Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. XX, вып. 1, 1976 г.

УПРАВЛЕНИЕ ТИРИСТОРНЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ВЕНТИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ В ПРИВОДАХ ВЕНТИЛЯТОРОВ ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ

В.Н.ЯЗЕВ

Вентиляторные установки главного проветривания горных предприятий являются наиболее энергоемкими потребителями. Большие перерасходы электроэнергии и низкий КПД вентиляторных установок объясняются значительными отклонениями действительных режимов проветривания от проектных, так как вентилятор главного проветривания выбирается на весь срок службы предприятия по конечным максимальным проектным значениям газовыделения, количеству взрываемого ВВ, объему добычи, числу работающих и т.п., поэтому определение режима работы вентилятора на вентиляционную сеть шахты бывает недостаточно точным.

Существующие системы аэродинамического регулирования вентиляторов главного проветривания поворотом лопаток рабочего колеса и направляющего аппарата не обеспечивают не только необходимых диапазонов регулирования производительности и депрессии, но и оперативного управления.

В этих условиях работа вентиляторной установки с максимальной экономичностью и соответствием сети возможна только при наличии регулирования скорости вращения рабочего колеса вентилятора. Тогда вентиляторная установка главного проветривания работает с неизменным статическим КПД вентилятора при регулировании производительности и имеет большую область экономичной работы.

К системе регулируемого электропривода вентилятора главного проветривания предъявляются следующие требования: а) возможность регулировать скорость как вниз, так и вверх от номинальной; б) устойчивость при сбросе и набросе нагрузки и изменениях напряжения питающей сети; в) непрерывное оперативное регулирование скорости.

Главный недостаток существующих систем привода с плавным регулированием скорости для турбомеханизмов – снижение КПД при регулировании скорости.

Современные системы приводов переменного тока, в частности вентильные двигатели, отвечают всем требованиям, предъявляемым к приводам вентиляторов главного проветривания. К основным достоинствам вентильного двигателя можно отнести: снижение качаний синхронной машины независимо от толчков

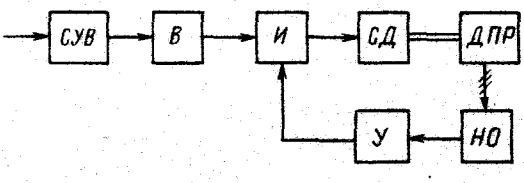


Рис.1. Структурная схема вентильного двигателя

нагрузки, скорости вращения; повышенную перегрузочную способность; высокий (до I) коэффициент мощности.

В вентильный двигатель (рис.I) входят синхронная машина СД; коммутатор (инвертор) И; датчик положения ротора ДПР; выпрямитель В; блоки управления: система управления выпрямителем СУВ, нуль-орган НО, усилитель У.

Выбранный инвертор с принудительной коммутацией в экспериментальной установке обеспечивает устойчивую коммутацию в широком диапазоне изменения скорости и нагрузок. Силовым инвертором управляют ориентацией обобщенного вектора напряжения статора относительно какой-либо вращающейся системы координат. Это достигается применением векторных систем формирования обобщенного вектора напряжения статора или ротора в сочетании с практически безынерционными статическими преобразователями частоты. Практическая реализация этих систем управления основана на использовании вычислительных устройств, осуществляющих пересчет составляющих обобщенных векторов электромагнитных величин (токов ротора или статора, потокосцеплений) из одних систем координат, неподвижных относительно статора или ротора, в другие, вращающиеся, в которых вычисляются управляющие сигналы. Последние пересчитываются в исходную систему координат и должны служить сигналами, воспроизводимыми силовым преобразователем (преобразователем частоты).

В вентильном двигателе управление силовым инвертором осуществляется в функции положения ротора (якоря синхронной машины), что соответствует в терминах векторного управления применению в качестве вращающейся системы координат неподвижной относительно ротора (d-q). Все эти системы объединяет общее свойство: необходимость формировать управляющий вектор напряжения по фазе относительно некоторого вращающегося вектора (оси координат). Последнее требование заставляет коренным образом пересмотреть конструкцию системы управления включением тиристоров силового преобразователя (системы управления частотой и амплитудой частотного преобразования).

Выпускаемые промышленностью тиристорные преобразователи частоты управляются по каналам частоты и напряжения сигналами постоянного тока, а с выхода датчика положения ротора вентильного двигателя поступает трехфазная система синусоидальных напряжений. Затем нуль-орган формирует из выходного сигнала датчика положения ротора импульсы управления тиристорами инвертора, которые формируются в момент равенства напряжения нулю.

