

ISSN 0041-5804

УГОЛЬ УКРАИНЫ

С Днем
шахтера!

8 '2011



УГОЛЬ КРАИНЫ

ОСНОВАН В ЯНВАРЕ 1957 г.

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

8'2011
(656)

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
И УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
УКРАИНЫ
СОЮЗ
ГОРНЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ
УКРАИНЫ

Издатель
ГП «Институт «УкрНИИпроект»

Главный редактор
РАДЧЕНКО В. В.

Редакционная коллегия:

АЛЕКСЕЕВ А. Д.
АМОША А. И.
БРЮХАНОВ А. М.
БУЛАТ А. Ф.
ГАЛАЗОВ Р. А.
ГРЯДУЩИЙ Б. А.
ЖИТЛЕНКО Д. М.
ЗБОРЩИК М. П.
КАБАНОВ А. И.
КОЛЕСОВ О. А.
КОСАРЕВ В. В.
КРАСНИК В. Г.
КУЛИШ В. А. (зам. гл. редактора)
ПАШКОВСКИЙ П. С.
ПИВНЯК Г. Г.
ПОВАЖНЫЙ С. Ф.
ФИЧЕВ В. В.
ЯНКО С. В.

© «Уголь Украины», 2011
Регистрационное свидетельство
серия КВ № 1694 от 11.09.95 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Привітання Міністра енергетики та вугільної промисловості України Юрія Бойка з Днем шахтаря	3
Попович И. Н. День шахтера: итоги отрасли	4
Васильев В. Е. Трудовая победа горняков шахты «Белореченская»	8
----- РАЗРАБОТКА ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ -----	
Волошин А. И., Рябцев О. В., Коваль А. И. Определение рациональной ширины целика между транспортной магистралью и обрабатываемой лавой	11
----- РЕФОРМИРОВАНИЕ И РЕСТРУКТУРИЗАЦИЯ -----	
Косарев В. В., Приседацкий С. В. Оцінка нової гірничої техніки під час випробувань дослідних зразків:	14
Фомин В. О. Потенциально опасные зоны провалов на поверхности вокруг ликвидированных стволов	17
----- ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА -----	
Голубева Н. М. Концептуальний підхід до оцінки виробничого потенціалу вуглевидобувних підприємств	21
----- ШАХТНЫЙ ТРАНСПОРТ И ПОДЪЕМ -----	
Варченко Ю. Е., Авершина Н. О. Стопорно-фіксуєючий пристрій скребкового конвєсєра	25
----- ГОРНОШАХТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ -----	
Радченко В. В., Шелепов В. И., Малюк С. В., Ньколышин И. И. Энергосберегающий привод с компьютерной системой управления для главных вентиляторных установок шахт.	27
----- БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА -----	
Брюханов А. М., Колосюк В. П., Товстик Ю. В., Стоян В. Н. Повышение взрывобезопасности в угольных шахтах путем совершенствования систем электрообеспечения	34
----- ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ -----	
Кожушок О. Д., Резников С. Ю., Солдатов В. И., Сияевский С. А. Деминерализация шахтных вод	38
----- ОТКРЫТЫЕ РАБОТЫ -----	
Кулиш В. А. Погрузка угля в полувагоны на поверхностных комплексах разрезов	41
----- ОТКЛИКИ ЧИТАТЕЛЕЙ -----	
Назимко В. В., Халимендигов Е. Н., Нечепоренко А. Б. О повторном использовании участковых выработок, примыкающих к действующим лавам.	45
----- ХРОНИКА -----	
Бежок Виктор Романович (к 75-летию со дня рождения)	50
Лєвіт Віктор Володимирович (до 60-річчя від дня народження).	51

УДК 621.316.71
681.3:622.3
622.445

Энергосберегающий привод с компьютерной системой управления для главных вентиляторных установок шахт

Приведены схемы регулируемых электроприводов с компьютерной системой контроля, управления и мониторинга для главных вентиляторных установок шахт. Представлены видеоквадр и диаграмма работы ГВУ с переменной частотой вращения привода.

В энергетическом балансе любой шахты главная вентиляторная установка (ГВУ) – один из наиболее крупных потребителей электроэнергии. Поэтому многие исследователи, проектировщики и конструкторы направляют усилия на поиск решений, которые снижают энергопотребление на вентиляцию шахт, но не в ущерб жизнеобеспечения персонала, находящегося под землей.

Согласование характеристик вентилятора и вентиляционной сети шахты может осуществляться направляющими аппаратами и/или регулированием частоты вращения привода. Более высокое энергосбережение достигается при регулируемом электроприводе. Причем стоимость электроэнергии, потребляемой главной вентиляторной установкой за год, сопоставима с инвестициями в регулируемый электропривод. Поэтому в каждом случае приходится сопоставлять два способа и определять более экономичный с учетом характеристики вентиляционной сети, которую необходимо спрогнозировать примерно на 5–7 лет. Выполненные

УкрНИИпроектom в разное время расчеты показали, что при складывающихся соотношениях стоимости регулируемого привода и электроэнергии уже при 17 %-ном диапазоне регулирования частоты вращения синхронного двигателя инвестиции в электропривод могут быть возвращены в течение трех лет.

