

УДК 621.319.44:622

Установки конденсаторные рудничные высоковольтные типа УКРВ со встроенным вакуумным контактором

Показана необходимость компенсации реактивной мощности (КРМ) в шахтной подземной системе электроснабжения (ПСЭС) с напряжением 6–10 кВ. Сформулированы основные требования, необходимые для создания разных типов установок конденсаторных рудничных высоковольтных, и построения на их основе оптимальной системы КРМ в ПСЭС шахты. Рассмотрены конструктивные особенности созданных АО «ДИГ» рудничных конденсаторных установок типа УКРВ со встроенным вакуумным контактором. Приведены структурно-функциональная схема УКРВ (исполнение «К»), технические характеристики и принцип работы.

Ключевые слова: компенсация реактивной мощности, подземная система электроснабжения, рудничная конденсаторная установка, основные видения требований, структурно-функциональная схема, технические данные, принцип работы.

Контактная информация: bmk@deg.com.ua

Постановка проблемы. Для угольной промышленности Украины актуальны проблемы экономии электроэнергии, энергоресурсов и уменьшения расхода кабельной продукции. Одно из направлений энергосбережения – применение в системах электроснабжения устройств компенсации реактивной мощности (КРМ) в высоковольтных и низковольтных сетях [1]. Использование конденсаторных установок для КРМ в подземных системах электроснабжения (ПСЭС) шахт и рудников – одно из самых эффективных средств повышения их технико-экономических показателей за счет уменьшения всех видов технологических потерь электроэнергии и капиталовложений в сетевые объекты ПСЭС [2-5].

Анализ исследований и публикаций. История разработки, испытаний в условиях шахт и рудников, а также промышленного производства рудничных конденсаторных установок для компенсации реактивной мощности в ПСЭС шахт подробно изложены авторами в работе [4].

Цель исследований – разработка и внедрение установки конденсаторной рудничной высоковольтной типа УКРВ со встроенным вакуумным контактором, предназначенной для создания в шахтных ПСЭС с номинальным напряжением 6 или 10 кВ автоматической многоуровневой и многоступенчатой системы КРМ шахты.

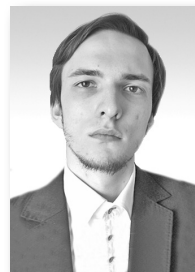
Результаты исследований. С 2010 г. АО «ДИГ» серийно изготавливает установки конденсаторные рудничные высоковольтные типа УКРВ-XX-XXX-К УХЛ5 со встроенным вакуумным контактором (*далее* – установка УКРВ, исполнение «К»), предназначенные для компенсации реактивной мощности (повышения



М. К. БОЧАРОВ,
инж.
(АО «ДИГ»)



В. А. ГВОЗДЕВ,
инж.
(АО «ДИГ»)



А. М. БОЧАРОВ,
студент
(Запорожский НТУ)

коэффициента мощности) в электрических сетях трехфазного переменного тока с изолированной нейтралью напряжением 6(10) кВ в подземных системах электроснабжения шахт и рудников, в том числе опасных по газу (метану) и угольной пыли [4].

Установка УКРВ (исполнение «К») создана на базе многолетнего опыта серийного производства и эксплуатации

рудничных конденсаторных установок типа УКРВ исполнений «О» и «А» [4], что позволило сформулировать *основные требования*, необходимые для создания различных типов установок конденсаторных рудничных высоковольтных, и построения на их основе оптимальной системы КРМ в подземных системах электроснабжения шахты:

- установки должны иметь компактные размеры и мобильное исполнение, позволяющее перемещать их в горных выработках для возможности подключения в других местах ПСЭС по мере изменения плана горных работ при отработке шахтного поля;
- размещение установок возможно в следующих точках ПСЭС: на центральной подземной подстанции (ЦПП), на большинстве распределительных пунктов высоковольтных (РПВ), в конце кабельных линий, питающих передвижные участковые подземные подстанции (ПУПП) добычных, подготовительных участков и конвейерного транспорта;
- для эффективного использования конденсаторные установки должны быть максимально приближены к наиболее энергоемким центрам потребления электроэнергии, фактическое время работы которых максимально;
- установки могут быть трех исполнений – нерегулируемые, нерегулируемые автоматически управляемые и ступенчато регулируемые;
- для реализации принципа ступенчатого регулирования реактивной мощности установки должны быть нерегулируемые автоматически управляемые, имеющие две ступени мощности: номинальную (при подключении к сети) и нулевую (при отключении от сети);
- нерегулируемые автоматически управляемые установки должны иметь возможность включения в рассечку кабельной линии, идущей от РПВ к ПУПП удаленных лав с добычными комплексами или к ПУПП мощных проходческо-добычных комплексов при камерной системе добычи полезного ископаемого;
- нерегулируемые установки следует размещать на ЦПП и (или) РПВ со значительной реактивной нагрузкой, не имеющей резких изменений в течение суток и рабочих смен;
- в рудничных конденсаторных установках необходимо применять устройства постоянно непрерывного контроля расширения боковых

