

UO'K 697.34

## КОСВЕННЫЕ СПОСОБЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

Доц. Котова Любовь Валентиновна, проф. Турсунова Умида Хайдаровна  
Ташкентский архитектурно-строительный университет, Узбекистан  
E-mail: [Lyuba\\_78@mail.ru](mailto:Lyuba_78@mail.ru), [umida.tursunova.51@mail.ru](mailto:umida.tursunova.51@mail.ru)

**Аннотация:** Теоретические разработки и опыт внедрения и эксплуатации энергосберегающих систем в насосных установках показали, что использование частотно-регулируемого электропривода является экономичным и надёжным средством управления режимами работы насосных установок различного назначения.

**Ключевые слова:** частотное регулирование, режимная точка насоса, избыточное давление, подача, напор, давление, параметры, жидкость, электропривод.

В системах с переменной нагрузкой, каковыми являются, в том числе и насосные станции, центробежные насосы при проектировании рассчитываются на максимальную производительность (в т.ч. с учетом возникновения экстремальных ситуаций - пожаров, аварий в сети и т.п.). Установка в целом должна иметь максимальный КПД в номинальном режиме. Режимная точка насоса при этом находится на пересечении характеристики насоса «Подача» Q - «Напор» H и характеристики системы (трубопровода). Во всем рабочем диапазоне достигаемый КПД электропривода существенно зависит от применяемого способа регулирования. [6]

Полное отсутствие регулирования при пониженных расходах воды (например, ночью) приводит к росту давления в системе в моменты снижения водопотребления, а это вызывает:

потери энергии на создание избыточного давления (тот уровень давления, который поддерживается электронасосами, может быть значительно снижен);

потери перекачиваемой жидкости за счет утечек на негерметичных стыках (при снижении водопотребления конечными потребителями возрастает давление в системе, что увеличивает потери воды). Так, например, по статистическим наблюдениям, рост давления в трубопроводе на 1 атмосферу, вызывает соответствующее увеличение потерь воды на 2-7 % (для трубопроводов, находящихся в аварийном режиме, увеличение потерь существенно выше); износ оборудования и повышение эксплуатационных расходов.

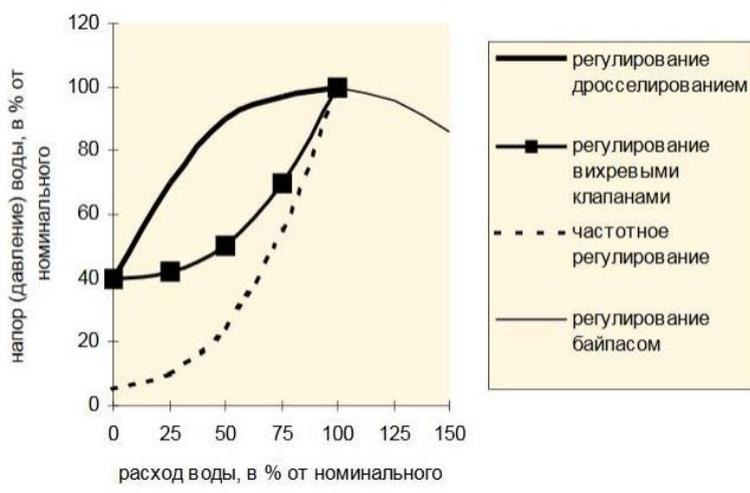
По этой причине, при проектировании систем с электроприводами в течение последних десятилетий в проекты закладывались возможности регулирования подачи воды (воздуха) с помощью доступных на то время способов, являющихся косвенными по отношению к электроприводу, поскольку регулирование силы потока осуществляется не самим электродвигателем, а специальными устройствами. Среди таких способов можно отметить следующие:

### **Регулирование потока с помощью вихревых клапанов**

Клапаны завихрения изменяют параметры потока жидкости на всасывающей стороне насосов. Благодаря результирующему изменению характеристики аппарата устанавливаются новые рабочие точки на характеристике системы (меньшие значения напора H и расхода Q). Однако при этом происходит снижение КПД установки. [3,4]

### **Регулирование потока с помощью дроссельных клапанов**

При дросселировании регулирование расходы осуществляется за счет изменения эффективного сечения трубопровода с помощью запорной арматуры (шиберы, вентили, задвижки и т.п.), в результате чего изменяется характеристика системы. Возникающие при этом в запорной арматуре потери преобразуются в тепловую энергию, а электропривод тратит энергию на преодоление противодействия заслонки. При этом повышенное давление



вызывает утечки жидкости и износ оборудования.

Таким образом, регулирование потока с помощью дроссельного клапана является регулированием за счет потерь, поэтому с энергетической точки зрения оно еще менее предпочтительно, чем регулирование вихревыми клапанами.

