УДК 681.5:66.012

Блинаева Е.В. − к.т.н, Восточно-Казахстанский государственный технический университет им.Д.Серикбаева, Усть-Каменогорск, Казахстан

Работа выполняется в рамках грантового финансирования МОН РК, договор № 594 (82-421-13)

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ИНФРАЗВУКОВОЙ ПЫЛЕГАЗООЧИСТКИ

В статье описан способ уменьшения загрязнения атмосферы и повышения эффективности сжигания топлива на действующих котлах средствами автоматизации, предложена функциональная схема автоматизированной системы управления процессом инфразвуковой пылегазоочистки, представлен проект поддержки программного обеспечения и описаны схемы диалога АСУ процессом инфразвуковой пылегазоочистки дымовых газов.

Введение

Основой энергетики Казахстана является теплоэнергетический комплекс. В Республике Казахстан все действующие теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) и крупные котельные работают на местных углях с зольностью до 50 %. Теплотворная способность этих углей колеблется в пределах 3500-4200 ккал/кг, зольность, отнесенная к 1000 ккал может превышать 10 (для западно- европейских ТЭЦ этот показатель не превышает 2), содержание серы составляет 0,5-0,7 %, азота - от 0,5 до 1,5 %, исходная запыленность дымовых газов может составлять 70-100 г/нм^3.

Традиционная технология пылевидного сжигания углей является преобладающей в энергетике Республики Казахстан, и крайне важно повысить эффективность и «экологичность» этой технологии. Для этого необходимо оптимизировать средствами автоматизации сгорание углей за счет подачи кислорода (воздуха) непосредственно в топку котла. Основной упор должен быть сделан на пылегазоочистку уходящих газов за пределами котлов.

Необходимо оснащать котлы автоматизированной системой подачи воздуха, которая бы не только фиксировала режим работы котлоагрегата, но и оперативно выдавала персоналу котельной информацию, необходимую для ведения оптимального режима котла. Потери с химической, механической неполнотой сгорания и выбросы в окружающую среду в этом случае будут сведены к минимуму. Одним из возможных путей улучшения работы пылегазоуловителей является использование

© Блинаева Е.В. 2013

для пылегазоочистки инфразвуковых приборов различной мощности, оборудованных средствами автоматизации, что позволяет снизить выбросы окислов серы на 75%, окислов азота – до 70%.

Автоматизация процесса инфразвуковой очистки пылегазовых потоков котельной установки

На объектах энергетики были проведены экспериментальные исследования по применению приборов инфразвуковой очистки (ИФС-1) дымовых газов котельных установок от загрязняющих веществ [1]. При сжигании топлива в постоянном режиме, образовавшийся пылегазовый поток со средней скоростью 23,75 м/с и температурой до 190˚С, очищался в батарейном циклоне. После циклона прибором MSI 150 PRO производились замеры концентраций загрязняющих веществ: окислов азота NO_x, окислов серы SO_2, оксида углерода CO, определялась и запыленность газов. Была смонтирована вставка прямоугольного сечения, устанавливаемая в газоходе и позволяющая изменять его внутреннюю высоту. Затем устанавливались приборы ИФС-1 в газоход до циклона так, чтобы подача инфразвукового излучения с частотой до 30 Гц осуществлялась перпендикулярно направлению движения пылегазового потока. При проведении опытов последовательно уменьшалась высота газохода при включенном приборе ИФС-1. После инфразвукового воздействия при различной высоте газохода прибором MSI 150 PRO повторно осуществлялись замеры концентраций загрязняющих веществ.

Экспериментальные данные были обработаны методом регрессионного анализа и получены уравнения зависимостей концентраций загрязняющих веществ SO_2, NO_x, CO и запыленности от интенсивности инфразвукового воздействия и геометрических размеров газохода.

Для оптимизации процесса горения на исправном котле по максимальной энергетической эффективности достаточно контролировать содержание в продуктах горения кислорода (O_2), окиси углерода (CO) и углекислого газа (CO_2). Соотношение этих компонентов несет информацию не только о коэффициенте полезного действия, но и о наличии технических неполадок. Для оптимизации процесса горения с точки зрения экономической эффективности требуется дополнительно контролировать содержание в выбросах окислов азота (NO_x), а также диоксидов серы (SO_2). Информация о концентрации окислов азота также несет информацию о температуре горения и исправности дымоходов. Поэтому важна стационарная система оперативного мониторинга состава выбросов и режима горения котельных установок.

