

Регулирование разряжения в топке котла- современный подход

В статье рассматривается вопрос построения системы автоматического регулирования разряжения в топке котла на базе современных микропроцессорных средств автоматизации с использованием в контуре регулирования частотного преобразователя-инвертора. Предлагается способ поэтапного перехода от существующей системы к предлагаемой.

Реализация данной системы позволит значительно снизить потребление электроэнергии на привод дымососа котельного агрегата, работающего большую часть времени в регулирующем режиме.

Данное решение предлагается для внедрения на котельных агрегатах малой и средней мощности.

Введение

Призывы правительства к бережному отношению к энергоресурсам и внедрению энергосберегающих технологий выглядят, по меньшей мере, странными для страны, ставшей на рельсы рыночной экономики. Рыночная экономика, основанная на жесткой конкуренции, предполагает такой подход «по умолчанию». Однако братья славяне, упорно придерживаясь принципа «пока гром не грянет...», ждут своего часа. Наконец, он настал («не было бы счастья...»). Сразу появились призывы к срочным действиям, уже организуются летние семинары в Ялте и т.д. Однако, некоторые решения лежат на поверхности. Как говорил мой давний знакомый-изобретатель: «Когда я хожу по территории завода (цеха...), то мне кажется, что я хожу по ассигнациям». Быстрого результата в сфере теплоэнергетики можно достичь, уделив должное внимание *контуре регулирования разряжения* в топке котельного агрегата.

Еще в технической литературе 30-летней давности в качестве одного из возможных способов регулирования разряжения в топке котла предлагалось *скоростное регулирование* либо изменением числа оборотов дымососа с помощью гидравлических муфт, либо посредством изменения частоты вращения электропривода. Показано, что такой способ наиболее экономичен.

Появление на рынке частотных преобразователей-инверторов создали условия для реализации давней технической идеи в жизнь.

1. Автоматическая система регулирования разряжения

1.1. Характеристика участка регулирования

Объект регулирования по разряжению представляет собой последовательно расположенные топку (камеру сгорания) и газоходы до всасывающих патрубков дымососа. Наличие небольшого разряжения 2-3 мм.вод.ст.(20-30 Па) в верхней части топочного пространства необходимо для устойчивости факела в зоне горения, предотвращения выбивания продуктов горения из котла и косвенно характеризует материальный баланс между воздухом-окислителем топлива и отходящими газами-продуктами горения. Входное регулирующее воздействие-расход отсасываемых дымовых газов, определяемый производительностью дымососа. Внешнее возмущающее воздействие-изменение расхода воздуха, подаваемого в топку при изменении тепловой нагрузки котельного агрегата. Внутренние возмущения - нарушения газовоздушного режима.

Динамические свойства объекта регулирования характеризуются отсутствием запаздывания, малой инерционностью (постоянная времени порядка 5-10 сек), самовыравниванием. Особенностью являются колебания регулируемой величины около среднего значения с амплитудой 3-4 мм.вод.ст.(30-40 Па) с частотой несколько герц. Такие низкочастотные колебания обусловлены, в частности, пульсациями расходов топлива и воздуха, кроме того, процесс горения сам является источником высокочастотных колебаний(100-150 Гц), отдельные низкочастотные моды которых могут резонировать.

1.2. Способы регулирования

Регулирующее воздействие можно осуществлять путем изменения производительности дымососа:

- изменением положения многоосных дроссельных заслонок (на Рис.1 кривая 1);
- изменением положения направляющих аппаратов (на Рис.1 кривая 2);
- *скоростным регулированием* (на Рис.1 кривая 3);

Сравнительная оценка различных способов реализации регулирующего воздействия приведена на *Рис.1* в координатах: относительный расход электрической энергии как функция относительной производительности дымососа.

