

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ ШАХТЫ

Д.И. Чернышев, Е.А. Масалина

Томский политехнический университет, ИШЭ, ОЭЭ, группа 5А13, АО «НПЦ «Полюс»

Научный руководитель: Т.А. Чернышева, старший преподаватель, ОМ, ИШНПТ, ТПУ

Шахтное производство представляет собой в основном добычу полезных ископаемых, что, в свою очередь, определяется как извлечение минералов, руды, геологических материалов из земной коры (рудное тело, пласт). В результате проведения работ в горных выработках возникают выбросы угольной пыли и, что более опасно, газов (метан, угарный газ, сероводород, сернистый ангидрид и др.), способных привести к серьезным последствиям. Работа в шахте может привести к ухудшению здоровья, а часто и к серьезным болезням, таким как пневмокониоз, силикоз, пылевой бронхит и другие заболевания легких. Помимо влияния на организм работающего человека посредством угольной пыли, грязи, различных газов и других факторов, присутствует опасность аварийных ситуаций, которые могут повлечь за собой гибель работающего персонала.

Для уменьшения пагубного влияния газов, пыли и других загрязнений воздуха необходима вентиляция шахт. Шахтная вентиляционная установка способствует установлению благоприятных (на сколько это возможно) условий для работы персонала внутри шахты разбавляя загрязненный воздух до необходимых правильных концентраций, а также может обеспечить регулирование температурного режима внутри шахты.

Метан, который еще называют «рудничный газ», является одним из природных газов. По своей природе метан не имеет запаха и цвета, что делает его еще опаснее.

Чаще всего метан в больших объемах встречается в угольнодобывающем производстве, так как газ находится в свободном состоянии и сорбированном состоянии в пластах угля.

Метановая смесь, которая является очень опасной как по токсичности, так и по взрыв потенциалу, может возникать в пустотах пород, под кровлей выработок. Концентрация метана в воздухе рабочего пространства – один из важных критериев, который должен всегда быть под наблюдением и контролем. Когда метан достигает концентрации в 16 %, то он просто горит (при условии, что поступает кислород), 9,5 % – считается самой опасной по взрыв потенциалу концентрацией, а при 5–6 % метан горит от источника тепла. Когда концентрация менее 5 % взрывоопасность меньше, однако если в воздухе имеется, например, угольная пыль, то метан может взорваться и при концентрации 4 %.

Для уменьшения воздействия вредных газов и примесей, обеспечения необходимой рабочей температуры и чистого воздуха предназначена шахтная вентиляция. Вентиляционные установки шахт в основном делятся на два типа – главного и вспомогательного проветривания. Вентилятор главного проветривания обеспечивает подачу воздуха всей шахте и задает вид проветривания. Вспомогательная вентиляция, чаще всего, используется для обеспечения подачи воздуха отдельным частям шахты (очистный забой, тупиковая выработка).

Главная вентиляционная установка чаще всего представляет собой два вентилятора, один из которых основной, а второй – резервный, к которым подключены электродвигатели.

В данной работе разработана автоматическая система управления вентиляцией горных выработок (шахт) для предотвращения пагубного влияния метана, одного из самых распространенных газов в угольных шахтах.

Для автоматической системы проветривания необходимо подобрать сигнализационное оборудование. Для данных целей выбран газоанализатор Сигма – 03. Многоканальный блок газоанализатора предназначен для определения (измерения) концентраций газов, обеспечения цветовой и звуковой сигнализации, передачи полученных данных на внешнее оборудо-

вание. Газоанализатор Сигма – 03 может включать в себя от 2 до 8 входов для датчиков и состоит из информационного блока (рис. 2) и датчика (датчиков) газа (в рамках данной работы – датчик метана (рис. 1)) [1, 2].

Датчик Сигма – 03 непрерывно преобразует измеряемый параметр и передает его на информационный блок в виде аналогового сигнала (4–20 мА). Данные датчики могут устанавливаться в взрывоопасных помещениях, что соответствует шахте, и имеют уровень взрывозащиты 1ExibdIIВТ4.



Рис. 1. Информационный блок и датчик Сигма-03

Если концентрация газов нулевая – на выходе датчика токовый сигнал соответствует 4 мА, сигнал 20 мА указывает на концентрацию газов в воздухе равной 50 % от нижнего концентрированного предела.

Схема автоматической системы вентиляции представлена на рис. 2 и состоит из диспетчерского места, преобразователя частоты (ПЧ), основного и резервного двигателя и вентиляторов, системы сигнализации.

