

СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЯ СКОРОСТЬЮ ПАРОВОЙ ТУРБИНЫ

Поздеев А.О.¹

¹Поздеев Андрей Олегович - АО «ПО «Севмаш»

г. Северодвинск, Российская Федерация

Аннотация: системы управления паровыми турбинами разрабатываются с использованием современных технологий для безопасной и надежной работы турбин. При выборе контроллера для применения в паровых турбинах необходимо учитывать множество факторов. Многие преимущества могут быть реализованы путём выбора правильной системы управления паровой турбиной, будь то механическая, электрическая или программируемая система управления. В данной работе представлены основные понятия системы управления паровой турбиной.

Ключевые слова: паровая турбина, система управления, изохорное управление, пропорциональное управление.

METHODS FOR CONTROLLING THE SPEED OF A STEAM TURBINE

Pozdeev A.O.¹

¹Pozdeev Andrey Olegovich - AO «PO» Sevmash»

Severodvinsk, Russian Federation

Abstract: steam turbine control systems are developed using modern technologies for safe and reliable operation of turbines. There are many factors to consider when choosing a controller for use in steam turbines. Many advantages can be realized by choosing the right steam turbine control system, whether it is a mechanical, electrical, or programmable control system. This paper presents the basic concepts of a steam turbine control system.

Keywords: steam turbine, control system, isochronous control, proportional-only control.

УДК 620.9

Паровые турбины – это машины для преобразования энергии. Они извлекают энергию из пара и преобразуют ее в крутящий момент, который вращает вал турбины. Количество энергии, которую паровая турбина извлекает



из пара, зависит от падения энтальпии на машине. Энтальпия пара является функцией его температуры и давления [1].

Существует две категории средств управления паровыми турбинами: система безопасности (защиты) и технологическая система. Система безопасности турбин предназначена для устранения/минимизации возможности повреждения машины или опасности для операторов. Она защищает турбину от превышения скорости, контролирует все критические параметры турбины и отключает турбину, если наступает состояние, способное привести к повреждению оборудования. Основным предохранительным элементом турбины является клапан подачи пара. Он может быть отдельным клапаном включения/выключения, или же функция отключения может быть включена в органы управления клапаном подачи пара, который используется для регулирования скорости.

Технологические системы управляют работой паровой турбины, чтобы стабильно и эффективно следить за нагрузкой. Паровая турбина управляется регулятором, который может быть механико-гидравлическим или электрическим. Все они включают в себя пилотный клапан или контроллер, который модулирует впускной клапан турбины, чтобы поддерживать скорость вала на заданном уровне.

Электрогидравлическая система управления, использующая электронные схемы, отличается большей гибкостью. Цифровая электрогидравлическая система управления, использующая цифровой контроллер и множество функций, может быть реализована с помощью программного обеспечения. Даже усовершенствованные регуляторы обычно управляют клапанами высокого и низкого давления через существующие электрогидравлические регуляторы турбины [4].

Типичная модель регулятора для паровых турбин имеет две основные секции: регулятор и регулирующий клапан пара, выход которого является эффективной площадью регулирующего клапана в ответ на отклонение скорости



машины, и секцию, моделирующую турбину, вход которой представляет собой поток пара, а выход – механическую мощность, приложенную к ротору (Рис. 1).

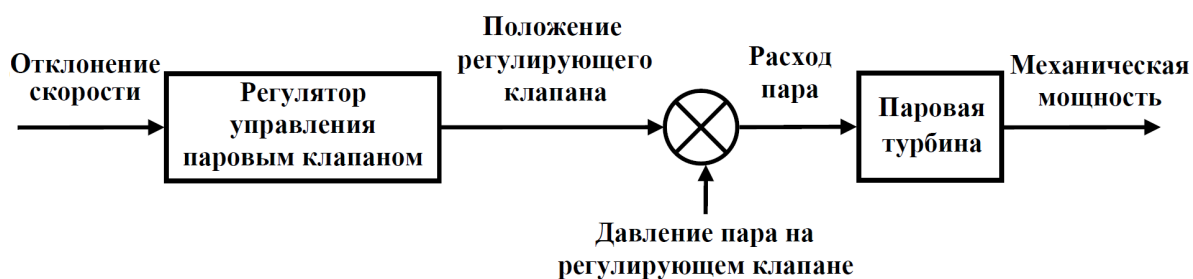


Рисунок 1 – Типичная модель для управления паровой турбиной

На этой структурной схеме поток пара в турбину является произведением площади клапана и давления дросселя. Таким образом, если давление дросселя падает из-за повышенной потребности в потоке пара, площадь клапана должна еще больше увеличиться, чтобы поддерживать тот же поток по сравнению с упрощенной моделью.