Процесс пылегазоочистки дымовых газов котельной установки заключается в следующем. В топку котлоагрегата подается воздух, необходимый для полного сгорания топлива. После выхода из топки пылегазовый поток попадает в узел инфразвуковой очистки, где на него

воздействуют звуковые волны низкой частоты. В результате химических реакций происходит выделение иона водорода из молекул воды, и соединение с ним газов SO_2, NO_x, CO. Твердые частицы несгоревшего топлива коагулируют с молекулами кислоты и, двигаясь по газоходу, попадают в батарейный циклон, где происходит очистка потока под действием сил гравитации. После циклона дымососом очищенный поток выбрасывается через дымовую трубу в атмосферу.

Для реализации поставленных задач исследования, в работе предлагается функциональная схема автоматизации процесса пылегазоочистки дымовых газов котельной установки с использованием инфразвукового воздействия. Схема представлена на рисунке 1.

Автоматизированная система управления предназначена для контроля технологических параметров установки очистки дымовых газов котлового агрегата и автоматизированного поддержания предельно допустимых концентраций SO_2, NO_x, твердых веществ в газах, а также разрежения в заданном диапазоне.

На нижнем уровне расположен процессор контроллера SIMATIC серии S7-300, обеспечивающий измерение, преобразование, контроль технологических параметров. Процессор контроллера производит регистрацию отклонений технологических параметров от заданных границ и сигнализирует об отклонениях.

На верхнем уровне системы располагается рабочее место оператора в состав, которого входит компьютер Pentium 4 , оборудованный сетевой картой CP5611 для подключения рабочего места оператора к сети PROFIBUS (RS485) и осуществления связи с процессором контроллера S7-300. Компьютер находится под управлением операционной системы Windows NT4.0 SP6, IE5. Программный пакет WinCC, установленный на компьютере, является рабочей средой, обеспечивающей функционирование программной части системы автоматизации и контроля, отвечающей за интерфейс с оператором.

Данные о технологическом процессе выводятся на мнемосхемы, их количество и содержание формируется при проектировании, также вывод данных производится в виде графического представления или табличного, при этом оператору предоставляется возможность самому выбирать переменные и их количество – это удобно для поиска и анализа нарушений.

В качестве основного элемента управления системы на нижнем уровне предлагается хорошо себя зарекомендовавший контроллер SIMATIC S7-300, который оснащен широким набором функций, позволяющих в максимальной степени упростить процесс разработки программы, ее отладки и обслуживания контроллера в процессе его эксплуатации. Наличие встроенного интерфейса связи позволяет полностью реализовать управление и визуализацию контролируемых параметров

