

УДК 62.169

**АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ
ОПТИМАЛЬНОГО РАСХОДА ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ ВОДЫ
В КОНДЕНСАТОРЕ ТУРБИНЫ
AUTOMATIC SYSTEM FOR CONTROLLING THE OPTIMAL FLOW
RATE OF CIRCULATING WATER IN THE TURBINE CONDENSER**

В.А. Гриневич

Научный руководитель – С.И. Ракевич, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
s.rakevich@bntu.by

V. Grinevich

Supervisor – S. Rakevich, Senior Lecturer
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация: в данном исследовании рассмотрена автоматическая система регулирования оптимального расхода циркуляционной воды в конденсаторе турбины.

Abstract: this study examines the automatic system for regulating the optimal flow rate of circulating water in the turbine condenser.

Ключевые слова: конденсатор, циркуляционная вода, регулятор расхода, автоматическая система регулирования (АСР).

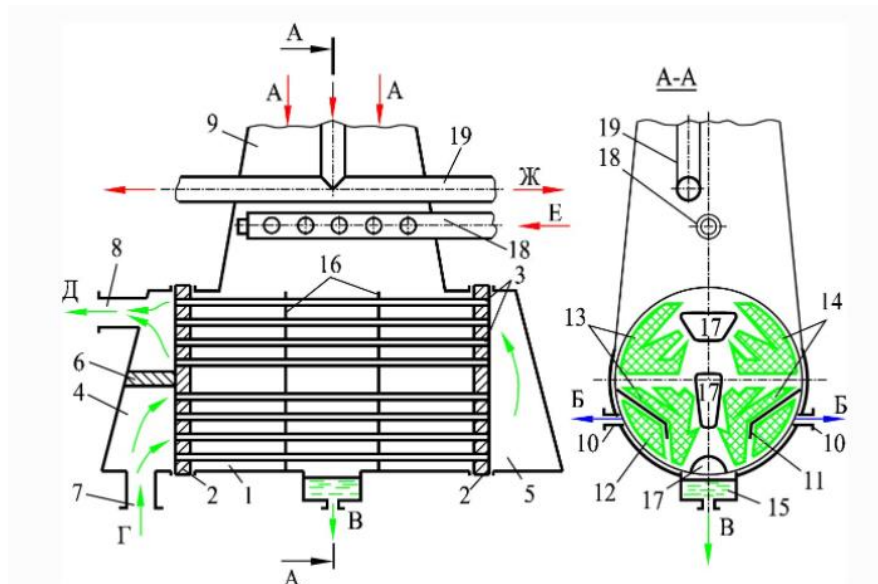
Keywords: condenser, circulating water, flow regulator, automatic control system.

Введение

Автоматизированная система контроля расхода циркулирующей воды (АСР) разработана для обеспечения стабильного функционирования конденсатора турбины посредством управления потоком охлаждающей жидкости. Этот механизм способствует увеличению энергоэффективности, снижению затрат на эксплуатацию и продлению срока службы оборудования.

Конденсатор выполняет функцию охлаждения и конденсации пара, выходящего из турбины, с последующим возвратом полученного конденсата в рабочий цикл. Эффективность его работы непосредственно связана с оптимальным расходом циркуляционной воды, что делает процесс автоматического управления особенно востребованным [1].

Принципиальная схема конденсационной установки представлена на рисунке 1.



1 – корпус; 2 – трубные доски; 3 – трубки; 4 – передняя водяная камера; 5 – задняя (поворотная) водяная камера; 6 – перегородка водяной камеры; 7 – патрубок подвода циркуляционной воды; 8 – патрубок выхода циркуляционной воды; 9 – переходный патрубок (горловина) конденсатора; 10 – патрубки отсоса паровоздушной смеси; 11 – паровые щиты; 12 – воздухоохладитель; 13, 14 – первый и второй потоки воды соответственно;

15 – конденсаторосборник; 16 – промежуточные перегородки; 17 – окна в промежуточных перегородках; 18 – сбросное устройство для пара; 19 – трубы выхода пара из камер отбора ЦНД; А – вход пара в конденсатор; Б – отсос паровоздушной смеси; В – отвод конденсата; Г – вход охлаждающей воды; Д – выход охлаждающей воды; Е – сброс пара из котла (парогенератора); Ж – выход пара из отборов ЦНД.

Рисунок 1 – принципиальная схема конденсационной установки

В конденсаторе циркулирующая вода выполняет функцию охлаждения и способствует превращению пара в конденсат после его выхода из турбины. Поддержание оптимального расхода воды в конденсаторе играет ключевую роль в повышении эффективности работы паровой турбины, а также всей энергетической системы. Это позволяет значительно повысить производительность и снизить затраты на ресурсы.

Основная часть

Система автоматического регулирования расхода циркуляционной воды состоит из сенсоров, управляющих модулей и исполнительных устройств, отвечающих за контроль температуры, давления и потока воды в системе. В соответствии с актуальными показателями АСР регулирует подачу охлаждающей жидкости, создавая оптимальные условия для функционирования турбины.

Принципиальная схема системы автоматического регулирования представлена на рисунке 2.

