



УДК 623

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГА
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА
ВЕНТИЛЯТОРА МЕСТНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ В ШАХТЕ ВЬЕТНАМА
В СООТВЕТСТВИИ С КОНЦЕНТРАЦИЕЙ МЕТАНА**

●●●●●

**DEVELOPMENT OF A CONTROL AND MONITORING SYSTEM FOR AN AUTOMATED
FREQUENCY-CONTROLLED ELECTRIC LOCAL VENTILATION FAN IN A VIETNAM
MINE IN ACCORDANCE WITH METHANE CONCENTRATION**

Фо Чи Тхань

преподаватель,
Куангнинского индустриального университета
Иентхо-Донгчеу, Куангнинь, Вьетнам
cthanhtdh@gmail.com

Do Chi Thanh

Lecturer of Quang Ninh University of Industry.
Yen Tho-Dong Trieu, Quang Ninh – Viet Nam
cthanhtdh@gmail.com

Аннотация. В настоящее время всё больше сфер человеческой деятельности подвергаются автоматизации. С ростом уровня автоматизации сфер производства выросло и число программных продуктов, управляющих технологическими процессами [11, 12, 13]. В настоящей статье рассматривается один из возможных подходов к решению важной влияющей на эффективность и безопасность горных технологий задачи оперативного перераспределения воздуха работе пойдёт речь о разработке человеко-машинного интерфейса для технологического процесса в SCADA-системе WinCC 7.4.

Рассмотрены общие принципы построения и основные функции интеллектуальной мониторинговой системы. Обсуждается методика оперативного управления вентиляторами местного проветривания (ВМП).

Ключевые слова: вентиляционная система, структура локальной АСУ ВМП, SCADA-системы сигналов, выполнена на базе программируемого логического контроллера, системы автоматического управления ВМП.

Annotation. Currently, more and more spheres of human activity are being automated. With the increase in the level of automation of production areas, the number of software products that control technological processes has also grown [11, 12, 13]. This article discusses one of the possible approaches to solving the problem of operational air redistribution, which affects the efficiency and safety of mining technologies, the work will focus on the development of a human-machine interface for the technological process in the WinCC 7.4 SCADA-system.

The general principles of construction and the basic functions of an intelligent monitoring system are considered. The technique of operational control of local ventilation fans (VMP) is discussed.

Keywords: the ventilation system, the structure of the local automated control system of the VMP, SCADA-system of signals, is based on a programmable logic controller, system VMP automatic control.

Введение

На сегодняшний день на шахтах Вьетнама общепринятой практикой является использование вентилятора местного проветривания (ВМП). Проблема управления ВМП в практических условиях является достаточно сложной т.к. основным параметр регулирования является нелинейным.

Основным способом достижения взрывобезопасности в шахтах и горных выработках, опасных по газу и пыли, служит поддержание атмосферы под землей на уровне менее 1-го % содержания метана, путем искусственного нагнетательного проветривания. Министерства угольной промышленности Вьетнама, было принято обозначение вентиляторов местного проветривания в начале выработки угольного пласта величина длин и сечения ветвей вентиляции малы. Поэтому параметры применяемых в этом случае вентиляторов местного проветривания невелики. Нет необходимости в большой подаче и давлении воздуха. По мере выработки угольного пласта длины и сечения ветвей вентиляции увеличиваются. Все это ведет к необходимости увеличения объема подачи и давления воздуха в вентиляционную систему в целом, и в каждую отдельно взятую ее ветвь. В связи с этим в основном вентиляционном туннеле производят замену вентиляторов местного проветривания более мощными. Оценивая в целом этапы прохождения выработки от начала и до завершения видно, что необходимо поэтапное применение все более мощных, а следовательно, и более дорогих вентиляторов. Плюс, необходимость в монтаже или демонтаже и в пусконаладочных работах, являющихся в условиях шахты весьма затруднительными. Как правило, в шахтах, при необходимости замены вентилятора на более мощный, устанавливают вентилятор, имеющий большие, по сравнению с требуемыми, на тот момент, параметры давления и подачи. А это и больший расход электроэнергии, и ухудшение условий работы людей в забое [5, 6, 7, 8, 10, 11].



В настоящей статье один представляет приложения система мониторинга программируемого логического контроллера (ПЛК) в подземные угольные шахты для ключевых видов деятельности автоматической добычи и сосредоточится на системе вентиляторов местного проветривания, мониторинге газов и управление с помощью различных газовых датчиков, для автоматического управляющее и отключающее питание конкретной области в когда концентрация метана превышает больше допустимого предела шахте представлена на рисунках 1, 2.