Интересный результат получен также при подсчете затрат и экономии на одном из вентиляционных стволов Запорожского железорудного комбината, где по условиям обследования, ремонта и спуска-подъема людей приходится существенно снижать скорость воздуха по стволу. Оказалось, что режимы существенного снижения скорости составляют около 20 % рабочего времени, а для их обеспечения необходимо поворачивать направляющие аппараты на 60° и более, т. е. переводить вентилятор в чрезвычайно неэкономный режим работы. В этом случае при переходе на регулируемый электропривод ожидаемая окупаемость инвестиций составит 2,5 года.

Для регулирования частоты вращения синхронных электродвигателей предусматриваются приводы с преобразователем частоты, который может иметь высоковольтное звено или низковольтное с двумя согласующими трансформаторами.



В. В. РАДЧЕНКО,
канд. техн. наук
(ГП «УкрНИИпроект»)



В. И. ШЕЛЕПОВ,
канд. техн. наук
(ГП «УкрНИИпроект»)



С. В. МАЛЮК,
инж.
(ГП «УкрНИИпроект»)



И. И. НЫКОЛЫШИН,
инж.
(ГП «УкрНИИпроект»)

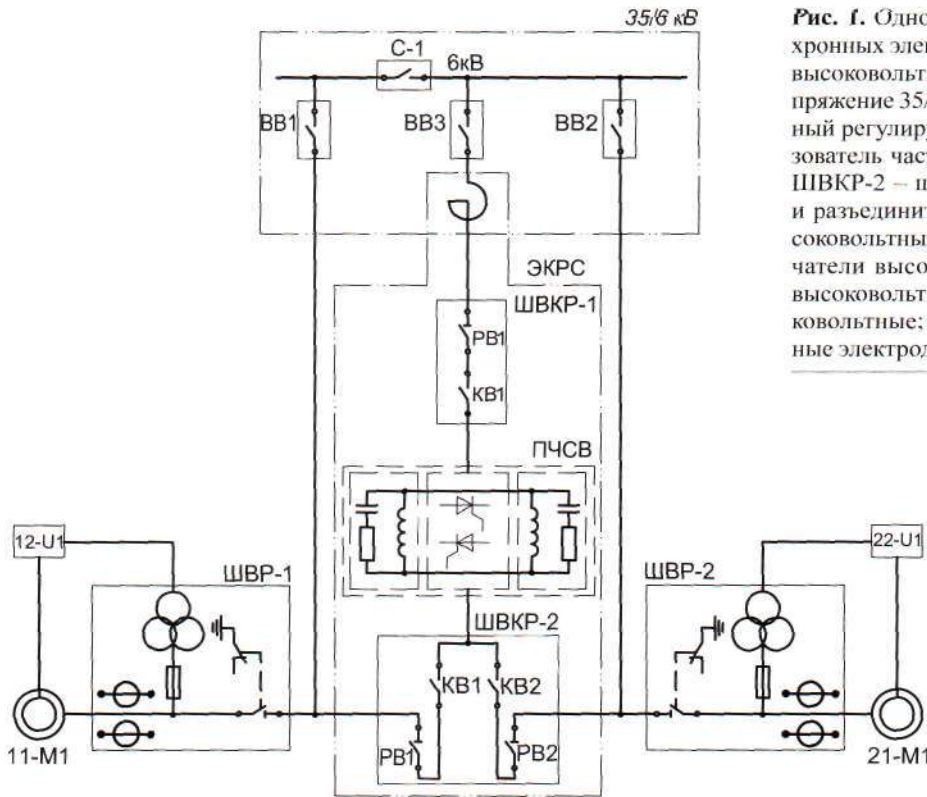


Рис. 1. Однолинейная схема электропривода синхронных электродвигателей ГВУ: С-1 – секционный высоковольтный выключатель в подстанции на напряжении 35/6 кВ; ЭКРС – электропривод комплектный регулируемый селективный; ПЧСВ – преобразователь частоты сети высоковольтный; ШВКР-1, ШВКР-2 – шкафы высоковольтных контакторов К и разъединителей Р; ШВР-1, ШВР-2 – шкафы высоковольтных разъединителей; ВВ1 – ВВ3 – выключатели высоковольтные; KB1, KB2 – контакторы высоковольтные; PB1, PB2 – разъединители высоковольтные; 11-M1, 21-M1 – приводные синхронные электродвигатели; 12-U1, 22-U1 – возбудители.

В преобразователях с высоковольтным звеном в каждое плечо выпрямителя и инвертора включается последовательно нескольких тиристоров. В целях снижения инвестиций рекомендуется установка одного преобразователя частоты, который подключается к любому из двух вентиляторных агрегатов. При этом сохраняется возможность запуска и работы каждого вентилятора непосредственно от сети на период обслуживания и ремонта преобразователя. Схема такого электропривода приведена на рис. 1.

