

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ
ВЕНТИЛЯТОРА ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ

Рыбачок Т.Н., студентка; Неежмаков С.В., к.т.н., доц.

(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

Работа вентилятора главного проветривания (ВГП) шахты зависит от параметров вентиляционной сети: общего аэродинамического сопротивления, необходимого количества воздуха, подаваемого в шахту для проветривания, естественной тяги сети и др.[3]. Эти величины совместно с техническими характеристиками вентилятора определяют рабочий режим последнего.

Не все рабочие режимы ВГП являются технически и экономически целесообразными. Это обусловлено рядом особенностей работы вентилятора: продолжительным режимом работы, редкими, но тяжелыми для электропривода установки пусками, малыми пусковыми моментами и др. Неустойчивые режимы сопровождаются неравномерной производительностью ВГП, а также вызывают перегрузку двигателя и являются причиной поломки вала вентилятора [3].

С целью исключения неустойчивой работы вентилятора его рабочие режимы должны располагаться на нисходящей ветви напорной характеристики, т.е. депрессия вентилятора не должна превышать 90% от максимального значения. С точки зрения экономичности рабочий режим должен обеспечивать КПД вентилятора более 70% от максимального значения.

Для решения такого рода задач ВГП должен быть оборудован системой автоматического управления подачей вентилятора (САУПВ).

Управление производительностью осуществляется за счёт аэродинамического регулирования или путём регулирования скорости вращения вала вентилятора [2]. Исследование работоспособности и эффективности функционирования САУПВ представляет сложную задачу, решение которой возможно лишь с применением методов алгоритмизации и моделирования на ЭВМ.

В работе [1] рассмотрена САУПВ, принцип функционирования которой заключается в автоматическом регулировании угла установки лопаток направляющего аппарата (НА) вентилятора, т.к. данный способ наиболее применим в установках большой мощности при регулировании с поддержанием постоянной производительности. Объектом управления в системе является «вентилятор - сеть» $B-C$, который состоит из двух звеньев: вентиляционной сети шахты C и собственно вентилятора B . Выходной параметр объекта — количество воздуха, поступающее в шахту за счёт работы вентиляторной установки. Измерение количества воздуха, подаваемого в шахту, производится датчиком расхода воздуха $ДРВ$. Возмущающее воздействие на объекте - это эквивалентное отверстие сети $A(t)$, которое изменяется во времени. Диапазон изменения эквивалентного отверстия сети может изменяться в пределах $0,3-4,2 \text{ м}^2$. Входное воздействие — угол установки лопаток направляющего аппарата φ — формируется в результате перемещения приводного кольца НА.

Для управления приводом НА используются пускатели бесконтактные реверсивные. Пускатель (реле) получает команды от управляющего устройства, которое представляет собой электронный блок, выполненный на базе микроконтроллера. На вход блока поступают сигналы с измерительных датчиков,

сравниваются, формируется сигнал рассогласования фактической и требуемой подачи воздуха. Далее сигнал посредством регулятора преобразуется у управляющее воздействие, которое поступает на вход пускателя привода НА.

Результаты моделирования показали, что при изменении требуемого количества воздуха, подаваемого в шахту, переходный процесс в вентиляционной сети будет длиться 120-130с с перерегулированием 10%, а ВГП перейдет в устойчивое состояние через 6с с перерегулированием 14% [1]. Полученные показатели качества являются оптимальными для данной системы.

На основании результатов моделирования можно перейти к технической реализации САУПВ.

Структурная схема САУПВ приведена на рисунке 1, на котором обозначено:

- ДПВ – датчик производительности вентилятора;
- ДДВ – датчик давления вентилятора;
- ДРВ – датчик расхода воздуха;
- УС – узел согласования;
- БП – блок питания;
- МК – микроконтроллер;
- ЖКД – жидкокристаллический дисплей;
- БУПВ – блок управления подачей вентилятора;
- RS – интерфейс передачи данных;
- ПСИ – панель светодиодной индикации;
- ИР – исполнительное реле;
- БРП – блок реверсивных пускателей;
- ЭД – приводной электродвигатель направляющего аппарата (НА).