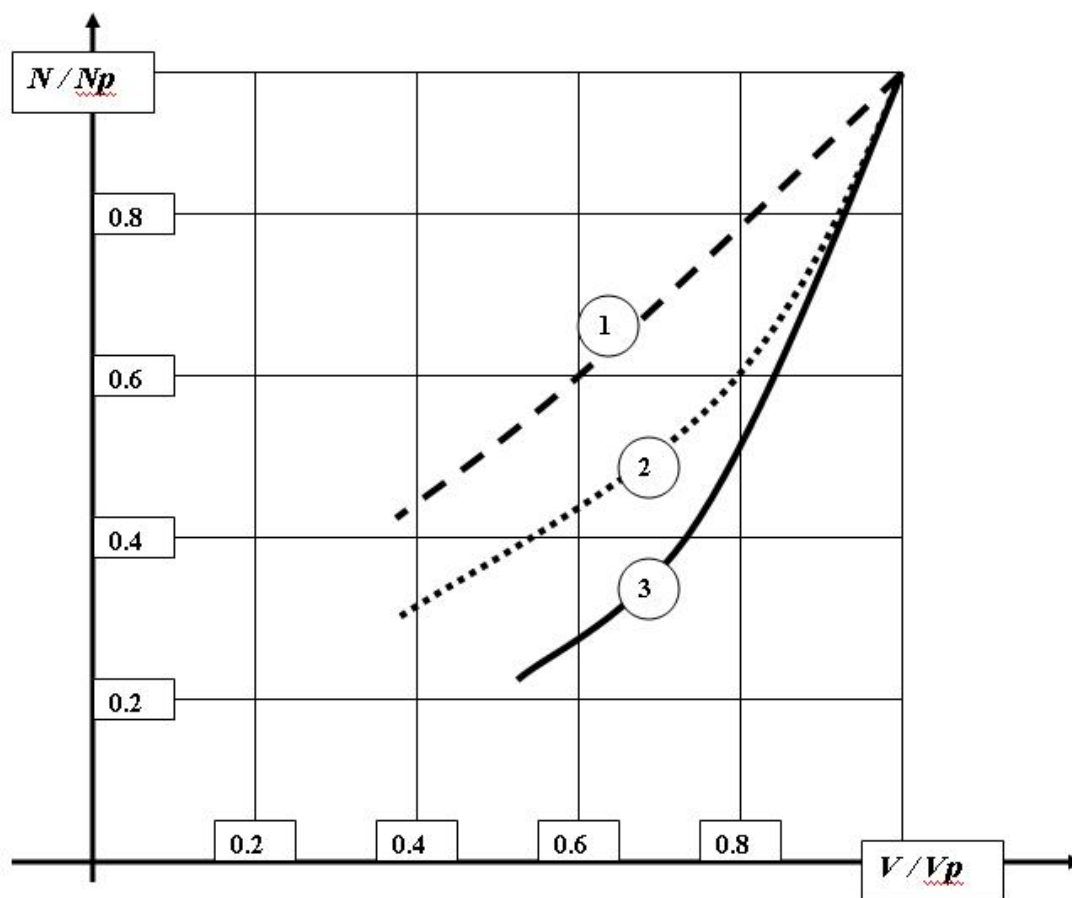


Рис1. Энергопотребление для различных способов регулирования

Из графиков видно, что при нагрузках отличных от 100%-ной наиболее экономичным является *скоростной способ* реализации регулирующего воздействия.

С точки зрения структуры контура регулирования наибольшее распространение получила одноконтурная схема с импульсным регулирующим блоком, который совместно с исполнительным механизмом постоянной скорости реализует ПИ-закон в импульсном режиме.

Однако стоит отметить, что контуры регулирования соотношения топливо-воздух и разряжения физически связаны через объект регулирования, поэтому при работе котла в регулирующем режиме (т.е. при частом изменении нагрузки котла) изменение расхода воздуха для поддержания соотношения с топливом нарушает баланс материальных потоков и для предотвращения такой ситуации вводят упреждающий исчезающий сигнал от регулятора воздуха (реальное дифференцирование выходного сигнала регулятора воздуха).