широких стенок корпусов конденсаторов для выполнения требований Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП) об ежедневной или ежемесячной проверке корпусов конденсаторов на отсутствие вспучивания (расширения) стенок их корпусов;

- вакуумный контактор конденсаторной установки должен выполнять функции отключения при срабатывании защит: от токов перегрузки (в том числе и от токов высших гармоник); от повышения напряжения в сети выше заданного порога; от расширения корпуса конденсатора сверх допустимого значения и от перегрева конденсаторов;
- защита от токов короткого замыкания всей конденсаторной установки должна осуществляться шкафом КРУ, питающим установку;
- сигнал о срабатывании датчиков блокировочных устройств при открытии крышек отсеков управления, конденсаторов и сетевой камеры токовой отсечки при коротких замыканиях в конденсаторах должен подаваться на контакты системы отключения шкафа КРУ, подающего питание на конденсаторную установку;
- использование силовых косинусных конденсаторов на номинальное напряжение 6,6 кВ для установок на U_n , равное 6,3 кВ, и 11 кВ на $U_n = 10,5$ кВ, так как в ПСЭС шахт и рудников соотношение мощностей источников гармоник $S_{и,г}$ (кВ · А), присутствующих в месте подключения конденсаторной установки, к номинальной мощности трансформатора $S_{н,т}$ (кВ · А), питающего данную ПСЭС меньше чем на 15 %, и на ближайшую перспективу не ожидается повышение $S_{н,т} / S_{и,г}$ выше 25 %. Для такого значения искажений защита от высших гармоник по току и напряжению и от протекания токов высших гармоник по конденсаторам достаточно надежно обеспечивается конденсаторами на номинальное напряжение 6,6 кВ для сетей с номинальным напряжением 6 кВ и 11 кВ для сетей с номинальным напряжением 10 кВ [7];
- рекомендуемые номинальные мощности рудничных конденсаторных установок на номинальное напряжение 6,3 кВ при использовании в них силовых косинусных конденсаторов на номинальное напряжение 6,6 кВ должны составлять (при этом отклонение их фактической мощности от номинальной при

напряжении 6,3 кВ будет в пределах от $-0,73$ до $+2,70$ %):

для нерегулируемых установок – 45; 68; 90; 110; 135; 160; 180; 225; 270; 300; 320; 365; 400; 450; 500 кВАр;

для нерегулируемых автоматически управляемых установок – 110; 135; 160; 180; 225; 270; 300; 320; 365; 400; 450; 500; 550; 600; 620; 640; 660; 730; 770; 820; 865; 900 кВАр.

- наиболее эффективные технические решения по КРМ в ПСЭС шахт должны обеспечиваться в случае, если с помощью высоковольтных нерегулируемых установок достигается степень компенсации реактивной мощности, равная 0,3–0,4, а с помощью высоковольтных нерегулируемых автоматически управляемых установок, отключаемых при реактивных нагрузках меньше 0,5 мощности установки, достигается степень КРМ, равная 0,6–0,7 [2, 3, 6].

Применение на шахтах и рудниках нерегулируемых автоматически управляемых конденсаторных установок УКРВ (исполнение «К») позволяет создавать в ПСЭС с номинальным напряжением 6 или 10 кВ систему автоматической ступенчатой компенсации реактивной мощности («САС КРМ»), состоящую из подключенных и рассредоточенных по длине магистральных, радиальных или радиально-магистральных кабельных линий единичных конденсаторных установок.

Организация в ПСЭС шахт и рудников «САС КРМ» на основе использования установок УКРВ (исполнение «К») позволяет отказаться от создания двух- или трехступенчатых рудничных конденсаторных установок на напряжение 6,3 (10,5) кВ, имеющих по сравнению с УКРВ (исполнение «К») большие габаритные размеры, массу и неуниверсальность применения, так как их мощность и соотношение мощностей ступеней будут привязаны к конкретному технологическому объекту и режиму его работы.

Установка УКРВ (исполнение «К») имеет уровень взрывозащиты «взрывобезопасный», вид взрывозащиты – «взрывонепроницаемая оболочка» и «искробезопасная электрическая цепь», маркировку по взрывозащите на территории Украины – РВ 4В или РВ 4В Ia (ГОСТ 12.2.020–76), для стран СНГ – РВ Exd I или РВ Exdia I (ГОСТ 30852.0–2002).

Установка предназначена для работы в условиях: температура окружающего воздуха от 1 до 35 °С; относительная влажность окружающей среды до 98 % \pm 2 % с конденсацией влаги при температуре $+35$ °С \pm 2 %; отсутствие резких толчков и ударов; высота над уровнем моря – не более 1000 м; рабочее положение в пространстве – салазками на горизонтальной плоскости (допускается наклон установки в любом направлении от рабочего положения до 5°).