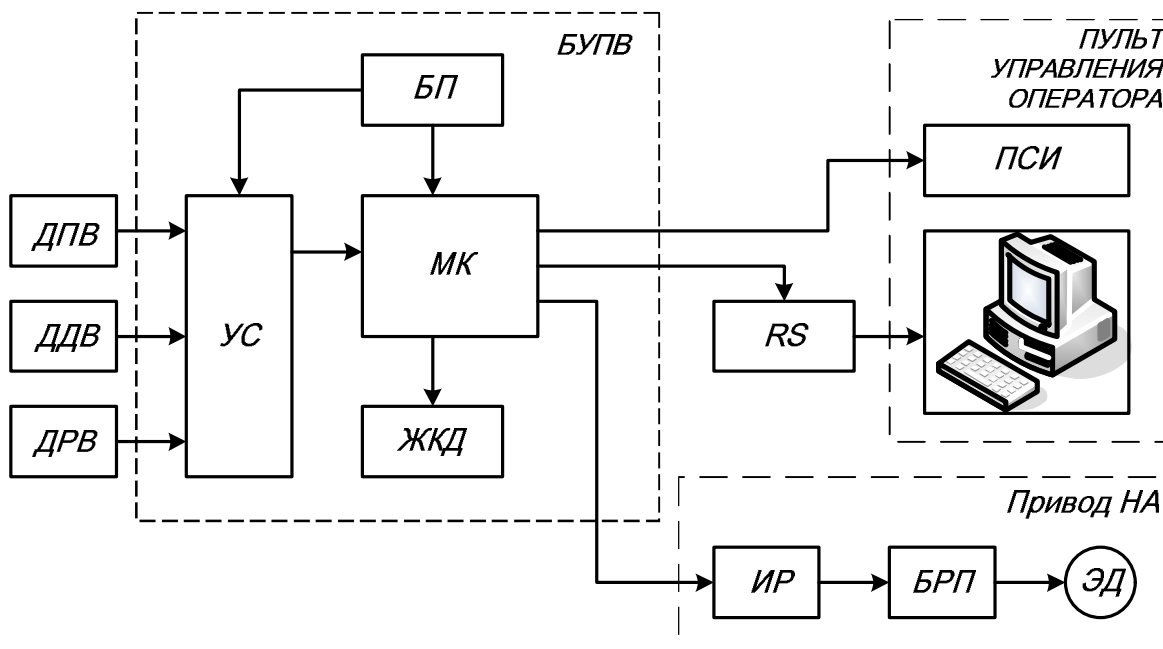


Рисунок 1 – Структурная схема системы автоматического управления производительностью вентилятора (САУПВ)

Первичные приборы (датчики расхода воздуха, производительности и давления вентилятора) предназначены для непосредственного измерения расхода и давления

воздуха и преобразования их значений в пропорциональный электрический сигнал с последующей передачей его в блок управления подачей вентилятора БУПВ.

Производительность вентиляторных установок с центробежными вентиляторами замеряется устройствами нескольких типов. Наибольшее распространение получили измерительные вставки типа сужающего устройства, датчик типа «крыло» и осредняющие насадки.

Для передачи электрических сигналов, формируемых датчиками, в блок БУПВ предназначен узел согласования УС. Датчики отбора и передачи информации в БУПВ являются аналоговыми, поэтому для их согласования необходимо использовать операционные усилители. В состав УС входят три операционных усилителя, два из которых работают в режиме компарации.

Панель светодиодной индикации ПСИ предназначена для визуализации работы блока БУПВ и управления системой САУПВ с пульта горного диспетчера. ПСИ состоит из четырёх светодиодных индикаторов: «Работа схемы», «Подача воздуха в норме», «Уменьшить подачу», «Увеличить подачу». Также на панели находится кнопка «Разрешить автоматическую стабилизацию подачи», при нажатии которой диспетчер дает согласие на автоматическую стабилизацию подачи.

Для управления приводным электродвигателем НА в САУПВ предназначено исполнительное реле ИР типа РЭС43. Реле пылебрызгозащищённое, герконовое, одностабильное постоянного тока, которое предназначено для коммутации электрических цепей постоянного и переменного тока частотой до 10 кГц.

Блок БУПВ является основным функциональным узлом САУПВ. Блок состоит из микроконтроллера типа ATmega8, жидкокристаллического дисплея типа BC1602AGP и блока питания БП. Для связи БУПВ с управляющей ЭВМ применён интерфейс передачи данных типа RS485. В компьютерах, специально предназначенных для промышленного применения, по стандарту RS485 выполнены входные и выходные цепи одного из коммуникационных портов (COM1 или COM2).

