

УДК 621.18-182.2

**МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО  
РЕГУЛИРОВАНИЯ ТУРБИНЫ Р-50-130-1ПР1  
MODERNIZATION OF SVETLOGORSK CHPP R-50-130-1PR1  
TURBINE AUTOMATIC REGULATION SYSTEM**

Р.И. Осташков

Научный руководитель – Н.В. Пантелей, старший преподаватель  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
panteley@bntu.by

R. Ostashkov

Supervisor – N. Panteley, Senior Lecturer  
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** в статье рассматривается модернизация системы автоматического регулирования турбины Р-50-130-1ПР1 Светлогорской ТЭЦ.*

***Abstract:** the article deals with modernization of Svetlogorsk CHPP R-50-130-1PR1 turbine automatic regulation system.*

***Ключевые слова:** Светлогорская ТЭЦ, модернизация, турбина, система автоматического регулирования.*

***Key words:** Svetlogorsk CHPP, modernization, turbine, automatic regulation system.*

**Введение**

Система автоматического регулирования (САР) паровой турбины Р-50-130-1ПР1 представляет сложное комплексное устройство, предназначенное для обеспечения безопасной и надежной работы турбоагрегата и для поддержания в определенных пределах величину противодействия.

**Основная часть**

Система регулирования действует на клапаны турбины, осуществляя автоматическое управление расходом пара в зависимости от тепловой нагрузки потребителей. Выработка электрической энергии зависит от расхода пара на турбоустановку. В случае работы турбины параллельно с другими источниками пара на общую паровую магистраль регулятор давления может быть отключен, и в этом случае изменение расхода пара в турбину производится посредством механизма управления. Управление регулирующим клапаном свежего пара при пуске, сбросе электрической нагрузки и поддержании холостого хода осуществляется регулятором скорости, который имеет статическую неравномерность регулирования скорости около 5%. Неравномерность регулирования противодействия составляет около  $2 \text{ кг/см}^2$  [2].

Для предохранения турбогенератора от чрезмерного повышения оборотов турбина имеет систему защиты, прекращающую поступление пара в турбину при достижении числа оборотов 111 – 112% от номинальных [2]. Так же имеются электрические защитные автоматические устройства,

предохраняющие турбину от недопустимого осевого сдвига ротора, повышения температуры свежего пара и повышения перепада давления за последней ступенью. Поступление пара в турбину может быть мгновенно прекращена воздействием на систему защиты вручную непосредственно у самого турбоагрегата или дистанционно с главного щита, через установленные на турбине дистанционные приводы и указатели.

В маслосистеме турбины имеется пусковой насос регулирования 6МС-6 развивающий напор  $20 \text{ кг/см}^2$  и производительностью  $100 \text{ м}^3/\text{ч}$  при скорости вращения  $1000 \text{ об/мин}$ . Насос подает масло в систему регулирования и параллельно в двухступенчатый инжектор, размещенный в маслобаке. После первой ступени инжектора масло давлением около  $1 \text{ кг/см}^2$  поступает к всасывающему патрубку центробежного масляного насоса (ЦМН), вращаемого непосредственно ротором турбины. Вторая ступень инжектора повышает давление масла до  $3 \text{ кг/см}^2$  и подает его на охладители, после которых оно с давлением  $0,8 \text{ кг/см}^2$  поступает на подшипники турбины. Для поддержания давления масла в системе смазки за маслоохладителями установлен сливной клапан. При нормальной работе турбины подача масла производится от ЦМН с такими же параметрами и по такой же схеме, что и для пускового насоса. При останове турбины или при вращении ее ВПУ подача масла на подшипники производится электронасосом 5НДВ с напором  $3 \text{ кг/см}^2$  и производительностью  $126 \text{ кг/см}^2$ , который может быть включен как вручную, так и автоматически от реле пуска масляного насоса [2].

При пуске турбины по мере повышения числа оборотов турбины регулятор скорости, воздействует на сервомотор и прикрывает регулирующие клапаны. При пуске из холодного состояния в целях равномерного прогрева турбины необходимо по мере повышения оборотов поддерживать достаточное открытие РК с помощью механизма управления, если такой необходимости нет, то пуск производится на первом регулирующем клапане.

При работе турбины на холостом ходе при достижении скорости вращения ротора в  $2800 \text{ об/мин}$  происходит перевод системы смазки и регулирования турбины с пускового электронасоса на центробежный путем медленного перекрытия задвижки пускового насоса. Взаимодействие узлов системы регулирования (рисунок 1) при данном режиме работы происходит следующим образом: при увеличении числа оборотов ротора грузы регулятора скорости под действием центробежных сил расходятся, и муфта регулятора скорости переместиться вправо (направление перемещения элементов указано применительно к схеме регулирования). Вслед за муфтой переместится золотник регулятора скорости и посредством рычага переместит вправо нижний золотник блока ЗРС. Слив масла из камеры под отсечным золотником сервомотора при этом увеличится и отсечной золотник, смещаясь от своего среднего положения вниз, увеличивает перетечку напорного масла в камеру над поршнем сервомотора и увеличивает перетечку масла из камеры под поршнем в линию всасывания ЦМН. Вследствие этого сервомотор переместится вниз, прикрывая регулирующие клапана и передвигая золотник обратной связи вверх, увеличит впуск масла с напорным давлением под

отсечной золотник, возвращая его в среднее положение. В результате этого положение сервомотора установится соответственно с положением муфты регулятора скорости и положением механизма управления.

