

жек при данном объеме. Окно для отображения результатов работы программного приложения показано на рис. 1.

Результаты моделирования							
Оптимальный размер партии и соответствующие минимальные затраты на каждом отрезке при каждом уровне остатков							
Начальный запас	n=1	n=2		n=3		n=4	
	x1(i)	f1(i)	x2(i)	f2(i)	x3(i)	f3(i)	x4(i)
0	3	19	3	38	4	48	3
1	2	17	5	26	5	45	5
2	1	15	4	24	4	43	5
3	0	0	0	19	0	38	0
4	0	1	0	18	0	27	0

Рис. 1. Пример результатов работы программного приложения

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вагнер Г. Основы исследования операций. – М.: «Мир».1973.
2. Исследование операций / Под ред. Моудера Дж.
3. Иванов В.Б., Куликов Г.Г., Речкалов Я.А. Автоматизированное управление запасами. – Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа, 2.

УДК 621.37/.39:658.011.56

В.В. Игнатъев

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РОЗЖИГОМ ГОРЕЛОК ПРИ РАБОТЕ КОТЛА НА ПРИРОДНОМ ГАЗЕ

При реконструкции системы газопотребления котла необходимо обеспечить достаточный уровень автоматизации.

Предлагается автоматизированная система управления работой (АСУР) горелок. Возможны два варианта исполнения: базовый и расширенный (рис. 1).

В базовом исполнении АСУР представляет собой комплект шкафов управления горелками (ШУГ).

Для одной горелки предназначен один шкаф управления. ШУГ размещается на площадке обслуживания горелки (согласно РД 12-529-03).

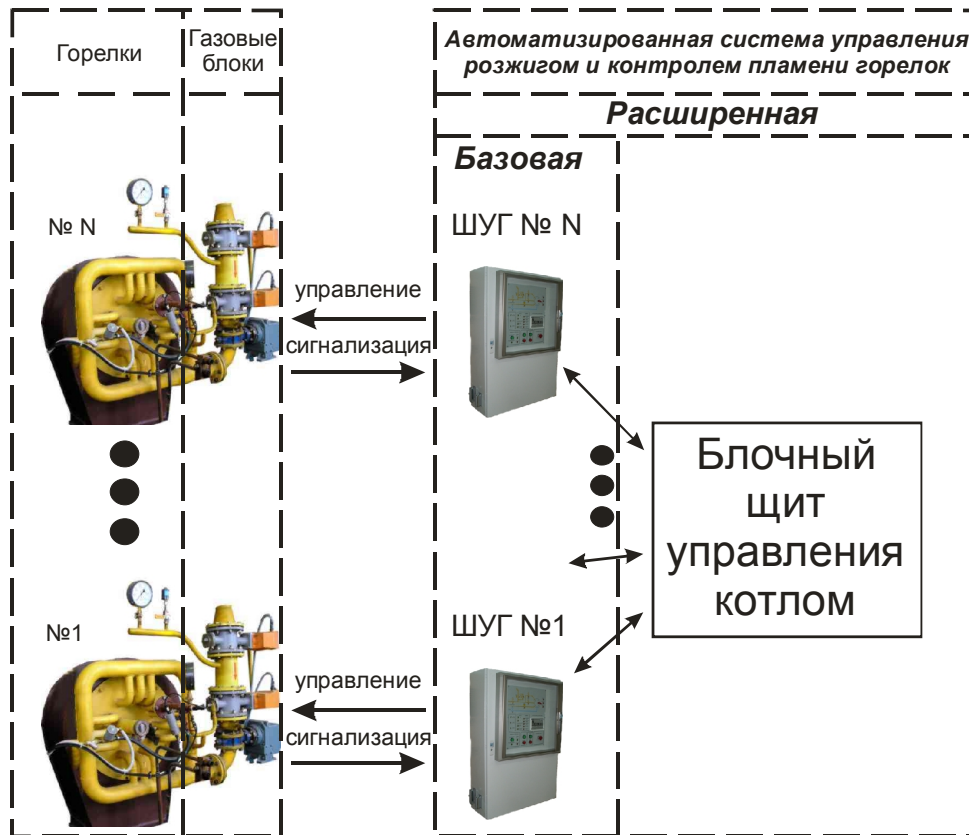


Рис. 1. Структура системы управления газоиспользующим оборудованием котла

АСУР в базовом исполнении обеспечивает:

- дистанционное управление арматурой газового блока в ручном режиме (режим наладки);
- выполнение автоматизированных операций:
 - проверка на газовую плотность арматуры газопровода горелки;
 - автоматический розжиг горелки;
 - останов горелки (аварийный и «по требованию»);
- контроль и срабатывание защит:
 - невоспламенение или погасание факела горелки;
 - невоспламенение или погасание пламени запальника;
 - отключение подачи газа в горелку при повышении/понижении давления газа после последнего запорного органа перед горелкой;
- выполнение блокировок:
 - подача газа в горелку запрещена – запальник не горит;
 - закрытие электромагнитного клапана на трубопроводе безопасности запрещено – первый по ходу ПЗК закрыт;
 - открытие второго по ходу ПЗК запрещено – электромагнитный клапан трубопровода безопасности закрыт;

- подача газа в горелку запрещена – закрыт воздушный шибер перед горелкой.

В расширенном исполнении АСУР кроме комплекта ШУГ для каждой горелки имеет центральный микропроцессорный шкаф управления (ЦМПШУ), устанавливаемый на щите управления котлом. Данный шкаф управления предназначен для:

- координации работы ШУГ горелок;
- сбора информации о работе горелок;
- управления арматурой газопровода всей газоиспользующей установки;
- выполнения защит и блокировок согласно РД 153-34.1-35.108 «Технические условия на выполнение технологических защит и блокировок при использовании мазута и природного газа в котельных установках в соответствии с требованиями взрывобезопасности».

При комплектации используется современная элементная база импортного производства (Siemens, phenix, legrand, и т.д.). Корпуса шкафов имеют минимальную степень защиты IP54 или более (по требованию заказчика).

В зависимости от объекта, реконструкции при разработке и изготовлении, учитываются требования нормативных документов по резервированию каналов передачи данных.

В случае необходимости при проектировании управления газовой части котла можем учесть и управление трактом мазутоподачи.

Условия эксплуатации АСУР:

- температура окружающей среды 5-60°C;
- относительная влажность 65% при 20°C (максимальная – 80% при 25°C);
- барометрическое давление 84,6 – 90,66 кПа (630-800 мм.рт.ст.);
- амплитуда вибрации в диапазоне частот 5-25 Гц может быть не более 0,1 мм;
- электрическая составляющая электромагнитного поля до 0,3 В/м или 0,4 А/м.

При реконструкции действующих газоиспользующих установок АСУР может брать на себя функции управления и контроля как только добавляемых в процессе реконструкции узлов, так и полностью заменить используемое до реконструкции оборудование автоматики безопасности.

Изначально было определено, что создаваемая система должна быть законченным изделием, обеспечивающим:

- автоматизированный контроль плотности запорной арматуры перед горелкой;
- безопасный розжиг горелок;
- контроль состояния арматуры во всех режимах работы;
- выполнение всех действующих защит и блокировок;
- максимальную информативность о работе компонентов системы;
- удобство и эргономичность отображения информации и размещения органов управления.

Идеология построения АСУР сориентирована таким образом, чтобы изделие являлось модульно законченным, обеспечивающим полную автоматизацию управления арматурой в пределах горелки, способным работать под управлением как щита управления котлоагрегата, выполненного на релейной логике, так и в составе АСУ ТП котла.

При разработке АСУР всегда применяется индивидуальный подход в зависимости от требований Заказчика и возможностей размещения системы на объекте.

В настоящее время имеется несколько вариантов исполнения АСУР. Для примера описываем один из последних, разработанных для котла ТП-12 ст.№18 ТЭЦ Сибирского химического комбината.