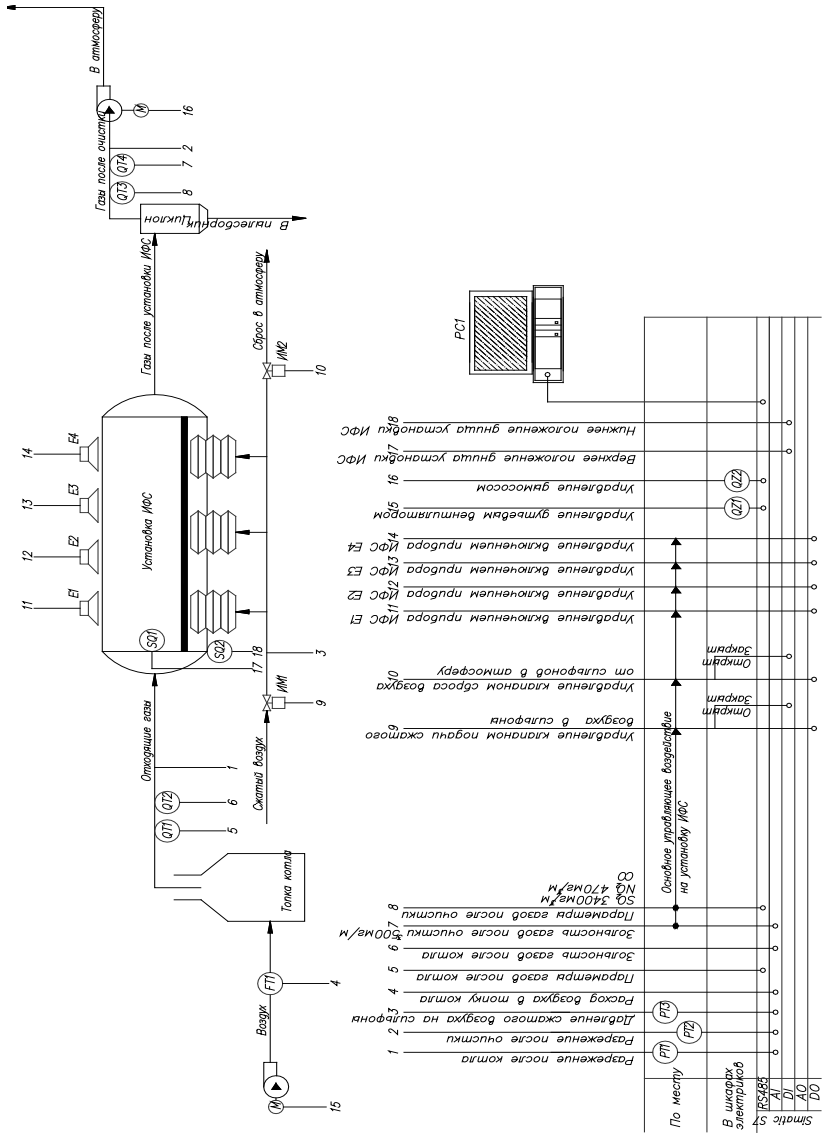

Рис. 1. Функциональная схема АСУ процессом инфразвуковой очистки дымовых газов котельной установки

технологического процесса. Модули связи с объектом (УСО) позволяют использовать любые типы датчиков с унифицированным выходным сигналом и любые исполнительные механизмы, частотные преобразователи, рассчитанные так же на унифицированный управляющий сигнал.

Для удобства практической реализации алгоритм функционирования узла инфразвуковой очистки удобно представить в виде автоматной модели (граф-схема, рисунок 2) [2].

Граф-схема позволяет наглядно представить алгоритм: его составляющие, число независимых состояний, их взаимосвязи, ориентировочно определить число команд, состав и объем оперативного запоминающего устройства программируемого контроллера.

В реализации программного кода предлагается применение *SWITCH*-технологии.

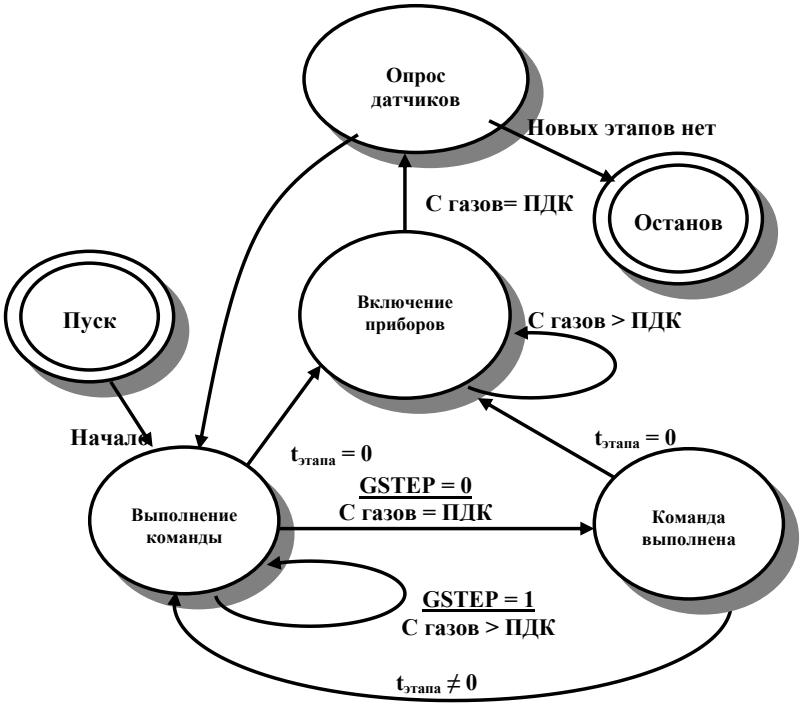

Рис. 2. Автоматная модель состояний узла инфразвуковой очистки

По данной технологии схема автомата состоит из двух частей – схемы связей и графа переходов. Интерфейс оператора позволяет

контролировать значения технологических параметров установки ИФС, выбирать режимы работы «ручной - автоматический», производить корректировку задания, просматривать журнал событий. Интерфейс оператора, изображенный на рисунке 3, представляет собой мнемосхему с изображением оборудования установки ИФС, газоходов, кнопок управления процессом, индикаторов, полей отображения числовой и графической информации.

