

## **ЗАДАЧА УПРАВЛЕНИЯ РАСХОДОМ ТОПЛИВА ПРИ ПУСКЕ ЭНЕРГОБЛОКА**

Ткаченко А.В., группа АСУ-00а

Руководитель: проф. Скобцов Ю.А.

**Анализ состояния решаемой задачи.** Современные прямоточные паровые котлы являются высокоавтоматизированными установками. Надежная эксплуатация таких мощных энергетических блоков при сверхкритических параметрах технически возможна только на базе комплексной автоматизации котельных агрегатов, оптимальной наладки систем автоматизации и квалифицированного обслуживания. Автоматизация котлов – одно из основных направлений повышения их коэффициента полезного действия, снижения расхода топлива, обеспечения безаварийности работы. Ее развитие в настоящее время связано с внедрением новых технических средств и компьютерных технологий в управлении крупными энергоблоками. Сейчас управление расходом газа, внутренней задвижкой и подачей питательной воды осуществляется на основе опыта и интуиции оператора и поэтому не всегда является оптимальным. Целью данной работы является разработка принципов управления расходом газа на основе нейросетевой модели котла.

**Общая характеристика энергоблока как объекта управления.** Последовательно соединенные поверхности нагрева прямоточного парогенератора можно представить в виде змеевика, в один конец которого поступает питательная вода, а из другого выходит перегретый пар (рис.1). Пароводяной тракт может быть разделен на три части: водяную, пароводяную и паровую. Границы этих зон в общем случае не являются фиксированными и могут смещаться при переходных процессах. При сверхкритических параметрах пароводяная зона отсутствует. В этом случае нет четкой границы

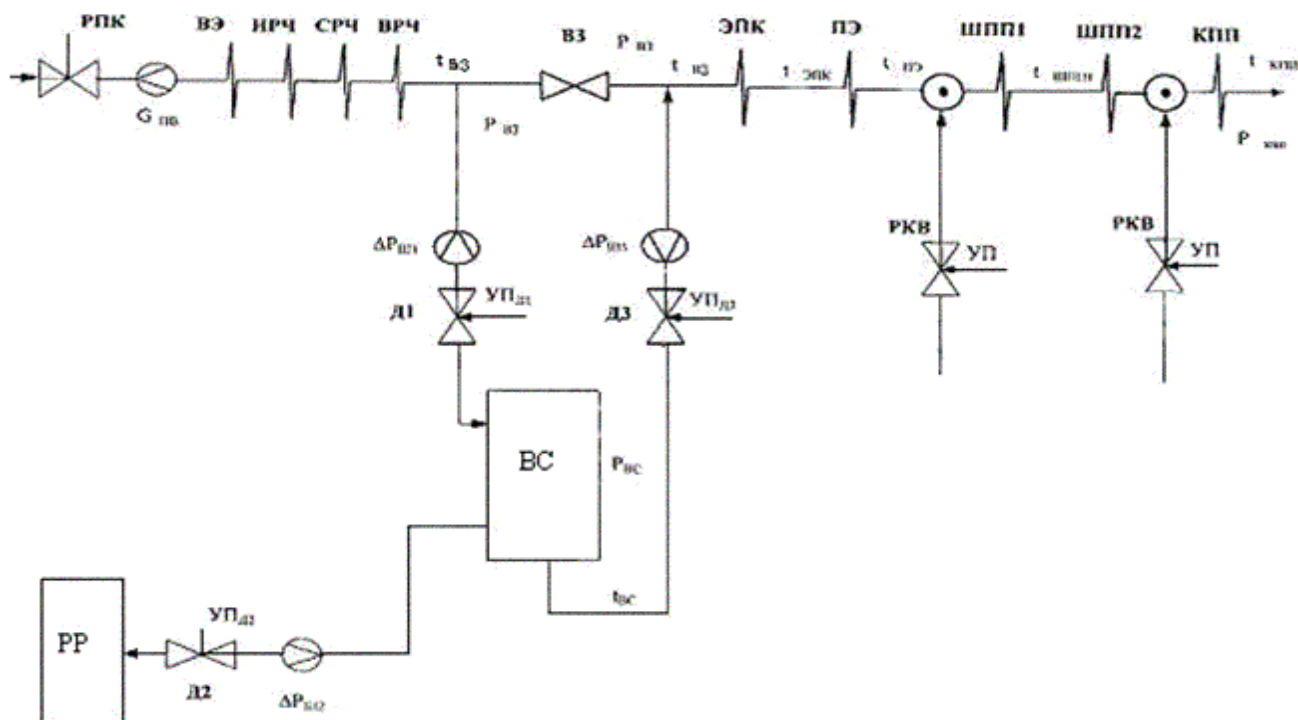


Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема прямоточного парогенератора с узлом встроенного сепаратора.