1.3. Существующие технические средства регулирования разряжения

Как правило, для котлов малой и средней мощности используются следующие средства автоматизации:

- датчик – дифференциальный тягомер ДТ-2-50(-100,-200,-300) производства «Московский завод тепловой автоматики», Россия(МЗТА);

- регулирующий блок РПИБ (снят с производства МЗТА), Р25.1.2(снят с производства МЗТА), РС29.1.12(МЗТА) и другие его модели с дифтрансформаторным входом (выпускаются) или украинский аналог УКР01.1.12;

- исполнительный механизм МЭО-250/25-0.25-Р-87 с трехфазным двигателем(могут быть и другие модели в зависимости от производительности дымососа)-производитель Чебоксарский завод исполнительных механизмов, Россия (ЗЭИМ).

В случае необходимости осуществить динамическую связь между контурами соотношения топливо-воздух и разрежения используется комплект динамической связи КДС (МЗТА).

Как видим весь комплекс технических средств производится в России. Живучесть такого комплекса обусловлена не только консервативностью эксплуатационщиков, но и наличием мощного рынка так называемых «неликвидов», сроки существования которого предопределены.

Если ориентироваться на реальные цены новых средств автоматизации, то получим следующее:

- ДТ-2-50- около 500 грн.;
- РС29- около 1500 грн.
- МЭО-250- около 4500 грн.

Таким образом замена приборов(а они рано или поздно выйдут из строя окончательно) в рамках старой схемы регулирования обойдется примерно в 7000 грн, при этом ни шагу не будет сделано в сторону получения каких либо экономических дивидендов.

