

ЛИТЕРАТУРА

1. И.О. Оробей, Д.А. Гринюк, С.Е. Жарский, И.Ф. Кузьмицкий. Измеритель электрокинетического потенциала - Приборы и техника эксперимента, 2005, №3, стр. 1–4.
2. И.О. Оробей, Д.А. Гринюк, С.Е. Жарский, И.Ф. Кузьмицкий. Электромагнитный измеритель микрорасходов – Датчики и системы - № 3, 2005, с. 46-49.
3. Ж. Макс. Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях. – М: Мир. – 1983. – С.312.

УДК 681.5

Студ. Д.П. Шкудун, В.Ч. Алешкевич  
Науч. рук. доц. Гринюк Д.А.

(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

**АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ  
НА ОАО «МЭТЗ ИМ. В. И. КОЗЛОВА»**

Источник информации: ОАО «МЭТЗ им. В. И. Козлова». Цель процесса – получение заданного температурного режима в помещении зарядной (оптимальный ( $T=19 - 21^{\circ}\text{C}$ ) и допустимый ( $T=17 - 23^{\circ}\text{C}$ )).

Участок помещения зарядной состоит из приточной и вытяжной вентиляции, противопожарной заслонки на притоке, чувствительного элемента газоанализатора, зарядных устройств и аккумуляторов и датчика температуры помещения.

На участке венткамеры, установлена приточная система отопления, в которую входит приточная заслонка, фильтр, водяной калорифер, вентилятор, частотный преобразователь, циркуляционный насос, регулирующий клапан, датчик температуры обратного теплоносителя, датчик температуры приточного воздуха, два реле перепада давления на вентилятор и фильтр и термостат защиты от замерзания теплоносителя.

При пуске отопительной системы, открывается приточная заслонка и регулирующий клапан, запускается циркуляционный насос. Запускается режим прогрева калорифера, если температура обратного теплоносителя ниже  $50^{\circ}\text{C}$ . Далее запускается вентилятор. Регулирование температуры воздуха в приточном канале осуществляется посредством управления расходом теплоносителя на регулирующем клапане.

Для поддержания в помещениях нормальных условий воздушной среды, соответствующих санитарно-гигиеническим и технологическим требованиям - устраивают вентиляцию, которая создает организован-

ный воздухообмен - удаляет загрязненный воздух и подает вместо него обработанный (нагретый или охлажденный увлажненный или осушенный) свежий и чистый воздух. Массы удаляемого воздуха и воздуха, подаваемого либо проникаемого в помещение через неплотности строительных конструкций, всегда равны.

Вентиляционная система - это совокупность устройств для обработки, подачи или удаления воздуха; она является также средством для создания воздухообмена в помещении. В данном проекте применяется приточная система вентиляции, осуществляющая подачу свежего, нагретого воздуха в помещение.

В состав технологического оборудования входят: воздушная заслонка; фильтр воздушный; калорифер; приточный вентилятор; воздуховод.

Заслонки воздушные круглого и прямоугольного сечения с автоматическим, дистанционным управлением (дроссель - клапаны) используются как для регулирования, так и для отключения участков сети воздуховодов. Воздух, используемый для приточных вентиляционных систем, забирается, как правило, в наименее запыленных местах, но и в этом случае в нем содержится достаточно большое количество пыли и других механических примесей. Прежде чем подавать такой воздух в цех, его необходимо очистить. Воздух вытяжных вентиляционных систем перед выбросом в атмосферу в ряде случаев должен быть очищен как с целью охраны окружающей среды, так и для улавливания ценных отходов производства.

Для очистки приточного и рециркуляционного воздуха применяют воздушные фильтры. Для очистки воздуха, выбрасываемого вытяжными вентиляционными системами, используют пылеуловители.

Для нагревания воздуха в приточных вентиляционных установках, системах воздушного отопления, сушильных установках, установках кондиционирования воздуха применяют специальное оборудование - калориферы (воздухонагреватели). В качестве теплоносителя для калориферов используют высокотемпературную воду или пар. Расположение трубок с теплоносителем может быть коридорное, шахматное и коридорно-смещенное (наиболее эффективное). Сами трубки могут быть как круглого, так и плоско - овального сечения. Соединение теплообменных ребренных трубок в ряду и рядов между собой выполнено последовательно по одной трубке в ходу в одну ветвь, причем смежные теплообменные трубки в ряду соединены между собой последовательно межтрубными переходами в форме крутозагнутых отводов и снабжены легкоъемными ремонтно-защитными пробками. В калорифере воздух для нагрева подается перпендикулярно плоскости, в ко-

торой проходят теплообменные трубки, теплоноситель протекает параллельно по всем трубкам в каждом ходу, обеспечивая перекрестное взаимодействие теплоносителей.