между водяной и паровой зонами. Положение точки начала перегрева может изменяться в зависимости от паропроизводительности, количества подводимого тепла и расхода питательной воды. Обычно ее принимают соответствующей условной температуре фазового перехода  $T_{\phi}$  определяемой максимальным значением теплоемкости пара. Температура  $T_{\phi}$  для произвольного давления  $p$  может быть найдена из приближенной формулы ВТИ  $T_{\phi} = T_{кр} + 3,54 \cdot 10^{-6} (p - p_{кр})$ , где  $p_{кр}$  и  $T_{кр}$  - критические параметры пара.

Перегревательная часть прямоточных парогенераторов состоит из отдельных последовательно включенных участков, разграниченных конструктивно и размещенных в различных температурных зонах газового тракта. Поверхности нагрева отдельных участков, соединительные трубопроводы и паросборные коллекторы, а также устройства впрыска охлаждающей воды образуют объект регулирования, представляющий собой

сложную динамическую систему, подверженную действию многих возмущающих воздействий. Температура на выходе каждого участка стабилизируется с помощью отдельных автоматических регуляторов, действующих на впрыскивающие устройства, устанавливаемые между поверхностями нагрева. Динамические характеристики отдельных пароперегревательных участков могут быть получены экспериментально или по данным теплового расчета.

**Задачи управления при пуске энергоблока.** Порядок пуска блока регламентируется технологической инструкцией [1], которая определяет последовательность и условия проведения основных технологических операций при ограничениях на значения технологических параметров. Требования инструкции направлены на обеспечение безаварийного выхода энергоблока на заданный рабочий режим за заданное время.

Последовательность выполнения операций управления пуском блока приводит к дискретному процессу смены состояний энергоблока, которые характеризуются достижением определенных значений технологических параметров. Не вдаваясь во все детали пусковых операций, можно разделить пуск блока по времени на следующие этапы:

- 1) заполнение котла водой до встроенной задвижки (ВЗ) (пароперегреватель при этом отключен) и розжиг горелок;
- 2) холодная а затем горячая отмывка тракта котла до ВЗ при температуре пароводяной среды перед ВЗ 180-220 °С до снижения содержания загрязнений (железа, соли, меди и др. ) до требуемых величин (клапан Д -2 при этом открыт);
- 3) подъем температуры среды перед ВЗ, подключение пароперегревателя (путем открытия клапана Д-3) и прогрев оборудования перед толчком роторов турбины;

- 4) разворот турбины и прогрев оборудования до включения генератора в сеть;
- 5) нагружение блока в сепараторном режиме;
- 6) открытие встроенной задвижки и переход котла в прямоточной режим работы.

Система управления должна выдавать команды на выполнение определенных операций включения-выключения определенного силового и теплотехнического оборудования, а также контролировать последовательных переходов с одного этапа пуска на другой в соответствии с программой пуска.

Для выполнения пусковых операций с учетом ограничений на температуру среды до встроенной задвижки и скорости ее подъема формируется соответствующий график-задание и затем выполняется контроль за его выдерживанием [2]. Сопоставление регламентируемых инструкциями графиков-заданий подъема температуры встроенной задвижки показывает, что существует всего четыре их вида, существенно отличающихся по своей конфигурации.

Реализация графика-задания в настоящее время выполняется оператором котла вручную путем изменения расхода топлива. При этом точность реализации графика-задания зависит от опыта оператора и в общем случае не гарантируется. В связи с этим возникает необходимость в разработке метода и алгоритмов управления расходом топлива, которые бы обеспечили требуемую точность выдерживания графика-задания.

На участке встроенных сепараторах (ВС) осуществляется сепарация пароводяной смеси на жидкую и паровую составляющие, эта операция производится за счет центробежных сил. Начало прикрытия клапанов Д-2 выполняется после открытия клапанов Д-3 и связано с необходимостью минимизировать проскок пара в растопочный расширитель, что позволяет понизить потери тепла в пусковой период.

