

УДК 62-522

# ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕГОЭФФЕКТИВНОСТИ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Хашимов Арипжан Адылович,

д.т.н., профессор

Туляганов Мурат Муслимович

к.т.н., доцент

Рахматов Дилмурад Дилшод ўғли,

магистр

Абдуллаев Мирсардор Саъдулла ўғли

магистр

Ташкентский Государственный технический университет

**Аннотация:** Данная статья рассматривает вопросы повышения энергоэффективности насосного оборудования посредством модернизации насосных систем и эффективности проведения данных работ. Результат зависит от точности данных о параметрах системы, режимах работы, действительных характеристиках насосов.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, насосное оборудование, модернизация, насосная станция, производительность.

## INCREASE OF ENERGY EFFICIENCY OF PUMPING EQUIPMENT

Khashimov Aripjan Adilovich,  
Tulyaganov Murat Muslimovich,  
Rahmatov Dilmurod Dilshod o`g`li,  
Abdullayev Mirsardor Sadulla o`g`li

**Annotation:** This article examines the issues of improving the energy efficiency of pumping equipment through the modernization of pumping systems and the effectiveness of these works. The result depends on the accuracy of the data on the parameters of the system, the operating modes, the actual characteristics of the pumps.

**Keywords:** energy efficiency, pumping equipment, modernization, pumping station, productivity.

Повышение энергоэффективности насосного оборудования является основной задачей для эксплуатационных организаций, особенно это важно для предприятий, эксплуатирующих оборудование разной мощности. Улучшение энергоэффективности насосов может быть осуществлено за счет применения новых конструкций или конструктивных элементов или модернизации действующих.

Нередко, при выборе оборудования для модернизации насосных станций, основное внимание обращают на его коэффициент полезного действия (КПД), как главный показатель энергоэффективности. Но этот, безусловно, важный параметр, не является единственным.

## Результаты современных научных исследований и разработок

Основными параметрами, характеризующими работу насосов, являются производительность  $Q$  (ч /ч) мощность насоса  $N$  (л. с.) дифференциальный напор  $H$  (м вод. ст.) удельный вес перекачиваемой жидкости  $\gamma$  (тс/м<sup>3</sup> ).

$$N = \frac{QH\gamma}{270\eta}$$

Где,  $\eta$  - КПД насоса

Значения КПД насосов основных производителей оборудования для водного хозяйства составляют 76..91%, зависят от типоразмера насоса и отличаются друг от друга незначительно. С учётом КПД применяемых в настоящее время электродвигателей, эффективность насосных агрегатов равна 72..87%. Для оборудования большой мощности при длительном сроке эксплуатации это играет немаловажную роль. Но от простой замены «плохого» насоса на «хороший» с теми же рабочими характеристиками значительной отдачи здесь ожидать не приходится. В то же время, гораздо большего эффекта можно добиться, если рассмотреть работу насосной станции в целом.

ростом объема производства возросли и грузопотоки, в связи с чем потребовалось производство труб большого диаметра и изготовление насосных агрегатов большой производительности и мощности. До 1950 г. максимальный диаметр трубопроводов составлял 350 мм, а производительность поршневых насосов 100—135 л/с. Современные трубопроводы строятся диаметром до 1020 мм, а насосные агрегаты производительностью до 7000 м<sup>3</sup> в час с мощностью электропривода 3000 кВт и более особенно это актуально для нефтесосов).

В этой связи увеличения КПД насосов является одной основных задач, решаемых при их эксплуатации. Очень часто КПД насосной станции, определяемый таким образом, составляет 25...30%, а величина в 50..55% считается приемлемой.

Принимая во внимание неизбежные потери потребляемой мощности в 3..8%, связанные с применением систем регулирования, таких как привод частотного регулирования, а так же особенностями конструкции запорно-регулирующей арматуры, можно с уверенностью утверждать, что основной потенциал энергосбережения кроется в правильном подборе насосного оборудования и выборе алгоритмов управления, учитывающих особенности конкретной сети водоснабжения.