Нуль-орган выполнен на девяти операционных усилителях серии КI40. Допустимая амплитуда входного синусоидального напряжения нуль-органа 15 В. Частота входного напряжения 0,I-200 Гц. На выходе устройства формируются импульсы амплитудой до 8 В и длительностью I00 мкс в момент перехода каждого из напряжений через нуль.

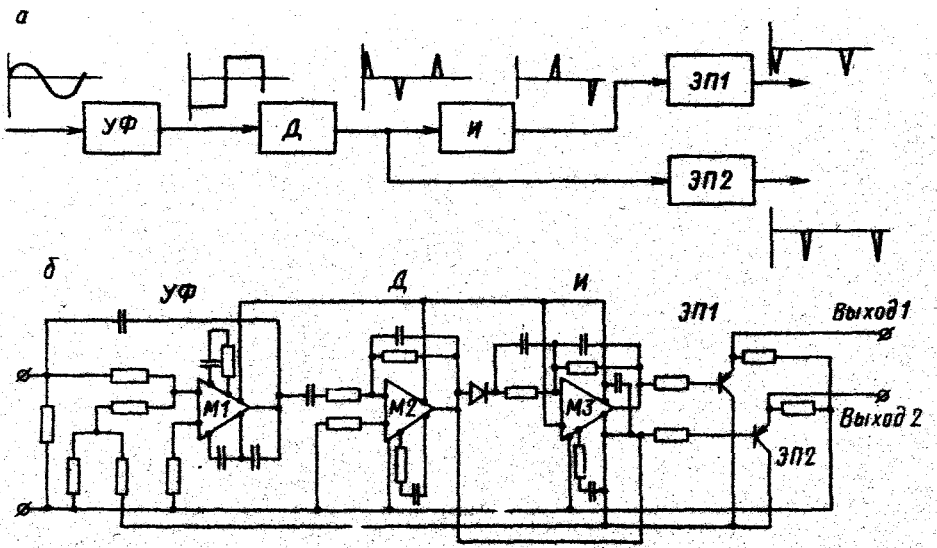


Рис.2. Нуль-орган: а и б – соответственно функциональная и принципиальная схемы

Устройство имеет три одинаковых канала, у каждого из которых два выхода (рис.2,а). На первом выходе каждой из схем получается отрицательный импульс, соответствующий моменту начала положительной полуволны входного напряжения; на втором – импульс, соответствующий началу отрицательной полуволны. Каждый канал состоит из усилителя-формирователя УФ; дифференциатора Д; инвертора И; эмиттерных повторителей ЭП и ЭП2.

Усилитель-формирователь, реализованный на микросхеме КІУТ402А, формирует прямоугольные разнополярные инвертированные импульсы длительностью 180 эл.градусов из входного синусоидального напряжения. При минимальном коэффициенте усиления микросхемы, равном 20 000, задержка импульсов относительно нуля входного напряжения на частоте 0,2 Гц составляет 40 мкс.

Дифференциатор с двойным сглаживанием выполнен на микросхеме КІУТ401Б (М2 на рис.2), охваченной отрицательной обратной связью на резисторе и конденсаторе. На выходе дифференциатора формируются разнополярные импульсы, следующие через 180 эл.градусов входного напряжения. При этом импульсы отрицательной полярности, соответствующие началу отрицательной полуволны входного синусоидального напряжения, подаются с дифференциатора на ЭП2; импульсы, соответствующие началу положительной полуволны, подаются в инвертор.

Инвертор выполнен на операционном усилителе КІУТ401Б (М3 на рис.2), охваченном отрицательной обратной связью. Для уменьшения временной задержки введена корректирующая емкость. Инвертированные импульсы подаются на вход ЭП1.

Эмиттерные повторители усиливают сигнал по мощности. С выходов эмиттерных повторителей снимаются отрицательные импульсы, соответствующие

началу положительной и отрицательной полуволн входного синусоидального напряжения в каждом канале.

Особенностью схемы нуль-органа является гальваническая связь всех трех входов и шести выходов.

Отрицательные импульсы, поступающие с выходов ЭП, подаются на усилитель У (см. рис.I). Он выполнен на базе ждущих блокинг-генераторов, которые усиливают импульсы по мощности. Эти импульсы подаются на тиристоры инвертора в соответствии с порядком их включения.

Система управления позволяет включать тиристоры инвертора в любой схеме и в заданном диапазоне частот.