

УДК 681.5

Студ. В.Ю. Козловский, А. М. Шилин
Науч. рук. ст. преп. Д.А. Лихавицкий

(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА В ГАЗОАНАЛИЗАТОРЕ

Газоанализаторы широко применяются в системах управления в химической технологии. Эксплуатационные требования к ним непрерывно повышаются. Одной из поставленных задач является поддержания температурных режимов внутри преобразователя в процессе изменения.

Данный прибор работает с концентрациями газов с помощью чувствительных сенсоров, и работа которых не должна нарушаться при любых условиях. Работа газоанализатора сильно зависит от внешней температуры. Поскольку внешняя температура изменяется в больших пределах ($-30\dots+30^{\circ}\text{C}$) нужно создавать оптимальные условия для корректной работы прибора. Оптимальными для работы являются температура от $+25$ до $+30^{\circ}\text{C}$ внутри корпуса и конкретные $+30^{\circ}\text{C}$ на самих сенсорах.

Для задачи нагрева и охлаждения используются термопластина и вентилятор. На этапе разработки данной установки предварительно имеются следующие режимы работы:

Работа при отключенном вентиляторе и нагревателе;

Работа при включенном нагревателе и при отключённом вентиляторе;

Работа при включенном нагревателе и вентиляторе;

Работа при включенном вентиляторе и при отключённом нагревателе;

Немаловажным является ограничение по потребляемой мощности. Конечной задачей регулирования является создание оптимального глобального позиционного регулятора для регулирования температуры внутри установки и локального ПИД регулятора для постоянного значения температуры на сенсорах.

Цель процесса — поддержание стабильной температуры внутри корпуса и сенсорах газоанализатора $+25 - +30^{\circ}\text{C}$ и $+30^{\circ}\text{C}$ соответственно.

Газоанализатор состоит из участка очистки поступающего газа от крупнодисперсных частиц, участка для уменьшения влагосодержания до приемлемых значений путем создания перепада давления на участке поступления газа на очистку, участка нагрева внутреннего простран-

ва корпуса, участка непосредственного анализа газа с помощью сенсоров, а также участка управления и питания элементов.

Воздух поступает из окружающей атмосферы с помощью помпы, идет на сужающее устройство для получения газа влажностью не выше 50%, проходит участок очистки от крупнодисперсных частиц, далее проходит участок с сенсорами, поддерживающими постоянную температуру 30°C и возвращается обратно в атмосферу.

При построении систем автоматизации производственных процессов определяют технологические параметры, подлежащие контролю и регулированию, а также выявляют точки введения управляющих воздействий и каналы их прохождения по объекту. С этой целью составляют схему взаимных воздействий технологических параметров объекта, выделяют основные и дополнительные каналы прохождения сигнала, а затем выявляют контуры регулирования, компенсирующие колебания технологических параметров на входе аппарата. При необходимости контуры регулирования связывают между собой, и контролируемые величины выбирают так, чтобы их число было минимальным, но достаточным для полного представления о ходе протекания технологического процесса.

Особенностью процесса газоанализа является то, что требуется поддержание постоянной температуры на сенсорах и внутри корпуса.

Поскольку данная система сильно зависит от изменения температуры системы и в случае её изменения получаются некорректные измеряемые величины (концентрации и влажности), то требуется постоянное поддержание температуры на сенсорах, используемых для определения концентраций, на одном значений.

Для определения состава газа и аэрозолей в установке имеются следующие датчики: концентрации, влажности, расхода, температуры.

В связи с большим количеством возмущающих воздействий, взаимосвязанности между элементами объекта и редким сравнением выходных показателей концентраций оценка показателей качества является сложной задачей.

Из-за большой инерционности процесса нагревания (охлаждения) также осложняется процесс управления. Но одним из основных воздействий на объект является внешняя температура. Для борьбы с данным воздействием нужно разработать комбинированную систему.

Для технической реализации поставленной задачи необходимо использовать микропроцессорный контроллер, который обладает для этого достаточной вычислительной мощностью.

Для технической реализаций будет использоваться микропроцессорный контроллер который ранее уже был установлен в системе. Им

является платформа с полностью открытой архитектурой «Arduino MEGA 2560». Она обладает достаточной вычислительной мощностью, а его модульность позволяет гибко реагировать на поставленные задачи.

Нагреватель представляет собой устройство, преобразующее электрическую энергию в тепловую. Для нагревателя можно записать уравнения электрической мощности:

$$P = I^2 \cdot R_{наг} \cdot \eta, \quad (1)$$

где I – ток нагревателя, А; $R_{наг}$ – сопротивление нагревателя, Ом; η – коэффициент полезного действия.

Мощность, выделяемая секцией нагревателя, не является постоянной величиной, так как при изменении температуры нагревателя изменяется его сопротивление. Это изменение описывается следующим выражением:

$$R = R_0 \cdot (1 + \alpha_e \cdot \Delta T_{наг}), \quad (2)$$

где R_0 – сопротивление нагревателя при температуре 20 °С, Ом; α_e – температурный коэффициент сопротивления материала нагревателя, °С⁻¹; $\Delta T_{наг}$ – изменение температуры нагревателя, °С.

Сопротивление проводника нагревателя можно определить из формулы:

$$R_0 = \rho \cdot \frac{l}{S}, \quad (3)$$

где ρ – удельное сопротивление материала нагревателя, (Ом·мм²)/м; l – длина нагревателя, м; S – площадь поперечного сечения, м².

Мощность, выделяемую в нагревателе, можно представить, как тепловой поток, поступающий в нагреватель.

Комбинированные системы регулирования применяют при автоматизации объектов, подверженных действию существенных контролируемых возмущений.

Существует два способа построения комбинированных САУ: 1) При подключении выхода компенсатора на вход объекта ; 2) При подключении выхода компенсатора на вход регулятора.

Обе системы обладают общими особенностями: наличием двух каналов воздействия на выходную координату объекта и использованием двух контуров регулирования–замкнутого и разомкнутого. Отличие состоит в том, что во втором случае корректирующий импульс от компенсатора поступает не на вход объекта, а на вход регулятора.

Введение корректирующего импульса по наиболее сильному возмущению позволяет существенно снизить динамическую ошибку регулирования при условии правильного выбора и расчета динамического устройства, формирующего закон изменения этого воздействия.