

Дублированная система управления и защиты шахтной подъемной установки на базе системы ЗКДР*

В актуальной проблеме повышения эффективности горного производства первоочередная задача – повышение эффективности и безопасности работы шахтной подъемной установки (ШПУ). Когда исчерпаны организационные меры улучшения работы, главное – повысить технический уровень ее оборудования и уровня автоматизации.

Для обеспечения дальнейшего шага в повышении эффективности работы и уровня производственной безопасности ШПУ должна быть создана и внедрена в практику система автоматизации ШПУ современного уровня. Такую систему можно разрабатывать по принципам технологий автоматизации, предусматривающих создание и применение информационно-управляющих систем нового поколения, имеющих, как правило, сетевую структуру и построенных путем системной интеграции из высоконадежных унифицированных микропроцессорных технических и программных средств, а также средств вычислительной техники (промышленные компьютеры, рабочие станции), используемых в качестве автоматизированного рабочего места (АРМ) оперативно-диспетчерского, обслуживающего и руководящего персонала. Как показала практика, именно указанные системы автоматики настолько отвечают запросам времени и более эффективны по сравнению с традиционными системами автоматики, что за сравнительно короткий срок стали доминировать и стремительно развиваться как направление прогресса в большинстве отраслей промышленности. Эти системы открывают широкие возможности использования в управлении оборудованием, технологическими процессами и целыми производствами современных информационных технологий, позволяющих достигать значительного уровня эффективности и безопасности работы.

Автоматизированная система управления и комплексной защиты шахтной подъемной установки, регистрации и визуализации режимов ее работы ЗКДР (далее – система ЗКДР) была разработана согласно ТУ У 31.6-20049451-002:2007 для серийного производства, прошла сертификационные испытания, имеет разрешение Госназдорохрантруда Украины на право применения на ШПУ горных предприятий. Система разработана в двух вариантах, построенных соответственно на программно-технических средствах MicroPC фирм Octagon Systems и Fastwel и на средствах программируемых контроллеров S7-300 фирмы Siemens.

По принципу построения система ЗКДР – двухуровневая распределенная сетевая структура. Первый уровень – двухканальный аппарат контроля хода и защиты (АКХЗ) (рис. 1) с набором датчиков и контроллер пульта управления (КПУ), второй уровень – пульт управления шахтной подъ-

* Авторы благодарят начальника электромеханического отдела УкрНИИпроект А. Н. Барановского, а также главного энергетика Д. В. Башинского и энергетика Ю. Н. Безручко ЗАО «Запорожский железорудный комбинат» за активное участие во внедрении системы ЗКДР.



А. И. МАРИЩЕНКО,
инж.
(ООО «УЛИС Системс»)



О. И. ОПРЯ,
инж.
(ООО «УЛИС Системс»)



А. Н. КРУГЛЯК,
инж.
(ООО «УЛИС Системс»)



Ю. Ф. АПОСТОЛ,
инж.
(ООО «УЛИС Системс»)