Общий вид установки конденсаторной рудничной типа УКРВ (исполнение «К») приведен на рис.1, на рис. 2 показано расположение органов управления на внутренней и наружной сторонах двери отделения управления, а на рис. 3 – расположение отдельных элементов конструкции.

Установку УКРВ (исполнение «К») как самостоятельное изделие можно подключать:

- в рассечку кабельной линии, идущей от РПВ или ЦПП и питающей одну или несколько ПУПП;

- к свободному выводу шкафа КРУ отходящего присоединения, расположенного на РПВ или

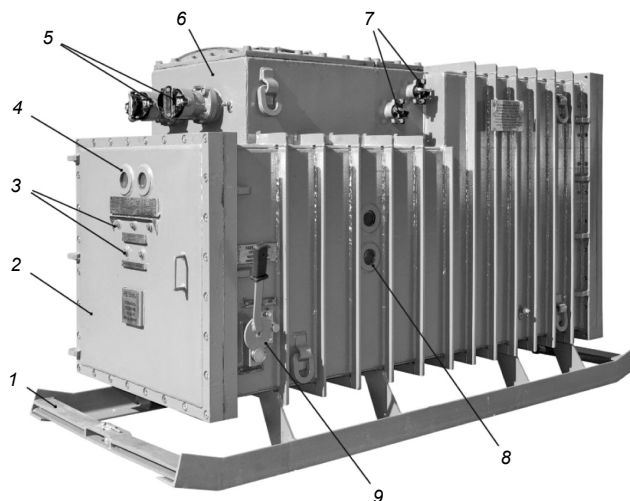


Рис. 1. Общий вид установки конденсаторной УКРВ (исполнение «К»): 1 – салазки; 2 – дверь отделения управления; 3 – кнопки управления; 4 – смотровые окна блока индикации; 5 – кабельный ввод для подключения силовых кабелей с наружным диаметром до 67 мм; 6 – сетевая камера; 7 – кабельный ввод для подключения контрольных кабелей с наружным диаметром до 32 мм; 8 – смотровые окна для наблюдения видимого разрыва верхнего и нижнего ножей разъединителя; 9 – рукоятка управления выкатным блоком разъединитель-короткозамыкатель.

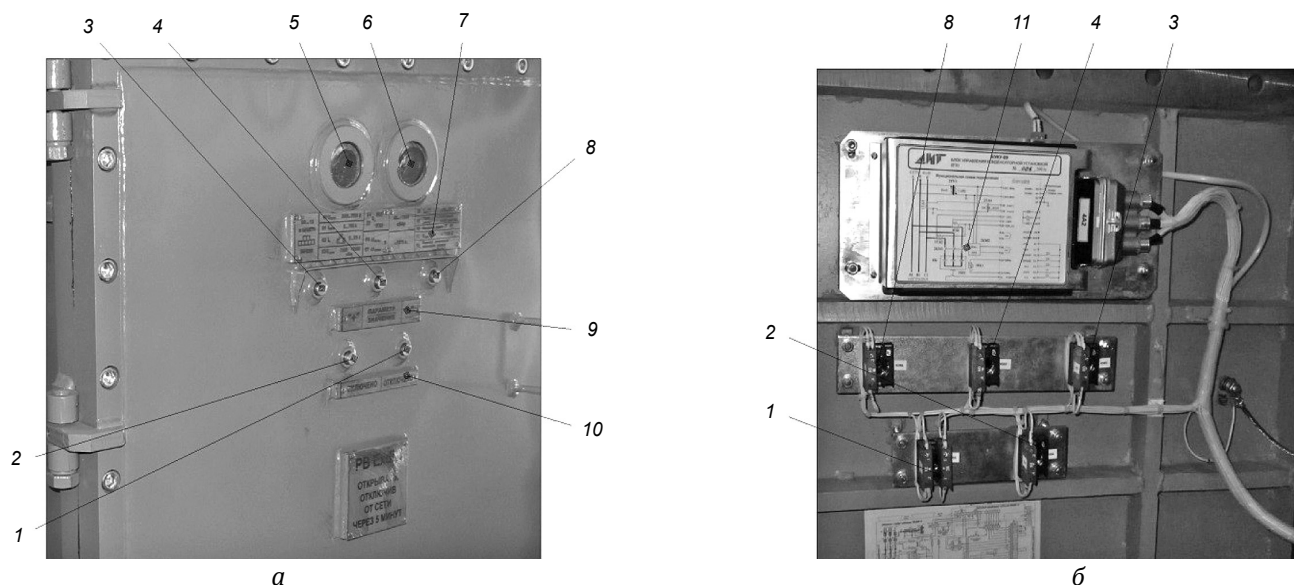


Рис. 2. Элементы конструкции и органов управления на двери отделения управления установки конденсаторной рудничной типа УКРВ (исполнение «К»): а и б – наружная и внутренняя стороны двери управления; 1 – кнопка «отключение»; 2 – кнопка «включение»; 3 – кнопка «+»; 4 – кнопка «параметр-значение»; 5 и 6 – смотровые окна блока индикации, светодиодного и цифрового; 7 – информационная табличка смотровых окон блока индикации; 8 – кнопка «-»; 9 – табличка кнопок «параметр-значение»; 10 – табличка кнопок «включение»–«отключение»; 11 – блок управления, защиты и индикации.