На рисунке 2 представлен алгоритм работы САУПВ, который объясняет её принцип действия. Основными оперативно-контролируемыми величинами являются количество воздуха, подаваемого в шахту, и производительность ВГП.

От датчиков (ДДВ, ДПВ, ДРВ станции контроля) поступают электрические сигналы о значении давления и производительности ВГП, а также количества воздуха, подаваемого в шахту. Далее сигналы от каждого датчика отдельно воспринимаются операционными усилителями, которые преобразуют первичные сигналы в унифицированные выходные электрические сигналы 0-5 мА и передают их в микроконтроллер, который в соответствии с заложенной в его память программой управляет исполнительными элементами, подключёнными к его портам ввода/вывода, а именно: светодиодными индикаторами на панели ПСИ и исполнительным реле для включения/отключения привода НА.

Питание схемы напряжением +5 В осуществляется от трансформатора напряжением 12 В. Переменное напряжение преобразуется в постоянное диодным выпрямителем и подаётся на схему через стабилизатор напряжения, выполненный на микросхеме аналогового типа. Для повышения помехоустойчивости питающего напряжения в блоке питания предусмотрен фильтр.

Система работает в двух режимах: нормальном режиме и режиме автоматической стабилизации подачи (рис. 2). В нормальном режиме работы при подаче питания на схему производится непрерывный контроль давления, производительности вентилятора и расхода воздуха. При этом исполнительное реле