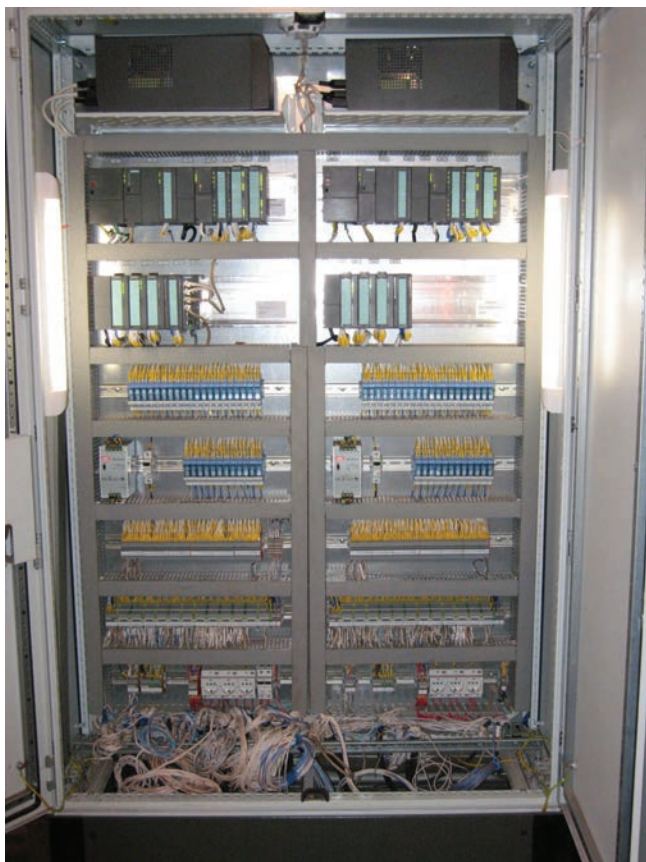


Рис. 1. Аппарат контроля хода и защиты АКХЗ.



Рис. 2. Пульт управления шахтной подъемной машиной ПУШПМ.

емной машины ПУШПМ (рис. 2) и АРМ механика, объединенные локальной сетью.

Система ЗКДР состоит из следующих функциональных подсистем: контроля движения и защиты; автома-

тизированного управления; регистрации и визуализации информации.

Функционирование подсистем обеспечивается:

- контроля движения и защиты – аппаратом контроля хода и защиты АКХЗ и датчиками контроля параметров безопасности, входящими как в состав системы, так и в состав оборудования ШПУ;
- автоматизированного управления – пультом управления ПУШПМ и контроллером пульта управления КПУ, а также средствами отбора информации о параметрах и состоянии оборудования;
- регистрации и визуализации информации – двумя рабочими станциями пульта управления ПУШПМ.

Подсистема контроля движения и защиты построена так, что выходные сигналы защиты, вызывающие срабатывание предохранительного тормоза, формируются тогда, когда хотя бы в одном из каналов аппарата контроля хода и защиты зафиксировано событие недопустимого отклонения от установленных значений параметров безопасности, контролируемых двумя каналами одновременно.

Для полного дублирования к модулям ввода-вывода сетевых контроллеров каждого из двух резервированных одновременно работающих каналов подключают дублированные средства отбора информации о параметрах безопасности ШПУ, а дублированные каналы питаются от отдельных источников бесперебойного питания. Подсистема допускает также возможность общего сетевого питания технических средств обоих каналов аппарата контроля хода и защиты от одного источника бесперебойного питания. Таким образом, возможность дублирования технических средств отбора информации о параметрах безопасности и технических средств обработки этой информации подсистемы контроля хода и защиты, а также взаимный контроль правильности функционирования последних – одна из ключевых особенностей системы.

Другая важная особенность – универсальность системы в отношении представительного ряда ШПУ, что обеспечивается использованием свойств программируемых сетевых контроллеров, позволяющих решать проблему универсальности системы путем ввода в память контроллеров специфических индивидуальных параметров ШПУ и учета их в выполняемой прикладной программе.

Сетевые порты контроллеров каналов аппарата АКХЗ, контроллера пульта управления КПУ, порты компьютеров пульта управления ПУШПМ и АРМ механика подъема с помощью двух многопортовых сетевых коммутаторов объединены в сеть Industrial Ethernet. По этой сети значения параметров ШПУ, контролируемые каналами подсистемы контроля движения и защиты, передаются в подсистему регистрации и визуализации и отображаются на мониторе рабочей станции ПУШПМ, значения параметров и состояния

оборудования ШПУ, измеряемые и контролируемые подсистемой управления, – в подсистему регистрации и визуализации, а отображаются на мониторе визуализации технологических параметров другой рабочей станции ПУШПМ.

Вся информация о параметрах, состоянии и режимах работы, относящаяся к каждому циклу подъема, заносится в базу данных системы с привязкой ко времени.

