

В.Н. Фашиленко, С.В. Варфоломеев

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

Рассмотрена модель системы управления приточно-вытяжной. Поставлены основные задачи и требования, предъявляемые к промышленным системам вентиляции. Разработаны структура и алгоритм работы системы управления.

Ключевые слова: электрический привод, нечеткая логика, приточно-вытяжная вентиляция.

Обогатительная фабрика является энергоемким технологическим комплексом, в котором используются дробильно-сортировочные, гравитационные, промывочные, флотационные технологии и процессы магнитного обогащения полезного ископаемого. Каждая стадия технологического процесса сопровождается выбросами вредных веществ в рабочую (технологическую) зону, таких как пыли и газы, а также сопровождается повышением влажности в процессе переработки сырья.

Современная система приточно-вытяжной вентиляции на обогатительных фабриках должна не только поддерживать санитарные нормы, предъявляемые государственными нормативными документами и создавать комфортные условия для персонала на рабочих местах, но и технически справляться с критическими и аварийными ситуациями, возникающими в ходе технологических процессов.

Основная сложность в создании и реализации такой системы заключается в многочисленности факторов влияющих на микроклимат технологической зоны и безопасность рабочего персонала. Особенно, когда изменение одного фактора приводит к изменению другого, либо изменение фак-

торов не связанных между собой, но которое может привести к возникновению опасных ситуаций, из-за чего возникает необходимость в изменении режима работы системы посредством исполнительных механизмов.

Основным исполнительным механизмом в системе вентиляции, работа которого непосредственно влияет на состояние системы в целом, является электропривод приточных и вытяжных вентиляторов. Регулирование, которого позволяет не только поддерживать нормальные условия состояния микроклимата в технологической зоне, но и предотвращать или устранять опасные условия состояния внутрипроизводственной атмосферы.

Основными факторами, которые влияют на состояние микроклимата технологических помещений, являются температура (t), влажность воздуха (ϕ), скорость движения подаваемой воздушной массы (v), концентрация вредных примесей в воздухе рабочих зон (K), а так же давление (P), искусственно создаваемое в результате работы приточных и вытяжных вентиляторов. Если изменение температуры и влажности воздуха в основном протекает постепенно и без резких колебаний, что подразумевает под собой спокойный режим работы

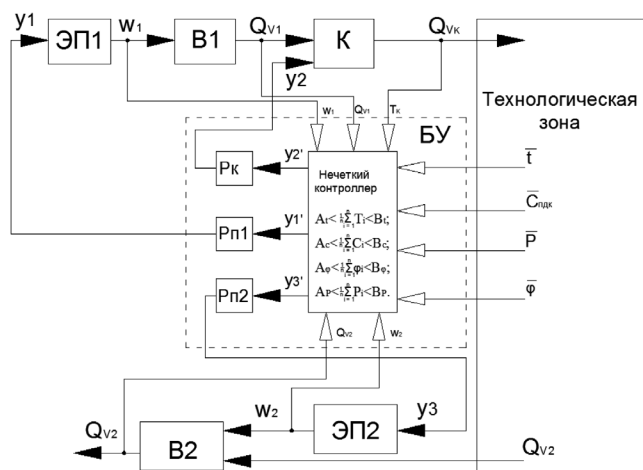


Рис. 1. Структурная схема управления системой вентиляции обогатительной фабрики

системы, то изменения содержания вредных примесей в воздухе рабочей зоны и их предельно-допустимой концентрации (ПДК) спрогнозировать не представляется возможным. Тогда к работе системы возникает требование минимизации времени регулирования переходного процесса, так как ПДК зависит не только от ведения технологических процессов предусматривающих выбросы вредных веществ (ВВ) в воздух рабочей зоны и от проводимых ремонтных работ, но и от возможных аварийных ситуаций на производстве.

При изменении факторов микроклимата необходимо учитывать их соотношение с нормально-допустимыми значениями и скорости их изменения.

Следует отметить, что области допустимых значений параметров состояния воздуха технологической зоны, могут не совпадать друг с другом во времени. Когда значение параметров выходят за оптимальные или допустимые пределы, возникает задача оценки текущего состояния и управления системой.

Задача управления заключается в обеспечении нормальных условий

прибывания в рабочей зоне, удовлетворяющих государственные стандарты (ГОСТ) и санитарные правила и нормы (СанПиН), при минимизации затрат электроэнергии системы «электропривод-вентилятор-калориферная установка».

Особенность задач заключается в том, что условия определяются вектором параметров размерностью $m \times n$, где: m – типы параметров; n – точки измерения [1].