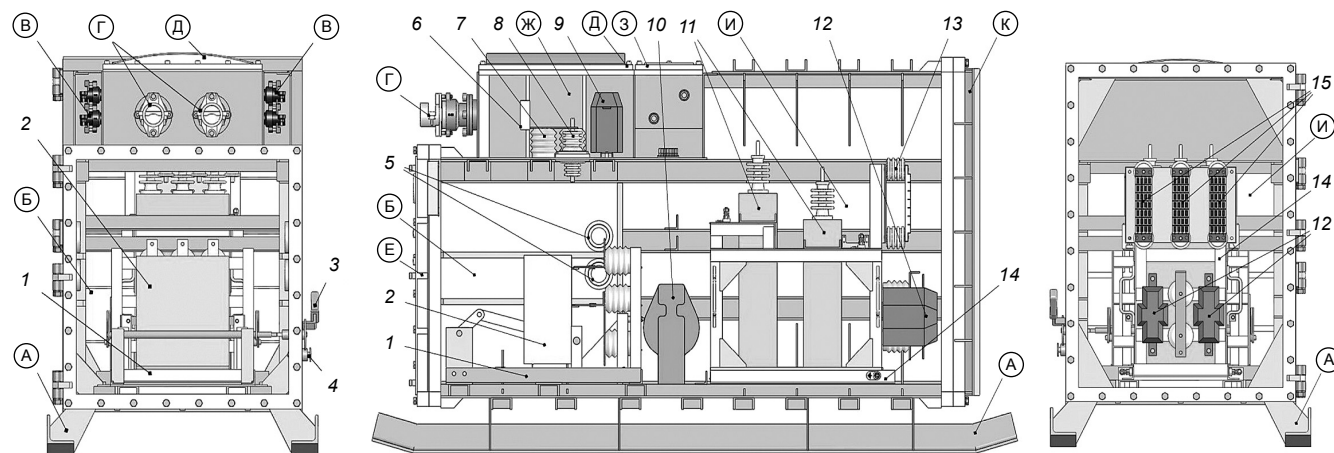


Рис. 3. Расположение элементов конструкции установки конденсаторной рудничной типа УКРВ (исполнение «К»): А – салазки; Б – отделение управления; В – кабельный ввод для подключения контрольных кабелей с наружным диаметром до 32 мм; Г – кабельный ввод для подключения силовых кабелей с наружным диаметром до 67 мм; Д и З – крышки отделения силовых и контрольных кабелей сетевой камеры; Е и К – двери отделений управления и конденсаторов; Ж – сетевая камера; И – отделение конденсаторов; 1 – блок QSG – разъединитель-короткозамыкатель выкатной; 2 – контактор вакуумный высоковольтный; 3 – рукоятка управления блоком QSG; 4 – кнопка электромеханической блокировки блока QSG; 5 – смотровые окна для наблюдения видимого разрыва ножей разъединителя блока QSG; 6 – рамочные клеммы для подключения жил силовых кабелей площадью сечения от 35 до 120 мм²; 7 и 8 – опорные и проходные изоляторы; 9 – трансформатор тока транзитной нагрузки; 10 – трансформатор напряжения; 11 – силовые косинусные конденсаторы; 12 – трансформаторы тока блока конденсаторов; 13 – ограничители перенапряжений; 14 – блок конденсаторов; 15 – разрядное устройство.

ЦПП, ко второму выводу которого уже подключена соответствующая нагрузка (кабельная линия, питающая следующее РПВ, или кабельная линия, питающая одну или несколько ПУПП);

к свободному выводу вводного шкафа КРУ на РПВ;

к отдельно выделенному шкафу КРУ отходящего присоединения, входящего в состав РПВ или ЦПП.

Установка УКРВ (исполнение «К») состоит из сварной взрывонепроницаемой оболочки, установленной на салазках. Оболочка разделена на взрывонепроницаемые отделения: сетевую камеру, отделения управления и конденсаторов.

Сетевая камера предназначена для подключения установки к ПСЭС и разделена на два отделения: для подключения силовых и контрольных кабелей.