Для регулирования частоты вращения вентиляторов с асинхронными электродвигателями, имеющими фазные роторы, рекомендуется схема привода с асинхронно-вентильным каска-

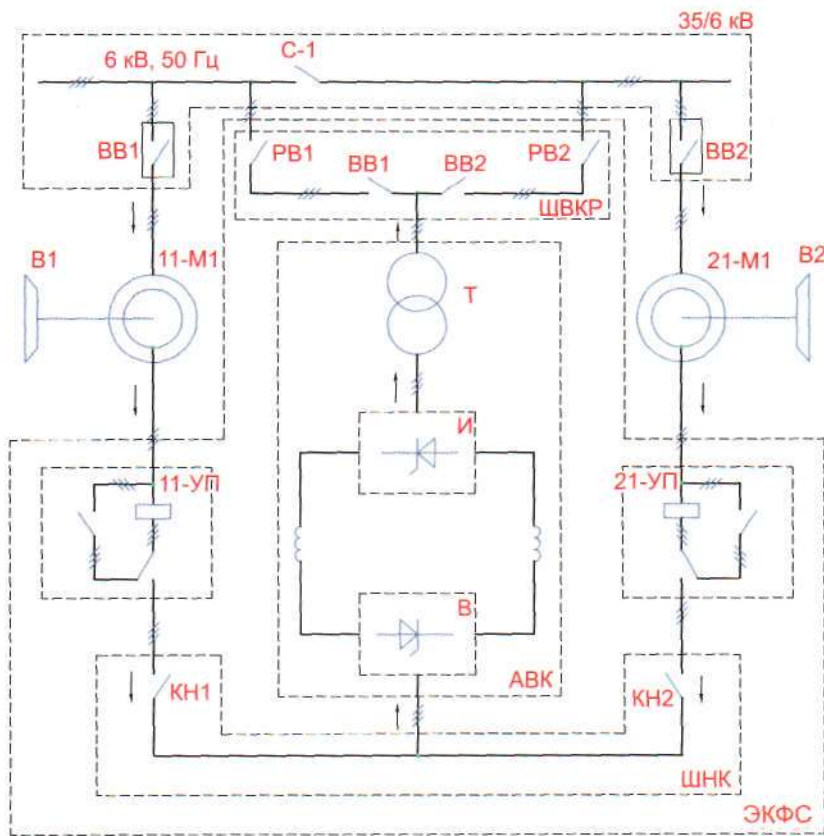


Рис. 2. Однолинейная схема электропривода для двигателей с фазным ротором в ГВУ: С-1 – секционный высоковольтный выключатель; ЭКФС – электропривод комплектный для фазного ротора селективный; АВК – асинхронно-вентильный каскад (В – выпрямитель, И – инвертор, Т – трансформатор согласующий); ШВКР (ШНК) – шкаф высоковольтных (низковольтных) контакторов К и разъединителей Р; ВВ1, ВВ2 – выключатели высоковольтные; KN1, KN2 – контакторы низковольтные (пускатели); PB1, PB2 – разъединители высоковольтные; 11-УП, 21-УП – устройства пусковые; В1, В2 – вентиляторы; 11-M1, 21-M1 – приводные двигатели вентилятора с фазным ротором.

ГОРНОШАХТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

дом (рис. 2). Переход на регулируемый электропривод по такой схеме более привлекателен, так как требует меньших инвестиций. Необходимый диапазон регулирования влияет практически только на мощность трансформатора в цепи возврата электроэнергии в сеть. Если в цепях фазного ротора имеются пусковые устройства, то запуск при работе от сети существенно облегчается, что в ряде случаев может быть определяющим по условиям электропитания мощных приводов.

Одновременно с внедрением энергосберегающего электропривода рекомендуется переводить ГВУ с релейной на компьютерную систему контроля, управления и мониторинга. Особенно это актуально для ГВУ, у которых вентиляторные агрегаты отслужили свой срок. В тех случаях, когда техническое состояние вентиляторных агрегатов не является убедительно надежным, оснащение ГВУ мощной компьютерной системой контроля и мониторинга может оказаться единственно возможным решением для продления срока их службы.

Структура локальной АСУ «Вентилятор» с компьютерным контролем, управлением и мониторингом для шахтных ГВУ представлена на рис. 3. Ядро такой ЛАСУ – программируемые логические контроллеры (ПЛК), которые размещаются в здании ГВУ, а обмен данными с удаленной консолью диспетчерского управления (КДУ) осуществляется по интерфейсным каналам. Правила безопасности в угольных шахтах предписывают резервирование вентиляторных агрегатов и источников электроснабжения. Однако в части систем диспетчерского контроля и управления эти предписания не столь категоричны. Для доведения до логического завершения предписаний ПБ по резервированию средств, обеспечивающих жизнеобеспечение шахтеров под землей, структурой ЛАСУ предусмотрены:

- индивидуальные ПЛК в шкафах ШПК-В1 и ШПК-В2 для каждого вентиляторного агрегата;
- один ПЛК в ШПК-ОС для общих систем (изменение направления воздушных потоков с помощью ляд,

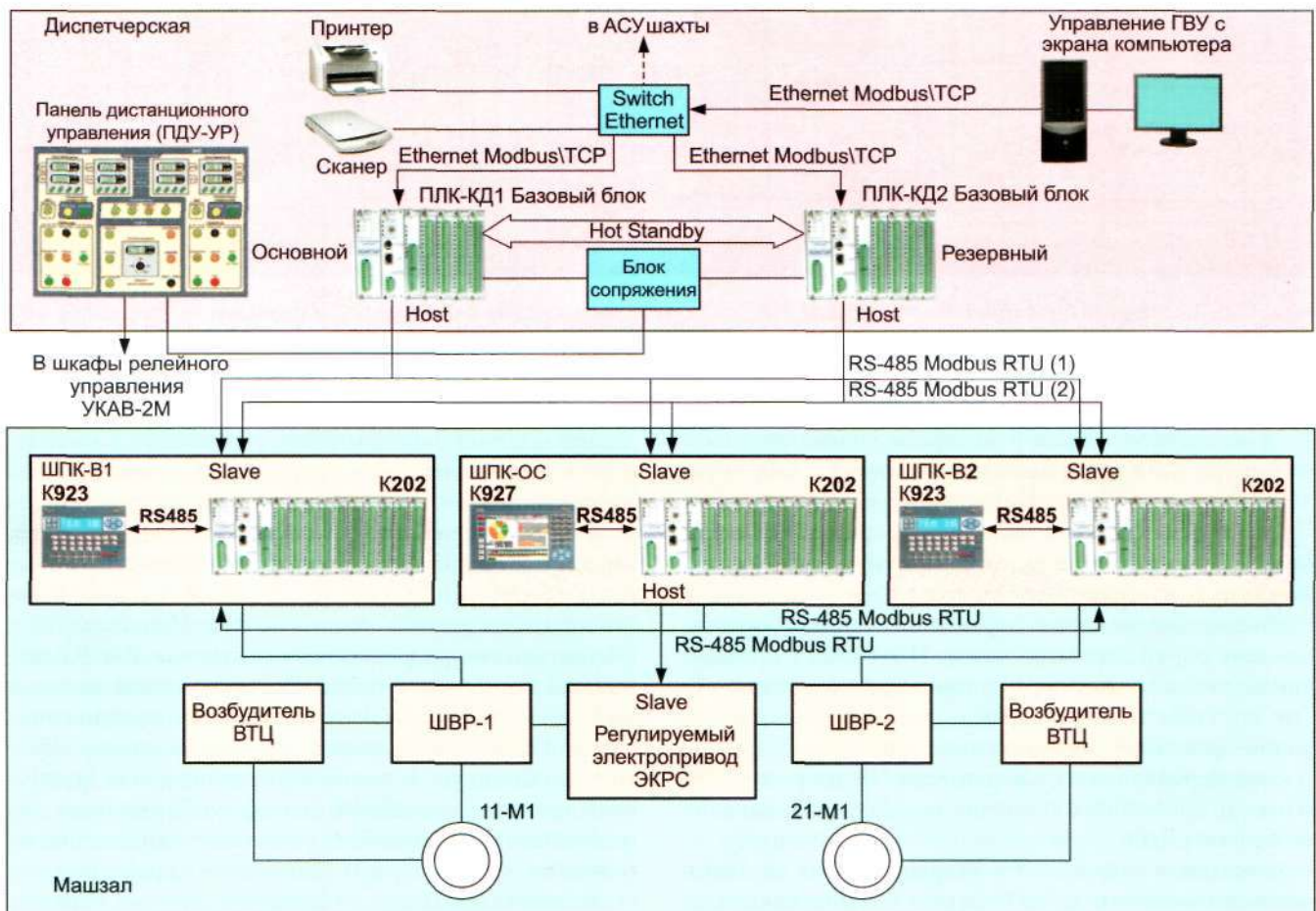


Рис. 3. Структура локальной АСУ «Вентилятор» для шахтных ГВУ.