Система управления паровой турбиной представляет собой замкнутую систему. Самое простое назначение – это применение турбины для работы ротора на постоянной скорости (Рис. 2). Контроллер определяет скорость вращения вала, сравнивает фактическую скорость с желаемой уставкой. Если есть разница между фактической и желаемой скоростью, контроллер посылает сигнал приводу, управляющему паровым клапаном, который будет регулировать скорость до тех пор, пока они снова не будут сбалансированы [2].

Колебания нагрузки, вызванные нагрузкой на вал или изменением давления подачи, влияют на баланс между энергией, подаваемой в турбину из паровой системы, и работой, удаляемой с вала турбины. Если доступно больше энергии, чем используется, вал ускорится. Контроллер обнаружит это увеличение скорости и будет действовать, чтобы устранить его. Его способ сделать это – уменьшить энергию, подаваемую в турбину, закрыв питающий клапан.



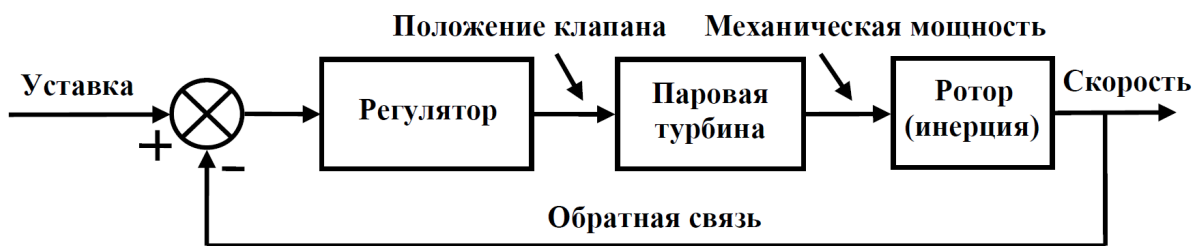


Рисунок 2 – Структурная схема системы управления

Если бы чистое изменение энергетического баланса было отрицательным, вал бы замедлился, и контроллер отреагировал, открыв питающий клапан.

На паровой турбине выделяются два типа органов управления:

– пропорциональное управление, определяемое, как уменьшение скорости с увеличением нагрузки, оно производит изменение положения клапана пропорционально сигналу между заданной скоростью и фактической скоростью; основным недостатком пропорционального управления является то, что оно не может полностью устранить ошибку, вызванную изменением нагрузки;

– изохронное управление, определяемое как отсутствие снижения частоты вращения при увеличении нагрузки, оно поддерживает постоянную скорость вращения вала независимо от нагрузки; для устранения погрешности и минимизации перерегулирования осуществляется с помощью пропорциональных и интегративных (ПИ) регуляторов, как правило, в сочетании с производными (Д) регуляторами, приводящими к паровым регуляторам ПИД-типа [3].

В зависимости от требуемого управления и количества клапанов паровая турбина может использовать несколько контуров управления, каждый из которых требует контура обратной связи.

Выводы: чтобы удовлетворить потребность в частоте, которая должна оставаться почти постоянной, необходимо контролировать скорость паровой турбины. Существует прямая зависимость между частотой вращения турбины и положением клапана турбины.

На динамическую характеристику паровой турбины влияют, главным образом, пар, поступающий в турбинную секцию высокого давления и накопительное действие в повторном нагревателе.



Когда блок турбины-нагрузки подключен и синхронизирован с сетью, скорость не может быть изменена, но заданное значение скорости может быть изменено. Если заданное значение скорости будет повышено, клапан откроется, увеличивая нагрузку, а если опорная точка будет понижена, клапан закроется и снизит нагрузку. В этом случае пропорциональный регулятор является отличным средством управления нагрузкой.

Для поддержания постоянной скорости вращения вала независимо от нагрузки (изолированный корпус энергосистемы) необходим дополнительный контур управления, который вступает в действие после стабилизации скорости системы первичным управлением.

В зависимости от величины уставки нагрузки, отклонения нагрузки и типа управления реакция потоковых турбин может быть медленнее или быстрее. С соответствующими регуляторами скорости паровые турбины могут обеспечить очень хорошую стабильность скорости.

Список литературы

1. Лосев. С. М. Паровые турбины и конденсационные устройства. Москва: Изд-во «Энергия», 1964. – 376 с.
2. Громаков Е.И. Проектирование автоматизированных систем. – Томск, 2009. – 134 с.
3. Калашников А.А. Динамика регулирования турбин. М.: Энергоатомиздат, 1999. – 328 с.
4. Кирюхин В.И., Тараненко Н.М., Огурцова Е.П. Паровые турбины малой мощности КТЗ. М.: Энергоатомиздат, 1987. – 216 с.