Во вводной коробке для силовых кабелей размещены опорные и проходные изоляторы, силовые зажимы для подключения жил кабелей площадью сечения 25–120 мм², трансформатор тока 400/5А, конечный выключатель цепи блокировочного устройства, отключающего шкаф КРУ при открывании крышки вводной коробки, проходная пробка контрольных цепей блокировки, защиты и управления. Трансформатор тока служит для снятия информации о токе нагрузки потребителей при включении установки в рассечку кабельной линии.

Вводная коробка для силовых кабелей имеет два силовых кабельных ввода для подключения кабелей с наружным диаметром до 67 мм.

Во вводной коробке для контрольных кабелей на DIN-рейках размещены клеммы обычных и искробезопасных цепей, разделенные металлической перегородкой, и три проходных пробки для проводов цепей управления, блокировки и защиты. Коробка имеет четыре кабельных ввода для подключения контрольных кабелей с наружным диаметром до 32 мм цепей управления, защит, блокировок.

На наружную поверхность крышки отделения управления выведены органы управления установкой: пять кнопок и два смотровых окна (см. рис. 2).

В отделении управления размещены: аппаратура управления и защиты установки; силовой вакуумный контактор на 7,2 или 12 кВ на движущейся тележке, конструкция ко-

торой обеспечивает два видимых разрыва в каждой фазе силовой цепи и заземление силовых выводов на входе блока конденсаторов при выкатывании тележки контактора;

по два смотровых окна на каждой из боковых стенок корпуса отделения управления, расположенных напротив нижних и верхних подвижных и неподвижных ножей разъединителя;

трансформатор напряжения собственных нужд с первичным напряжением 6,6 или 11 кВ и вторичным напряжением 110 В для питания катушки контактора и аппаратуры управления и защиты;

блокировочное устройство отключения высоковольтного контактора при попытке выкатить тележку контактора во включенном состоянии;

конечный выключатель цепи блокировочного устройства, отключающий шкаф КРУ, подающий напряжение на установку при открывании крышки отделения управления.

В отделении конденсаторов имеются блокировочное устройство, конечный выключатель которого отключает шкаф КРУ (питает установку) при открывании крышки отделения конденсаторов, и батарея конденсаторов (БК), в состав которой входят:

один или два трехфазных силовых косинусных конденсатора единичной мощностью от 50 до 500 кВАр на номинальное напряжение 6,6 или 11 кВ в зависимости от требуемой мощности конденсаторной установки;

два трансформатора тока 100/5 А, установленных в фазах А и С цепи БК. Используются в цепях: защиты от перегрузки БК при увеличении тока свыше 130 % номинального; защиты от асимметричных режимов работы БК; работы токовой отсечки при коротких замыканиях в БК; выдачи информации на блок индикации о значении тока в трех фазах БК;

устройство непрерывного контроля расширения боковых широких стенок корпуса конденсатора с отключением конденсаторной установки от сети при достижении недопустимого значения их расширения. Служит для возможности выполнения требований пп. 6.9.14 и 6.9.15 ПТЭЭП применительно к рудничному электрооборудованию;

внешнее разрядное устройство для силовых косинусных конденсаторов, с помощью кото-

ГОРНОШАХТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Параметры УКРВ (исполнение «К»)	Показатели
Номинальное напряжение установки, В	6300; 10500
Номинальная частота, Гц	50
Номинальная мощность установки при номинальном напряжении, кВАр	110; 135; 160; 180; 225; 270; 300; 320; 365; 400; 450; 500; 550; 600; 640; 660; 730; 770; 820; 865; 900
Варианты подключения к ПСЭС	В рассечку кабельной линии РПВ-ПУПП; к шкафам КРУ отходящих присоединений на РПВ и ЦПП питающих нагрузку подземных потребителей; к вводным шкафам КРУ на РПВ и ЦПП; к отдельно выделенным шкафам КРУ отходящих присоединений на РПВ и ЦПП
Номинальный ток трансформатора тока транзитной нагрузки, А	400
Максимальный допустимый ток	1,3
Максимально допустимое номинальное напряжение конденсаторной установки	$U_n + 10\%$ (максимум 8 часов за 24 ч); $U_n + 15\%$ (максимум 30 мин за 24 ч); $U_n + 20\%$ (максимум 5 мин); $U_n + 30\%$ (максимум 1 мин)
Внешние устройства, подключаемые к установке *	Шкаф КРУ (зажимы силовых цепей 6 кВ, зажимы разрыва фазы С или фазы А цепи трансформатора тока, зажимы цепей технологической автоматики или зажимы цепи отключения). Линия коммуникационного интерфейса стандарта RS-485
Дистанционное управление, настройка, наблюдение за процессом регулирования, архивирование данных в режиме реального времени	Искробезопасный интерфейс передачи данных RS-485 MODBUS RTU, модуль сбора данных МСД-200
Режим работы	Длительный
Маркировка взрывозащиты	РВ 4В или РВ 4В Ia** РВ Exd I или РВ Exdia I**
Степень защиты от внешних воздействий, не ниже	IP54
Примечания. 1. Жирным шрифтом выделены рекомендуемые номинальные мощности установок. 2. Обозначено: * – к эксплуатации допускаются изделия, имеющие Разрешение на применение, выдаваемое в установленном порядке; ** – при установке искробезопасного интерфейса передачи данных RS-485 MODBUS RTU Ia.	

