

На участки времени от (0.25-0,65) АД(N) переходит в номинальный режим, на диаграмме видно что все 3 фаз имеют синусоидальную форму, АД(1) участок (0.25-0.40) происходит обрыв фазы  $I_{\phi 3}$  начинается переходный процесс, при котором мощность двигателя уменьшается на 20% ,а ток в оставшихся фазах увеличивается за счет векторного управления, и сдвига фаз на  $\frac{\pi}{3}$ , при этом на рис. В на участке (0.40-0,65) увеличивается ток на 5%, компенсирую нагрузку на валу. При обрыве фазы  $I_{\phi 6}$  в АД(N) участок (0.65-1.15) ток увеличивается в 3.60 раз. Двигатель теряет мощность, но сохраняет живучесть и позволяет довести технологический процесс до конца процесс до конца.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Глухов Д.М. Моделирование многофазных асинхронных двигателей в аварийных режимах: автореферат Изд-во ТПУ, 2005. – 18 с.
2. Патент РФ на изобретение № 2460190(RU), Н02Н 7/09, Н02Н 7/12, Н02Н 7/122. Способ управления и обеспечения живучести трехфазного асинхронного двигателя вращательного или поступательного движения/ Г.И. Однокопылов, И.Г. Однокопылов, Ю.Н. Дементьев, Й. Центнер – № 2011113290; Заявл. 06.04.2011; Опубл.27.08.2012 Бюл. № 24.
3. Юферов Ф.М. Электрические машины автоматических устройств. –Высшая школа, 1988. – с. 479.

Научный руководитель: Г.И. Однокопылов, к.т.н., доцент каф. ЭПЭО ЭНИН ТПУ; С.Н. Кладиев, к.т.н., доцент каф. ЭНИН ТПУ.

### **ДВУХКОНТУРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ С ВОДЯНЫМ КАЛОРИФЕРОМ**

П.Ю. Колесов  
Томский политехнический университет  
ЭНИН, ЭПЭО, группа 5ГМ4Б

Автоматические системы вентиляции широко распространены в современных зданиях и сооружениях, где основным показателем качества работы является температура приточного воздуха. Однако для систем, где применен водяной калорифер, существуют ограничение на

температуру обратного теплоносителя связанное с требованием теплосети. Также возможны режимы работы системы при очень низкой температуре нагреваемого воздуха, когда мощности калорифера недостаточно для обеспечения основного показателя качества. В работе предложен метод управления объемом воздуха с помощью частотного управления двигателем, в упомянутых режимах.

Причиной превышения температуры обратного теплоносителя является некачественный расчет калорифера, параметры которого не позволяют обеспечивать теплообмен при заданном объеме нагреваемого воздуха. В этом случае автоматическая система поддерживает заданное значение температуры обратного теплоносителя, при этом температура приточного воздуха может значительно снижаться. Удерживать температуру в заданном коридоре можно снизив объем воздуха. Также управлением потоком воздуха можно решить вторую проблему, связанную с режимами когда температура обратного теплоносителя снижается ниже точки замерзания.

Для решения задачи управления объемом воздуха предлагается разделить по задающей температуре работу клапана и вентилятора, так, чтобы задающее значение второго контура преобразователя частоты вентилятора был на 1-2 градуса ниже чем значение для первого контура управления клапаном калорифера. В этом случае второй контур при снижении температуры подающего воздуха более чем на 2 градуса от заданного значения обеспечит постепенное уменьшение скорости вентилятора до оптимального данному режиму объема воздуха. При условии соблюдения заданной температуры подающего воздуха второй контур обеспечит увеличение потока воздуха для заданных пределов. Рассмотрим более подробно реализацию предложенной работы системы вентиляции. Структурная схема системы управления вентиляцией представлена на рис. 1.