Информация обрабатывается и визуализируется в соответствии с прикладными программами, которые функционируют в среде SCADA-системы и обеспечивают отображение текущих значений параметров и сообщений на мониторах рабочих станций ПУШПМ и АРМ механика в виде видеокадров общего и детализированного обзора, а также записываются в базу данных.

Система ЗКДР выполняет комплекс функций, состоящий из функций, выполняемых каждой подсистемой.

Подсистема контроля движения и защиты:

размыкает цепь защиты при недопустимом отклонении от установленных значений параметров безопасности ШПУ;

контролирует пробуксовку канатоведущего шкива, проскальзывание канатов по канатоведущему шкиву на многоканатных ШПУ и выдачу команд машинисту подъемной машины или на срабатывание защиты;

автоматически непрерывно контролирует исправность (самоконтроль) элементов, узлов и блоков, выход из строя которых приводит к потере защитных функций системы;

блокирует, не допуская самовосстановление схемы (замыкание контакта исполнительного устройства в цепи защиты подъемной машины) после исчезновения или устранения причины его срабатывания;

выдает в заданных точках пути сигналы (путевые команды), необходимые для безопасного управления и защиты ШПУ;

контролирует цепь тормоза предохранительного (ТП) подъемной установки и определяет причины срабатывания ТП и неисправностей в цепи ТП при «зарядке» машины;

выполняет световую индикацию с запоминанием, сигнализирующую отдельно о срабатывании реле защиты или реле контроля исправности;

формирует сигнал рассогласования между фактической скоростью движения и скоростью, заданной защитной тахограммой, и выводит его для визуального контроля на отклономер, представленный на мониторах пульта управления ШПМ;

контролирует сигналы датчиков стопорения, точной остановки сосуда, стволовых дверей и других технологических устройств.

Показатели назначения системы ЗКДР

Напряжение питания переменного тока частотой 50 Гц, В	220
Потребляемая мощность, В·А, не более	1000
Количество каналов, не менее (аналоговых/ дискретных):	
ввода сигналов	24/128
вывода управляющих сигналов	2/32
Прочность изоляции гальванической развязки, В, не менее	500
Характер выходных сигналов дискретного управления	Релейные
Коммутационная способность выходных реле, В/А, не менее:	
переменное напряжение и ток	220/1
постоянное напряжение и ток	30/5
Диапазон изменения выходного сигнала плавного (0 – 100 %) управления скоростью электропривода, В	От –10 до +10
Диапазон изменения выходного сигнала управления регулятором давления рабочего тормоза, мА	От 0 до 200
Глубина подъема, м, до	3000
Максимальная скорость движения сосуда, м/с, до	20
Диапазон контролируемых ускорений, м/с ²	От 0 до 5
Количество дискретных путевых команд	40
Точность задания тахограммы движения, %, не более	±5
Точность контроля превышения заданной скорости v_3 , %, не более	± (0,03 v_3 + 0,07)
Точность формирования путевых команд, м, не более	±0,1
Количество точек отбора информации о положении сосуда в стволе, на один горизонт	4
Быстродействие защиты по превышению скорости и переподъему, с, не более	0,1
Минимальная контролируемая скорость пробуксовки шкива и проскальзывания каната, м/с	0,2
Периодичность контроля идентичности каналов, с, до	1,0

Подсистема автоматизированного управления:

задает режим работы на предстоящий цикл подъема;

дискретно управляет (запуск в работу и останов) оборудованием ШПУ;

непрерывно управляет электроприводом шахтной подъемной машины;

управляет рабочим тормозом;

накладывает и снимает предохранительный тормоз;

предупредительно сигнализирует при выходе значений технологических параметров из номинального диапазона;

вводит и записывает в память контроллера КПУ значения уставок срабатывания предупредительной сигнализации.