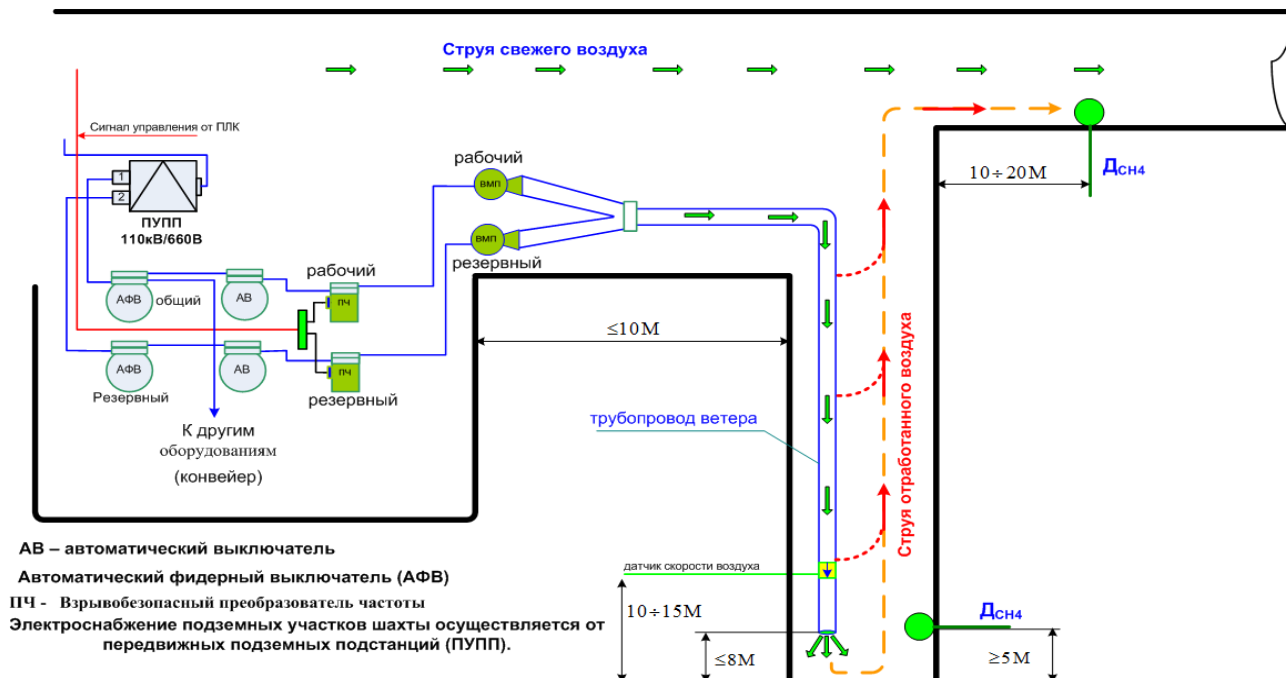


Рисунок 1 – Схема электроснабжения и расстановки оборудования вентиляторной установки при автоматическом управлении