1.4. Предлагаемые технические средства регулирования разрежения

Модернизированный контур регулирования разрежения представлен на *Рис.2*

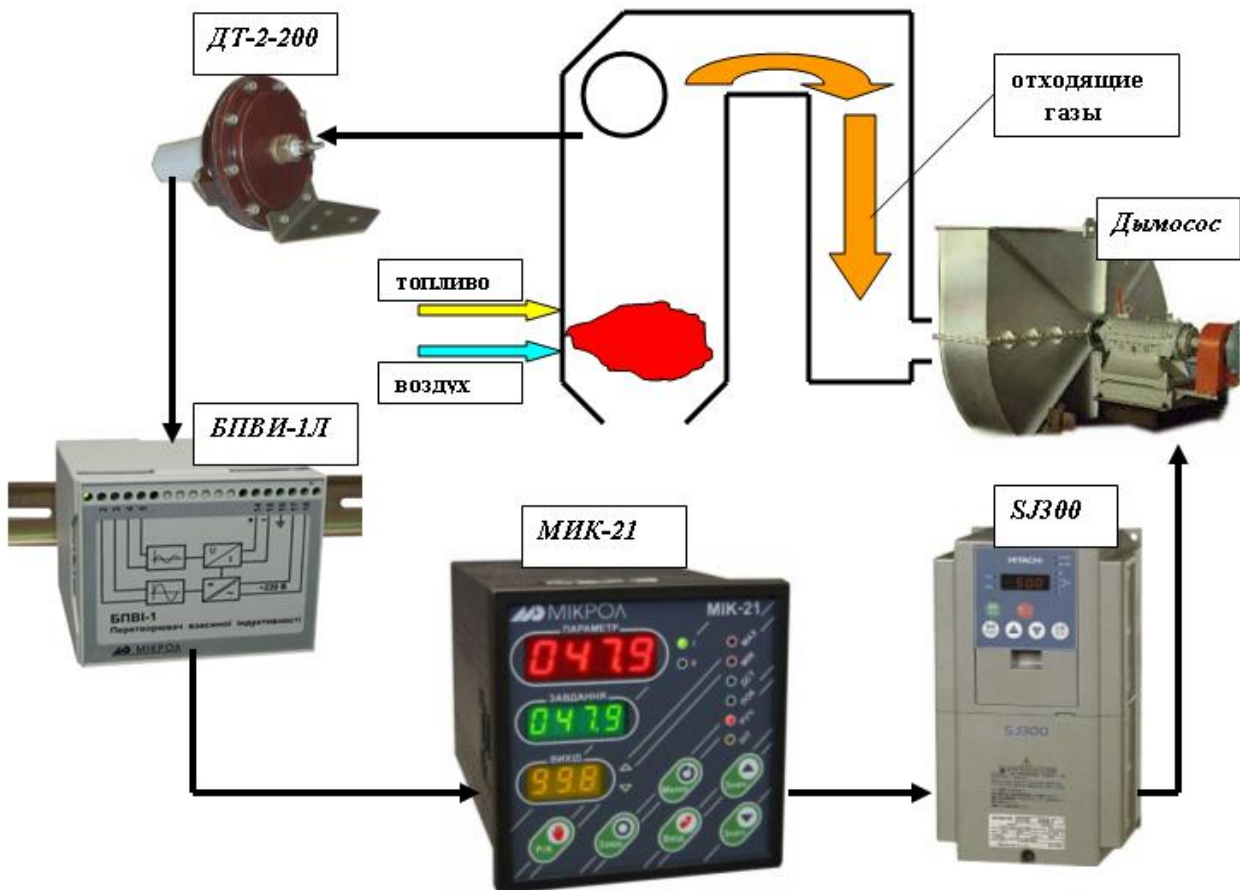


Рис.2. Модернизированный контур автоматического регулирования разрежения

Для быстрой модернизации существующей схемы можно использовать датчик ДТ-2-, который уже использовался в контуре. Для преобразования сигнала с ДТ-2 в унифицированный токовый используется блок преобразования взаимной индуктивности БПВИ-1-Л с встроенным узлом линеаризации сигнала (производства «Микрол»). Первичная обмотка ДТ-2 запитывается с БПВИ-1Л.

Токовый сигнал с БПВИ-1Л подается на аналоговый вход микропроцессорного ПИД-регулятора МИК-21-05 («Микрол»). Аналоговый выход МИК-21 соединен с аналоговым входом частотного преобразователя-инвертора, например SJ300 «Hitachi». Трехфазный выход инвертора соединен с клеммами питания трехфазного асинхронного двигателя дымососа (на схеме не

представлены дополнительные устройства инвертора, такие, как сетевой фильтр и др. (необходимость в которых зависит от мощности электропривода). При наличии рассогласования на входе МИК-21 между текущим и заданным разрядением регулятор по ПИД-закону изменяет частоту и напряжение питания электропривода до устранения рассогласования. Тип характеристики частота/ напряжение задается при настройке инвертора (для дымососа «скалярная квадратичная»).

Наличие программируемых дискретных входов-выходов у МИК-21 и инвертора позволяет конфигурировать различные варианты режимов «Ручной/Автомат». Например, ручное управление «по месту» может осуществляться потенциометром инвертора, смена состояния дискретного входа инвертора передает управление приводом регулятору МИК-21 в режим «Ручной» или «Автомат». На второй вход МИК-21 можно подать сигнал с аналогового выхода инвертора (либо ток нагрузки, либо текущая частота питания нагрузки).

Для поэтапного перехода от старой к новой схеме регулирования разрядения можно творчески использовать конструктивные особенности МИК-21 - наличие в структуре как импульсного, так и аналогового ПИД-регуляторов. Если дискретные выходы МИК-21 Д1 («Больше») и Д2 («Меньше») подключить ко входам пускателя ПБР-3А (ПБР-2М для однофазных МЭО) используя внутренний источник питания 24 В ПБР, то в любой момент можно перейти к старой схеме регулирования на базе МИК-21. Для этого достаточно переконфигурировать структуру ПИД-регулятора МИК-21 кнопками с панели управления (и изменить настройки). Таким образом, в переходной период регулятор МИК-21 будет одновременно подключен к обоим контурам регулирования.