Данная система разработана на основе уже установленной и работающей на однотипном котле ТП-10 ст.№15 ТЭЦ СХК. Горелки установленные на котле, разработаны и изготовлены ЗАО «Югтеплокомплект», прошли государственную сертификацию, имеют сертификат соответствия №РОСС RU.МГ01.А01858 от 04.05.2005г.

Реконструкция котла выполнена с целью:

- перевода котла на сжигание природного газа;
- понижение температуры перегретого пара до 520°С;
- повышение уровня контролепригодности и управляемости системы подачи газа к горелкам.

В ходе реконструкции были выполнены проектные работы:

- проект 4-х комбинированных горелочных устройств с автоматизированной системой управления розжигом и контроля пламени;
- сохранено угловое расположение горелок на боковых стенах топочной камеры;
- предусмотрено 2-х ступенчатое сжигание топлива и подачу пыли к основным горелкам с применением системы ПВКД;
- амбразуры горелок выполнены объемными трубами топочного экрана;
- предусмотрена установка коротковдвигжных обдувочных аппаратов для очистки поверхностей нагрева топочных экранов;
- выполнен проект реконструкции ширмового пароперегревателя для повышения надежности его работы и выполнена техническая документация для возможности изготовления ширмового пароперегревателя;
- выполнены тепловые и аэродинамические расчеты котла;
- выполнены расчеты температур стенки змеевиков ширмового пароперегревателя;
- выполнена перекомпоновка пылегазовоздухопроводов в районе котла.

Спроектированное и изготовленное устройство горелочное (УГ) предназначено для сжигания угольной пыли и природного газа в качестве основных топлив, мазута в качестве растопочного. В составе УГ поставлена автоматизированная система управления (АСУР) розжига горелки на природном газе и контроля пламени.

Верхним уровнем АСУР является ЦМПШУ. Он предназначен для координации работы ШУГов, удаленного отображения информации о работе горелок и газовой арматуры, а также для связи АСУР со щитом управления или АСУТП котла.

Размещение горелочных устройств и газовой арматуры в пределах горелки показаны на рис.2.

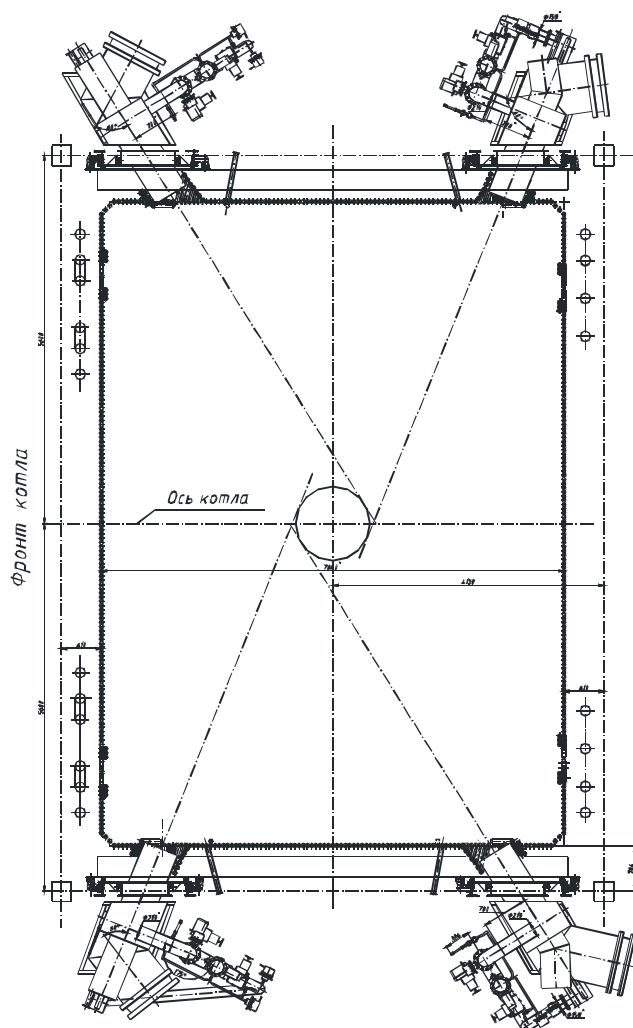


Рис. 2. Расположения горелочных устройств и газового блока в пределах котла

Показатели назначения устройства горелочного:

- вид твердого топлива – кузнецкий каменный уголь и промпродукт;
- вид газового топлива – природный газ;
- вид растопочного топлива – мазут М-100 по ГОСТ 10585;
- тип горелки – комбинированная, прямоточно-вихревая;
- количество горелок на котел – 4;
- количество вводов газа в горелку – 2;
- теплопроизводительность горелки – 42МВт;
- способ подачи угольной пыли в горелку – ПВКД, пылепровод 76х6.

АСУР, разработанна с учетом:

ПБ 12-529-03 «Правила безопасности систем газораспределения и газопотребления» [1].

РД 153-34.1-35.108 «Технические условия на выполнение технологических защит и блокировок при использовании мазута и природного газа в котельных установках в соответствии с требованиями взрывобезопасности» [2].

Система управления розжигом имеет в своем составе два типа шкафов управления, имеющих разное функциональное назначение:

- ЦМПШУ – центральный микропроцессорный шкаф управления;
- ШУГ – шкаф управления горелкой.

ШУГи устанавливаются «по месту» около горелок по принципу один ШУГ – одна горелка. Для синхронизации работы ШУГов и для их связи со шитом управления котла или АСУ ТП на рабочем месте оператора устанавливается ЦМПШУ.

Шкаф управления горелкой является самым нижним функциональным уровнем АСУР (рис. 3). Он управляет и контролирует состояние устройств, установленных на газопроводе в пределах горелки.

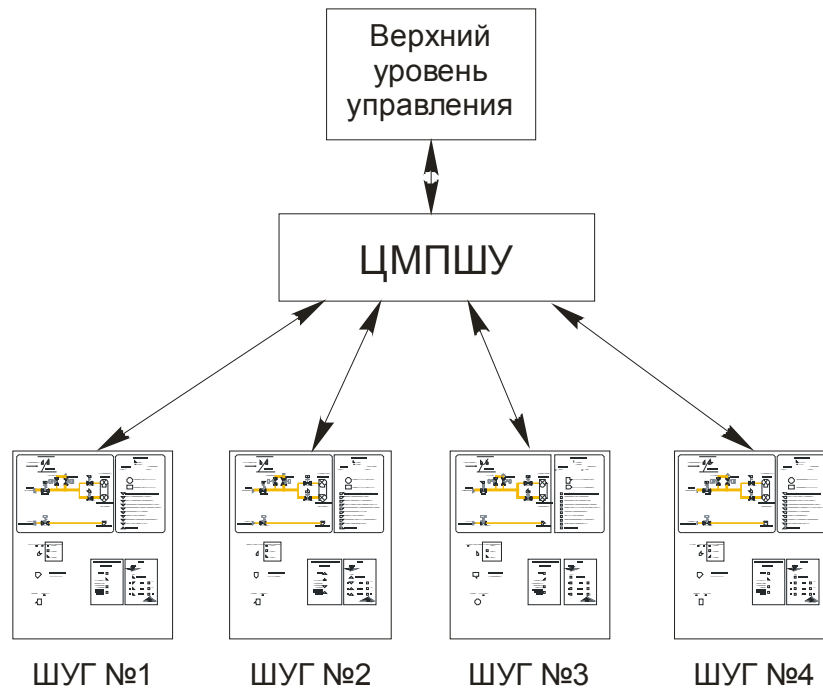


Рис. 3. Структурная схема взаимосвязи АСУР и верхнего уровня управления котлом

Управление осуществляется, согласно действий оператора, органами управления, расположенными на лицевой панели ШУГ, и сигналов, поступающих от исполнительных механизмов, датчиков, ЦМПШУ.