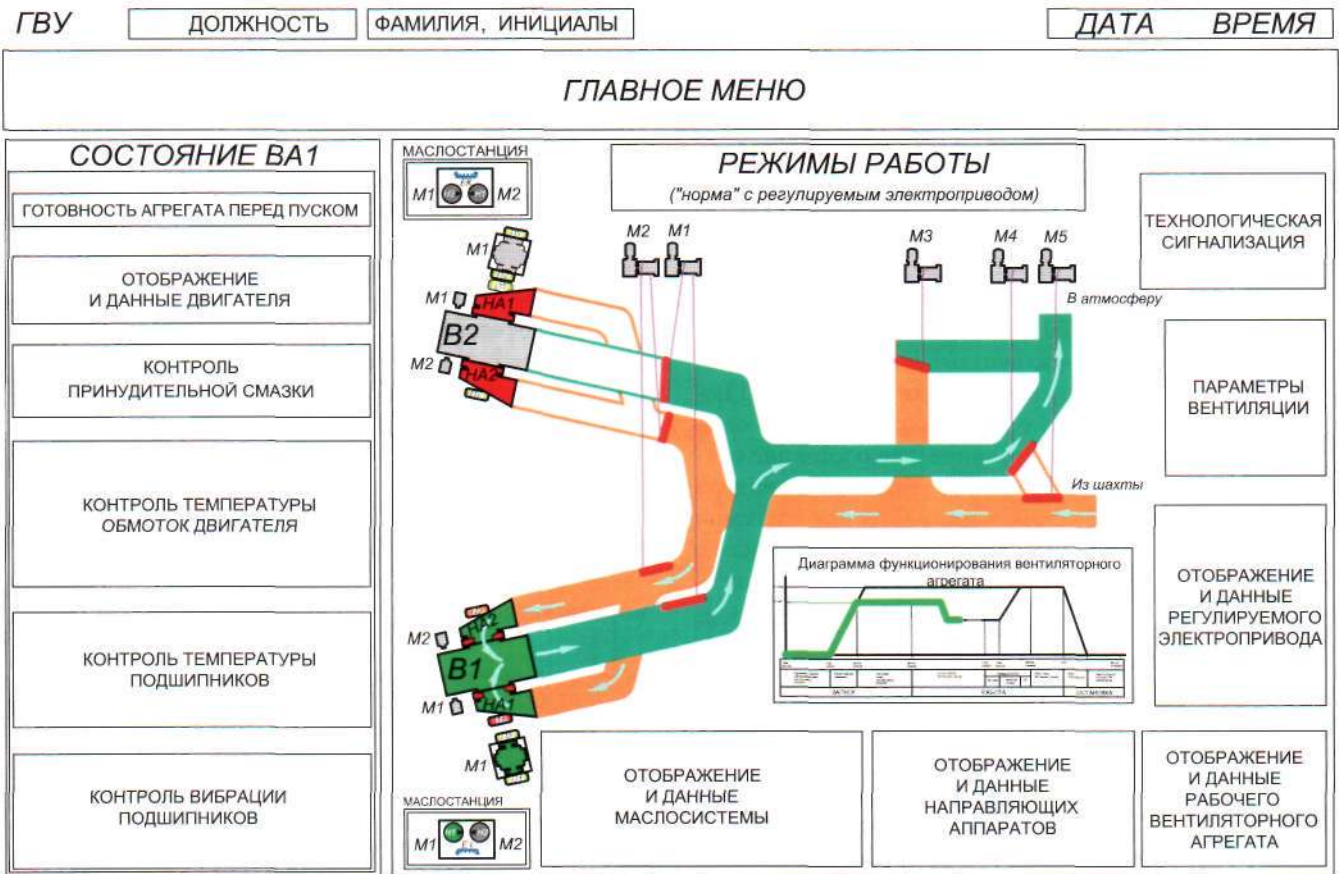


Рис. 4. Главный видеокادر: электропитание от регулируемого электропривода; работа ВА1 в режиме «норма»; М – электродвигатели соответствующих механизмов; В – вентилятор; ВА – вентиляторный агрегат.

регулируемый электропривод, приточно-вытяжная вентиляция здания ГВУ, задвижка противопожарного насоса и клапан наружного воздуха);

консоль диспетчерского контроля, управления и мониторинга КДУ, которая оснащена двумя ПЛК с горячим резервированием «Hot Standby» между собой;

интерфейсная магистраль между тремя ПЛК в здании ГВУ, которая используется при резервном (запасном) управлении из этого здания;

два независимых интерфейсных канала, обеспечивающих обмен данными между ПЛК и КДУ при контроле, управлении и мониторинге из диспетчерской. Это могут быть «витая пара», оптоволоконный кабель, радио- или телефонно-модемный канал;

два персональных компьютера ПК или один ПК и панель привычного кнопочно-релейного исполнения на консоли КДУ.

Система интерфейсов и каналов обмена данными повышает живучесть ЛАСУ за счет исключения ситуации, при которой короткое замыкание или обрыв одного общего интерфейса может парализовать управление

большой частью приводов. Представленная структура переводит ЛАСУ на цифровую микропроцессорную элементную базу, что соответствует современным тенденциям в системах контроля, управления и мониторинга технологических процессов. Однако не везде персонал подготовлен и готов перейти на новую цифровую элементную базу. Большинство кадровых специалистов предпочитает релейную элементную базу и с осторожностью, а иногда и с предубеждением относится к цифровой элементной базе. Учитывая такое обстоятельство, *разработано исполнение ЛАСУ с гибридной элементной базой*. В ней основной является цифровая элементная база, а релейная – дополнительной и обеспечивает адаптацию «релейщиков» к новому поколению управляющей аппаратуры. Как показывает практика, подобный подход к обновлению элементной базы способствует менее болезненному освоению компьютерных технологий управления.