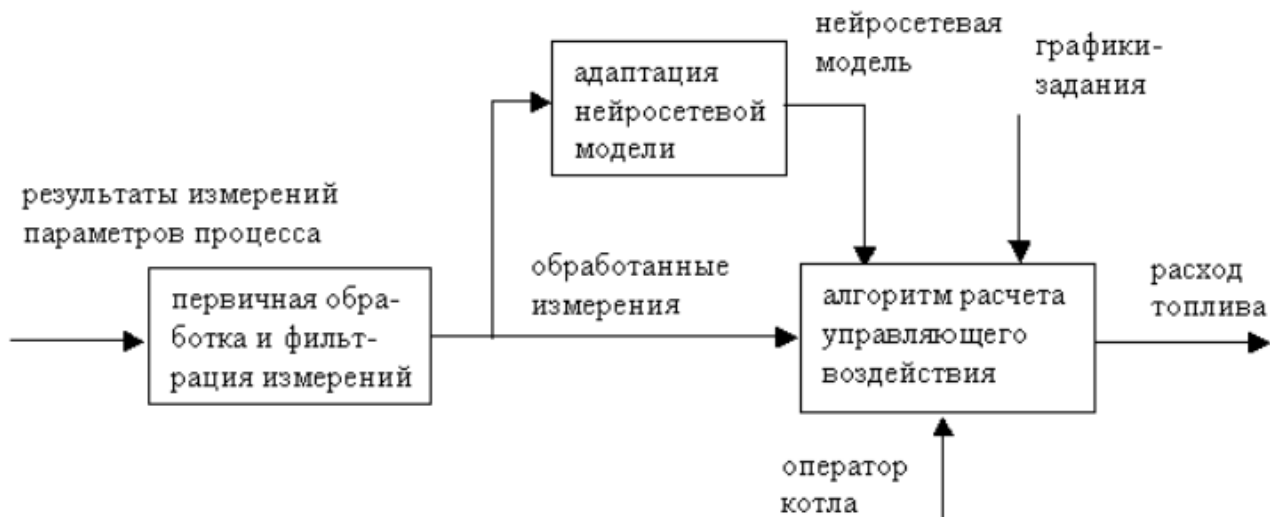


Рисунок 2 – Функциональная схема управления расходом топлива в пусковом режиме энергоблока.

**Общая схема управления.** Система управления должна осуществлять контроль и управление процессом сброса среды из встроенных сепараторов, для чего необходимо осуществить соответствующий расчет задания для исполнительных регуляторов степени открытия клапана Д-2;

Глобальной целью данного технологического процесса является получение перегретого пара по выбираемым критериям оптимизации. Поскольку отдельные локальные технологические участки и соответствующие им подпроцессы взаимосвязаны, автономное оптимальное управление подпроцессами по локальным критериям не может обеспечить оптимальное ведение всего процесса в целом. Для устранения этого недостатка необходимо отдельные оптимизированные управляющие подсистемы подчинить вышестоящей координирующей системе, в функции которой входят устранение конфликтных ситуаций между задачами управления подпроцессами и достижение глобальных целей в управлении процессом в целом [6]. Координирующая система, таким образом, обеспечивает интеграцию системы в единый управляющий комплекс, функционирующий по выбранному основному критерию оптимизации работы объекта.

Обобщенная функциональная схема управления приведена на рис.2. Она включает в себя первичную фильтрацию данных т.к. результаты измерения довольно сильно зашумлены. Затем настройку нейросетевой модели с возможностью донастройки ее в процессе работы. После этого нейросетевая модель используется алгоритмом управления.

**Заключение.** Выполнен анализ энергоблока как объекта управления. Рассмотрены основные задачи управления при пуске. В качестве основной задачи поставлена задача выдерживания графика-задания температуры до внутренней задвижки. Приведена общая схема системы управления на основе нейросетевой модели.

#### *Литература*

1. Инструкция по пуску и эксплуатации энергоблока 300 МВт. - МЭЭ ПЭО "ДОНБАССЭНЕРГО", 1992. - 81 с.
2. Афанасьев Н.Н., Панасовский О.Г., Курышко Г.И., и др. О формировании и выдерживании графика-задания подъема температуры среды перед ВЗ при пуске моноблока сверхкритического давления //"Энергетика и электрификация", 1997, №3, с.4-9.
3. Плетнев Г.П. Автоматическое управление и защита теплоэнергетических установок электростанций. - М.: Энергоатомиздат, 1986. – 344с.
4. Ключев А.С., Товарнов А.Г., Наладка систем автоматического регулирования котлоагрегатов. – М.: Энергия, 1970. – 280 с.
5. Сигеру Омату, Марзуки Халид, Рубия Юсоф Нейроуправление и его приложения. М: Радиотехника, 2000. 272 с.
6. Дзюба А.В., Ткаченко А. В. Основные задачи управления котлоагрегатом сверхкритического давления в различных режимах функционирования. // Наукові праці Донецького державного технічного університету. Сер. обчислювальна техніка та автоматизація, випуск 66. – Донецьк: ДонНТУ. – 2005.