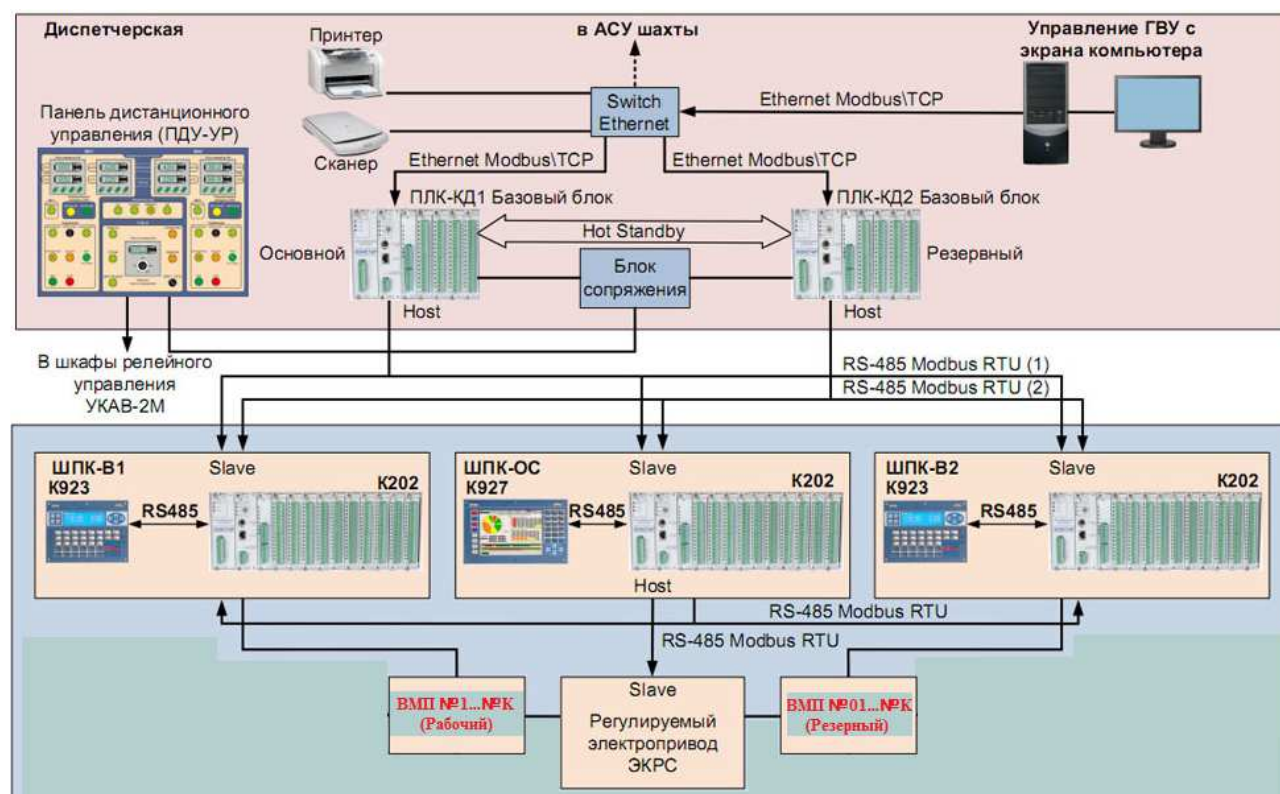


Рисунок 2 – Структура локальной АСУ ВМП



Функции системы

- ВМП должны работать непрерывно;
- Контроль состояния и управление вентиляторами местного проветривания;
- Контроль протока воздуха в тупиковых выработках;
- Автоматизированная система управления вентиляторами местного проветривания (ВМП) и выполнена на базе программируемого логического контроллера (ПЛК). ПЛК выполняет сбор и обработку информации от датчиков и измерительных преобразователей нижнего уровня системы и формирует управляющие сигналы на исполнительные механизмы преобразователей частоты на рисунке 3;
- Непрерывный автоматический контроль скорости воздуха, поступающего к забою тупиковой выработки по вентиляционному трубопроводу;
- Регулируемая выдержка времени на включение группового аппарата, питающего электроприемники подготовительной выработки с момента выдачи датчиком скорости воздуха сигнала о нормальном проветривании выработки;
- Автоматическое отключение группового аппарата с регулируемой выдержкой времени с момента выдачи датчиком скорости воздуха сигнала о нарушении нормального проветривания выработки, либо его отказа;
- Импульсное включение рабочего или резервного вентилятора местного проветривания ВМП, обеспечивающее плавное заполнение вентиляционного трубопровода воздухом;
- Местное или дистанционное управление рабочим или резервным ВМП;
- Визуализация через SCADA-системы сигналов о режиме проветривания, включенном и выключенном состоянии ВМП и группового аппарата, наличии напряжения питания в резервной сети;
- Функция самодиагностики и самоконтроля контроллера, входных и выходных сигналов;
- Пульт управления с LCD дисплеем для визуализации данных системы;
- Аппаратура автоматизации должна обладать высокой надежностью, так как отказ в системе местного проветривания может быть причиной взрыва или пожара.

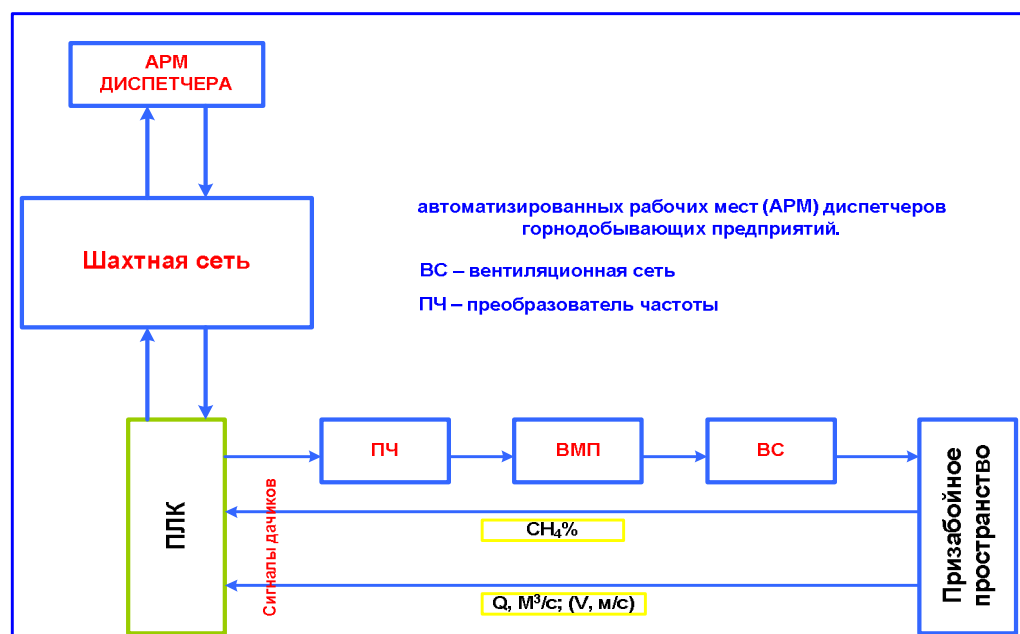


Рисунок 3 – Общая структурная схема предлагаемой системы автоматического управления ВМП

