

УДК 621.183

## **ВНЕДРЕНИЕ СРЕДСТВ АВТОМАТИКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕПЛОЙ ЭНЕРГИИ**

**Путилов Станислав Сергеевич**  
Генеральный директор  
ООО «ЭнергоЭксперт Групп»  
(Россия, г. Москва)  
putilov@enexgroup.ru

## **INTRODUCTION OF AUTOMATIC TOOLS FOR HEAT ENERGY PRODUCTION**

**Stanislav Sergeevich Putilov**  
General Director of  
EnergoExpert Group LLC  
(Russia, Moscow)  
putilov@enexgroup.ru

### **АННОТАЦИЯ**

В статье проведен анализ основных источников потерь при производстве тепловой энергии. Предложен метод снижения тепловых потерь за счет внедрения средств автоматики, необходимых для контроля расхода топлива и регулирования процесса горения программного регулятора для управления частотного преобразователя, который управляет скоростью асинхронного двигателя в системе теплоснабжения.

**Ключевые слова:** основные источники потерь, котельная, энергосберегающие электротехнологии, горячее водоснабжение, программируемые логические контроллеры (ПЛК), управление скоростью электродвигателя, ПИД-регулятор.

## ABSTRACT

The article analyzes the main sources of losses in heat energy production. The method of reduction of heat losses by means of introduction of means of automatics necessary for control of fuel consumption and regulation of combustion process programmed controller for control of frequency converter, which controls speed of asynchronous motor in heat supply system, is offered.

**Keywords:** main sources of losses, boiler house, energy-saving electric technologies, hot water supply, programmable logic controllers (PLC), motor speed control, PID-regulator.

Согласно основным требованиям, предъявляемых к экономической сфере в электроэнергетике, на объектах теплоснабжения должна быть создана единая информационная база данных и организован мониторинг всех действующих систем теплоснабжения для определения реальных затрат энергоресурсов, расходуемых на теплоснабжение.

Для оценки эффективности работы теплоэнергетической системы обычно используется физический показатель – коэффициент полезного действия (КПД) [1, с. 11], представляющий собой отношение величины полученной полезной работы (энергии) к затраченной. Затраченная энергия представляет собой сумму полученной полезной работы и потерь, возникающих в системе теплоснабжения. Таким образом, увеличение КПД системы можно достигнуть только снижением величины непроизводительных потерь, возникающих в процессе работы. Это приведет к повышению экономичности системы, что и требует электроэнергетика.

Основной проблемой, возникающей при решении этой задачи, является выбор оптимального технологического решения, позволяющего значительно снизить влияние потерь на КПД. При этом каждый конкретный объект имеет ряд характерных конструктивных особенностей и составляющие его тепловых потерь различны по величине. Всегда, когда речь заходит о повышении экономичности

работы теплоэнергетического оборудования (например, системы отопления), перед принятием решения в пользу использования технологического инновационного оборудования, необходимо обязательно провести детальное обследование самой системы и выявить наиболее существенные причины потери энергии. Разумным решением будет использование только таких технологий, которые существенно снизят наиболее крупные непроизводительные составляющие потерь энергии в системе и при минимальных затратах значительно повысят эффективность ее работы.

Однако, несмотря на все факторы, вызывающих потери в каждой конкретной тепловой системе, производственные объекты имеют ряд характерных особенностей. Это связано с тем, что отечественные предприятия строятся по общим проектным нормам. В настоящий момент хорошо изучены характерные проблемы и основные каналы тепловых потерь предприятия. Решение большинства проблем энергосбережения отработано на практике [2, С.223], что позволяет провести анализ индивидуальных потерь и предложить варианты их устранения с прогнозированием результатов, основываясь на опыте работы с подобными ситуациями на других объектах.

Ниже рассмотрены наиболее характерные проблемы существующих тепловых объектов, описаны наиболее существенные аспекты непроизводительных потерь тепловой энергии.

Систему для производства тепловой энергии можно условно разделить на три основных участка: участок производства тепловой энергии, который представляет собой котельную, участок транспортировки тепловой энергии потребителю (трубопроводы тепловых сетей) и участок потребления тепловой энергии (отапливаемый объект).

Каждый из приведенных участков обладает характерными непроизводительными потерями, снижение которых и является основной задачей энергосбережения [3, С. 275].

Рассмотрим наиболее подробно участок производства тепловой энергии.

Главной составляющей на этом участке является котел, функциями которого является преобразование химической энергии топлива в тепловую энергию и передача этой энергии теплоносителю. В котле происходит ряд физикохимических процессов, каждый из которых имеет свой КПД. И любой котел, является он усовершенствованным или нет, обязательно теряет часть энергии топлива в этих процессах [4, С. 2].

Тепловая энергия, выделяющаяся при сжигании топлива, передается рабочему телу. Потери энергии, имеющие место при сжигании, могут быть классифицированы следующим образом [4, С. 3].:

- потери с отходящими газами. Уровень этих потерь зависит от температуры отходящих газов и их состава, а также степени зашлакованности поверхностей нагрева;
- потери, связанные с неполным сгоранием, в результате которого часть химической энергии топлива не преобразуется в тепловую энергию. Неполное сгорание сопровождается появлением монооксида углерода;
- потери, связанные с теплопроводностью котла и его излучением. При производстве пара уровень этих потерь зависит от качества теплоизоляции парогенератора;
- потери, связанные с присутствием остатков несгоревшего топлива с наличием непрореагировавшего углерода в золе уноса котлов;
- потери, связанные с продувкой котлов, используемых для производства пара.

Помимо потерь тепла, необходимо принимать во внимание энергопотребление вспомогательного оборудования (например, систем транспортировки топлива, угольных мельниц, насосов и вентиляторов, систем золоудаления, систем очистки теплопередающих поверхностей и т.д.).

Обычно КПД котла находится в пределах до 75 %. Более совершенные современные котлы имеют более высокий КПД около 80-85 % и стандартные эти

потери у них ниже. Однако они могут дополнительно возрасти за счет отсутствия средств автоматизации, которые необходимы для контроля расхода топлива и регулирования процесса горения. В нашей работе мы предлагаем использовать средства автоматизации российских производителей, что выгодно с точки зрения политики импортозамещения. Например, мы предлагаем использовать программные средства автоматизации для управления различным оборудованием в системах тепло- и энергоснабжения. Так, нашей задачей являлось разработка программного регулятора для частотного преобразователя, который управляет скоростью асинхронного двигателя в системе теплоснабжения. Для этого мы выбрали ПЛК 73 (63) со встроенным дисплеем, который позволяет программно реализовать ПИД-регулятор [5, С. 42-43].

Разработанная программа управления частотным преобразователем приведена на рисунке 1.

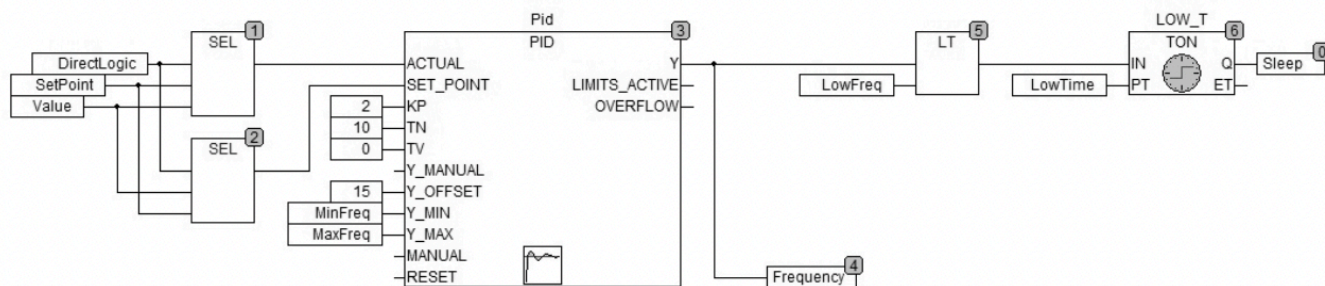


Рисунок 1 – Программа управления частотным преобразователем

На рисунке 2 приведен пример управления частотным преобразователем.

Блок оператора выборки SEL предназначен для работы с обратной логикой DirectLogic. Обратная логика используется, если частотный преобразователь управляет двигателем привода насоса, который обеспечивает добавление охлажденной воды из обратной трубы в подачу и, разгоняясь, уменьшает температуру подачи. Вход DirectLogic принимает логические переменные TRUE или FALSE. DirectLogic – команда на прямое или обратное управления. При запуске программы по умолчанию установлено значение TRUE, т.е. подана команда на

прямое управление. В случае прямого управления, если значение контролируемой величины (температуры) выше уставки, то выходная частота уменьшается. Если текущее значение измеряемой величины ниже уставки, то выходная частота увеличивается. В случае обратного управления процесс регулирования происходит наоборот.