За последнее десятилетие наряду с увеличением водопотребления, обусловленным вводом новых объектов промышленного и гражданского строительства, наблюдается общая тенденция к его снижению. Это связано с ростом тарифов на энергоносители, повсеместной установкой приборов учёта, использованием их показаний в расчётных операциях, а также применением на вновь возводимых объектах современной водоразборной арматуры. Необходимость пересмотра нормативных документов, лежащих в основе расчётов мощностей водопроводных станций, неоднократно поднималась экспертами в области водоснабжения. Общим направлением на пути к энергоэффективной эксплуатации оборудования насосных станций является снижение напора используемых насосов и применение гибких систем регулирования, исключающих лишние энергозатраты.

При проведении модернизации насосных станций необходимо решить две основные задачи:

- Сокращение потерь мощности оборудования в процессе регулирования

- Обеспечение эксплуатации оборудования с максимальным КПД во всём диапазоне регулирования.

Это может быть решено заменой насосных агрегатов на агрегаты меньшим напором и применение частотно-регулируемого привода. Все это позволяет добиться:

- Снижения суточного энергопотребления в среднем на 55-60%;
- Снижения номинальной мощности электродвигателей;
- Работы насоса в области максимального КПД во всём диапазоне регулирования подачи

Об эффективности регулирования производительности насосов путем изменения частоты вращения их рабочих колес известно давно. Применение частотно-регулируемого электропривода (ЧРП) на новых технологических установках в последнее время стало нормой. Однако и в существующих системах теплоснабжения реализация такого энергосберегающего мероприятия представляется интересным.

Перед внедрением ЧРП необходимо произвести предварительный расчет экономического эф-

фекта и определение целесообразности применения частотного регулирования в данной системе теплоснабжения.

Основной составляющей экономического эффекта от внедрения ЧРП является экономия электрической энергии, т.н. прямой экономический эффект. Метод оценки экономии электроэнергии основан на сравнении потребляемых мощностей центробежными механизмами (в данном случае сетевыми насосами) при частотном регулировании и регулировании путем дросселирования. Проведение возможной модернизации с учетом сохранения режима подачи насосной станции позволит добиться солидной экономии электроэнергии. Внедрению ЧРП должен предшествовать технологический анализ, разработка энергоэффективных алгоритмов автоматического управления и выбор качественного и надежного оборудования по разумной цене. В этом случае ЧРП позволяет обеспечить максимальную экономию и повысить надежность работы системы теплоснабжения.

существующих преобразователях частоты чаще всего поддерживается постоянным отношение максимального момента двигателя к моменту сопротивления на валу. То есть при изменении частоты амплитуда напряжения изменяется таким образом, что отношение максимального момента двигателя к текущему моменту нагрузки остается неизменным. Это отношение определяет перегрузочную способность двигателя. При постоянстве перегрузочной способности номинальные коэффициент мощности и КПД двигателя на всем диапазоне регулирования частоты практически не изменяются.

Для обеспечения устойчивой работы электродвигателя, ограничения его перегрузки по току и магнитному потоку, поддержанию высоких энергетических показателей частотный преобразователь должен поддерживать определенное соотношение между входными и выходными параметрами, зависящее от вида механической характеристики насоса. Зависимость напряжения питания от частоты определяется характером нагрузки на валу электрического двигателя.

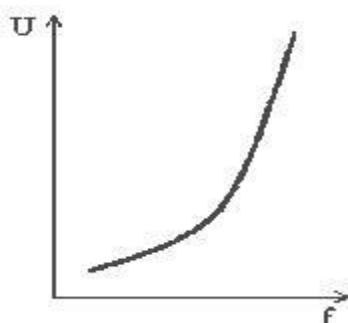
Эти соотношения получают из уравнения частотного регулирования [3]:  
статического напора

$$U_1/U_2 = f_1/f_2 \sqrt{M_1/M_2}$$

без статического напора, т.е. тех, чья механическая характеристика описывается уравнением квадратичной параболы, должно соблюдаться соотношение

$$U_1/f_1^2 = U_2/f_2^2 = \text{const}$$

Механические характеристики приведены на рис. 1.