Причем, как дополнение, к данному способу регулирования, можно отметить, что на практике, это очень ненадежный и грубый метод регулирования. Задвижки,

заслонки находятся в постоянном контакте с жидкостью, корродируют, быстро разрушаются механически от циклов закрытия-открытия. Выставить определенную подачу дросселированием практически невозможно вследствие грубости механической системы и неадекватности ее реакции на управляющее воздействие, а также нелинейной зависимости подачи от сужения трубопровода. [2]

**Регулирование байпасом**

С помощью байпаса ответвляется часть потока и возвращается на всасывающую сторону насоса или вентилятора. Этот способ регулирования подходит исключительно для осевых насосов и вентиляторов с повышающим количеством транспортируемой жидкости или воздуха. У радиальных насосов и вентиляторов с повышенным потреблением мощности при повышенном количестве транспортируемой жидкости и воздуха достигаемый КПД хуже, чем у всех других описанных здесь способах регулирования. [3]

**Регулирование путем включения выключения прерывистое регулирование**

При таком регулировании изменение расхода обеспечивается коммутацией в гидросистему различного количества насосов. Например, если один насос не обеспечивает необходимый расход, в параллель ему включается второй, третий и т.д.

Этот способ достаточно часто используется в настоящее время. Недостатком такого регулирования является именно его прерывистость. Качество такого регулирования нельзя назвать удовлетворительным за счет его слишком грубой дискретности, а это потери энергии и перекачиваемой жидкости. Кроме того, включение и выключение насосов приводит к постоянным гидроударам в системе, что исключительно вредно влияет на ресурс оборудования, а пусковые токи двигателей насосов вызывают 5-7 кратные, относительно номинала, скачки тока в электроцепях, что также вредно сказывается на ресурсе электрооборудования. [4]

Чтобы компенсировать дискретность процесса, используется накопитель, например, напорный или сборный резервуар. Если этот накопитель не был предусмотрен технологической схемой, то требуются большие инвестиции. Другой существенный недостаток состоит в большом количестве контактной и силовой аппаратуры, что ухудшает показатели системы.

Известно также, что при таком регулировании обмотки двигателя разрушаются значительно быстрее, чем при постоянной работе, из-за механических напряжений, возникающих в обмотках двигателя при пуске.

Отсутствие регулирования или применение этих устаревших методов приводит к существенным потерям электроэнергии и снижению ресурса оборудования. [5]

Тем не менее, ни один из выше перечисленных способов регулирования расхода жидкости и сокращения энергопотребления электроприводом не в состоянии обеспечить оптимальную работу электропривода в сочетании с поддержанием необходимого давления в трубопроводе и эффективным расходом электроэнергии.

Единственный существующий для одновременного достижения всех этих целей способ - регулирование путем изменения числа оборотов вала электропривода.

Ниже отображены примерные PQ - характеристики (т.е. оптимальное соотношение мощности двигателя в зависимости от расхода воды) одного и того же электродвигателя, работающего в системе, регулируемой перечисленными выше способами. На данном графике (рисунок 1) показаны значения PQ - характеристик при разных уровнях напора (давления) воды и ее расхода:

Рисунок 1 - Диаграмма зависимости КПД электропривода в зависимости от применяемого способа энергосбережения.

Как показано на этом графике, только частотное регулирование способно обеспечить минимальную мощность двигателя при минимальном расходе воды. Для любого способа регулирования оптимальное соотношение PQ-характеристики наступает при достижении нормативного (100 %) расхода воды и одновременно нормативного давления системы (100%), когда КПД двигателя приближается к 1.

Как уже отмечалось выше, значение КПД электропривода напрямую определяет потребляемую им мощность, согласно следующей формулы:

$$P = \frac{Q \cdot H}{\eta}, \text{ где}$$

P - мощность электропривода;

Q - расход воды (м<sup>3</sup>/час);

H - напор (давление) воды;

η - КПД электропривода.

Соответственно, и расходуемая на поддержание данной мощности электроэнергия тем меньше, чем выше КПД. Такое соотношение обеспечивается только при изменении скорости вращения электропривода. [9,10]

#### **Список литературы**

1. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение: Проектирование систем и сооружений. Учеб. – М.: АСВ, 2003 г.
2. Водоподготовка: Учебн. пособие для вузов. - Фрог Б. Н., Левченко А. П. Москва: Издательство МГУ, 2006 г.
3. Ильин В.Г. Расчет совместной работы насосов, водопроводных сетей и резервуаров. // Киев, Госстройиздат, 2002 г.
4. Лезнов Б.С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздуходувных установках. М.: Энергоатомиздат, 2006 г.
5. Лезнов Б.С. Характеристики разветвлённых трубопроводов с промежуточными отборами воды // Водоснабжение и санитарная техника. 2017, No 12.