Модель относится к горной промышленности, в частности к системам автоматизации установок вентилятора местного проветривания и предназначена для оптимальной организации проветривания тупиковых горных выработок в угольных шахтах. Установка дополнительно содержит систему автоматического управления, включающую датчик количества воздуха, датчик метана, преобразователь частоты и напряжения питания, установленный между выходом пускателя и входными клеммами электродвигателя вентилятора местного проветривания, причем управляющий выход датчика количества воздуха связан со входом блока обработки данных, выход которого связан с управляющим входом преобразователя частоты и напряжения питания. Применение установки гарантирует надежность выхода вентилятора местного проветривания на расчетный режим подачи воздуха в забой проводимой



выработки, минимальное участие обслуживающего персонала в регулировке режимов и контроле поступающего воздуха, снижение расхода электроэнергии электроприводом вентилятора местного проветривания. При этом применение системы не исключает возможности грубой под регулировки режимов работы вентилятора местного проветривания поворотом лопаток направляющего аппарата, входящего в конструкцию каждого регулируемого вентилятора местного проветривания [9, 10].

Регулирование режимов работы вентилятора может быть оперативным только в случае применения средств автоматики, обеспечивающих быстрый и точный отбор данных по параметрам (количество воздуха, подаваемого трубопроводом к забою), быстрой и надежной обработки исходных данных, выработки решения по изменению параметров режимов работ вентиляторов местного проветривания и своевременной выдаче команды на исполнение. Система обеспечивает возможность автоматизированного управления шахтными вентиляторами главного проветривания при соблюдении всех нормативов безопасности, а также контроль технологических параметров работы вентиляторной установки.

Технический результат, достигаемый при решении поставленной задачи, выражается в обеспечении расчетной производительности вентилятора местного проветривания, работе вентилятора с оптимальной нагрузкой, высоким коэффициентом полезного действия и минимальным потреблением электроэнергии. Поставленная задача решается тем, что установка вентилятора местного проветривания, содержащая вентилятор местного проветривания, став трубопровода и пускатель вентилятора отличается тем, что дополнительно содержит систему автоматического управления, включающую датчик количества воздуха, преобразователь частоты и напряжения питания, установленный между выходом пускателя и входными клеммами электродвигателя вентилятора местного проветривания, причем управляющий выход датчика количества воздуха связан со входом блока обработки данных, выход которого связан с управляющим входом преобразователя частоты и напряжения питания.

Регулирования вентиляторных местного проветривания и человеко-машинные интерфейсы

На рисунке 4 приведена структурная схема системы автоматического управления процессом проветривания подготовительной выработки газовой шахты. Система двухуровневая – на верхнем уровне расположена подсистема мониторинга и диспетчерского управления, а на нижнем три подсистемы, соответствующие решаемым задачам управления: подсистема аэрогазового контроля параметров рудничной атмосферы подготовительной выработки, подсистемы автоматического управления вентиляторами ВМП и подсистема автоматического разгазирования подготовительной выработки [11, 12, 15].

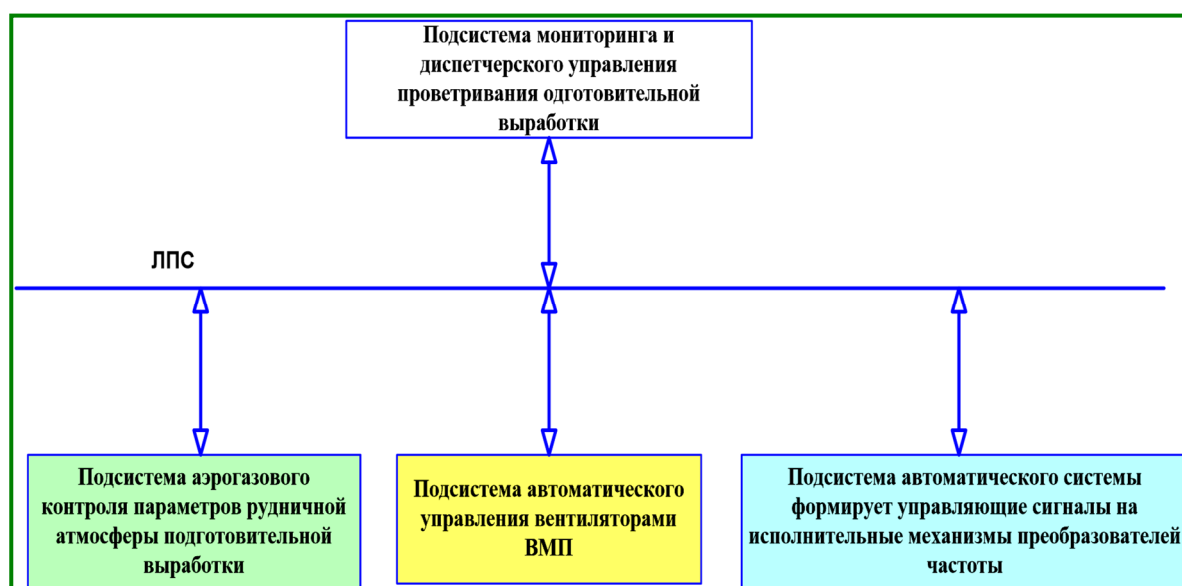


Рисунок 4 – Структурная система управления вентиляторами местного проветривания угольной шахты