Выбор в качестве регулятора МИК-21 обусловлен следующими взаимосвязанными причинами;

- современное средство автоматизации с коммуникационными функциями (OPC-сервер, Modbus RTU протокол) для связи с верхним уровнем АСУТП;

- наличие 16-разрядного АЦП и 12-разрядного ЦАП позволяет при реализации аналогового ПИД-закона максимально приблизиться к теоретическому ПИД-закону регулирования (совместно с инвертором в качестве исполнительного устройства);

- «коммуникабельность» регулятора по отношению к оператору технологического процесса. Не секрет, что в малой и средней теплоэнергетике есть проблемы с квалификацией обслуживающего персонала. В этом смысле регуляторы «Микрол» максимально схожи с со старыми моделями регуляторов по функциям управления предназначенным для оператора (режим «Ручной/Автомат», установка «Задание», ручное управление исполнительным механизмом и т.д.);

- возможность настройки фильтра входного сигнала с панели регулятора, например, для устранения влияния низкочастотных пульсаций разрядения в топке котла, упомянутых выше;

- стоимость МИК-21 практически равна стоимости нового РС29.1.12М;

По поводу использования частотного преобразователя можно повторить фразу взятую из Интернет : «если есть веские основания, то не используют частотный преобразователь, если оснований нет, то используют частотный преобразователь «по умолчанию». Для управления дымососом достаточно скалярной характеристики напряжение/частота. При выборе инвертора на этот факт следует обратить внимание, так разница в цене для векторного и скалярного типов около 30% и не все фирмы, представленные на рынке Украины поставляют инверторы, например, на 30 Квт только с скалярным типом характеристики («Hitachi»-поставляет). Инверторы «Hitachi» занимают лидирующие позиции на рынке Украины по соотношению цена/качество.

Еще более совершенная система регулирования котлоагрегатом может быть реализована с помощью контроллера МИК-51 «Микрол». Выше упоминалась связь контуров регулирования соотношения и разрядения. Конфигурируя схему соотношения топливо-воздух и схему регулирования разрядения в одном устройстве можно организовать динамическую связь между изменением расхода воздуха и контуром разрядения путем соединения выхода регулятора расхода воздуха с входом регулятора разрядения через звено реального дифференцирования. Один из вариантов такой системы, реализованной в редакторе FBD-программ АЛФА (используется для конфигурации МИК-51 с ПК) представлен на Рис.3 (часть схемы соотношения не показана).

Затраты на модернизацию составят:

- **МИК-21-05** -1440 грн. плюс стоимость клеммно-блочного соединителя **КБЗ-25-11**-- 120 грн. без реле, **КБЗ-28Р-11** --360 грн.с реле(можно своими силами скоммутировать **МИК-21** с внешними устройствами не используя КБЗ);

- блок **БПВИ-1Л**--552 грн;

- инвертор на **30кВт**, например, **L300P** «Hitachi» --около 12000 грн.(малые котлы);

- инвертор на **110 кВт** (котел ДКВР-20-13-250, дымосос Д-13,5), **L300P**--около 45000 грн.

Поскольку стоимость МИК-21 равна стоимости нового РС29, а сумма стоимости ДТ-2-50 и БПЛ-1Л меньше стоимости нового преобразователя «Сапфир» (тем более «Метран»), то основные

затраты связаны с приобретением инвертора. Многочисленные публикации в Интернет о внедрении инверторов показывают, что срок окупаемости составляет примерно 1 год. Наибольший экономический эффект можно получить на котлах, работающих в режимах с переменной нагрузкой.