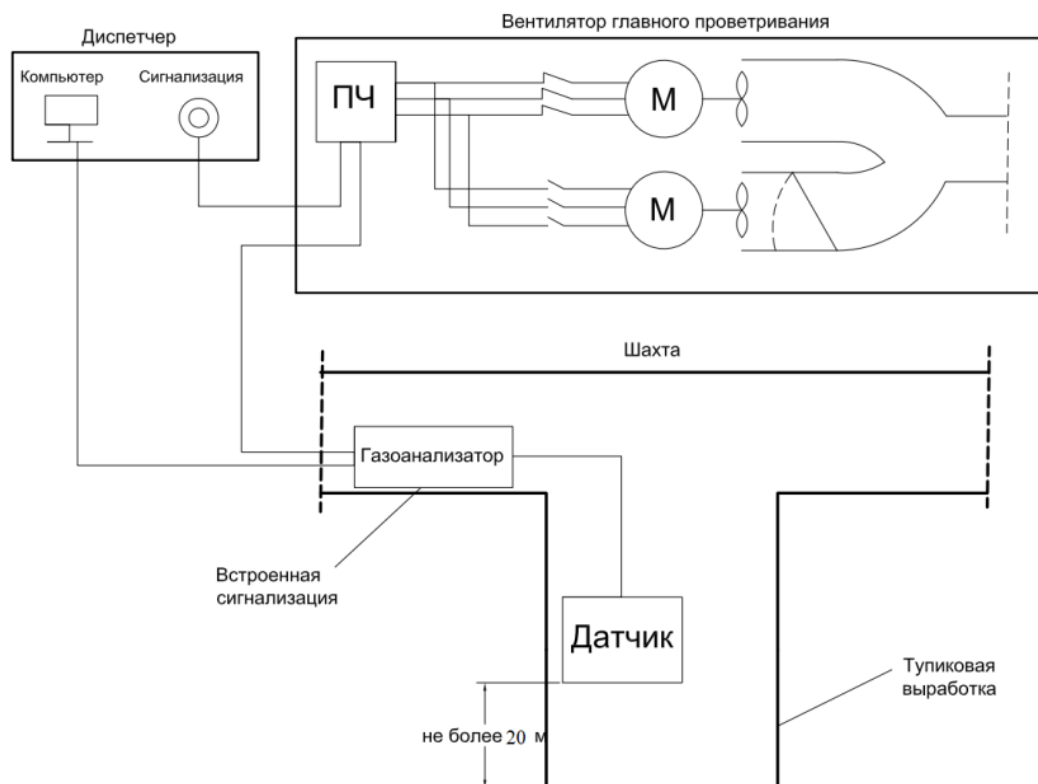


Рис. 2. Схема автоматической системы вентиляции

Частота вращения двигателя вентилятора главного проветривания в шахте зависит от концентрации метана в выработках. Таким образом при нулевой концентрации метана выходной токовый сигнал датчика, подаваемый в блок газоанализатора, соответствует 4 мА, и преобразователь частоты поддерживает частоту 10 Гц. При увеличении концентрации метана до 50 % от максимально допустимой концентрации выходной токовый сигнал датчика соответствует 20 мА, в результате чего преобразователь частоты повышает частоту до 50 Гц.

На рис. 3–6 приведены переходные процессы электромагнитного момента и скорости при различных концентрациях метана, а, следовательно, и частотах задания.

На рис. 3, 4 выполняется разгон с минимальной скорости 15 рад/с, что соответствует заданию 10 Гц, до максимальной скорости 150 рад/с ($f_{\text{зад}} = 50$ Гц) и торможение.