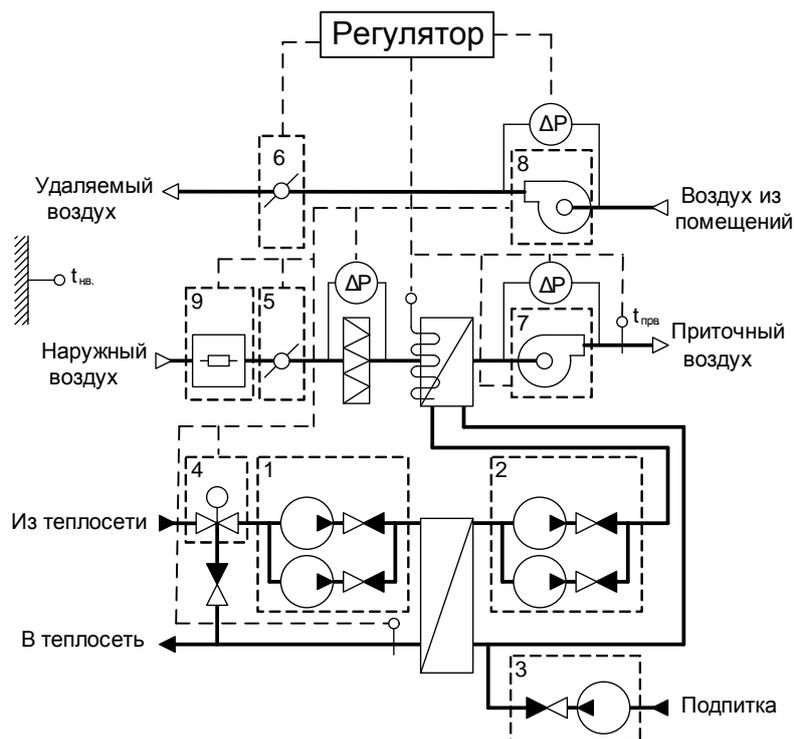


Рис. 1. Распространенный тип подключения системы вентиляции: 1 – насосная группа внешнего контура теплоснабжения; 2 – насосная группа внутреннего контура теплоснабжения; 3 – повысительная (подпиточная) насосная группа; 4 – электропривод регулирующего клапана узла теплоснабжения; 5 – электропривод заслонки приточной установки; 6 – электропривод заслонки вытяжной установки; 7 – вентилятор и электродвигатель приточной установки; 8 – вентилятор и электродвигатель вытяжной установки; 9 – электронагреватель заслонки.

На рис.2. представлены динамические параметры, и реализован релейный регулятор в среде FBD-программирования Agiar [1]. Управление трехпозиционным клапаном (в контуре вентиляции) производится одинаковым широтно-импульсным способом, но по независимым друг от друга пропорционально-интегрально-дифференциальным (ПИД) законам регулирования [2].

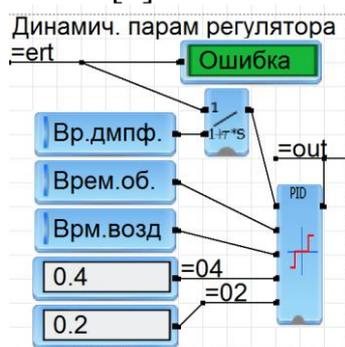


Рис. 2. Динамические параметры регулятора

Измеряемые и заданные параметры представлены на рис. 3. Для формирования управляющих сигналов задается параметр "Заданная температура приточного воздуха". С помощью датчиков температуры измеряется температура обратного теплоносителя и приточного воздуха. В этом режиме обеспечивается управление положением клапана для поддержания приточного воздуха, при этом не допускается допускать высокую температуру обратного теплоносителя, а значит, в хороших условиях постепенно увеличивается подача объема воздуха, но до определенного заданного значения (рис. 4.).