На рис. 1 можно выделить отдельные области множества значений, определяющих качество состояния рабочей зоны, границы которых размыты, что требует, для построения системы управления объектом, применения основ теории нечетких множеств [2, 3]. Для различных зон необходимы различные законы регулирования.

Для их определения вводим следующие понятия:

T – область допустимых температур воздуха рабочей зоны, в интервале

$$A_t < \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_i < B_t ;$$

где A_t и B_t – нижние и верхние допустимые значения по температуре, установленных по СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [4];

C – область ПДК вредных веществ в воздухе, в интервале

$$A_c < \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i < B_c ;$$

где A_c и B_c – нижние и верхние допустимые значения по концентрации ВВ. При условии, установленным ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитар-

но-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» [5], что сумма концентрации всех веществ:

$$\frac{K_1}{ПДК_1} + \frac{K_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{K_n}{ПДК_n} \leq 1;$$

φ – область допустимого содержания относительной влажности воздуха, в интервале

$$A_\varphi < \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \varphi_i < B_\varphi;$$

где A_φ и B_φ – нижние и верхние допустимые значения относительной влажности, установленных по СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»;

P – область допустимого давления в рабочей зоне, в интервале

$$A_p < \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i < B_p;$$

где A_p и B_p – нижние и верхние допустимые значения по давлению в рабочей зоне, установленных по СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

На структурной схеме представлен блок управления (БУ), состоящий из нечеткого контроллера (НК) и регуляторов: P_k – регулятор калориферной установки (К); P_{n1} и P_{n2} – регуляторы электроприводов приточного (ЭП₁) и вытяжного вентилятора (ЭП₂). На входы БУ поступит информация о текущем состоянии объекта управления системы вентиляции и микроклимата технологической зоны. Параметры воздуха рабочей зоны, где t – температура, $C_{пдк}$ – предельно-допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны, P – создаваемой давление и φ – относительная влажность воздуха, представлены в виде областей допустимых значений.

Анализируя значения параметров, мы выводим функции принадлежности

для каждой области и их весовое значение. Для этого в блоке управления используется контроллер на базе нечеткой логики.

В блоке нечеткого контроллера числовые значения параметров переводятся в лингвистические переменные. Путем фазификации – преобразованием множества значений аргумента в некоторую функцию принадлежности, создается база правил. Далее кооперируя нечеткие логические выводы, формируется база законов регулирования и в зависимости от функции принадлежности выбираются нужные законы управления, которые реализуются с помощью регуляторов. Регуляторы вырабатывают сигналы задания на исполнительные механизмы, тем самым переводя их на требуемый режим работы.

При построении базы для каждого закона регулирования в зависимости от изменяемого параметра, параметрам необходимо присваивать свой весовой коэффициент, который позволит определить наиболее значимый режим работы в зависимости от условий изменения факторов. Как пример можно рассмотреть совпавшее по времени отрицательное изменение температур от оптимальных и положительное изменение ПДК ВВ в воздухе рабочей зоны от минимального содержания. В таком случае закон регулирования зависимый от ПДК ВВ примет весовую характеристику большую, чем закон, связанный с изменением температуры. Данное условие позволяет первоначально выполнить задачу поставленную перед блоком управления, пренебрегая в определенное время одним фактором, но вывести в нормальное состояние другой фактор, определенный как более важный или опасный. Если понижение температуры в рабочей зоне несет менее опасный характер, то повышение содержания вредных веществ в воздухе