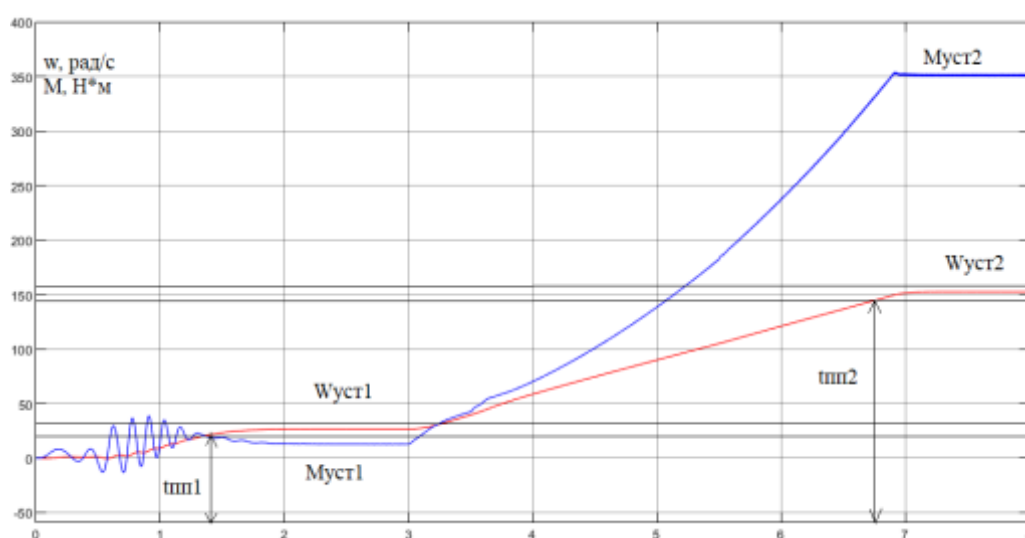


Рис. 3. Переходный процесс при изменении частоты с 10 Гц до 50 Гц

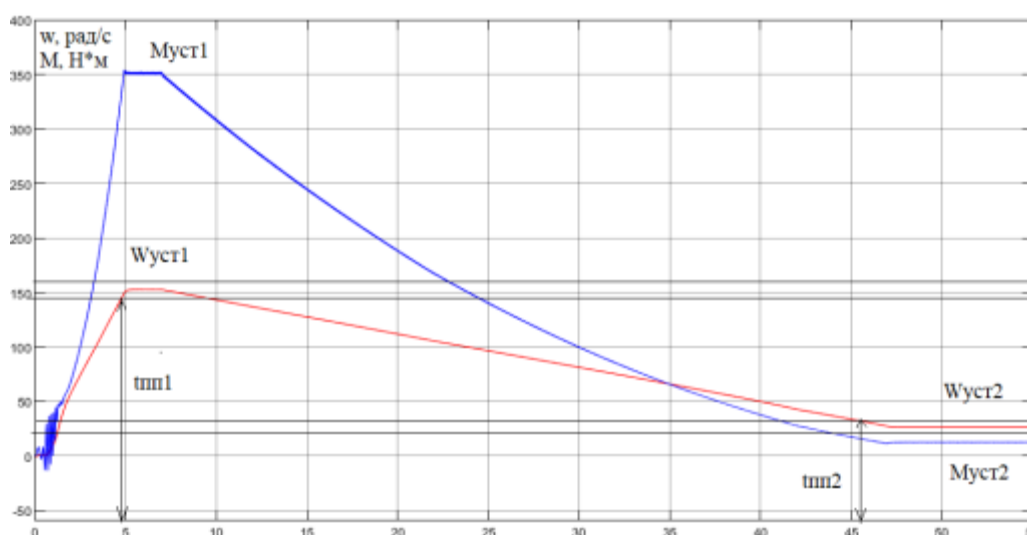


Рис. 4. Переходный процесс с изменением частоты с 50 до 10 Гц

На рис. 5, 6 выполняется разгон со скорости 105 рад/с ($f_{\text{зад}} = 35$ Гц) до максимальной скорости 150 рад/с ($f_{\text{зад}} = 50$ Гц) и торможение.

В переходных процессах наблюдаются небольшие колебания момента, что никак не сказывается на механизмах (вентиляторах). Также можно сказать, что при различных режимах разгона и торможения система работает устойчиво.