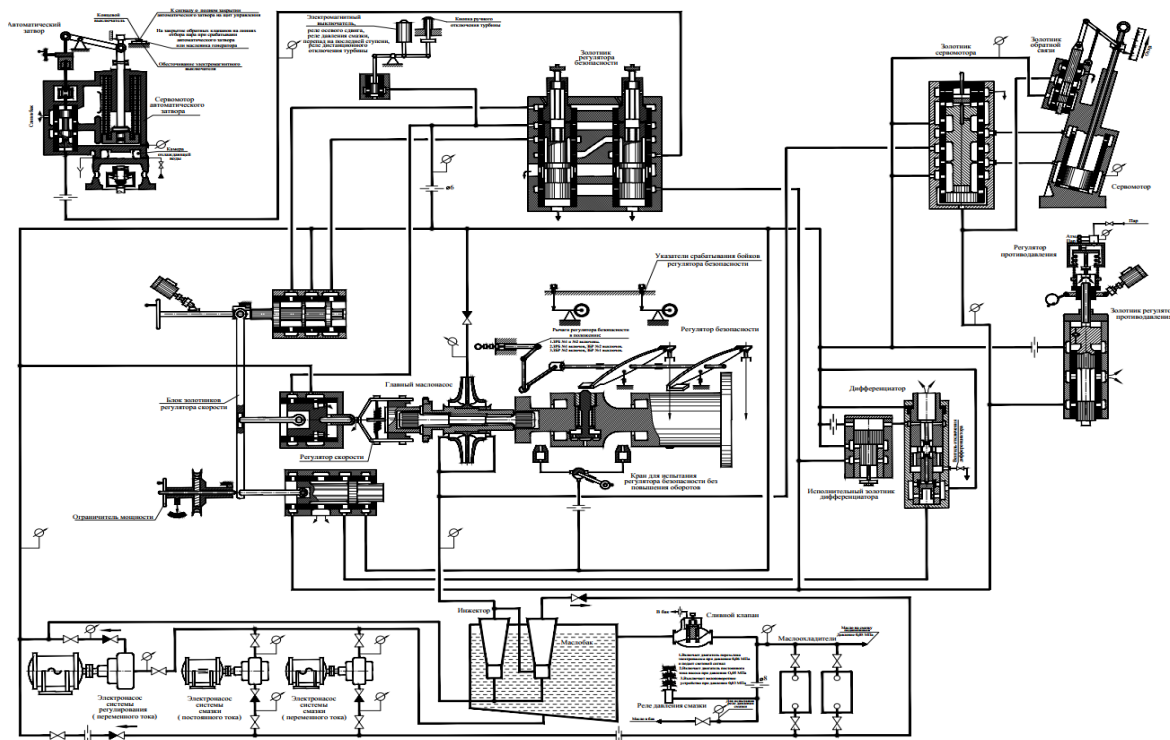


Рисунок 1 – Система регулирования турбины Р-50-130-1ПР1 При уменьшении оборотов ротора, взаимодействие узлов системы регулирования будет обратным писанному выше и будет приводить к увеличению открытия регулирующих клапанов.

В системе регулирования турбины Р-50-130-1ПР1 установлено устройство ограничения мощности в виде ограничительного кольца на сервомоторе регулирующих клапанов, которое служит для устранения излишнего запаса хода сервомотора, образующегося при работе с параметрами противодействия ниже 14 ата. Данное ограничитель обеспечивает защиту от перегрузки в случае снижения противодействия по независимым от турбоагрегата причинам.

Работа турбины под нагрузкой может производиться в двух режимах: с выключенным регулятором давления или с включенным.

Регулирование турбины при работе в первом режиме осуществляется только механизмом управления. При вращении маховика механизма против часовой стрелки нижний золотник, перемещаясь влево, уменьшит выпуск масла из камеры под отсечным золотником сервомотора регулирующих клапанов, увеличивая давление под золотником. Отсечной золотник, смещаясь вверх, увеличивает перетечку напорного масла из камеры над поршнем в линию всасывания насоса. Вследствие этого сервомотор перемещается вверх и увеличивает открытие клапанов, передвигая золотник обратной связи вниз, уменьшает впуск масла с напорным давлением под отсечной золотник, этим самым возвращая его в среднее положение. Расход пара, и электрическая выработка возрастут, а положение сервомотора установится соответственно с

новым положением механизма управления. При вращении маховика по часовой стрелке взаимодействие элементов будет происходить в обратном порядке, а расход пара на турбину, и ее электрическая выработка уменьшится.

Регулирование турбоагрегата с включенным регулятором давления происходит следующим образом: при увеличении расхода пара тепловым потребителем давление за турбиной снижается, и мембрана регулятора перемещается вверх вместе с золотником, который уменьшает слив из камеры под отсечным золотником сервомотора, увеличивая давление под отсечным золотником. Это приводит к подъему сервомотора и увеличению расхода пара в турбину в соответствии с возросшим потреблением пара. Это приводит к увеличению электрической выработки. При уменьшении расхода пара тепловым потребителем регулирование происходит в обратном порядке.

### **Заключение**

После проведенной модернизации САР продолжает обеспечивать безопасную и надежную работу турбоагрегата и соответствует всем требованиям с точки зрения, как качества регулирования, так и надежности работы.

### **Литература**

1. Турбоустановка Р-50-130-1ПР1 СТ.№6. Инструкция по эксплуатации. Светлогорская ТЭЦ, БЭРН. 2020. – 165 листов.
2. Описание системы регулирования турбины типа Р-50-130: утв. Бюро паровых турбин 1961 – Ленинград: Ленинградский Ордена Ленина Металлический завод. – 61 лист.