Подсистема регистрации и визуализации информации обрабатывает и отображает на мониторах:

заданный режим работы;

состояние элементов цепи предохранительного тормоза;

положение стволовых дверей, посадочных и других технологических устройств;

местоположение подъемных сосудов ШПУ в стволе шахты;

скорость движения подъемных сосудов (тахограмма движения);

ток подъемного двигателя;

ток возбуждения двигателей (для электропривода постоянного тока);

напряжение сети;

напряжение внешних цепей управления ВЦУ;

давление масла в маслостанции;

давление в цилиндрах предохранительного тормоза;

давление в цилиндрах рабочего тормоза;

давление в тормозной системе;

регистрацию, хранение и архивирование информации о состоянии и работе оборудования ШПУ.

Система ЗКДР имеет четыре модификации: ЗКДР.1, ЗКДР.2, ЗКДР.3 и ЗКДР.4. На данный момент система ЗКДР находится в эксплуатации на таких объектах:

Украины – ЗАО «Запорожский железорудный комбинат»; ГП «Волыньуголь», шахта «Нововолынская-10»; «ДТЭК Павлоградуголь», ПСП «Шахта им. Героев космоса»;

России – ОАО «Апатит», рудник «Центральный»; ОАО «Верхнеуральская руда», рудник «Чебачий»; ОАО «Сафьяновская медь», шахта «Вентиляционная»;

Казахстана – ТНК «Казхром» – Донской ГОК, шахта «10-летия независимости Казахстана»; АО «Казцинк», шахта «Скиповая», шахта «Новая».

Опыт общения и обмена мнениями с потенциальными заказчиками показывает, что есть несколько причин относительно небыстрого внедрения системы ЗКДР, несмотря на ее достоинства. Проявляя заинтересованность в системе, многие инженерно-технические

руководящие работники опасаются, что при замене старой хорошо освоенной ими системы системой ЗКДР персонал не успеет в течение короткого времени отладки и запуска в эксплуатацию подготовиться к ее самостоятельной и успешной эксплуатации и что в силу этого возможны, по крайней мере на первых порах, большие простои подъема и потери. Кроме этого, многие специалисты не уверены в возможности гарантированного оперативного приобретения запасных частей, необходимых для восстановления системы в послегарантийный период эксплуатации в случае отказа.

Самый простой выход, чтобы при внедрении современной системы ЗКДР прежняя оставалась в эксплуатации в качестве дублирующей. Спустя некоторое время прежнюю систему можно вывести из эксплуатации при выработке ресурса либо раньше, когда специалисты хорошо освоят систему ЗКДР и появится уверенность в надежности ее работы.

Однако имеется существенный недостаток – в кабине машиниста должны быть установлены два пульта управления – ПУШПМ системы ЗКДР и пульт ПШП прежней системы. Поскольку это не всегда приемлемо, требуется один современный пульт для работы с обеими системами. Пульт системы ЗКДР ПУШПМ совершеннее и современнее пульта ПШП и поэтому применение модернизированного варианта в качестве единого пульта управления предпочтительно.

Компания ООО «УЛИС Системс» (г. Киев) разработала дополнительную модификацию системы ЗКДР.2, позволяющую на ее базе создавать дублированную систему управления и защиты ШПУ, состоящую из основной полнофункциональной системы ЗКДР и резервной системы с минимально необходимым набором функций контроля и управления, для работы на время обслуживания и ремонта основной.

Таким образом, система ЗКДР.2 предназначена для работы как в качестве унифицированной системы ЗКДР, так и резервной системы управления и защиты ШПУ. Резервная система выполнена в виде отдельного блока контроля и управления резервной системой (БКУРС), если это оговорено в заказе. Поставка совместно с ЗКДР блока БКУРС позволяет реализовать систему контроля и защиты ШПУ с общим ненагруженным заместительным дублированием с восстановлением согласно ДСТУ 2860–94. Первый образец системы ЗКДР.2 поставлен, прошел наладку и введен в эксплуатацию на ШПУ № 5 шахты «Эксплуатационная» ЗАО «Запорожский железорудный комбинат» (г. Запорожье).