемные потери.

Объемные потери обусловлены утечкой жидкости из-за зазоров между:

– рабочим колесом и корпусом насоса;

– уплотнительными элементами и другими деталями.

Это приводит к возврату части жидкости обратно в зону низкого давления и снижению общего КПД насоса.

Методы минимизации объемных потерь:

– точная обработка компонентов насоса для уменьшения зазоров и утечек;

– применение насосов с современными уплотнениями, которые минимизируют просачивание жидкости;

– регулярное техническое обслуживание и мониторинг состояния оборудования.

На рисунке 1 приведен график динамики уровня влияния различных видов потерь на потребляемую мощности (P) с ростом расхода (Q).

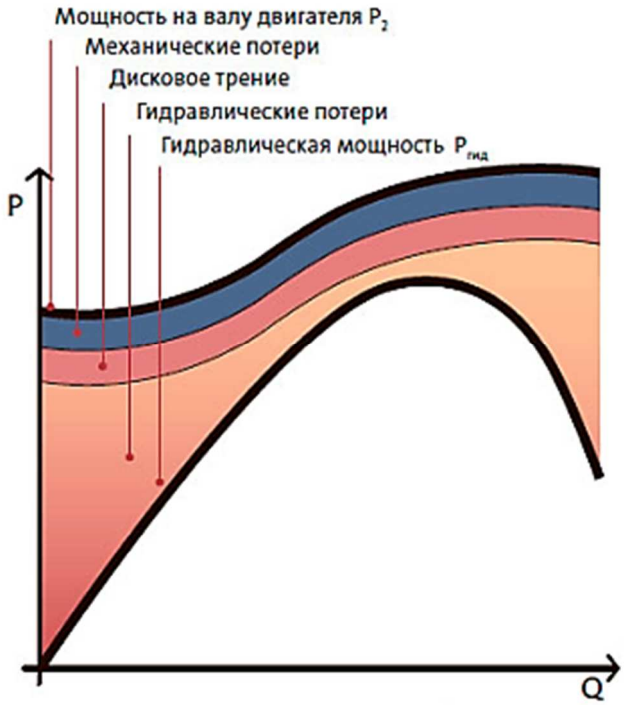

Рисунок 1 – График динамики потребляемой мощности

Для повышения энергоэффективности насосов нужно обратить внимание на некоторые важные аспекты.

1. Правильный выбор насоса.

Один из ключевых аспектов повышения энергоэффективности – правильный подбор оборудования. Необходимо выбирать насосы, параметры которых (напор, подача, мощность) соответствуют реальным условиям эксплуатации. Рабочие точки насоса должны находиться в диапазоне наивысшего КПД.

Пример характеристики и расположения рабочей точки и рабочего диапазона для центробежного насоса приведен на рисунке 2.

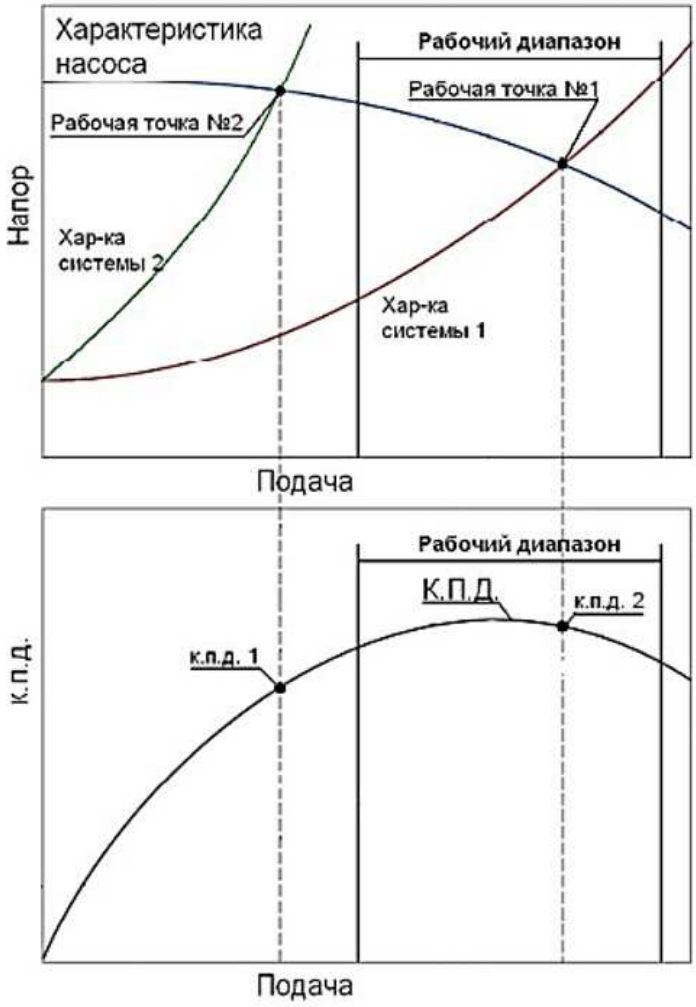

Рисунок 2 – Рабочая точка центробежного насоса

При изменении характеристик среды возможно выход параметров работы насоса за рабочий диапазон, что приводит к смещению вправо или влево рабочей точки, уменьшению КПД и росту удельного потребления электронергии.