В гибридной схеме сохраняется система управления на базе разновидностей релейной аппаратуры УКАВ. Но к ней добавляются ПЛК и ПК, которые, по-

ГОРНОШАХТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

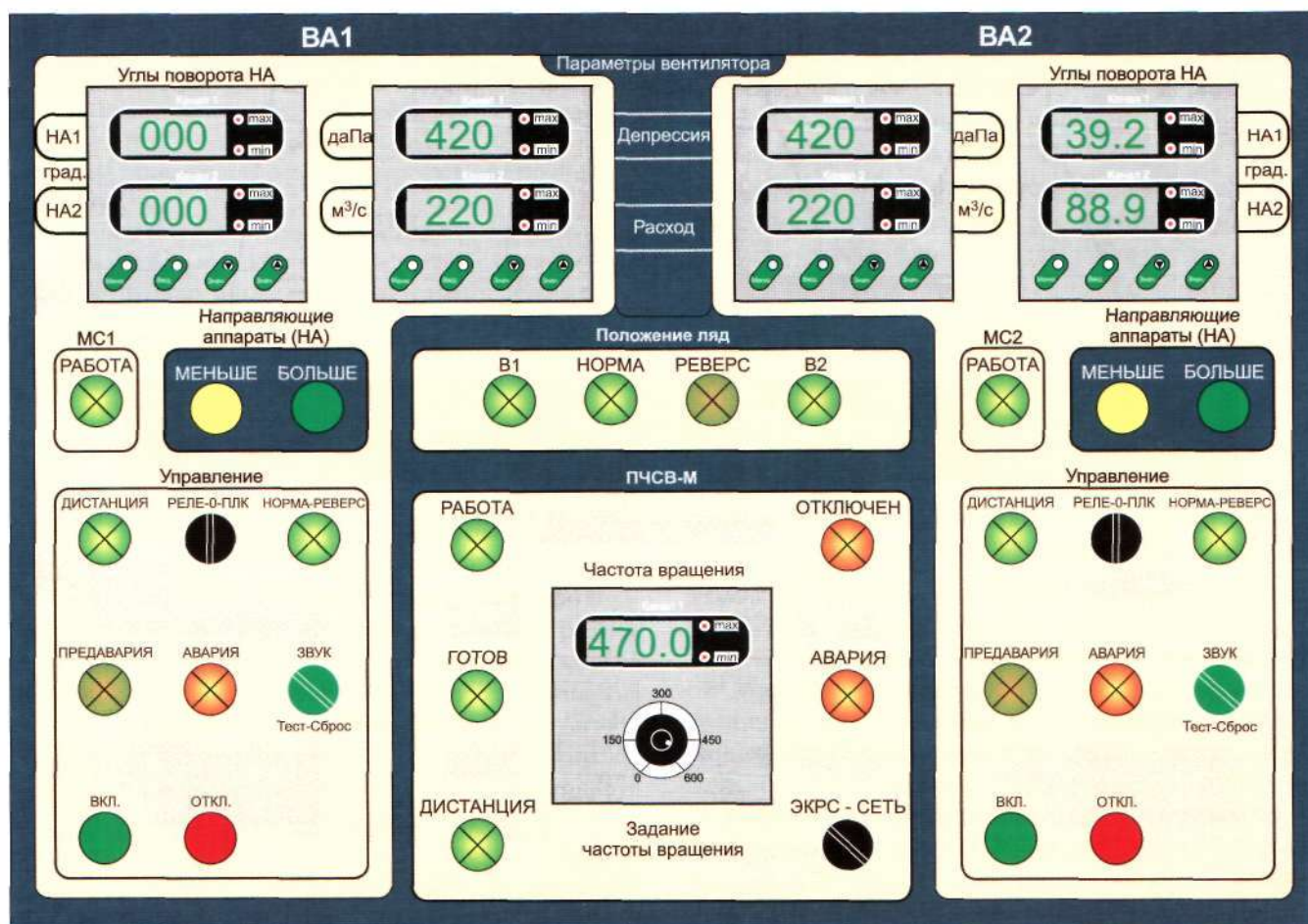


Рис. 5. Примерная компоновка и оформление пульта управления ПДУ-УР кнопочно-релейного исполнения: ВА – вентиляторный агрегат; МС – маслостанция; ПЧСВ-М – преобразователь частоты сети высоковольтный.

мимо обеспечения функций и задач ЛАСУ на цифровой элементной базе, берут на себя мониторинг релейной системы. В диспетчерской устанавливается один компьютер, на который выводятся интерактивные видеокдры (рис. 4), и панель управления привычного кнопочно-релейного исполнения (рис. 5), подключенная к ПЛК.

