

2. Чистович С.А., Аверьянов В.К., Темпель Ю.Я. и др. Автоматизированные системы теплоснабжения и отопления. – Л.: Стройиздат, 1987. – 248 с.
  3. Попкович М.Г., Ковальчук О.В. Теория автоматического керування. – К.: Либідь, 1997. – 544 с.
  4. Остапенко Ю.О. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів керування. – К.: Задруга, 1999. – 424 с.
  5. Бобух А.О. Автоматизація інженерних систем. – Харків: ХДАМГ, 2002. – 212 с.
- Получено 30.10.2006*

УДК 658.2.264

В.В.ГРАНКИНА, канд. техн. наук

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

### **ВНЕДРЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ЧАСТОТНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ**

Рассматривается решение проблемы экономии электрической энергии в технических системах при использовании оборудования с электродвигателем за счет применения частотного регулирования их режима работы.

В коммунальных системах теплоснабжения, отопления, газоснабжения, водоснабжения и вентиляции используют оборудование, приводимое в движение электродвигателями (насосы, компрессоры, вентиляторы). Основным недостатком синхронных и асинхронных с короткозамкнутым ротором электродвигателей является постоянная частота вращения ротора электродвигателя, практически не зависящая от нагрузки. Однако подавляющее большинство систем работают в режимах с переменной нагрузкой. Для регулирования их производительности применяют различные методы, но наиболее распространенным в настоящее время является метод понижения избыточной мощности при дросселировании расхода посредством клапанов и заслонок. Такие технические решения не обеспечивают экономию электроэнергии, увеличение ресурсов работы оборудования, а также не позволяют обеспечить полную автоматизацию систем.

С развитием силовой полупроводниковой и микропроцессорной техники стало возможным создание *устройства частотного регулирования* электроприводом, которое позволяет управлять скоростью и моментом электродвигателя по заданным параметрам в точном соответствии с характером нагрузки технической системы. На рис.1 представлена одна из возможных структурных схем регулирования электроприводом.

В настоящее время особое внимание уделяется оптимизации работы электродвигателя за счет разработки системы управления силовым преобразователем функцией задания режима технической систе-

мы [1]. Система управления принимает сигнал задания и сигналы обратных связей, и в случае несоответствия текущих параметров заданному значению вносятся коррекции в выходной сигнал, поступающий к силовому преобразователю.

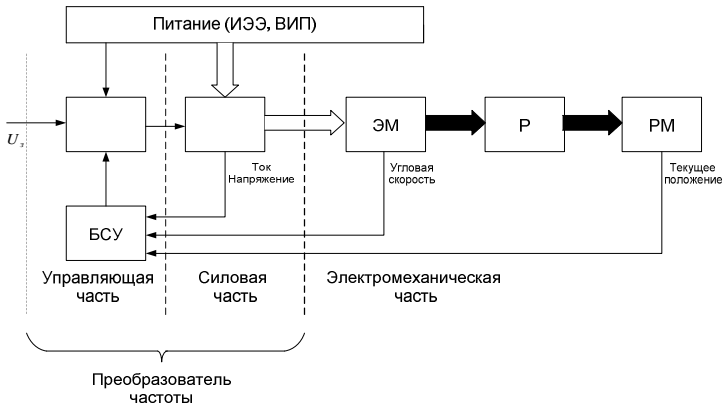


Рис.1 – Структура регулируемого электропривода:

ИЭЭ – источник электрической энергии; ВИП – вторичный источник питания; СУ – система управления; СП – силовой преобразователь; БСУ – блок сенсорных устройств; ЭМ – электрическая машина; Р – редуктор; РМ – рабочий механизм

В последние годы находят широкое применение пропорционально-интегральные (ПИ) и пропорционально интегрально-дифференциальные (ПИД) регуляторы [2]. Передаточная функция звена имеет вид:

- 1) для пропорционально- интегрального регулятора

$$U_p(t) = KU_{err}(t) + \frac{1}{T_u} \int_0^t U_{err} dt, \quad (1)$$

где  $U_p(t)$  – выходная величина регулятора;  $K$  – коэффициент усиления пропорциональной части;  $T_u$  – постоянная времени интегрирования.

- 2) для пропорционального интегрально-дифференциального регулятора

$$U_p(t) = KU_{err}(t) + \frac{1}{T_u} \int_0^t U_{err} dt + T_d \frac{dU_{err}}{dt}, \quad (2)$$

где  $T_d$  – постоянная времени дифференцирования.

