

Методика определения эффективности применения регулируемых приводов насосных агрегатов

Еловик В.Л.

Белорусский национальный технический университет

Преобразователи частоты тока в системах автоматизированного управления насосных станций водоснабжения и канализации в нашей стране широкое применение получили совсем недавно. Высокие требования к экономии электроэнергии идею применения такой системы автоматизированного управления (САУ) для регулирования работы насосного оборудования делают весьма привлекательной и актуальной. Отсюда весьма важным является определение целесообразности и эффективности использования САУ на основе преобразователя частоты на насосных станциях и системах водоснабжения и канализации в целом. Основными параметрами, позволяющими нам говорить о эффективности работы частотно регулируемого привода насосов являются: подача, развиваемый напор, потребляемая мощность, коэффициент полезного действия. На основании обработки и сравнения этих параметров для различных вариантов систем можно сделать заключение об их эффективности.

Существующие на сегодняшний день традиционные графические методы определения основных рабочих параметров насосного оборудования весьма трудоемки и неудобны для всестороннего анализа и технико-экономического расчета систем водоснабжения и канализации, а главное при их помощи затруднительно ориентировать расчеты на график суточного потребления воды или суточного стока.

Разрабатываемая методика расчета основана на аналитической обработке основных характеристик совместной работы насосного оборудования и системы трубопроводов с использованием современной вычислительной техники. Наиболее рационально данную методику использовать при вариантном проектировании, когда прорабатываются все конкурентно способные варианты, после чего из них выбирается наиболее эффективный.

В преддверии проведения расчетов необходимо произвести четкий анализ возможных режимов работы системы. Для этого необходимо определить:

✓ сколько и какие насосы будут обеспечивать расчетную подачу,

✓ какой либо какие насосные агрегаты будут оборудованы регулируемым приводом,

✓ какова будет последовательность включения насосного оборудования,

✓ как будет обеспечиваться автоматика включения /выключения насосного оборудования.

✓ По какому критерию будет осуществляться регулирование. Разумеется, при использовании данной методики все графические зависимости, характеризующие каждый элемент системы, необходимо заменить аналитическими выражениями.

Зависимость напора от подачи насоса при номинальной частоте вращения рабочего колеса описывается квадратным трехчленом вида:

$$H = a_0 + a_1 \cdot Q + a_2 \cdot Q^2. \quad (1)$$

Параметры a_0 , a_1 , a_2 имеют физический смысл, поэтому формулу (1) нельзя считать эмпирической. Эти параметры можно получить путем обработки по методу наименьших квадратов графических зависимостей взятых из каталогов или паспортов насосов, либо полученные путем аппроксимации результатов съемки с реального объекта

Зависимость КПД насоса от его подачи хорошо описывается уравнением (2):

$$\eta = b_0 + b_1 \cdot Q + b_2 \cdot Q^2, \quad (2)$$

которое является эмпирическим.

Принято считать, что при подобных режимах работы регулируемого насоса КПД остается неизменным, и в этом случае его можно определить по формуле (3):

$$\eta_p = b_0 + b_1 \cdot Q(n/n_p) + b_2 \cdot Q^2(n/n_p)^2, \quad (3)$$

где n – номинальная частота вращения рабочего колеса, n_p – рабочая частота вращения рабочего колеса насоса.

Мощность, потребляемая регулируемым насосом находится по формуле (4):

$$N = Q \cdot H / 102 \cdot \eta_p. \quad (4)$$

Таким образом, можно определить потребляемую мощность для любого значения подачи Q из рабочего диапазона от Q_{\min} до Q_{\max} .

Систему трубопроводов в аналитическом виде можно задать при помощи того же квадратного трехчлена вида:

$$H = c_0 + c_1 \cdot Q + c_2 \cdot Q^2, \quad (5)$$

где: c_0 , c_1 , c_2 параметры для системы водовода полученные путем аппроксимации результатов съёмки с реального объекта, либо при помощи формулы (6):

$$H = H_z + S \cdot Q^2, \quad (6)$$

где: S – гидравлическое сопротивление трубопровода.

При определении суточного потребления энергии, в качестве исходных данных задаются значения расхода для каждого часа суток, полученные фактическими замерами на существующем или однотипном объекте либо, если фактические данные получить невозможно, при помощи таблиц распределения суточного расхода по часам суток.

Подводя итог ко всему вышесказанному, следует отметить, что предлагаемая методика, основываясь на аналитической обработке основных характеристик системы, позволяет следующее:

- ✓ получать результат с любым шагом и любой необходимой точностью в пределах рабочей зоны насосного оборудования.
- ✓ учитывать динамическую составляющую системы водоснабжения или канализации
- ✓ определять внутрисуточное (при необходимости и внутрисуточное) распределение потребления электроэнергии насосным оборудованием
- ✓ значительно упростить процесс расчетов, снизить вероятность возникновения ошибок.

Литература

1. Лезнов, Б.С., Энергосбережение и регулируемый привод в насосных установках. – М.: ИК «Ягорба» – «Биоинформсервис», 1998.
2. Седлухо, С.П. Нужен ли ПЧ центробежному насосу? Если да, то какой? // Энергия и менеджмент. – 2004. – №2 (17)
3. Клевцов, А.В. Средства оптимизации потребления электроэнергии. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 240 с.: ил. – (серия «Библиотека инженера»)