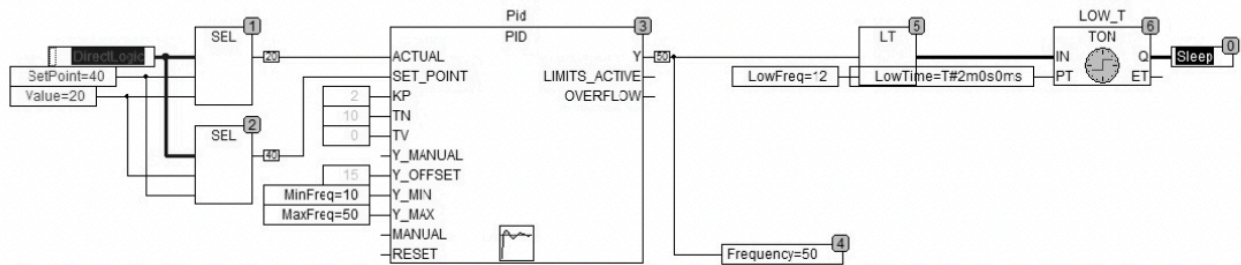


Рисунок 2 – Регулирование частотой электродвигателя

Блок PID предназначен для управления частотой вращения двигателя. На его первый вход VALUE поступает текущее значение контролируемой величины, например, из рис. 3 видно, что это  $20\text{ C}^0$ . На втором входе SETPOINT задается установка, которая, в нашем случае, соответствует  $40\text{ C}^0$ . Переменные KP, TN, TV определяют соответственно коэффициент передачи, постоянные времени дифференцирования и интегрирования ПИД-регулятора. Вход Y\_OFFSET указывает на стационарное значение выходной величины, т.е. частоты вращения. Входы MinFreq (REAL) и MaxFreq (REAL) определяют минимальное и максимальное значения выхода Frequency, соответственно. Минимальное значение рассчитывается в зависимости от способа передачи сигнала. Обычно значение задается в пределах 20-25% от максимальной частоты. При более низкой частоте вращения производительность двигателя существенно падает, токи возрастают, и двигатель плохо охлаждается. Максимальное значение частоты вращения зависит от того, как передается сигнал на преобразователь частоты (если с помощью токового выхода 4-20 мА, то MaxFreq = 20 Гц). На выходе блока ПИД-регулятора (Frequency) выводится значение, определяющее с какой частотой должен вращаться двигатель. В

зависимости от способа передачи сигнала от ПЛК к частотному преобразователю выход может принимать различные значения (от MinFreq до MaxFreq) и иметь различный физический смысл. Выход блока Frequency можно масштабировать в нужный выходной сигнал вне блока ПИД-регулятора. В данной работе минимальное и максимальное значение заданы по умолчанию (равными 10 Гц и 50 Гц, соответственно).

Кроме того, в программе используется блок сравнения LT, который сравнивает выходную частоту вращения блока PID с минимальной частотой LowFreq, ниже которой запускается таймер сна. По Блок PID предназначен для управления частотой вращения двигателя. по умолчанию минимальная частота равна 12 Гц. Время (LowTime), по истечении которого срабатывает сигнал «сон» (Sleep), принято 2 минуты. Из анализа рисунка 2 следует, что текущее значение температуры меньше заданного. Следовательно, необходимо повысить поток горячей воды, что приводит к увеличению частоты вращения двигателя. На выходе устанавливается максимальная частота вращения, равная 50 Гц.

Таким образом, проблема энергосбережения, заключающаяся в транспортировке и потреблении тепловой энергии, актуальны в настоящее время. Использование систем автоматического регулирования процесса производства направлено на эффективное их устранение. Так, разработанная нами программа регулирования частоты вращения электродвигателя привода насоса в системе теплоснабжения приводит к сокращению затрат на производство систем благодаря использованию программных средств. Разработанная программа управления скоростью электродвигателя является универсальной, так как подходит для решения задач, аналогичных данной, например, для управления скоростью вращения двигателя привода подачи топлива или контроля его расхода.

## Список использованной литературы:

1. Тихомиров А.В. Концепция развития систем энергообеспечения и повышения энергоэффективности использования ТЭР в сельском хозяйстве//Вестник ВИЭСХ. 2016. № 1(22). С. 11-17.
2. Осторожная Е.Е. Экономическая составляющая проблем экологии и энергосбережения//Вестник Академии знаний. 2018. №6(29). С. 222-225.
3. Мирасова Л.Р., Мирасова А.Р. Анализ тепловых потерь при работе парового котла ТГМ-84//Вестник современных исследований. 2018. №8.1(23). С. 274-275.
4. Дабдина О.А., Даниленко А.Г. Анализ источников потерь тепловой энергии//Технологии техносферной безопасности. 2012. № 5(45). С. 1-6.
5. Разработка системы автоматического управления электрооборудованием для реализации энергосберегающих электротехнологий / Н.П. Кондратьева [и др.] // Вестник НГИЭИ. 2018. № 6(85). С. 36-49.