Основным требованием к регуляторам является обеспечение устойчивого управления режимом, процессом во всем диапазоне нагрузок в технической системе. Поэтому передаточная функция регулятора должна максимально учитывать динамические свойства объекта управления. Таким образом предпочтительной функцией для применения является уравнение ПИД-регулятора. Наличие дифференциальной составляющей в уравнении (2) дает возможность значительно быстрее устранять импульсные возмущения, возникающие в системе (изменения задания) либо вне ее (изменения нагрузки).

Для реализации алгоритмов управления и точного контроля за техническим процессом необходимы значения токов и напряжения с силового преобразователя, с электрической машины снимается угловая скорость, а с рабочего механизма – текущие координаты. Система управления, силовой преобразователь и блок сенсорных устройств интегрируют в одно устройство – преобразователь частоты (рис.1).

Пример использования управляемого электропривода в системах водоснабжения представлена на рис.2.

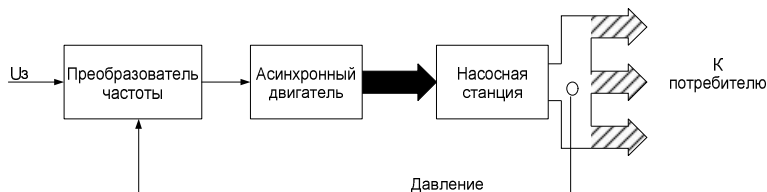


Рис.2 – Структурная схема управления электроприводом системы водоснабжения

Производительность насоса системы водоснабжения определяется из произведения величины обеспечиваемого им напора на соответствующую величину подачи и фактически пропорциональна скорости вращения ротора насоса. При наличии одного насоса, выбранного по максимальному напору и производительности при величинах водозабора меньше максимальных, этот насос будет создавать избыточное давление в системе, что неблагоприятно для системы. В практике эксплуатации для борьбы с этим явлением используют метод дроссельного регулирования – избыточное давление уменьшают до необходимого напора на выходной задвижке с насосной станции. При использовании частотного регулирования обеспечивается такая скорость вращения ротора насоса, которая достаточна для создания необходимого напора при данной величине водозабора. Для точного регулирования требуется задание двух параметров: давления и расхода воды на выходе из насосной станции (в диктующей точке системы). На рис.3 представлен график потребляемой электроэнергии электродвигателем привода.

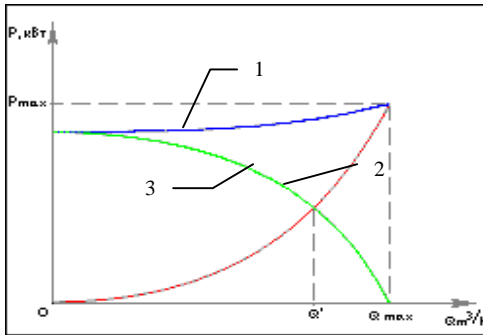


Рис.3 – График потребляемой энергии:

1 – потребление энергии при дроссельном регулировании;

2 – потребление энергии при частотном регулировании;

3 – экономия энергии за счет частотного регулирования электропривода.

Если средняя величина водозабора из системы водоснабжения меньше  $Q^1$ , внедрение частотного регулирования электропривода насоса является выгодным.

Таким образом, приоритетным для технических систем являются ПИД-регуляторы. Внедрение частотного регулирования электроприводов позволит: повысить надежность работы оборудования и технических систем в целом; улучшить качество предоставленных услуг; автоматизировать систему управления технологическими процессами (ТРЕЙС МОУД 5); экономить ресурсы и энергию (до 50%).

1. Маслак В.Н., Баранов Ю.В., Потемкин В.В. Опыт построения автоматизированной системы диспетчерского контроля в «ДОНЕЦКОБЛВОДОКАНАЛЕ» на базе ТРЕЙС МОУД 5 с использованием GSM-технологии // Разработка АСУТП в системе ТРЕЙС МОУД: задачи и перспективы: VI международная конференция и выставка. – 1-е изд. – М., 2002. – С.87-106.

2. Мазуров В.М. Адаптивное регулирование // Разработка АСУТП в системе ТРЕЙС МОУД: задачи и перспективы: VI международная конференция и выставка. – 1-е изд. – М., 2000. – С.17-18.

Получено 25.10.2006