

В соответствии с вышеизложенными принципами и критериями эффективности разработана экономико-математическая модель для выбора оборудования в системах ЦПТ. Она позволяет оптимизировать параметры оборудования конвейерных линий, выбирать рациональное качественное и количественное соотношение оборудования в смежных звеньях ЦПТ. Взаимосвязь при выборе оборудования системы осуществляется путем учета времени работы и основного эксплуатационного технологического параметра – часовой производительности звена, характеризующегося наибольшей жесткостью соединения отдельных его элементов.

Разработанные принципы и модель могут быть использованы для оптимизации параметров оборудования в дробильно-конвейерных комплексах, включающих как крутонаклонные конвейеры (с углом наклона $\beta > 18^\circ$), так и обычные ленточные конвейеры (с углом наклона до 18°). При определении предпочтительных областей и условий применения различных видов конвейерного оборудования в конкретных горнотехнических условиях разработки глубоких карьеров, а также при обосновании выбора систем ЦПТ.

С позиции воздействия на окружающую среду предпочтение следует отдать крутонаклонным конвейерам: в 1,4 – 1,6 раза снижаются дополнительные объемы горной массы по разному бортов карьеров, сокращается потребность в отводе земель и уменьшается пылегазовые выбросы в атмосферу.

Литература

1. Котяшев А.А. Применение ленточных крутонаклонных конвейеров для транспортирования горной массы /А.А. Котяшев, А.В.Каледин //Горный журнал. – 1990. – №5. – С.61–63.
2. Шешко Е.Е. Перспективы крутонаклонного конвейерного подъема на горных предприятиях /Е.Е. Шешко, В.И. Морозов, