

Пути повышения энергоэффективности насосных систем

*Александр Костюк,
кандидат физико-математических наук, директор программы насосов для воды;*

*Ольга Диброва,
инженер;*

*Сергей Соколов,
ведущий инженер. ООО "УК "Группа ГМС"*

Основой энергоэффективного использования насосного оборудования является согласованная работа на сеть, т.е. рабочая точка должна находиться в рабочем диапазоне характеристики насоса. Выполнение этого требования позволяет эксплуатировать насосы с высокой эффективностью и надежностью. Рабочая точка определяется характеристиками насоса и системы, в которой установлен насос. На практике многие водоснабжающие организации сталкиваются с проблемой неэффективной эксплуатации насосного оборудования. Зачастую к.п.д. насосной станции значительно ниже к.п.д. установленных на ней насосов.

Исследования показывают, что в среднем к.п.д. насосных систем составляет 40%, а 10% насосов работают с к.п.д. ниже 10%. В основном это связано с переразмериванием (выбором насосов с большими значениями подачи и напора, чем требуется для работы системы), регулированием режимов работы насосов при помощи дросселирования (т.е. задвижкой), износом насосного оборудования. Выбор насоса с большими параметрами имеет две стороны.

Как правило, в системах водоснабжения график водопотребления в сильной степени меняется в зависимости от времени суток, дня недели, времени года. При этом станция должна обеспечить максимальное водопотребление в штатном режиме во время пиковых нагрузок. Зачастую к этому добавляется и необходимость подачи воды на нужды систем пожаротушения. При отсутствии регулирования насос не может эффективно работать во всем диапазоне изменения водопотребления.

Эксплуатация насосов в условиях изменения требуемых расходов в широком диапазоне приводит к тому, что оборудование большую часть времени работает за пределами рабочей области, с низкими значениями к.п.д. и низким ресурсом. Иногда к.п.д. насосных станций составляет 8-10% при том, что к.п.д. установленных на них насосов в рабочем диапазоне составляет свыше 70%. В результате такой эксплуатации у потребителей складывается ложное мнение о ненадежности и неэффективности насосного оборудования. А учитывая тот факт, что значительную его долю составляют насосы отечественного производства, возникает миф о ненадежности и неэффективности отечественных насосов. При этом практика показывает, что целый ряд отечественных насосов по показателям надежности и энергоэффективности не уступает лучшим мировым аналогам. Для оптимизации

энергопотребления существует множество способов, основные из которых приведены в таблице 1.

Таблица 1. Методы снижения энергопотребления насосных систем

Методы снижения энергопотребления насосных систем	Снижение энергопотребления
Замена регулирования подачи задвижкой на регулирование частотой вращения	10 - 60%
Снижение частоты вращения насосов, при неизменных параметрах сети	5 - 40%
Регулирование путем изменения количества параллельно работающих насосов.	10 - 30%
Подрезка рабочего колеса	до 20%, в среднем 10%
Использование дополнительных резервуаров для работы во время пиковых нагрузок	10 - 20%
Замена электродвигателей на более эффективные	1 - 3%
Замена насосов на более эффективные	1 - 2%

Эффективность того или иного способа регулирования во многом определяется характеристикой системы и графиком ее изменения во времени. В каждом случае необходимо принимать решение в зависимости от конкретных особенностей условий эксплуатации. Например, получившее в последнее время большое распространение регулирование насосов при помощи изменения частоты не всегда может привести к снижению энергопотребления. Иногда это дает обратный эффект. Применение частотного привода имеет наибольший эффект при работе насосов на сеть с преобладанием динамической составляющей характеристики, т.е. потерь в трубопроводах и запорно-регулирующей арматуре. Применение каскадного регулирования путем включения и выключения необходимого количества насосов, установленных параллельно, имеет наибольший эффект при работе в системах с преимущественной статической составляющей.

Поэтому основным исходным требованием для проведения мероприятий по снижению энергопотребления является характеристика системы и ее изменение во времени. Основная проблема при разработке энергосберегающих мероприятий связана с тем, что на действующих объектах параметры сети практически всегда неизвестны, и сильно отличаются от проектных. Отличия связаны с изменением

параметров сети вследствие коррозии трубопроводов, схем водоснабжения, объемов водопотребления и т.п.