Физическую и логическую связь между промышленными контроллерами (ПЛК -, ПЧ), измерительными преобразователями и исполнительными механизмами подсистем и их интеграцию в единую систему автоматического управления процессом проветривания подготовительной выработки обеспечивает локальная промышленная сеть (ЛПС) [15].

Подсистема мониторинга и диспетчерского управления – это программно-аппаратный комплекс диспетчера шахты для сбора, хранения и отображения информации в реальном времени о протекании и управлении процессом проветривания [15].



Установка вентилятора местного проветривания в системе проветривания проводимой выработки работает следующим образом. Производят установку базовых настроек по необходимой производительности вентилятора (Q_p) и допустимым ограничениям этой производительности ($Q_{\min}(t)$ и $Q_{\max}(t)$).

Периодичность поверочного цикла при нормальном поступлении воздуха в призабойное пространство определяется вышеупомянутым интервалом считывания данных. Применение установки гарантирует надежность выхода вентилятора местного проветривания на расчетный режим подачи воздуха в забой проводимой выработки, минимальное участие обслуживающего персонала в регулировке режимов и контроле поступающего воздуха, снижение расхода электроэнергии электроприводом вентилятора местного проветривания. При этом применение системы не исключает возможности грубой подрегулировки режимов работы вентилятора местного проветривания поворотом лопаток направляющего аппарата, входящего в конструкцию каждого регулируемого вентилятора местного проветривания.

Установка вентилятора местного проветривания, содержащая вентилятор местного проветривания, став трубопровода и пускатель вентилятора, отличающаяся тем, что дополнительно содержит систему автоматического управления, включающую датчик количества воздуха, преобразователь частоты и напряжения питания, установленный между выходом пускателя и входными клеммами электродвигателя вентилятора местного проветривания, причем управляющий выход датчика количества воздуха связан со входом блока обработки данных, выход которого связан с управляющим входом преобразователя частоты и напряжения питания.

Требования к системе мониторингу и диспетчерского управления следующие:

- обеспечить обмен данными и обработку информации в реальном времени со всеми подсистемами системы автоматического управления процессом проветривания;
- обеспечить информацией диспетчера шахты о состоянии вентиляторов ВМП (включены – выключены, наличие напряжения питания) подача вентилятора (скорость воздуха в подающем воздухопроводе); снятии блокировки на включении группового аппарата системы электроснабжения подготовительной выработки;
- обработка и отображение информации в табличном и графическом виде на мнемонике, мониторе или панелях визуализации;
- ведение базы данных с технологической информацией, ее архивирование и резервирование;
- управление рабочим и резервным вентиляторами ВМП (включить – выключить, изменять режим работы).

Подсистема аэрогазового контроля параметров рудничной атмосферы в вентиляторе местного проветривания предназначена для непрерывного местного и централизованного контроля величин скорости воздуха и метана в горной выработке, выдачи сигнала на автоматическое отключение электрической энергии контролируемого объекта при достижении предельно допустимой концентрации метана. Требования к подсистеме аэрогазового контроля параметров рудничной атмосферы подготовительной выработки формируются в соответствии с требованиями правил безопасности в угольных шахтах и инструкции по контролю состава рудничного воздуха, определению газообильности и установлению категорий шахт по метану. Требования, следующие:

Обеспечение контроля содержания метана стационарной аппаратурой в следующих местах:

- у ВМП с электрическими двигателями при разработке пластов, опасных по внезапным выбросам, а также при установке вентиляторов в выработках с исходящей струей воздуха из очистных [4, 5, 6, 8, 9, 10, 16].

Подсистема автоматического управления вентиляторами ВМП предназначена для управления вентиляторами местного проветривания ВМП и отключения электроснабжения электропотребителей, как возможного источника инициирования взрыва метано-воздушной среды, при отклонении от заданного режима проветривания подготовительной выработки. Требования к подсистеме автоматического управления вентиляторами ВМП:

1. Обеспечить включение рабочего или резервного ВМП при плавном заполнение вентиляционного трубопровода воздухом.
2. Обеспечить автоматическое включение резервного ВМП при отключении рабочего ВМП, тем самым обеспечить непрерывность подачи воздуха в тупиковую выработку.
3. Обеспечить выдержку времени на подачу напряжения к электроприемникам тупикового забоя после включения вентилятора ВМП с момента выдачи датчиком скорости воздуха сигнала о нормальном проветривании выработки.
4. Отключение электроэнергии от электроприемников тупиковой выработки при нарушении процесса проветривания или отключении вентилятора ВМП.
5. Обеспечить управление вентилятором ВМП с диспетчерского пункта шахты.