**Рис. 1. Механическая характеристика насоса, работающего без статического напора**

Для насосов, работающих со статическим напором, должно соблюдаться более сложное соотношение:

$$U_1/f_1^{1+\frac{k}{2}} = U_2/f_2^{1+\frac{k}{2}}$$

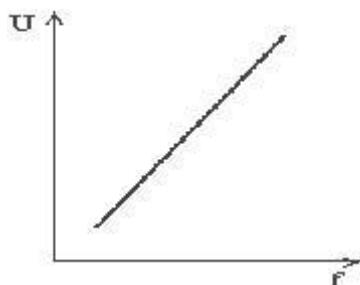
где  $k$  – показатель степени в уравнении механической характеристики насоса.

## Результаты современных научных исследований и разработок

большинстве случаев в насосных установках приходится использовать преобразователи промышленного производства, обеспечивающие постоянство максимального момента двигателя соотношением

$$U_1/f_1 = U_2/f_2 = \text{const}$$

Характер зависимости напряжения питания от частоты для случая с постоянным моментом нагрузки изображен на рис.2. Угол наклона прямой на графике зависит от величин момента сопротивления и максимального крутящего момента двигателя.



**Рис. 2. Зависимость напряжения питания от частоты для случая с постоянным моментом нагрузки**

Вместе с тем на малых частотах, начиная с некоторого значения частоты, максимальный момент двигателя начинает падать. Для компенсации этого и для увеличения пускового момента и с-пользуется повышение уровня напряжения питания.

Важным достоинством скалярного метода является возможность одновременного управления группой электродвигателей.

На практике при недостатке диапазона регулирования производится изменение числа одновременно работающих насосных агрегатов. Максимальное число одновременно работающих агрегатов определяется глубиной каскадирования станции (глубина каскадирования является числом, указывающим максимальное количество одновременно работающих насосных агрегатов. Данная величина не может быть меньше одного и больше количества двигателей, подключенных к станции). Если число насосных агрегатов, имеющихся в составе станции, превосходит глубину каскадирования станции, оставшиеся агрегаты служат резервом и подключаются в случае выхода из строя используемых агрегатов. Для равномерной выработка ресурсов всех насосных агрегатов, их использование может чередоваться по заданной программе.

Для правильной эксплуатации насосного оборудования необходимо контролировать его рабочие параметры. Такой контроль невозможен без наличия установленных контрольно-измерительных приборов и аппаратуры: манометров и датчиков уровня, расходомеров, приборов измерения параметров электрической сети, а также регулярного анализа полученной информации. Например, несоответствие измеренной подачи насоса его напору или потребляемой мощности может свидетельствовать о значительном износе рабочих органов, либо об утечках в магистралях водоснабжения.

Отсутствие информации о режиме работы насоса часто приводит к его эксплуатации вне рабочей области, с низким КПД и перегрузом электродвигателя. Кроме того, при увеличении подачи возрастают потери напора по длине трубопровода, находящиеся от расхода в квадратичной зависимости. Увеличение подачи насоса на 25% по отношению к требуемой ведёт к росту сопротивления трубопровода более чем в полтора раза. Поэтому контроль рабочих характеристик насоса в изменяющихся технологических процессах должен быть организован на постоянной основе.

При планировании и проведении любых мероприятий по модернизации насосных систем необходимо понимать, что эффект от этих работ в сильной степени зависит от точности данных о параметрах системы, режимах работы, действительных характеристиках насосов. Поэтому аудит насосного оборудования – это первый шаг к значительной экономии энергоресурсов. Целью аудита является вы-

явление потенциала энергосбережения. В комплекс мероприятий по аудиту входит инструментальный контроль режимов эксплуатации оборудования, анализ полученной информации и выдача необходимых рекомендаций применительно к конкретной сети водоснабжения.

#### **Список литературы**

Б.С. Лезнов. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздуходувных установках. – М.: Энергоатомиздат, 2006.

Красильников А.И. Автоматизированные насосные установки с каскадно-частотным управлением в системах водоснабжения Строительная инженерия. -2006. – № 2.

Лезнов Б.С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных установках – М.: ИК «Ягорба» – «Биоинформсервис», – 1996.