Система автоматического управления процесса состоит из следующих контуров регулирования: для стабилизации температуры воздуха производственного помещения установлен датчик температуры TG-АН/РТ1000, сигнал с которого поступает на модуль аналогового ввода контроллера REGIN E151DW-3 1AI. С контроллера (модуля аналогового вывода REGIN E151DW-3 1AO) сигнал поступает на регулирующий клапан, который регулирует расход теплоносителя. Для измерения расхода теплоносителя используются датчики расхода на базе процессор и высокоскоростные коммуникационные средства на базе RS-485 или Ethernet.

В процессе управления отопительной системы в качестве регулирующих органов применяют клапаны. Эти устройства по принципу действия являются переменными гидравлическими сопротивлениями, регулирующими расход вещества путем дросселирования, т. е. изменения проходного сечения регулирующего органа. Регулирующий орган состоит из двух основных частей: неподвижного корпуса и перемещаемого относительно него затвора. Пропускная способность органа зависит от положения затвора в корпусе.

В качестве регулирующего органа в данной системе выступает регулирующий двухходовой клапан типа SRQ2d 3/4. Расходная характеристика клапана линейная при диаметре проходного сечения равном 25 мм. Передаточная функция исполнительного механизма описывается следующим образом:

$$W_{ум}(p) = \frac{K_u}{T_u p + 1}, \quad (1)$$

где  $T_u$  – механическая постоянная времени электрического исполнительного механизма, 40 с;  $K_u$  – коэффициент усиления исполнительного механизма, который находится.

Передаточная функция термометра сопротивления TG-АН/РТ1000 -30...120°C определяется по формуле:

$$W_{дт}(p) = \frac{K}{Tp + 1}, \quad (2)$$

где коэффициент  $K = 1$ .

В качестве регулятора выбран ПИ-регулятор. Так же на систему наложено ограничение в виде насыщения сигнала управления, из-за невозможности открыться клапану больше максимального сечения.

Математическая модель системы или процесса отражает в той или иной мере свойства реальной системы, в том числе ограничения,

существующие в реальных условиях. Математическая модель составляется (разрабатывается) в математических терминах (на математическом языке) и имеет, как правило, количественное описание.

Каждая исследуемая система имеет  $m$  входных величин и  $n$  выходных величин. Между входными и выходными величинами существуют внутренние динамические связи, вид которых определяется соответствующими динамическими характеристиками.

На производственном помещении для поддержания температуры в заданных режимах подается тепловой поток, который формируется от калорифера, через изменение расхода теплоносителя.

Процессы тепломассопереноса, протекающие в теплообменном аппарате, описываются системой нелинейных уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \Delta G_{\text{в}} \rho_{\text{в}} c_{\text{в}} (T_{\text{в}0} - T_{\text{в.вх}0}) + (G_{\text{в}0} \rho_{\text{в}} c_{\text{в}} + \alpha_{\text{в}} F_{\text{вн}}) \Delta T_{\text{в}} - G_{\text{в}0} \rho_{\text{в}} c_{\text{в}} \Delta T_{\text{в.вх}0} + M_{\text{в}} c_{\text{в}} \frac{dT_{\text{в}}}{dt} - \\ - \alpha_{\text{в}} F_{\text{вн}} \Delta T_{\text{тр}} = 0, \\ M_{\text{тр}} c_{\text{тр}} \frac{dT_{\text{тр}}}{dt} - \alpha_{\text{в}} F_{\text{вн}} \Delta T_{\text{в}} + (\alpha_{\text{в}} F_{\text{вн}} + \alpha_{\text{возд}} F_{\text{нар}}) \Delta T_{\text{тр}} - \alpha_{\text{возд}} F_{\text{нар}} \Delta T_{\text{возд}} = 0, \\ (G_{\text{возд}} \rho_{\text{возд}} c_{\text{возд}} + \alpha_{\text{возд}} F_{\text{нар}}) \Delta T_{\text{возд}} - G_{\text{возд}} \rho_{\text{возд}} c_{\text{возд}} \Delta T_{\text{возд.вх}} - \alpha_{\text{возд}} F_{\text{нар}} \Delta T_{\text{тр}} = 0. \end{aligned} \right\} (3)$$