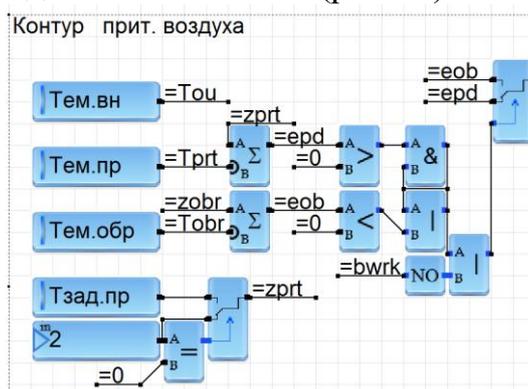


Рис. 3. Параметры управления клапана

В случаях, когда заданная температура приточного воздуха не поддерживается, то выполняется условие регулирование скорости вентилятора, т.е. медленное уменьшение подачи объема воздуха. Система проходит этап стабилизации показателей регулирования, это выдерживание температуры обратного теплоносителя и уменьшение потока воздуха для обеспечения температуры приточного воздуха (рис. 4.).

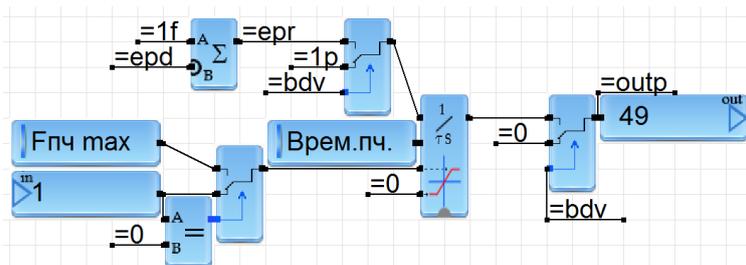


Рис. 4. Регулирование скорости вентилятора

Регулирование скорости вентилятора реализовано на И-регуляторе. Для ограничения максимальной скорости задается параметр, кроме того, задается постоянная времени изменения скорости оборотов вращения вентилятора. Целью этого является, поддержание температуры приточного воздуха на 1°C ниже заданной.

Система способна восстановить оптимальный объем воздуха при смягчении погодных условий.

Предложенный тип управления системой вентиляции является работоспособным. Данный проект реализован на регуляторе ВЭСТ-02 в среде FBD-программирования Аkiar, на объекте г. Томск ул. Фрунзе 11. Это динамика управления температуры воздуха по управлению от частотного привода. И-регулятор (рис.4.) обладает устойчивостью и точностью с большой постоянной времени. При этом дальнейшее быстроедействие объекта не рассматривалось. Данное направление может стать объектом дальнейших исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Шилин А.А. Моделирование нелинейных систем на FBD-блоках / А.А. Шилин, В.Г. Букреев., Е.И. Гладышева // Доклады ТУСУР. – 2012. – № 1 (25). – С. 107–114.
2. Шилин А.А. Математическая модель нелинейной теплообменной системы с запаздыванием / А.А. Шилин, В.Г. Букреев, К.И. Койков // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2013. – № 6. – С. 15–22.

Научный руководитель: А.А. Шилин, к.т.н., доцент каф. ЭПЭО ЭНИН ТПУ.

### **АВТОНОМНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ НА 220 ВОЛЬТ, 50 ГЕРЦ МОЩНОСТЬЮ 200 Вт С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ**

М.Г. Грецингер, Э.М. Исмаилов  
Томский политехнический университет  
ЭНИН, ЭПЭО, группа 5ГЗА

**Название:** Автономный источник питания на 220 вольт, 50 герц мощностью 200 Вт с обратной связью.

**Назначение:** Источник питания предназначен для преобразования постоянного напряжения 12 вольт в напряжение 220 вольт, 50 герц, мощностью 200 ватт.

**Принцип работы:** В основе работы источника питания используется резонанс напряжений в трансформаторах. Через обратную связь происходит поддержание резонанса на устройстве и подзарядка аккумулятора. При правильном изготовлении устройства и настройке его в автоматическом поддержании резонанса позволяет подзаряжать аккумулятор при работе.