Для определения реальных режимов работы насосов и параметров сети возникает необходимость проведения замеров непосредственно на объекте с использованием специального контрольно-измерительного оборудования, т.е. проведения технического аудита гидравлической системы. Для успешного проведения мероприятий, направленных на повышение энергоэффективности установленного оборудования, необходимо располагать как можно более полной информацией о работе насосов и учитывать ее в дальнейшем. В целом можно выделить несколько определенных последовательных этапов аудита насосного оборудования.

1. Сбор предварительной информации о составе оборудования, установленного на объекте, в т.ч. сведений о технологическом процессе, в котором используются насосы (станции первого, второго, третьего подъемов и т.д.)
2. Уточнение на месте предварительно полученной информации о составе установленного оборудования, возможностей получения дополнительных данных, наличия средств проведения измерений, системе управления и т.д. Предварительное планирование проведения испытаний.
3. Проведение испытаний на объекте.
4. Обработка и оценка результатов.
5. Подготовка технико-экономического обоснования для различных вариантов модернизации.

Таблица 2. Причины повышенного энергопотребления и меры по его снижению

Причины высокого энергопотребления	Рекомендуемые мероприятия по снижению энергопотребления	Ориентировочный срок окупаемости мероприятий
Наличие в системах периодического действия насосов, работающих в постоянном режиме независимо от потребностей системы, технологического процесса и т.п.	- Определение необходимости в постоянной работе насосов. - Включение и выключение насоса в ручном или автоматическом режиме только в промежутки времени.	От нескольких дней до нескольких месяцев
Системы с меняющейся во времени величиной требуемого расхода.	- Использование привода с регулируемой частотой вращения для систем с преимущественными потерями на трение	Месяцы, годы

Причины высокого энергопотребления	Рекомендуемые мероприятия по снижению энергопотребления	Ориентировочный срок окупаемости мероприятий
	- Применение насосных станций с двумя и более параллельно установленными насосами для систем с преимущественно статической составляющей характеристики.	
Переразмеривание насоса.	- Подрезка рабочего колеса. - Замена рабочего колеса. - Применение электродвигателей с меньшей частотой вращения. - Замена насоса на насос меньшего типоразмера.	Недели - годы
Износ основных элементов насоса	- Ремонт и замена элементов насоса в случае снижения его рабочих параметров.	Недели
Засорение и коррозия труб.	- Очистка труб - Применение фильтров, сепараторов и подобной арматуры для предотвращения засорения. - Замена трубопроводов на трубы из современных полимерных материалов, трубы с защитным покрытием	Недели, месяцы
Большие затраты на ремонт (замена торцовых уплотнений, подшипников) - Работа насоса за пределами	- Подрезка рабочего колеса. - Применение электродвигателей с меньшей частотой вращения или	Недели-годы

Причины высокого энергопотребления	Рекомендуемые мероприятия по снижению энергопотребления	Ориентировочный срок окупаемости мероприятий
рабочей зоны, (переразмеривание насоса).	редукторов в тех случаях, когда параметры насоса значительно превосходят потребности системы. - Замена насоса на насос меньшего типоразмера.	
Работа нескольких насосов, установленных параллельно в постоянном режиме	- Установка системы управления или наладка существующей	Недели