рого обеспечиваются требования ГОСТ 12.2.007.3-75 и ГОСТ 1282-88 по времени разряда КБ (до 5 мин) и остаточному напряжению на зажимах КБ (до 50 В) при использовании в КБ импортных силовых косинусных конденсаторов со временем разряда до 10 мин и остаточным напряжением на зажимах КБ до 75 В; термодатчик температурной защиты конденсаторов;
ограничители перенапряжений;

DIN-рейка с клеммами для подключения цепей управления и защиты.

Установка УКРВ-6,3 (исполнение «К») имеет встроенный интерфейс коммуникации RS-485 с поддержкой протокола MODBUS RTU, с помощью которой можно удаленно просматривать состояние параметров работы конденсаторной установки, а также подавать команды «ВКЛ» и «ОТКЛ» с рабочего места дежурного диспетчера.

Аппаратура управления и защиты установки УКРВ обеспечивает:

нормальное функционирование при колебаниях напряжения в сети от 0,85 до 1,1 номинального;

защиту конденсаторов установки от перегрузки при повышении тока через конденсаторы свыше 130 % номинального, полученного как за счет повышения напряжения, так и за счет высших гармоник или того и другого вместе независимо от гармонического состава тока;

отключение установки от сети при превышении напряжения в сети заданного программируемого порога;

защиту от несимметрии тока конденсаторов с регулируемой уставкой;

резервную защиту (токовая отсечка без выдержки времени), действующую на отключение шкафа КРУ, питающего установку, при возникновении режима короткого замыкания в силовых косинусных конденсаторах (опция по требованию заказчика);

защиту от разрушения (предотвращения взрыва) корпуса силовых косинусных конденсаторов при достижении недопустимого расширения боковых широких стенок корпуса конденсатора и с отключением конденсаторной установки от сети;

защиту от перегрева конденсаторов;

защиту от отката контактора. Срабатывание возникает в случае, когда блок управления дал команду на включение контактора установки, а ток в фазах КБ не появился в течение 30 с;

защиту от высших гармоник по току и напряжению (опция по требованию заказчика);

контроль времени разряда конденсаторов; работу установки в автоматическом или ручном режиме;

оперативное местное (электрическое) включение и отключение установки с помощью кнопки, установленных на передней крышке отделения управления;

измерение тока в трех фазах установки, напряжения, активной, реактивной и полной мощности установки и сети в месте подключения;

раздельную сигнализацию на установке о наличии напряжения 100-127 В, подаче напряжения 6 кВ («6 кВ Включено»), снятии напряжения 6 кВ («6 кВ Отключено»), о задержке вклю-

чения 6 кВ («Готовность»), о срабатывании защиты от перегрузки и защиты от предотвращения взрыва конденсаторов («Вздутие»).

В установке типа УКРВ-6,3 (исполнение «К») имеются следующие блокировки:

повторного включения установки непосредственно после ее отключения, причем повторное включение возможно через программируемую временную задержку;

отключения высоковольтного шкафа КРУ, питающего установку, при открывании крышки вводной коробки для силовых кабелей сетевой камеры, крышки отделения управления и крышки отделения конденсаторов;

отключения высоковольтного контактора установки при попытке выкатить контактор во включенном состоянии;

дополнительная блокировка с установкой до четырех замков (опция по требованию заказчика).

Съемные и открываемые крышки оболочки установки снабжены предупредительной надписью: «Открывать через 5 мин после отключения от сети». Соединение силовых цепей в вводной коробке для силовых кабелей, отделениях управления и конденсаторов выполнено высоковольтным гибким проводом площадью сечения 25–50 мм² в зависимости от мощности установки.

Основная защита установок конденсаторных типа УКРВ исполнений «О», «А» и «К» от токов короткого замыкания осуществляется шкафом КРУ, от которого на установку подается напряжение 6(10) кВ.

Структурная схема установки конденсаторной УКРВ (исполнение «К») приведена на рис. 4. На блок управления, защиты и сигнализации 6 сигнал о токе нагрузки с трансформатора тока 1 подается через датчик тока 3, преобразующего ток трансформатора тока нагрузки в токовый сигнал блока управления. Напряжение питания 110 В, которое одновременно является сигналом о линейном напряжении в ПЭС, поступает на блок управления от трансформатора напряжения 2.