На мнемосхеме отображаются значения параметров, состояния исполнительных механизмов и приборов Е1…Е2, осуществляется регистрация данных и запись их в журнал событий. В ручном режиме индикаторы состояния механизмов дополнительно выполняют функции кнопок. Оператор по показаниям датчиков на мнемосхеме управляет включением или отключением того или иного прибора ИФС Е1…Е4, открытием или закрытием клапанов ИМ1, ИМ2. Также, в ручном режиме предусматривается вход в меню калибровки и наладки оборудования и вход в меню настройки интерфейса.

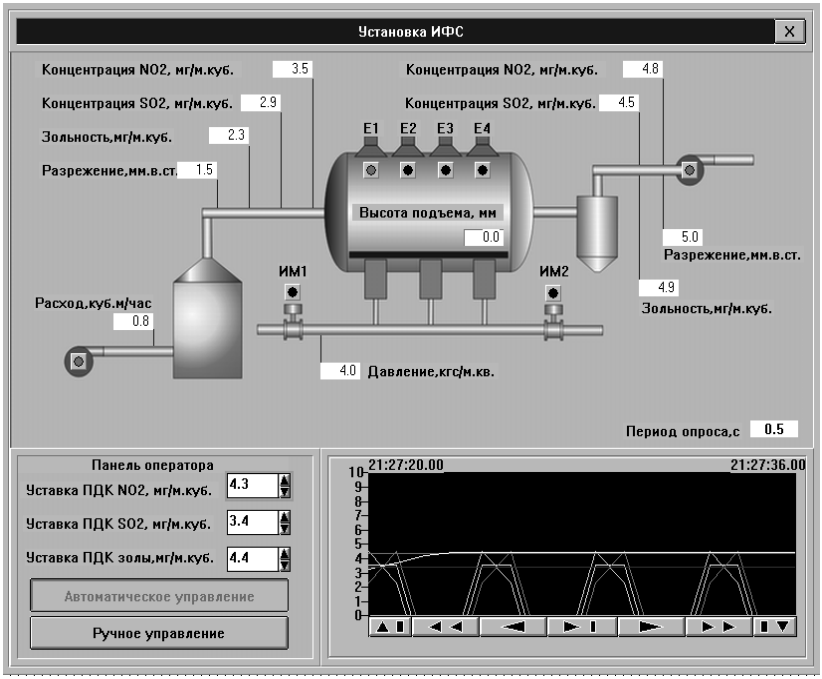

Рис. 3. Мнемосхема установки ИФС

Все действия оператора сопровождаются появлением дополнительных диалоговых окон, ожидающих от оператора принятия решений и подтверждения действий. При сбоях и аварийных ситуациях диалоговые окна сигнализируют оператору о событии и также ожидают принятия решений. Все действия протоколируются в журнал событий и доступны для изучения.

Выводы

В разработано алгоритмическое и программное обеспечение для расчета оптимизации управления процессами подачи воздуха, очистки и удаления дымовых газов действующих котельных установок. Предлагаемые схемы автоматизированной системы управления процессом инфразвуковой пылегазоочискти дымовых газов котельной установки позволят обеспечить снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Литература

1. Блинаева Е.В., Блинаева Ю.В. Способ обработки пылегазовой смеси внешним инфразвуковым воздействием/ Патент Республики Казахстан № 42586, 2003 г.

   Blinaeva, E.V., Blinaeva, J.V. (2003), Sposob obrabotki pylegazovoy smesi vneshnim infrazvukovym vozdeystviem [A method of dust-gas mixture processing by an external infrasonic influence], Patent of the Republic of Kazakhstan № 42586.

2. Шалыто А.А. Switch-технология. Алгоритмизация и программирование задач логического управления СПб.: Наука,1998. 628 с.

   Shalyto, A.A. (1998) Switch-tekhnologiya. Algoritmizatsiya i programmirovanie zadach logicheskogo upravleniya [Switch-technology. Algorithmization and programming of logic control tasks], Nauka, St.-Petersburg, Russia.

Рукопись поступила 18.05.2013 г.