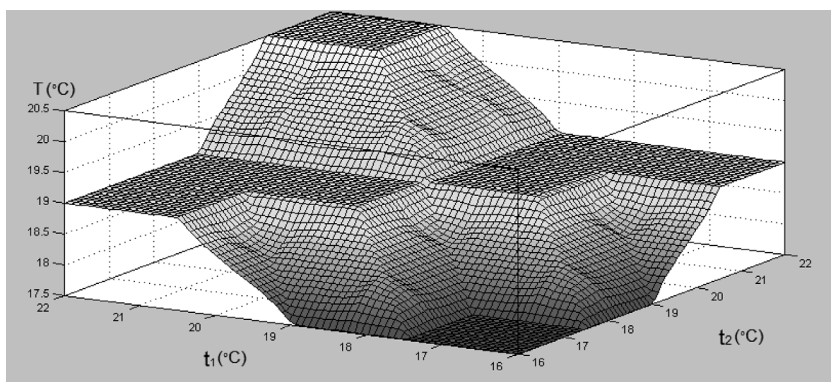


Рис. 2. Диаграмма общего состояния температуры рабочей зоны

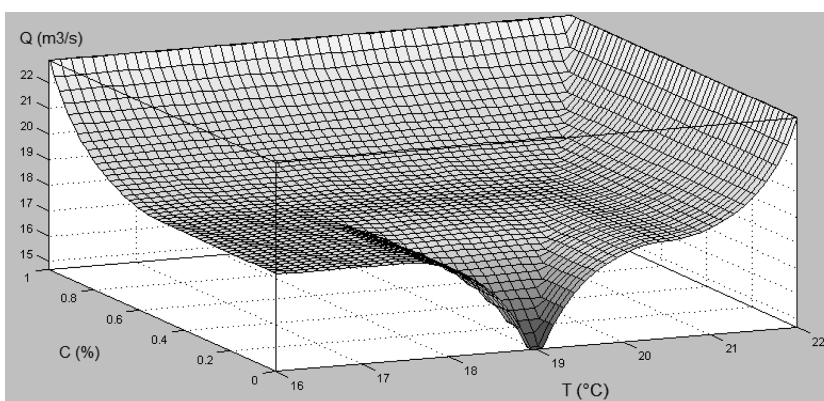


Рис. 3. Изменения подачи вентиляторной установки в зависимости от состояния ПДК ВВ и температур

рабочей зоны, может представлять опасность не только для жизни человека, но и для производственного комплекса в целом.

Далее на рис. 2 и 3 изображены диаграммы, которые были построены в программной среде MATLAB на основе значений параметров, полученных экспериментальным путем.

На рис. 2 приведена диаграмма общего состояния температуры рабочей зоны. Для ее построения использовался программный пакет Fuzzy Logic Toolbox.

В исследовании рассматривалось возможное состояние температур в четырех равноудаленных точках помещения, и все возможные значения

были внесены в блок редактора общих свойств системы (FIS-редактор). Затем были выведены логические условия общего состояния температур для всех возможных значений в каждой точке и построена диаграмма общего состояния температур.

Для создания базы правил необходимой подачи воздушной массы в рабочую зону использовались значения ранее полученных условий состояния температур рабочей зоны и значения возможных ПДК ВВ в области рабочей зоны. Для исследования были взяты расчетные характеристики вентиляторной установки типа ВР-80-75 № 16 оснащенной частотно-регулируемым электроприводом с