В цепь отключения шкафа КРУ, от которого питается установка, заводится блокировочный сигнал 7 об открытии крышек камеры вводов, отсеков управления и конденсаторов и отключающий сигнал резервной защиты от тока короткого замыкания (токовая отсечка

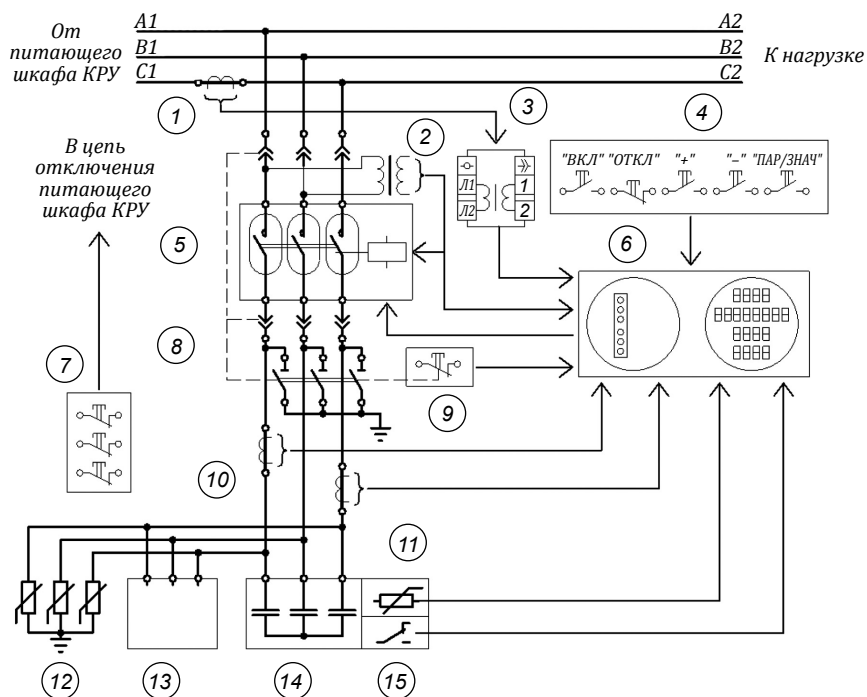


Рис. 4. Структурная схема установки УКРВ-6,3 (исполнение «К»): 1 – трансформатор тока измерения нагрузки в кабельной линии; 2 – трансформатор напряжения 6600/110 В; 3 – блок датчика тока; 4 – кнопки управления на крышке отсека управления; 5 – вакуумный контактор; 6 – блок управления, защиты и сигнализации; 7 – блок-контакты блокировки крышек отсеков управления, конденсаторов и сетевой камеры; 8 – блок QSG-разъединитель-короткозамыкатель выкатной; 9 – блок-контакт блокировки разъединителя; 10 – трансформаторы тока батареи конденсаторов; 11 – датчик температуры; 12 –ограничители перенапряжений; 13 – внешнее разрядное устройство; 14 – силовой косинусный конденсатор; 15 – блок-контакты датчика расширения стенок корпуса конденсаторов.

без выдержки времени) при возникновении режима короткого замыкания в силовых косинусных конденсаторах. При этом для отключения высоковольтного шкафа КРУ, подающего напряжение на установку, используется контрольный кабель с цепью электрической блокировки, соединяющий ПУПП, питающие очистные и горнопроходческие комплексы, со шкафом КРУ и обеспечивающий выполнение п. 2.5.7 ГОСТ 16837.

Сигналы от кнопок 4, блок-контактов 9 и 15, датчика 11, трансформаторов тока 10 и датчика 3 поступают в блок 6 для вычислительной и логической обработки, в результате которой соответствующая команда «включить» или «отключить» подается в систему управления вакуумного контактора 5.

Принцип действия блока управления 6 основан на непрерывном измерении реактивной

мощности нагрузки, сравнении ее уровня с заданными порогами и принятия решения о включении или отключении установки [8]. В таблице приведены основные технические данные УКРВ (исполнение «К»).

Конструкция и схемные решения, положенные в основу создания рудничной конденсаторной установки типа УКРВ (исполнение «К») со встроенным вакуумным контактором, позволяют:

выполнять автоматическое включение и отключение установки по фактической реактивной мощности в сети в месте подключения;

иметь в месте подключения установки две ступени мощности (номинальную при подключении к сети и нулевую при отключении от сети);

производить монтаж и подключение УКРВ (исполнение «К»), имеющей небольшие габариты и массу, как в помещениях действующих РПВ или ЦПП, так и вблизи них в удобных для этого местах горных выработок;

подключать к шкафам КРУ в действующих РПВ или ЦПП, как уже питающим имеющуюся шахтную нагрузку, так и к специально выделенному шкафу КРУ для подключения УКРВ;

выполнять подключение установки в расщелку кабельных линий, идущих от РПВ, ЦПП или отдельно стоящего шкафа КРУ к группе трансформаторных подстанций, питающих токоприемники добычных или проходческих комплексов, магистральных конвейерных линий;

создавать многоуровневую и многоступенчатую систему автоматической КРМ («САС КРМ») в ПСЭС шахт и рудников, располагая от двух до четырех единичных конденсаторных установок УКРВ по длине магистральной линии, и от двух-трех до восьми установок по длине сложных радиально-магистральных кабельных линий.