6. Обеспечить местную световую сигнализацию и информацией диспетчера шахты о работе вентиляторы ВМП, о снижении скорости воздуха, подаваемого к забою, до величины, меньшей заданной установки, наличии напряжения в резервной сети, снятии блокировки на включении группового аппарата.
 7. Автоматическое регулирование режима работы вентилятора ВМП.
- Настройка оборудования в SIMATIC STEP 7»

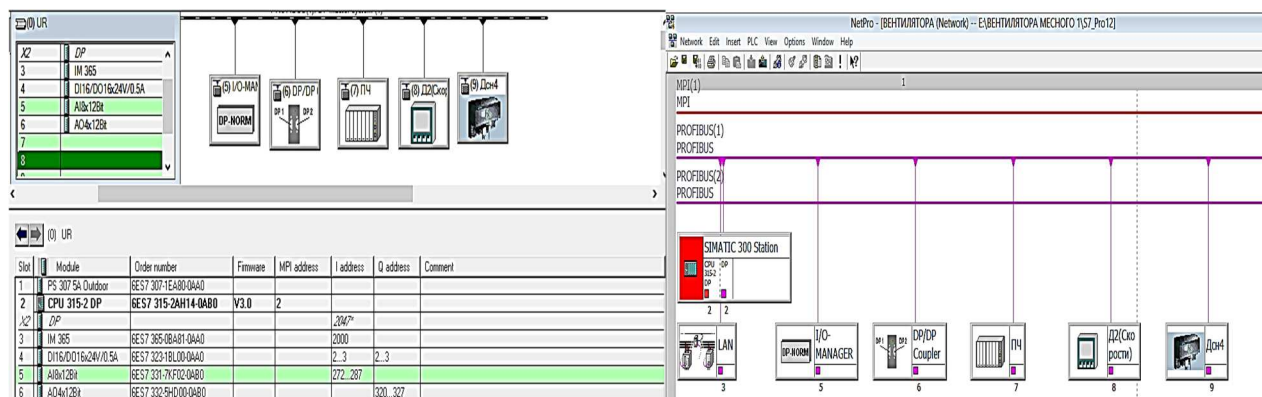


Рисунок 5 – Окна станции, открытого утилитой конфигурирования оборудования Hardware Configuration

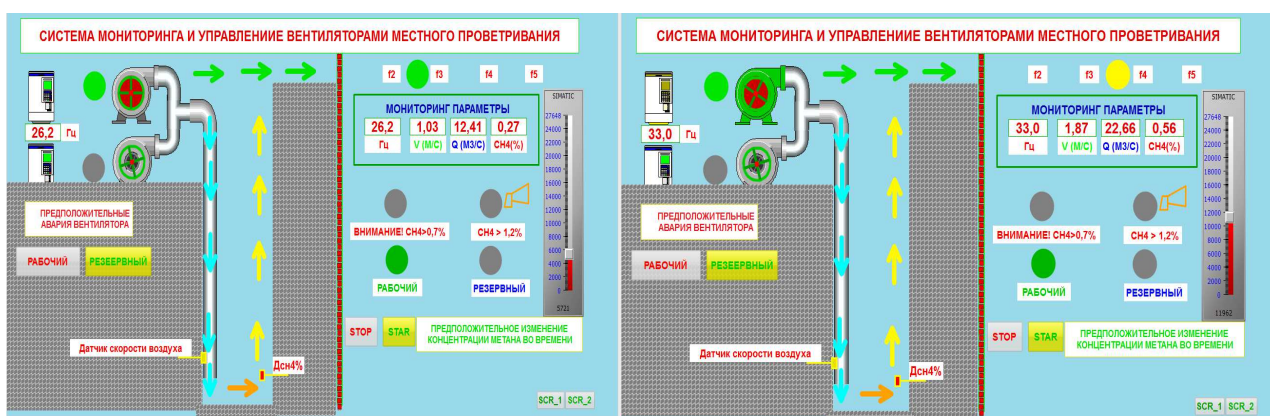
Результат модели системы управления и мониторинга автоматизированного частотно-регулируемого электропривода вентилятора местного проветривания в шахте Мао Хе (Вьетнам) в соответствии с концентрацией метана.