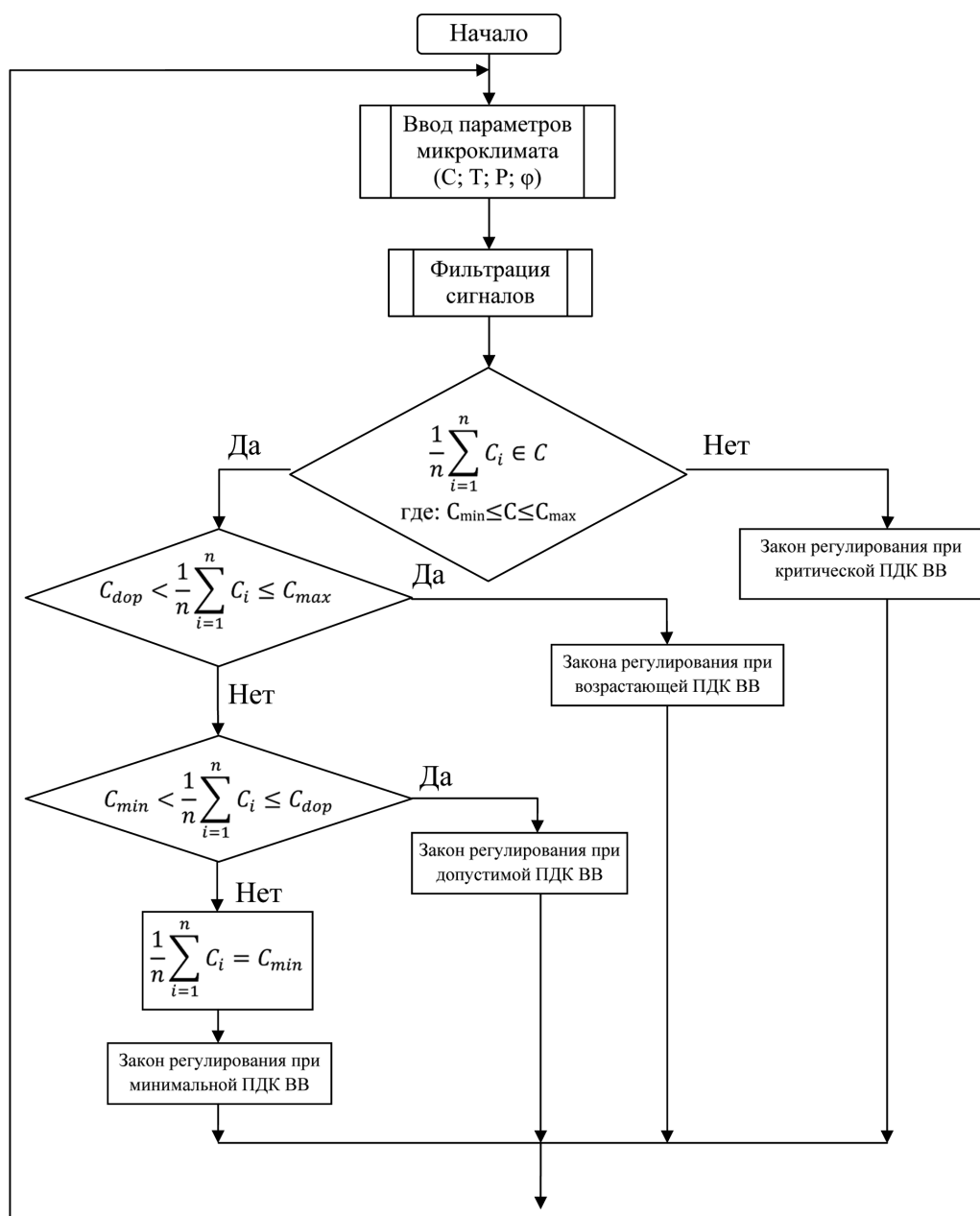


Рис. 4. Программный алгоритм работы блока управления

асинхронным электродвигателем типа 5AM280M10 приводимым в действие от преобразователя частоты типа ATV71HD45N4 фирмы «Шнайдер электрик» [6].

По выведенной диаграмме, представленной на рис. 3, можно наблюдать характер изменения необходимой подачи воздушной массы в область рабочей зоны, в зависимости от