Предлагаемая ЛАСУ кроме функций, традиционных для разновидностей УКАВ, обеспечивает следующие дополнительные технологические, управляющие и мониторинговые функции:

более экономное регулирование подачи воздуха в шахту изменением частоты вращения привода, а при реверсировании воздушного потока вентилятор автоматически разгоняется до номинальной (максимальной) скорости, обеспечивая поступление максимального количества воздуха в шахту. Представительная диаграмма работы ГВУ с регулированием частоты вращения при компьютерной ЛАСУ приведена на рис. 6;

индикацию, запись и хранение показаний без самописцев не только депрессии и расхода воздуха, но и содержания в выбросах метана, оксида углерода, изменения температуры подшипников, обмоток и других параметров;

контроль вибрации каждого подшипника вентилятора и приводного электродвигателя;

контроль принудительной смазки каждого подшипника;

контроль подачи вентиляторов ультразвуковым датчиком;

аварийное включение резервного АВР напряжения 380 В от комплектного устройства с ручным дополнительным байпасом;

контроль и поддержание готовности резервного вентилятора для замены рабочего, для чего предусматривается устройство контроля сопротивления изоляции неработающего двигателя, подключенное к ПЛК работающего вентиляторного агрегата. При недостаточном

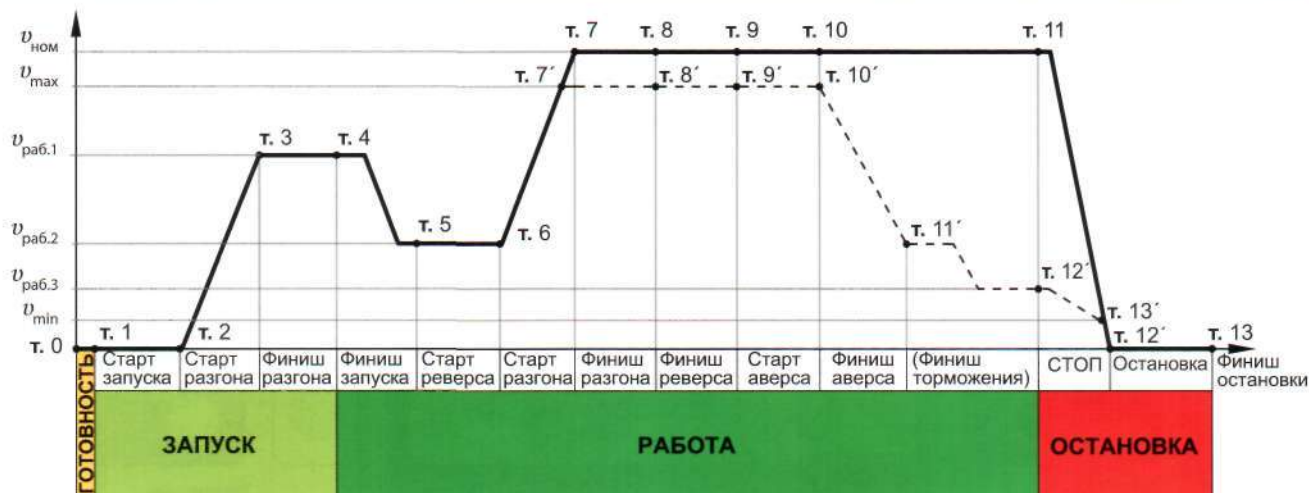


Рис. 6. Представительная диаграмма работы ГВУ с регулируемым электроприводом и компьютерной ЛАСУ: т. 1 – т. 13, т. 7' – т. 13' – характерные точки диаграммы.

сопротивлению подключается калорифер для сушки обмоток электродвигателя неработающего вентилятора. Имеется также возможность подключить маслосистему к остановленному резервному вентилятору, что обеспечит повышенную готовность его подшипников к немедленному запуску, в том числе в холодное время года;

фиксацию в электронном журнале всех событий, которые происходили в ЛАСУ, включая действия персонала;

звуковое и визуальное предупреждение об аварийных, предаварийных и предупредительных ситуациях, квитация которых фиксирует кто и когда ознакомлен с текущими предупреждениями;

отображение хода технологического процесса в виде мнемосхем, графиков, таблиц на экранах мониторов оператора в машинном зале и у диспетчера шахты;

архивирование данных в журнале событий, которые затем могут выдаваться на экраны (или бумажные носители) диспетчера шахты, панели оператора в машинном зале или главных специалистов за необходимый интервал времени;

разграничение доступа к программе, к данным и уставкам в соответствии с должностными полномочиями (предусматривается в программно-математическом обеспечении и возлагается на администратора системы);

возможность интеграции в автоматизированную систему мониторинга и оперативного диспетчерского управления предприятием (АСМОДУ);

создание безопасных условий для обслуживания регулируемого электропривода и резервного вентиляторного агрегата.

Цифровая элементная база позволяет не только контролировать и управлять ГВУ, но предоставляет возможность обслуживающему персоналу мониторить ситуацию, т. е. выявлять и анализировать тенденции, прогнозировать развитие наблюдаемых процессов. Это достигается тем, что обеспечивается так называемое «технологическое зрение», т. е. имеются кроме текущей информации, еще и данные о технологическом процессе в прошлом, о состоянии оборудования и аппаратуры, о содержании метана и оксида углерода в выбросе воздуха из шахты. В результате проще установить причину неисправностей и ускорить их устранение.