ЛИТЕРАТУРА

Применение в подземных системах электроснабжения шахт и рудников рудничных конденсаторных установок типа УКРВ уменьшает потребление реактивной мощности и минимизирует оплату за нее, сокращает потери активной электроэнергии в системе электроснабжения шахты на участках ГПП – ЦПП, ЦПП – РПВ, РПВ – ПУПП и снижает плату за ее потребление, увеличивает пропускную способность кабельной сети на этих участках и улучшает уровень и стабильность напряжения в ПСЭС [2, 3, 4, 5].

Выводы. Рассмотренная конструкция рудничной конденсаторной установки типа УКРВ (исполнение «К») со встроенным вакуумным контактором дает возможность создавать многоуровневую систему автоматической ступенчатой КРМ (система «САС КРМ») в ПСЭС шахт и рудников. Количество уровней и ступеней компенсации в системе «САС КРМ» зависит от количества радиальных, магистральных и магистрально-радиальных линий, подключенных к ЦПП, длины линий, передаваемой по ним активной и реактивной мощности нагрузки и от количества РПВ, расположенных по длине отдельных кабельных линий, отходящих от ЦПП или РПВ.

Небольшие габариты и масса установок позволяют перемещать их по горным выработкам для подключения к ПСЭС по мере изменения плана горных работ за счет отработки шахтного поля без существенных трудовых и материальных затрат.

1. Зубюк Ю. П. Особенности современных конденсаторных установок среднего напряжения / Ю. П. Зубюк, М. К. Бочаров // Взрывозащищенное электрооборудование / Сб. науч. тр. УкрНИИВЭ. – Донецк, 2011. – С. 181–193.
2. Півняк Г. Г. Обґрунтування рівня компенсації реактивної потужності для систем підземного електропостачання шахт / Г. Г. Півняк, В. Т. Заїка, В. В. Самойленко // Доп. НАН України. – 2007. – № 4. – С. 96–103.
3. Калентионок Е. В. Об эффективности использования взрывозащищенных конденсаторных батарей в подземных системах электроснабжения / Е. В. Калентионок, Н. М. Сыч, В. Ф. Муравьев // Промышл. энергетика. – № 4. – 1989. – С. 50–52.
4. Бочаров М. К. Разработка рудничных конденсаторных установок для компенсации реактивной мощности в системе подземного электроснабжения шахт / М. К. Бочаров, В. А. Гвоздев // Уголь Украины. – № 9–10. – 2016. – С. 33–40.
5. Груба В. И. Рудничные конденсаторные установки для систем подземного электроснабжения калийных рудников / В. И. Груба, М. К. Бочаров // Взрывозащищенные электрические машины / Сб. науч. тр. ВНИИВЭ. – Донецк, 1992. – С. 137–145.
6. Указания по компенсации реактивной мощности в электрических сетях предприятий металлургической промышленности / [В. М. Гойхман, В. С. Герасимов, Е. О. Сухарев и др.]. – М.: ЦНИИцветмет экономики и информации, 1991. – С. 129. – (Нормативный документ Мин-ва металлургии СССР).
7. Руководство по компенсации реактивной мощности с учетом влияния гармоник // Технич. коллекция Schneider Electric. – 2008. – Вып. № 21. – С. 32.
8. Бочаров М. К. Микропроцессорный блок управления рудничной конденсаторной установки типа УКРВ-6,3 / М. К. Бочаров, В. Д. Власов // Взрывозащищенное электрооборудование / Сб. науч. тр. УкрНИИВЭ. – Донецк, 2001. – С. 133–141.

ПО МАТЕРИАЛАМ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ УКРАИНЫ» ПРОШЛЫХ ЛЕТ

Год 1977

В журнале № 8 в статье В. М. Проскуракова «Сейсмические методы прогноза степени удароопасности участков массива пород» рассмотрена сущность разработанного во ВНИМИ сейсмического метода и аппаратуры для прогноза горных ударов.

В результате проведенных лабораторных, теоретических и шахтных исследований предложен новый бесскважинный сейсмический метод и аппаратура для прогноза степени удароопасности участков массива горных пород. Опробование метода на угольных и рудных месторождениях страны показало его высокую надежность и точность. Для условий конкретных месторождений разработаны количественные критерии удароопасности. Сейсмический метод и аппаратура внедрены на ряде угольных шахт и рудников для текущего постоянного прогноза горных ударов.