а)

б)

а) – рабочий вентилятор;
б) – когда рабочая авария вентилятора, резервный вентилятор автоматически работать

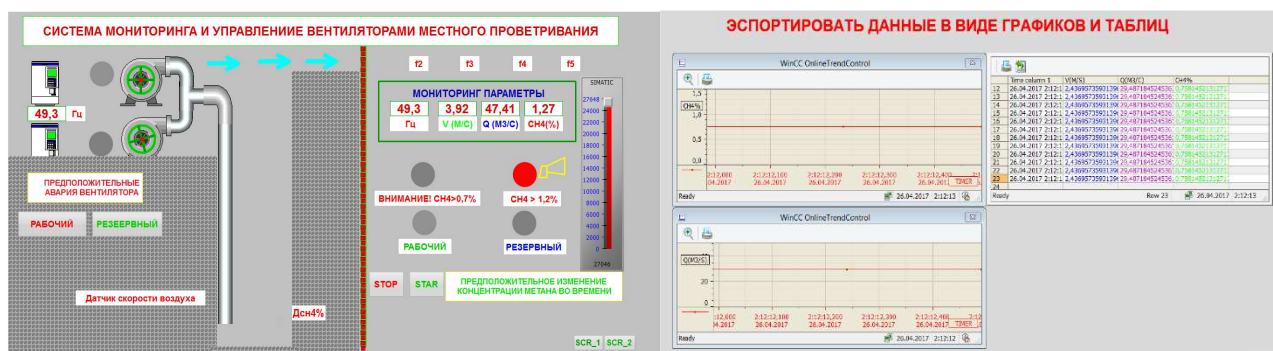


в)

г)

в), г) – когда концентрация метана увеличивается, скорость двигателя автоматически увеличивается

Рисунок 6 – Модель системы управления и мониторинга автоматизированного частотно-регулируемого электропривода вентилятора местного проветривания в шахте Мао Хе (Вьетнам) в соответствии с концентрацией метана



д) – концентрация метана больше, чем 1,2 система автоматического отключения напряжения. Индикатор «Работа» красным и звенит колокол; е) – делают экспорт данных, с показаниями в реальном времени

Окончание рисунка 6 – Модель системы управления и мониторинга автоматизированного частотно-регулируемого электропривода вентилятора местного проветривания в шахте Мао Хе (Вьетнам) в соответствии с концентрацией метана

Заключение

Система мониторинга и автоматизированное управление вентиляции дает следующие положительные эффекты:

1. Снижение затрат на содержание персонала (за счет снижения трудоемкости обслуживания системы вентиляции).
2. Система автоматического управления вентиляцией также может автоматически управлять сетью сплит-систем, установленных в центре мониторинга и имеющих стандартные порты для соответствующего удаленного управления, например по протоколу Modbus.
3. При определенном пороге сложности требований к системе приточной, приточно-вытяжной вентиляции для её автоматизации оптимальным решением применение программируемых контроллеров (ПЛК).
4. Обеспечить необходимую скорость автоматического управления двигателя изменяется в зависимости от концентрации метана.
5. Контроллер управления вентилятором требуется, как минимум когда включение и выключение вентилятора осуществляется по какому-либо повторяющемуся программы управления, связанному с различными изменяющимися условиями: когда концентрация метана больше, чем 1,2 %.
6. Система непрерывного мониторинга концентрации метана в вентиляционной системе шахты элементов систем мониторинг (SCADA) ведется в единой инструментальной среде WinCC V7.4. Программное обеспечение представляет собой клиент-серверное приложение с выводом информации в браузер. Диспетчеры заходят под своими аккаунтами в систему и смотрят графики, делают экспорт данных, просматривают мнемосхему с показаниями в реальном времени.

Литературы

1. Темкин И.О., До Чи Тхань. Формирование базы знаний интеллектуальной системы управления аэродинамическими процессами в угольных шахтах. – 2016. – № 3. – С. 84.
2. Темкин И.О., До Чи Тхань, Агабубаев А. Повышение безопасности ведения горных работ в метанообильных шахтах Вьетнама с использованием моделей прогнозной аналитики. – 2017. – № 8-2017. – С. 142–152.
3. Темкин И.О., До Чи Тхань, Агабубаев А. Использование искусственных нейронных сетей для прогнозирования концентрации метана в шахтах Вьетнама // Труды международного симпозиума «Неделя Горняка» (Москва, 27—31 января 2017 г.).
4. Буй Вьет Хынг, Ковалев О.В. Определение необходимости дегазации метана в шахте Хечам во Вьетнаме // Труды 11-ой международной научно-практической конференции. Воркута, 11–12 апреля 2013 г. – Воркута, 2013. – С. 275–278.
5. Нгуен Тат Тханг. Гидрогеохимические процессы и эволюция минерального и газового состава подземных вод угольного месторождения Маохе (северовосток Вьетнама) : дис. ... канд. техн. наук: 25.00.07 / Нгуен Тат Тханг. – СПб., 2016. – С. 10.
6. Нгуен Тьен Бао. Геологические условия метаморфизма углей и газосодержащих угольных бассейнов и месторождений Вьетнама : дис. ... докт. техн. наук: 04.00.16/ Нгуен Тьен Бао. – М., 1991. – 13 с.
7. Нгуен Хиу Хоа. Исследование определения сопротивления выработки на типичных шахтах Куангиньского района : дис. ... маг. техн. наук: 06.53.05/ Нгуен Хиу Хоа. – Ханой., 2007. – 44 с.
8. Отчёт о состоянии работ вентиляции угольных подземных шахт корпорации VINACOMIN 2014 г. – Куангинь, 2014. – 14 с.
9. Маслов И.П. Система управления частотно-регулируемым асинхронным электроприводом вентилятора



местного проветривания угольных шахт : дис. ... канд. тех. наук. – Кемерово, 2014. – 160 с.