Восстановление ретроспективы произошедших событий выполняет функцию «черного ящика». Для режима работы вентилятора без постоянного присутствия обслуживающего персонала предусмотрен непрерывный контроль температуры обмоток электродвигателя и технического состояния каждого подшипника: температура, работа системы принудительной смазки и уровень вибрации. Для контроля принудительной смазки на сливе с каждого подшипника установлены реле протока масла, которые фиксируют наличие, а также скорость протока.

Предусмотрены контроль крайних положений направляющих аппаратов и определение промежуточных, т. е. имеется возможность отслеживать и обеспечивать симметричность углов установки направляющих аппаратов (НА) при двусторонней подаче воздуха в вентилятор. Контроль симметричности не только выполняет новое требование Правил технической эксплуатации угольных шахт (не допускается разность углов более 2°), но позволяет снизить турбулентность при

ГОРНОШАХТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

смешивании двух потоков воздуха, чем обеспечивается дополнительное энергосбережение.

Повышенная помехозащита направлена на поддержание достоверности и сохранности сообщаемой информации. Она достигается техническими средствами и протоколом обмена информации по локальной сети.

Главное место контроля, управления и мониторинга – экран компьютера в диспетчерской (см. рис. 4). Резервные (дублирующие) места контроля и управления: в диспетчерской – пульт релейного управления ПДУ-УР (см. рис. 5); в машзале – панель цифрового управления ПМУ на двери шкафа с ШПК-ОС и аппаратура УКАВ.

Особое внимание уделяется переходному периоду, когда нужно подключить новую ЛАСУ и дополнить либо отключить прежнюю. Наиболее привлекательна такая последовательность. Проводятся имитационные опробования программно-технического комплекта на площадке его изготовителя (периферийные элементы имитируются) для одного вентиляторного агрегата. В удобное по условиям эксплуатации шахты время монтируют все составные части для одного агрегата и переходят на его новую систему управления. По такой же процедуре подключаются программно-технические комплекты другого вентиляторного агрегата и общих систем.

При последовательном вводе программно-технических комплектов в них могут быть внесены те доработки, в которых возникла необходимость после эксплуатации предыдущих образцов на этом же объекте, т. е. учитываются индивидуальные особенности каждой ГВУ. Приведенная последовательность замены обеспечит практически бесперебойную работу ГВУ и нарастающую адаптацию обслуживающего персонала к принципиально новой технологии управления. При этом прежняя система управления не демонтируется до завершения приемо-сдаточных испытаний, что обеспечит поддержание живучести ГВУ и дополнительную уверенность обслуживающему персоналу.

К сервисным средствам и услугам отнесены все сопутствующие продукты, часть из которых является обязательной, а часть – по усмотрению заказчика, т. е. опционная. Обязательные средства – лицензионное си-

стемное и инструментальное программное обеспечение. К опциям отнесены имитационное опробование, шеф-монтаж и наладка, сдача «под ключ» аппаратно-программных средств, сервисный стенд, обучение персонала работе и обслуживанию ЛАСУ.

Основной эффект от реконструкции системы управления связан с повышением живучести и устойчивости режима вентиляции шахты, т. е. с поддержанием жизнеобеспечения персонала под землей. Этот эффект не поддается оценке в виде материальной выгоды. Существенная материальная выгода ожидается за счет: снижения расхода электроэнергии при регулировании частоты вращения вентилятора электроприводом и симметричной установки направляющих аппаратов; продления срока службы вентиляторов, которые исчерпали свой нормативный технический ресурс, однако еще могут работать при наличии дополнительного автоматического контроля и мониторинга технического состояния.

Большинство приведенных технических решений по ГВУ спроектировано для шахты «Червоноградская», ввод в эксплуатацию которых запланирован в 2011 г. На этой шахте две системы управления: цифровая и релейная, причем релейная разработана заново и интегрирована в цифровую. Часть технических решений по ГВУ реализована либо находится в стадии монтажа на Запорожском железорудном комбинате. Регулируемый электропривод широко применен на ГВУ и подъемных установках шахт ПО «Павлоградуголь». В наиболее масштабном виде регулируемый электропривод с дополнением имеющегося уже УКАВ-2М и интеграцией ЛАСУ ГВУ в АСМОДУ проектируется для строящейся шахты № 10 «Нововольнская».

Проектирование, изготовление, шеф-монтаж, пусконаладочные работы и ввод в эксплуатацию ГВУ с регулируемым электроприводом и компьютерной ЛАСУ, т. е. практически «под ключ», осуществляются в тесном содружестве УкрНИИпроекта (г. Киев) с харьковскими ЗАО «Констар» и корпорацией «ХЭЗ-Элетекс-С», а также монтажно-наладочным управлением ГП «Львовуголь».