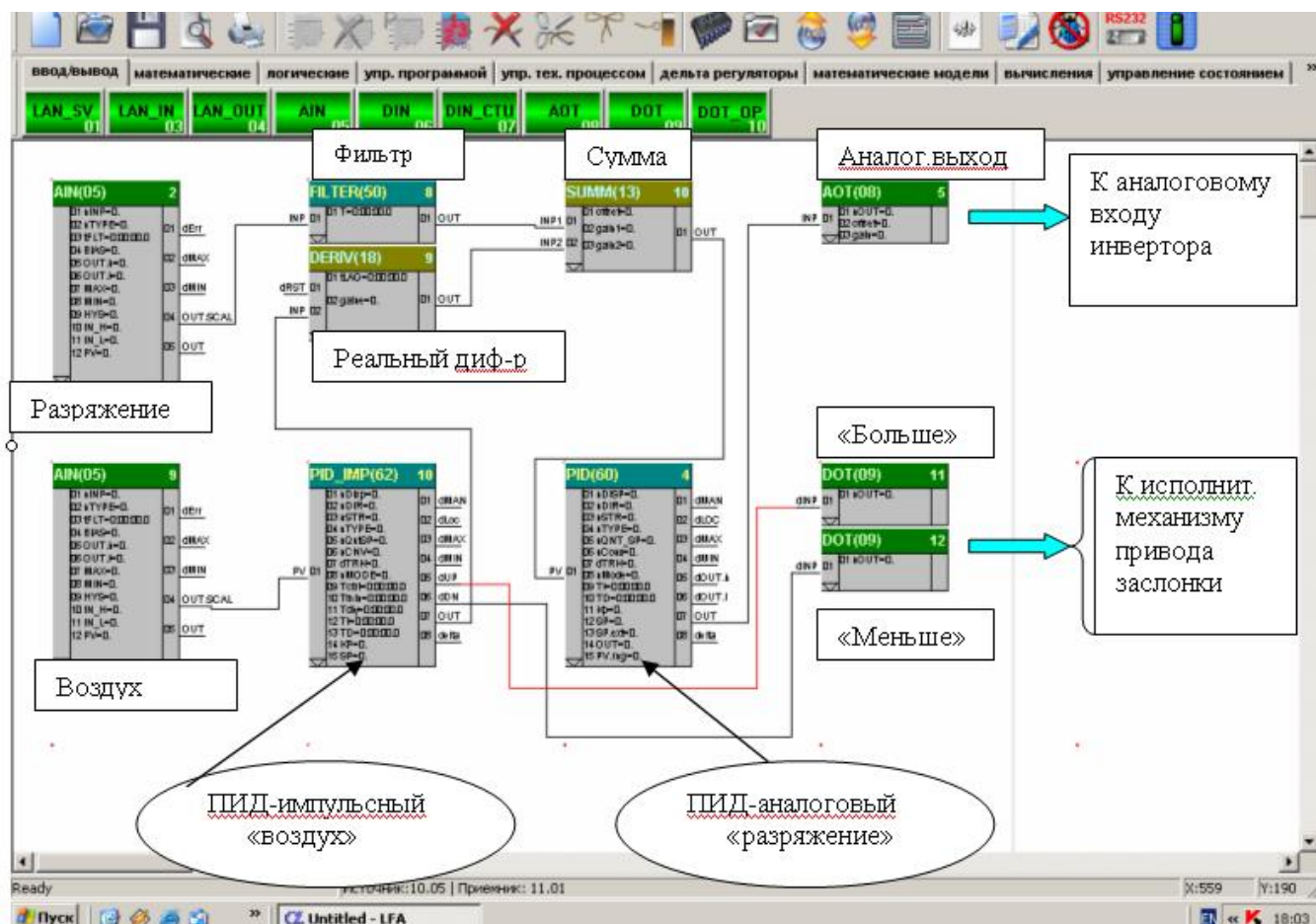


Рис.3.FBD-программа контуров регулирования разряжения для МИК-51

Заключение

Использование микропроцессорных регуляторов «Микрол» и частотных преобразователей в контурах регулирования является современным подходом к проблемам автоматизации и позволяет получить значительный экономический эффект за счет:

- экономии электроэнергии на приводах исполнительных устройств;
- экономии природного газа-топлива котельных агрегатов путем более качественного регулирования в условиях действия возмущений по нагрузке и внутренних неконтролируемых помех.

Реквизиты автора статьи

Тверской Юрий Анатольевич, к.т.н., с.н.с
 ООО «Армакипсервис», г.Киев
 Национальный технический университет Украины «КПИ»
 (044)--241-91-30,--241-75-58,--241-91-91
www.armakip.com.ua
armakip@nbi.com.ua
tverskoy1953@mail.ru