В каждом шкафу управления установлен контроллер, предназначенный для решения следующих задач:

- автоматизированного выполнения контроля газовой плотности запорной арматуры перед горелкой. Алгоритм проведения проверки заложен программно в контроллер. Оператор запускает общий для всех горелок предпусковой кон-

троль плотности с любого ШУГ, находясь около котла, или с ЦМПШУ, находясь на щите управления котлоагрегатом;

- минимизации количества сигналов передаваемых в потенциальном виде. Все сигналы, обеспечивающие необходимые защиты и блокировки передаются отдельными проводами, а информационные сигналы передаются в цифровом формате.

На лицевых панелях ШУГ и ЦМПШУ отображается информация о работе АСУР.

На лицевой панели ШУГ располагается мнемосхема, отображающая информацию:

- индикация включенного напряжения;
- индикация разрешения/запрета работы ШУГ;
- положение всей арматуры перед горелкой;
- работа горелок (сигнал от датчика факела);
- информационные сигналы о работе ШУГ и неисправностях.

В качестве лицевой панели ЦМПШУ используется жидкокристаллическая панель. На ней отображается работа арматуры всех газовых блоков перед горелками. Кроме того, сигнализируется открытие лицевой панели конкретного шкафа.

В ШУГ предусмотрено два режима работы: «РАБОТА», «НАЛАДКА».

Режим работы «РАБОТА» устанавливается автоматически по умолчанию.

Для управления в этом режиме на лицевой панели ШУГ предусмотрены следующие кнопки:

- аварийный останов;
- проверка герметичности;
- пуск;
- останов;
- открыть газ к растопочной горелке;
- закрыть газ к основной горелке.

Для работы в режиме «НАЛАДКА» АСУР комплектуется переносным пультом управления. На пульте расположены кнопки управления газовой арматурой. Подключение пульта осуществляется через разъем, автоматически отключающий режим «Работа».

В режиме «НАЛАДКА» возможно произвольное управление арматурой (без соблюдения блокировок). Назначение режима: наладка корректной работы концевиков электроприводов арматуры.

На лицевой панели ЦМПШУ расположены кнопки:

- проверка герметичности ПЗК (одна);
- аварийный останов (четыре, по одной для каждого ШУГ);
- пуск (четыре, по одной для каждого ШУГ);
- останов (четыре, по одной для каждого ШУГ);
- открыть газ к растопочной горелке (четыре, по одной для каждого ШУГ);
- закрыть газ к основной горелке (четыре, по одной для каждого ШУГ).

При подаче напряжения вся газовая арматура, управляемая через ШУГ приводится в исходное состояние:

- ПЗК закрыт;
- электромагнитный клапан свечи безопасности открыт;
- запорный клапан растопочной горелки закрыт;
- запорный клапан основной горелки закрыт;
- электромагнитный клапан запальной горелки закрыт;

- электромагнитный клапан сброса давления закрыт.

Сигнал «ПУСК РАЗРЕШЕН» передается через ЦМПШУ со щита управления котлом и является разрешающим для работы АСУР. Кроме того, воздушные шиберы на воздухе должны быть не закрыты (условие блокировок). Сигналы о положении воздушных шиберов являются внешними и передаются на ЦМПШУ и далее на ШУГи со щита управления котлом.

После получения сигналов «ПУСК РАЗРЕШЕН» и не закрытом положении воздушных шиберов кнопкой «ПРОВЕРКА ГЕРМЕТИЧНОСТИ ПЗК», находящейся на любом ШУГ или на ЦМПШУ, инициализируется одновременная проверка герметичности ПЗК на всех горелках. Проверка герметичности сопровождается световой индикацией на всех ШУГ и ЦМПШУ «ВЫПОЛНЯЕТСЯ ПРОВЕРКА НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ».

Проверка герметичности арматуры выполняется контроллером, установленным в каждом ШУГе. В случае герметичности арматуры отображается сигнал «ГАЗОВАЯ АРМАТУРА ГЕРМЕТИЧНА» и он же передается в ЦМПШУ. После получения от всех ШУГов сигнала «ГАЗОВАЯ АРМАТУРА ГЕРМЕТИЧНА» ЦМПШУ формирует и выдает разрешающий сигнал «РОЗЖИГ РАЗРЕШЕН» на все горелки.