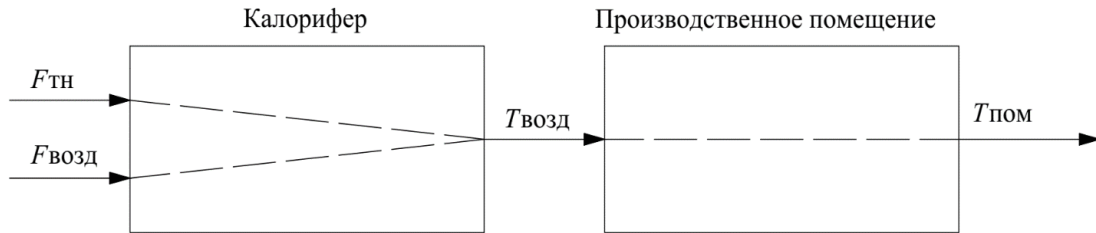


Рисунок 1 – Структурная схема каналов управления объекта

где  $G_{\text{возд}}$  – объемный расход воздуха  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $G_{\text{в}}$  – объемный расход воды  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $G_{\text{в}0}$  – начальный объемный расход воды  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $\rho_{\text{в}}$  – плотность воды  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $\rho_{\text{возд}}$  – плотность воздуха  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $c_{\text{возд}}$  – теплоемкость воздуха  $\text{Дж}/(\text{кг К})$ ;  $c_{\text{в}}$  – теплоемкость воды  $\text{Дж}/(\text{кг К})$ ;  $c_{\text{тр}}$  – теплоемкость трубки теплообменника  $\text{Дж}/(\text{кг К})$ ;  $\alpha_{\text{в}}$  – коэффициент теплоотдачи от воды к стенке трубки теплообменника  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{К})$ ;  $\alpha_{\text{возд}}$  – коэффициент теплоотдачи от стенки трубки к воздуху  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{К})$ ;  $F_{\text{вн}}$  – внутренняя площадь теплообмена  $\text{м}^2$ ;  $F_{\text{нар}}$  – наружная площадь теплообмена  $\text{м}^2$ ;  $M_{\text{в}}$  – масса воды в теплообменнике  $\text{кг}$ ;  $M_{\text{тр}}$  – масса трубки в теплообменнике  $\text{кг}$ ;  $\Delta T_{\text{возд}}$  – приращение температуры воздуха на выходе теплообменника  $^{\circ}\text{C}$ ;  $\Delta T_{\text{возд.вх}}$  – приращение температуры воздуха на входе теплообменника  $^{\circ}\text{C}$ ;  $\Delta T_{\text{тр}}$  – температура теплообменника  $\text{кг}$ ;  $\Delta T_{\text{в}}$  – приращение температуры воды на выходе теплообменника  $^{\circ}\text{C}$ ;  $\Delta T_{\text{в.вх}}$  – приращение температуры воды на входе теплообменника  $^{\circ}\text{C}$ ;  $T_{\text{в}0}$  – начальная температу-

ры воды на выходе теплообменника °С;  $\Delta T_{в,вх0}$  – начальная температура воды на входе теплообменника °С.

Передаточная функция калорифера:

$$W_1(p) = \frac{T_{возд}}{G_g} = \frac{-a_2}{a_0 p^2 + a_1 p + 1}, \quad \text{или} \quad W_1(p) = \frac{6.139}{24.99p^2 + 22.43p + 1}$$

Передаточная функция помещения:

$$W_2(p) = \frac{T_{ном}}{T_{прит}} = \frac{a_1}{a_0 p + 1}, \quad \text{или} \quad W_2(p) = \frac{0.6467}{2593p + 1}$$

УДК 621.314

Студ. Д. И. Гулюк, А. В. Максимова

Науч. рук. доцент Н. П. Коровкина

(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАМЕНЫ УСТАРЕВШЕГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ**

Проблема экономии электрической энергии встала едва ли не одновременно с появлением самого вида этой энергии. Первоначально кажущаяся дешевизна электрической энергии казалась панацеей от уничтожения природных ресурсов земли, служащей до этого основным источником энергии. Впоследствии человечество вплотную соприкоснулось с обратной стороной медали. С ростом промышленных предприятий возрастают и объемы электрической энергии, необходимой для обеспечения нормального их функционирования. Чрезмерный расход электроэнергии оказывает влияние на себестоимость производимой продукции, что в итоге ведет к повышению цены на нее, что является невыгодным для предприятия. Мировые запасы топлива с каждым годом становятся все меньше, и они не пополняются, тогда как спрос на энергию постоянно находится в состоянии стремительного роста. Поэтому мероприятия по экономии электроэнергии являются чрезвычайно актуальными для любого предприятия.

В нашей стране на протяжении многих лет последовательно проводится государственная политика в области энергосбережения. Рассмотрим некоторые мероприятия по сбережению электроэнергии на промышленных предприятиях лекарственных препаратов.

Расчет эффективности при модернизации термического отделения УСХА с заменой существующих печей на вакуумные. Обоснование экономической эффективности мероприятия произведем по расче-