Замена насоса на другой тип, другую производительность или другое количество с оптимальными рабочими параметрами позволяет решить проблему повышения энергоэффективность, но может потребовать значительных капитальных затрат.

2. Использование частотно-регулируемых приводов (ЧРП). Частотно-регулируемые приводы позволяют изменять скорость вращения насоса в зависимости от текущих потребностей. Это помогает избежать нерационального расхода энергии при работе на полную мощность в условиях малой нагрузки.

Использование ЧРП особенно выгодно при значительных колебаниях расхода сети, но при использовании ЧРП требуется грамотная настройка оборудования, чтобы не вызвать перегрузку системы и не повлиять на работу электродвигателей.

3. Оптимизация или модернизация конструкции насоса.

Современные насосы проектируются с применением компьютерного моделирования и технологий оптимизации:

– использование аэродинамически оптимизированных профилей рабочих колес;
– применение материалов с низким коэффициентом трения и высокой прочностью;
– установка гладких проточных каналов для уменьшения гидравлических потерь;

4. Энергоэффективные двигатели.

Применение насосов с двигателями повышенного класса энергоэффективности (например, IE3 или IE4) позволяет значительно сократить энергопотребление.

5. Регулярное обслуживание и мониторинг

Правильная эксплуатация и техническое обслуживание насосного оборудования способствуют поддержанию высокого КПД. Включает в себя:

– контроль зазоров и состояния уплотнений;
– смазку подшипников и устранение износа деталей;
– вибродиагностику и мониторинг параметров работы насоса;
– вывод в ремонт при значительном снижении показателей КПД на 7–8 %, а для более производительных насосов на 5–6 %.

6. Автоматизация и цифровой контроль

Применение систем автоматизации и интеллектуального управления позволяет оперативно оптимизировать работу насосов. Датчики и контроллеры обеспечивают:

– регулирование скорости вращения;
– мониторинг состояния насоса и оперативное реагирование на неисправности.

7. Замена устаревшего оборудования

Старые насосы часто имеют значительно более низкий КПД. Замена их на новые энергоэффективные модели позволит сократить потери и энергопотребление.

Повышение энергоэффективности насосов – это комплекс мер, включающий правильный подбор оборудования, техническое обслуживание, оптимизацию режимов работы и применение современных технологий. Уменьшение механических, гидравлических и объемных потерь позволяет повысить КПД насосов, что ведет к снижению затрат на электроэнергию и повышению экономической эффективности производства. Внедрение энергоэффективных решений способствует также уменьшению нагрузки на окружающую среду и достижению устойчивого развития.

Список литературы:

1. Иванов И.И. Энергоэффективность насосного оборудования: проблемы и решения / И.И. Иванов, П.П. Петров. – М., 2020.
2. Сидоров А.В. Повышение КПД насосов: современные технологии и методики // Журнал Промышленная энергетика. – 2021. – № 4.
3. Международный стандарт ISO 14414: «Энергоэффективность насосных систем. Методы оценки и улучшения». – 2019.
4. Власов Н.Н. Гидравлические потери в насосах и пути их снижения. – СПб., 2018.
5. Ассоциация производителей насосного оборудования (Europump). «Energy Efficiency in Pumps: Best Practices and Guidelines». – 2020.
6. Петров Д.С. Частотно-регулируемые приводы: потенциал энергосбережения в насосных системах // Журнал Энергетика и Экология. – 2019. – № 7.

List of references:

1. Ivanov I.I. Energy Efficiency of Pumping Equipment: Problems and Solutions / I.I. Ivanov, P.P. Petrov. – M., 2020.
2. Sidorov A.V. Increasing the Efficiency of Pumps: Modern Technologies and Methods // Industrial Power Engineering Journal. – 2021. – № 4.
3. International Standard ISO 14414: «Energy Efficiency of Pumping Systems. Methods of Assessment and Improvement». – 2019.
4. Vlasov N.N. Hydraulic Losses in Pumps and Ways to Reduce Them. – SPb., 2018.
5. Association of Pump Equipment Manufacturers (Europump). «Energy Efficiency in Pumps: Best Practices and Guidelines». – 2020.
6. Petrov D.S. Variable Frequency Drives: Energy Saving Potential in Pump Systems // Energetika i Ekologiya Magazine. – 2019. – № 7.