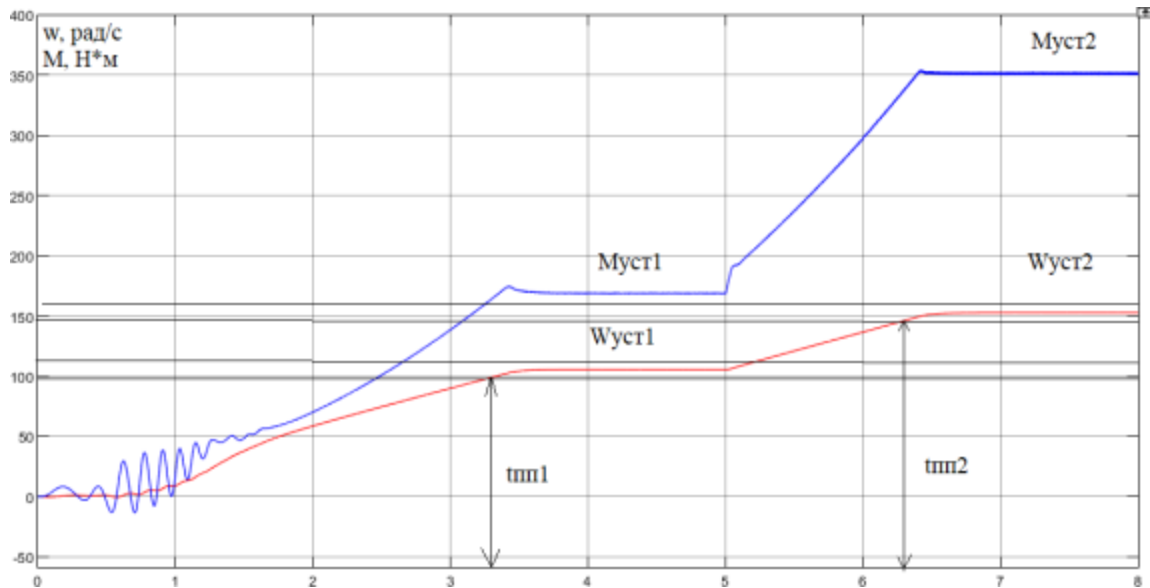


Рис. 5. Переходный процесс с изменением частоты с 35 до 50 Гц

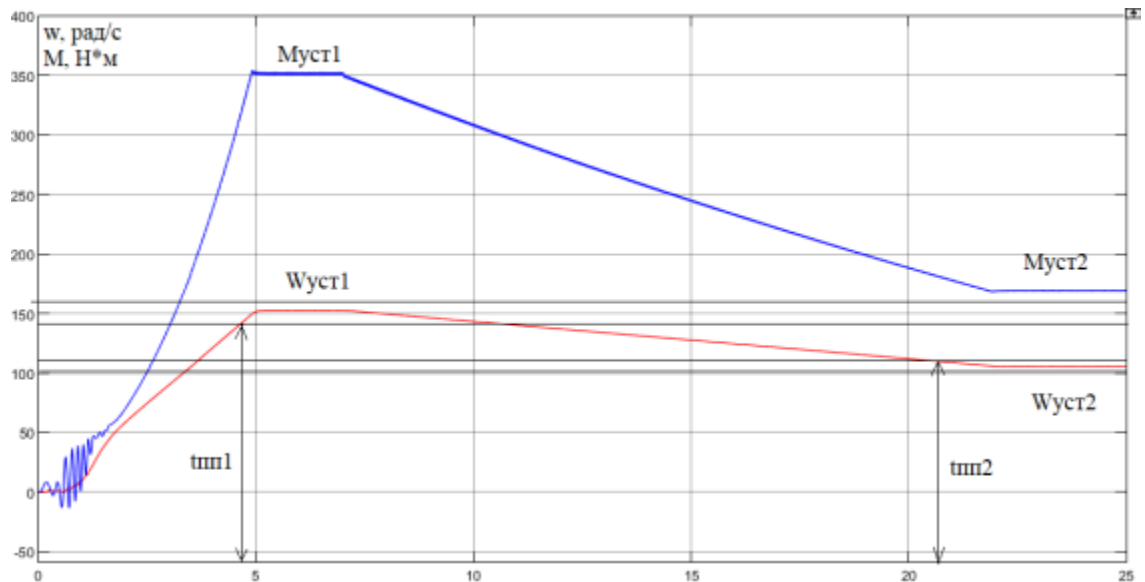


Рис. 6. Переходный процесс с изменением частоты с 50 до 35 Гц

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по эксплуатации газоанализатора универсального СИГМА-03 – URL: <https://www.gasdetecto.ru/files/330/sigms-03-24v-re.pdf>
2. Руководство по эксплуатации датчика ВОГ СИГМА-03.ДВ — URL: <https://www.gasdetecto.ru/files/330/sigma-03-dv-re.pdf>
3. Шахтстрой. Горно-шахтное оборудование: Вентилятор шахтный ВМЭ-5 – URL: <https://rudf.ru/>
4. Электропривод переменного тока : учебное пособие для вузов / А.Ю. Чернышев, Ю.Н. Дементьев, И.А. Чернышев. – Москва : Юрайт, 2022. – 214 с.