Далее оператор кнопкой «ПУСК» (с ШУГ или ЦМПШУ) запускает автоматический розжиг нужной ему горелки. Алгоритм розжига выполнен на релейной логике с соблюдением всех защит и блокировок. Включение/выключение основной горелки осуществляется кнопками «ОТКРЫТЬ ГАЗ К ОСНОВНОЙ ГОРЕЛКЕ»/«ЗАКРЫТЬ ГАЗ К ОСНОВНОЙ ГОРЕЛКЕ».

Останов горелки осуществляется кнопкой «ОСТАНОВ»

Аварийный останов горелки осуществляется кнопкой «АВАРИЙНЫЙ ОСТАНОВ».

При разработке алгоритмов работы ШУГ и ЦМПШУ учтено:

- обесточивание ЦМПШУ не приводит к отключению ШУГов, останову горелок, а следовательно, к останову котла;
- на работающем котле отключение (вывод из работы) любого ШУГа, с отключением питания, не приводит к отключению остальных ШУГов, а также к нарушению работоспособности всей АСУР;
- обеспечивается перезапуск остановленного котла, после останова из горячего состояния;
- порядок розжига горелок не ограничен. Оператор сам принимает решение какую горелку разжечь и на какой горелке включить/выключить основную горелку;
- на жидкокристаллической панели, в цвете, одновременно отображается работа всех четырех горелок, а также положение арматуры газопровода в пределах горелок;
- заложенные в АСУР алгоритмы выполняют требования нормативных документов, и не зависят от устанавливаемой на газопроводе арматуры. В случае изменения состава и типов электроприводов изменяются только схемы внешних подключений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Правила безопасности систем газораспределения и газопотребления (пб 12-529-03). Серия 12. Выпуск 4/ колл.авт. – М.: государственное унитарное предприятие «научно-технический центр по безопасности в промышленности госгортехнадзора россии», 2003. –200с.
2. Рд 153-34.1-35.108-2001. Технические условия на выполнение технологических защит и блокировок при использовании мазута и природного газа в котельных установках в соответствии с требованиями взрывобезопасности. – М., 2001.

УДК 681.21

В.Х. Пшихопов, Д.А. Шанин, М.Ю. Медведев, В.В. Чикин**ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО АДАПТИВНОГО РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОМ С НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬЮ****Постановка задачи**

Нейросетевые подходы хорошо зарекомендовали себя при решении задач адаптивного управления [1 – 3]. Особенно актуально применение таких методов при управлении объектом, чья структура и параметры являются неопределенными. В этом случае нейросетевой регулятор позволяет сократить сроки и стоимость проектирования, так как нет необходимости решать задачу идентификации и устранять влияние неопределенности при соответствующем обучении.

В работе [3] предложен нейросетевой адаптивный контроллер, обладающий свойствами ПИД-регулятора. Свойства ПИД-регулятора заложены в нейросетевой адаптивный контроллер по причине его универсальности. При этом полученный нейрорегулятор используется не для подстройки коэффициентов, а прямо реализует интегральную составляющую для подавления трендов ошибок, дифференциальную составляющую для подавления резких возмущений и пропорциональную – для уменьшения текущей ошибки. Отметим, что при решении данной задачи был получен нейросетевой алгоритм дифференцирования, который пригоден для применения сигналов с шумами.

При синтезе такого нейросетевого регулятора использовалась динамическая сеть прямой передачи данных, на базе нейронов с радиально-базисной функцией активации в первом слое и аделинов (нейронов с линейной функцией активации) – во втором слое. При этом на тестовых примерах (управление двигателем постоянного тока независимого возбуждения и асинхронном двигателе с векторным управлением) были получены оптимальные настройки нейросети, обеспечивающие при заданном времени переходного процесса наименьшее перерегулирование.

В качестве входов разработанного нейрорегулятора используются следующие последовательности:

- ♦ опорный сигнал – задающая последовательность определяющее конечное состояние объекта;
- ♦ выход регулятора;
- ♦ ошибка объекта – разность между опорным сигналом и реальным выходом объекта;