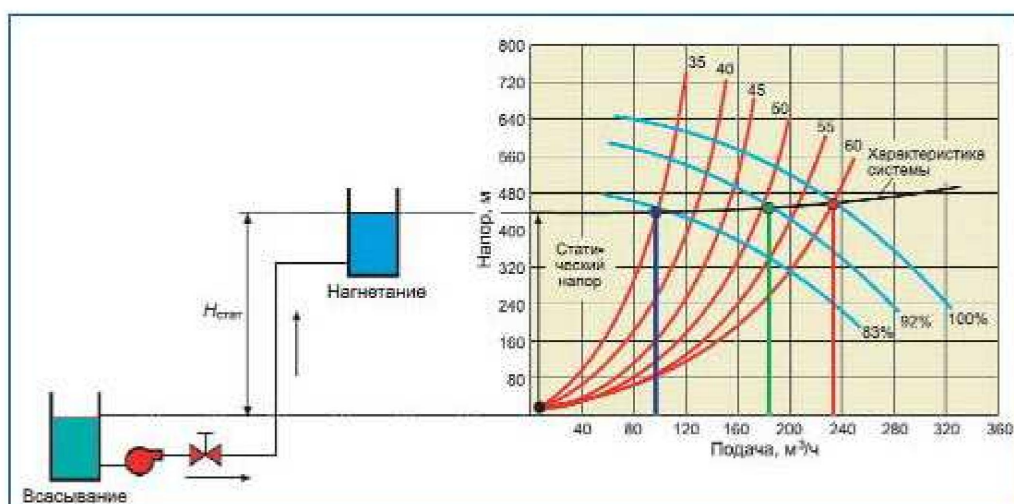


Рис. 1. Работа насоса на сеть с преимущественной статической составляющей при частотном регулировании

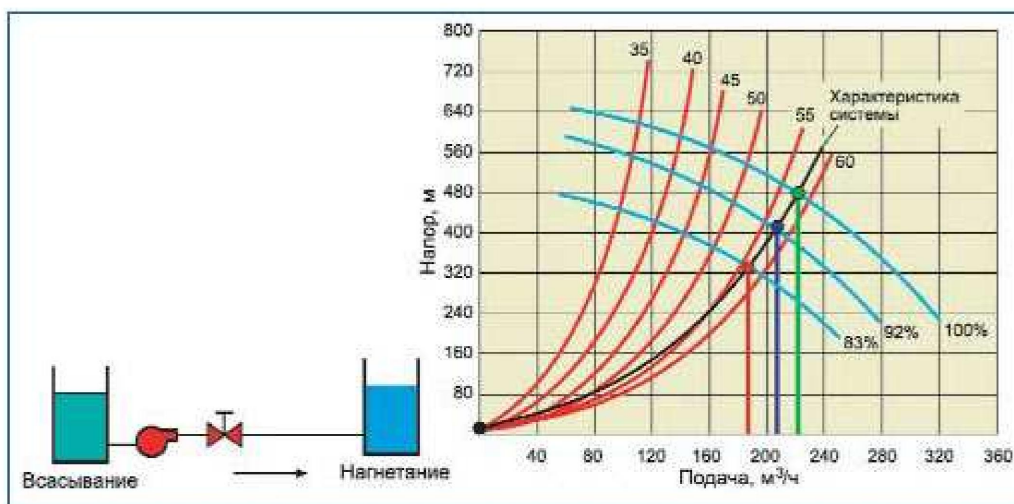


Рис. 2. Работа насоса на сеть с преимущественными потерями на трение при частотном регулировании

При первичном посещении объекта можно определить "проблемные", с точки зрения энергопотребления, насосы. В таблице 2 приведены основные признаки, которые могут свидетельствовать о неэффективной эксплуатации насосного оборудования и типовые мероприятия, которые могут исправить положение с указанием ориентировочного срока окупаемости мероприятий по энергосбережению.

В результате проведения испытаний необходимо получить следующую информацию:

1. Характеристики системы и ее изменения с течением времени (часовой, суточный, недельный графики).
2. Определение действительных характеристик насосов. Определение режимов работы насосов для каждого из характерных режимов (наиболее продолжительный режим, максимальная, минимальная подача).

Оценка применения различных вариантов модернизации и способа регулирования принимается на основании расчета стоимости жизненного цикла (LCC) оборудования. Основную долю в затратах жизненного цикла любой насосной системы составляют затраты на электроэнергию. Поэтому на этапе предварительной оценки различных вариантов необходимо воспользоваться критерием удельной мощности, т.е. мощности, потребляемой насосным оборудованием, отнесенной к единице расхода перекачиваемой жидкости.

Выводы:

Задачи снижения энергопотребления насосного оборудования решаются, прежде всего, путем обеспечения согласованной работы насоса и системы. Проблема избыточного энергопотребления насосных систем, находящихся в эксплуатации, может быть успешно решена за счет модернизации, направленной на обеспечение этого требования.

В свою очередь, любые мероприятия по модернизации должны опираться на достоверные данные о работе насосного оборудования и характеристиках системы. В каждом случае необходимо рассматривать несколько вариантов, а в качестве инструмента по выбору оптимального варианта использовать метод оценки стоимости жизненного цикла насосного оборудования.