10. Маслов И.П. Исследование многокритериальной системы автоматического управления шахтным вентилятором местного проветривания / И.П. Маслов, И.Ю. Семыкина, А.В. Киселев, А.Э. Евстратов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2014. – ОВ № 9. – С. 31.

11. URL : <https://xreferat.com/33/2874-1-razrabotka-cheloveko-mashinnogo-interfeysa-v-graphworx32.html>

12. URL : <http://www.electrocentr.com.ua/files/documentation/SE/TechLibrary/SolutionGuide/8-HMI.pdf>

13. URL : www.siemens.ru/automation

14. URL : <http://www.aqad.ru/index.php?tree=1000000&tree2=9990284&tree3=9109999>

15. URL : https://studopedia.ru/14_8677_struktura-sistemi-avtomaticheskogo-upravleniya-protssom-provetrivaniya-podgotovitelnoy-virabotki-gazovoy-shahti.html

16. URL : <http://www.studfiles.ru/preview/5680417/page:2/>

17. URL : <http://sdamzavas.net/2-22293.html>

References

1. Temkin I.O., Do Chi Thanh. The formation of the knowledge base of an intelligent control system for aerodynamic processes in coal mines. – 2016. – № 3. – P. 84.

2. Temkin I.O., Do Chi Thanh, Agabubaev A. Improving the safety of mining in methane-rich mines of Vietnam using forecast forecasting models. – 2017. – № 8-2017. – P. 142–152.

3. Temkin I.O., Do Chi Thanh, Agabubaev A. The use of artificial neural networks to predict the concentration of methane in mines in Vietnam // Proceedings of the international symposium «Miner's Week» (Moscow, January 27–31, 2017).

4. Bui Viet Hung, Kovalev O.V. Determining the need for methane degassing in the Kheksam mine in Vietnam // Proceedings of the 11th international scientific-practical conference. Vorkuta, April 11–12, 2013. – Vorkuta, 2013. – P. 275–278.

5. Nguyen Tat Thang. Hydrogeochemical processes and the evolution of the mineral and gas composition of groundwater in the Maohe coal deposit (northeastern Vietnam) : dis. ... cand. tech. Sciences: 25.00.07 / Nguyen Tat Thang. – SPb., 2016. – P. 10.

6. Nguyen Tien Bao. Geological conditions of metamorphism of coal and gas-bearing basins and deposits of Vietnam : Dis. ... doct. tech. Science: 04.00.16 / Nguyen Tien Bao. – M., 1991. – 13 p.

7. Nguyen Hiu Hoa. Study of determining the resistance of a mine to typical mines of the Kuangin region : Dis. .. magicians. Technical Science: 06.53.05 / Nguyen Hiu Hoa. – Hanoi, 2007. – 44 p.

8. Report on the status of the ventilation of underground coal mines of the corporation VINACOMIN 2014. – Quang Nin, 2014. – 14 p.

9. Maslov I.P. A control system for a frequency-controlled asynchronous electric drive for local ventilation of coal mines : Dis. ... cand. those. Sciences. – Kemerovo, 2014. – 160 p.

10. Maslov I.P. Study of a multi-criteria automatic control system for a mine fan of local ventilation / I.P. Maslov, I.Yu. Semykina, A.V. Kiselev, A.E. Evstratov // Mining Information and Analytical Bulletin (scientific and technical journal). – 2014. – ОВ № 9. – P. 31.

11. URL : <https://xreferat.com/33/2874-1-razrabotka-cheloveko-mashinnogo-interfeysa-v-graphworx32.html>

12. URL : <http://www.electrocentr.com.ua/files/documentation/SE/TechLibrary/SolutionGuide/8-HMI.pdf>

13. URL : www.siemens.ru/automation

14. URL : <http://www.aqad.ru/index.php?Tree=1000000&tree2=9990284&tree3=9109999>

15. URL : https://studopedia.ru/14_8677_struktura-sistemi-avtomaticheskogo-upravleniya-protssom-provetrivaniya-podgotovitelnoy-virabotki-gazovoy-shahti.html

16. URL : <http://www.studfiles.ru/preview/5680417/page:2/>

17. URL : <http://sdamzavas.net/2-22293.htm>