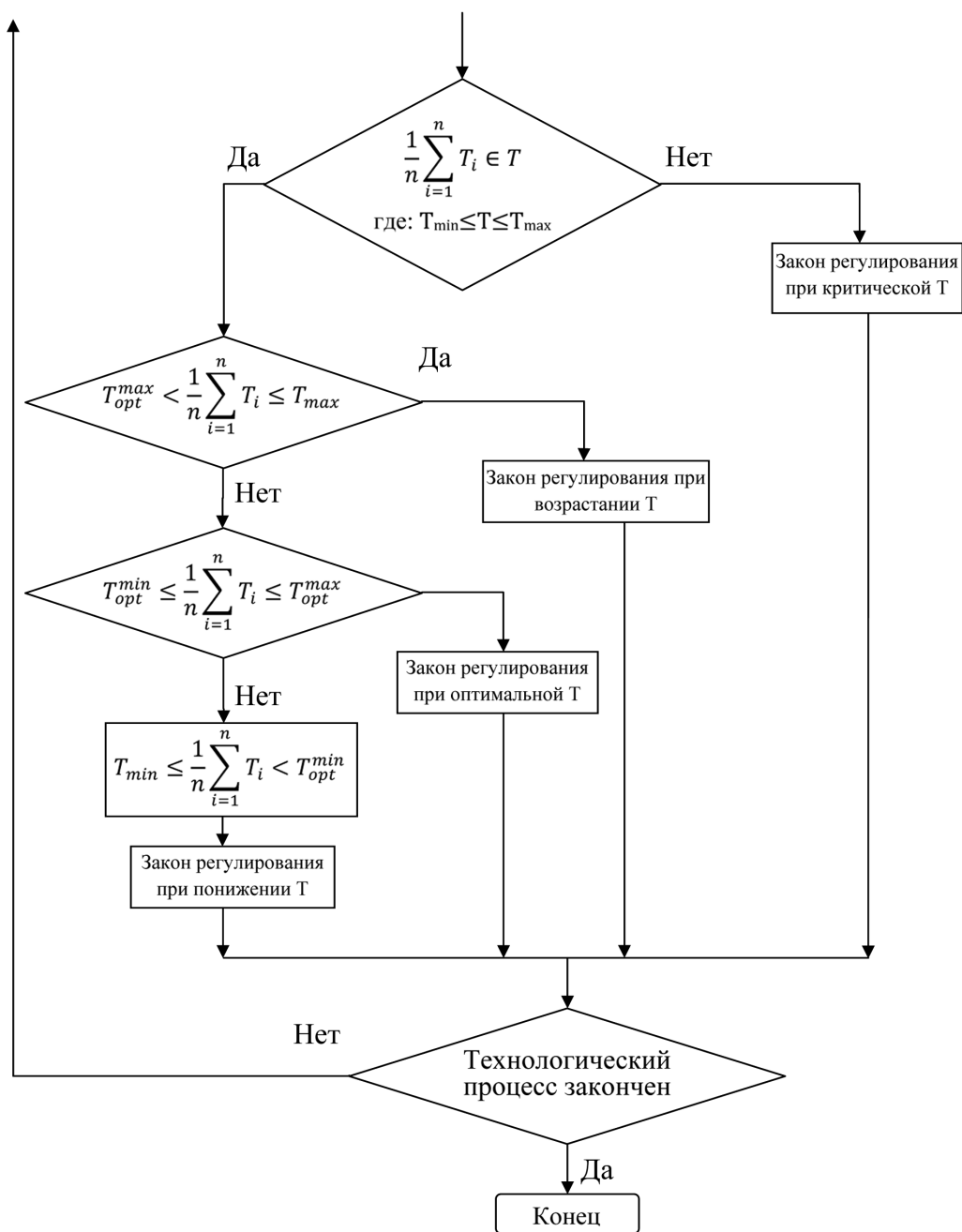


Рис. 5. Программный алгоритм работы блока управления

состояния параметров температуры и ПДК ВВ.

После построения базы правил и вывода логических условий со-

стояния исследуемых параметров, был разработан программный алгоритм работы системы, приведенный на рис. 4 и 5.

1. Изерман Р. Цифровые системы управления: пер. с англ. – М.: Мир, 1984.
2. Бондарь Е.С., Гордиенко А.С., Михайлов В.А., Нимич Г.В. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха / Под ред. Е.С. Бондаря. – Киев: ТОВ «Видавничий Будинок «Аванпост-Прим», 2005.
3. Решетняк С.Н. К вопросу использования фаззи-логики для управления электроприводами горных машин // Горный информационно-аналитический бюллетень. ОВ 4. Электрификация и энергоэффективность. – 2011. – С. 202 – 204.
4. ГОСТ 12.1.005. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
5. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
6. Фашиленко В.Н. Регулируемый электропривод насосных и вентиляторных установок горных предприятий: Учебное пособие. – М.: Изд-во «Горная книга», 2011. **ПЛАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Фашиленко Валерий Николаевич – доктор технических наук, профессор, e-mail: vnf48@mail.ru,
 Варфоломеев Сергей Владимирович – аспирант, e-mail: wizup@mail.ru,
 МГИ НИТУ «МИСиС».

UDC 622:621.31

DRIVE CONTROL SYSTEM FOR SUCTION-AND-EXHAUST VENTILATION OF PROCESSING PLANTS

Fashchilenko V.N., Doctor of Technical Sciences, Professor, e-mail: vnf48@mail.ru,
 Moscow Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS», Moscow, Russia,
 Varfolomeev S.V., Graduate Student, e-mail: wizup@mail.ru,
 Moscow Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS», Moscow, Russia.

Under analysis is the model of control system for suction-and-exhaust ventilation. The key tasks and requirements for an industrial ventilation system are defined. The structure and algorithm of the control system operation are developed.

Key words: electric drive, fuzzy logic, suction-and-exhaust ventilation.

REFERENCES

1. Izerman R. *Tsifrovye sistemy upravleniya: per. s angl.* (Digital control systems: English-Russian translation), Moscow, Mir, 1984.
2. Bondar' E.S., Gordienko A.S., Mikhailov V.A., Nimich G.V. *Avtomatizatsiya sistem ventilyatsii i konditsionirovaniya vozdukha*. Pod red. E.S. Bondarya (Automation of ventilation and air conditioning systems. Bondar E.S. (Ed.)), Kiev, TOV «Vidavnichii Budinok «Avanpost-Prim», 2005.
3. Reshetnyak S.N. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'.* Special issue 4. Electrification and energy efficiency. 2011, pp. 202–204.
4. *Obshchie sanitarno-gigienicheskie trebovaniya k vozdukhу rabochei zony. GOST 12.1.005* (General sanitary requirements for air in working area. State Standart 12.1.005).
5. *Gigienicheskie trebovaniya k mikroklimatu proizvodstvennykh pomeshchenii. SanPiN 2.2.4.548–96* (Sanitary requirements for microclimate in production areas. Sanitary Regulations and Norms SanPiN 2.2.4.548–96).
6. Fashchilenko V.N. *Reguliruemyy elektropriwod nasosnykh i ventilyatornykh ustanovok gornykh predpriyatiy: Uchebnoe posobie* (Adjustable electric drive for fan installations in mines. Educational aid), Moscow, Izd-vo «Gornaya kniga», 2011.