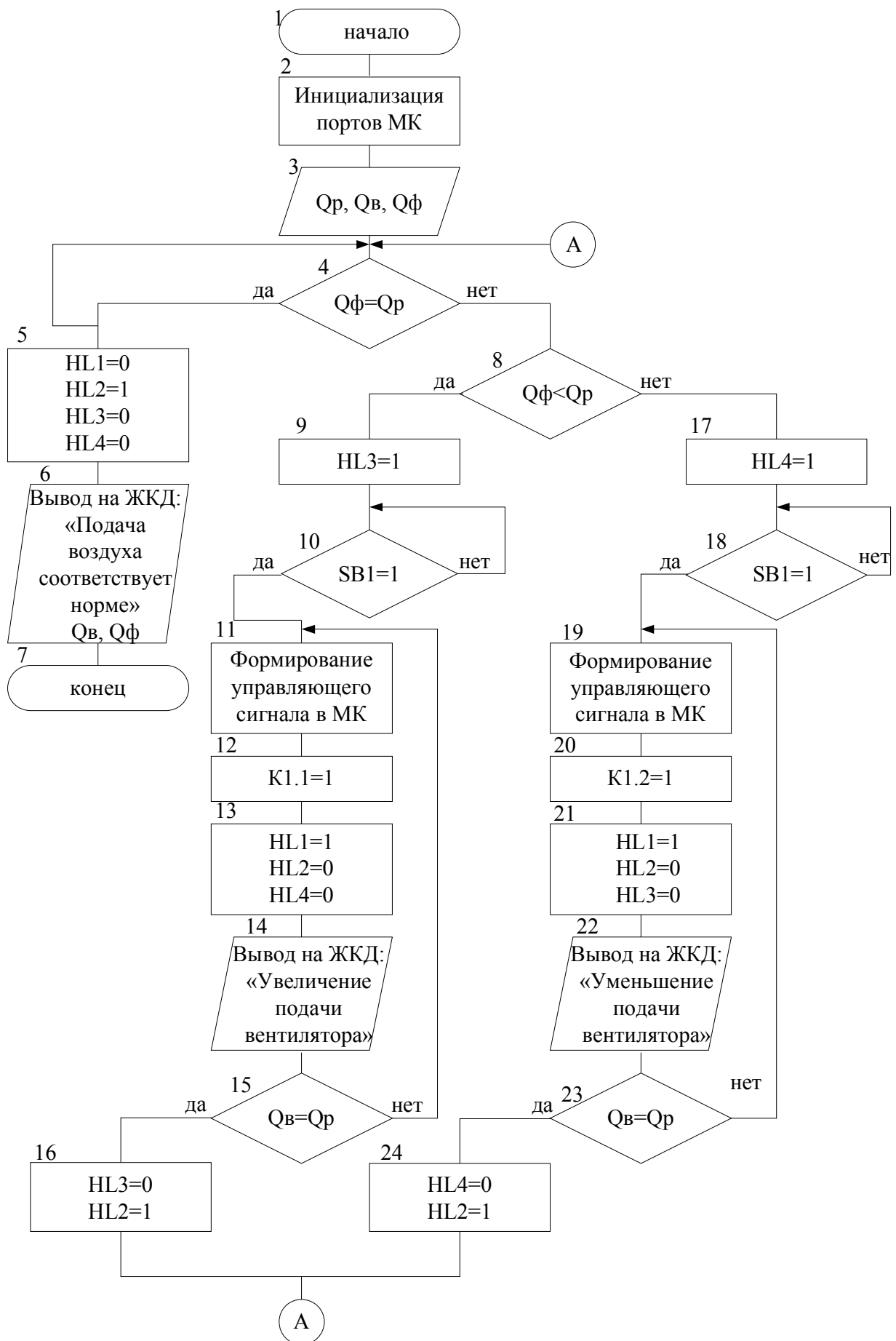


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритма функционирования САУПВ

обесточено, на дисплей LCD блока выводятся численные значения контролируемых величин и сообщение «Подача воздуха соответствует норме», а на пульте горного диспетчера загораются светодиодный индикатор «Подача воздуха в норме».

При отклонении фактического значения подачи от требуемого схема переходит в режим автоматической стабилизации подачи. Но перед этим оператор (горный диспетчер) должен подать управляющий сигнал в БУПВ нажатием кнопки «Разрешить автоматическую стабилизацию подачи». При поступлении сигнала с ПСИ микроконтроллер формирует команду управления, которая передаётся на исполнительное реле. Реле срабатывает и в зависимости от изменения требуемого количества воздуха (больше или меньше) замыкает первый или второй контакты, которые включены в цепи блока реверсивных пускателей. Пускатель подает команду на включение электродвигателя в приводе НА. Параллельно с работой исполнительных механизмов на ПСИ отключается светодиодный индикатор «Подача воздуха в норме» и включаются индикаторы «Автоматическая стабилизация подачи» и «Увеличить подачу» (или «Уменьшить подачу» в зависимости от увеличения или уменьшения производительности ВГП). На ЖКД выводятся сообщения: «Уменьшение подачи» или «Увеличение подачи». Когда производительность вентилятора будет соответствовать требуемому количеству подаваемого в шахту воздуха вновь включается светодиод «Подача воздуха в норме». Схема возвращается в нормальный режим работы.

Применение нового устройства позволит оптимизировать работу вентиляторной установки. Применение микроконтроллера ATmega8 в схеме значительно упрощает работу блока и сопряжение его с аппаратурой автоматизации.

В блоке предусмотрены элементы ввода уставок по требуемой производительности и по расходу воздуха, что значительно упрощает управление вентиляционным режимом. Оперативное управление с пульта горного диспетчера позволяет быстро и точно производить стабилизацию подачи вентилятора в зависимости от требуемого расхода воздуха. Это очень важно, потому что вентиляторная установка является одним из наиболее мощных электроустановок шахты. А рациональное регулирование производительностью позволит экономить электроэнергию, затрачиваемую на работу ВГП. В этом заключается технико-экономический эффект использования разработанного блока БУПВ.

Элементная база, с помощью которой разработан блок БУПВ, представляет собой в основном элементы электроники, которые обладают более высокой надежностью и быстродействием по сравнению с релейными элементами. При этом электронные элементы намного дешевле. Например, микроконтроллер ATmega8, который является основным управляющим элементом блока БУПВ, стоит ок. 90 грн. Поэтому реализация разработанного блока не составит больших затрат, а экономический эффект от использования будет на несколько порядков выше.

Список ссылок

1. Шахтные вентиляторные установки главного проветривания: /справочник/ Г.А. Бабак и др. – М.: Недра, 1982.
2. Ковалевская В.И., Спивак В.А., Фальков Б.С. Эксплуатация шахтных вентиляторов. – М.: Недра, 1983.
3. Технические средства автоматизации в горной промышленности: Учебное пособие /В. И. Груба, Э. К. Никулин, А. С. Оголобченко. – К.: ИСМО, 1998.