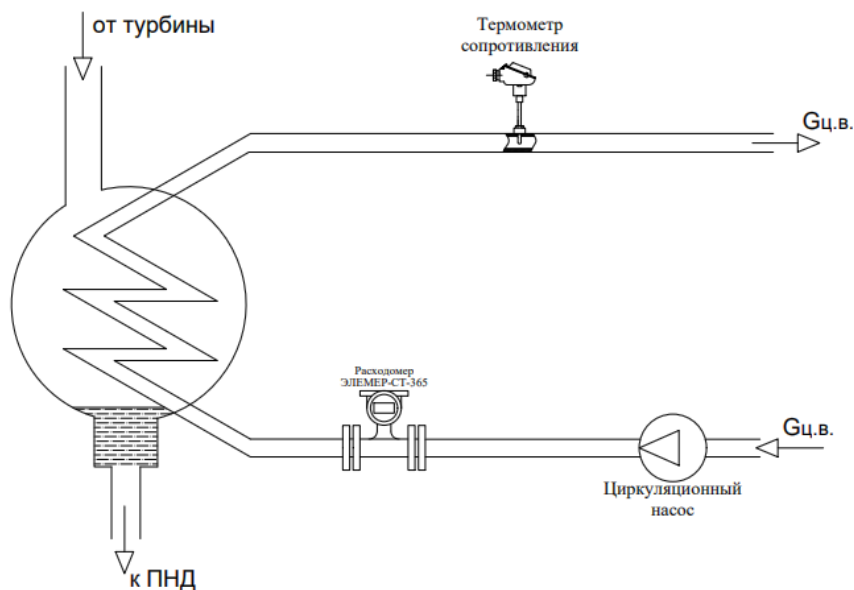
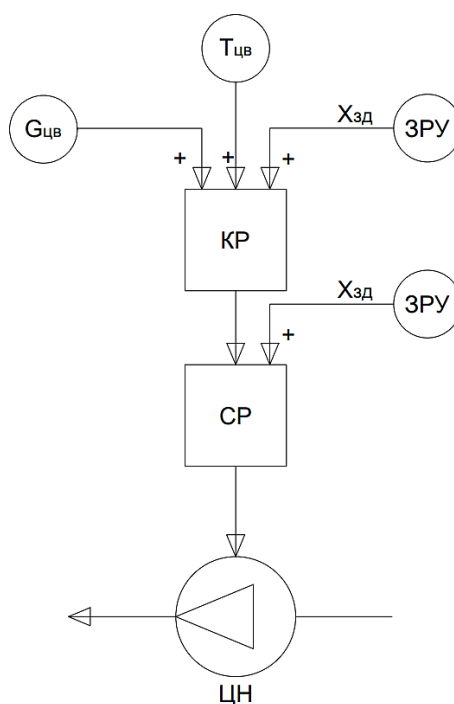


Рисунок 2 – Принципиальная схема АСР оптимального расхода циркуляционной воды в конденсаторе турбины

Важную роль в системе играет стабилизирующий регулятор (СР), который поддерживает параметры в заданных пределах, сводя отклонения к минимуму. Структурная схема системы автоматизации представлена на рисунке 3.



КР – Корректирующее регулирующее устройство; *СР* – Стабилизирующее регулирующее устройство; *ЗРУ* – Задатчик ручного управления; *ЦН* – Циркуляционный насос;

T_{цв} – Температура циркуляционной воды; *G_{цв}* – Расход циркуляционной воды.

Рисунок 3 – Структурная схема каскадной АСР регуляторов циркуляционной воды в конденсаторе турбины

Дополнительно используется корректирующий регулятор (КР), компенсирующий внешние воздействия, влияющие на поток воды. Для достижения оптимальных настроек регуляторов применяется математическое моделирование, включающее анализ передаточных функций различных элементов системы [2].

Автоматизированная система регулирования оптимального расхода циркулирующей воды в конденсаторе турбины представляет собой комплексный метод совершенствования процесса конденсации. Внедрение данной системы способствует не только повышению эффективности работы энергетического объекта, но и укреплению его устойчивости и безопасности.

Зная переходные характеристики отдельных сегментов каскадной АСР, можно выполнить расчёт параметров настройки стабилизирующего и корректирующего регуляторов. Настройка СР осуществляется с учетом оптимального реагирования на внутреннее возмущение f_1 , используя метод частичной компенсации (МЧК). Основные критерии оптимизации включают минимизацию интеграла квадрата ошибки регулирования в диапазоне от начального момента до полного времени регулирования t_n , при этом обеспечивается степень затухания переходного процесса на уровне 0,95 [2].

Определение параметров оптимальной динамической настройки СР выполняется на основе передаточной функции участка с упреждающим воздействием. Для КР применяется метод полной компенсации в частном виде (МПК в ЧВ), позволяющий эффективно нивелировать внешнее возмущение f_2 , по аналогии с настройкой СР. Процесс калибровки КР осуществляется на основе передаточной функции инерционного звена системы.

Заключение

Таким образом, разработанная автоматизированная система регулирования обеспечивает стабильное и высокоточное поддержание оптимального расхода циркуляционной воды в конденсаторе турбины. Одним из значительных преимуществ данной системы является исключение необходимости постоянного ручного контроля параметров, так как процесс регулирования полностью автоматизирован. Внедрение такой системы приносит существенные преимущества, затрагивающие различные аспекты работы и эксплуатации теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), способствуя повышению эффективности и надежности её функционирования.

Литература

1. Вспомогательное оборудование ТЭС / Н. Б. Карницкий, Е. В. Пронкевич, Е. Н. Васильченкова. – Минск : БНТУ, 2010. – 69 с.
2. Инженерные экспресс-методы расчета промышленных систем регулирования / Г. Т. Кулаков. – Минск : Выш. Шк., 1984. – 192 с.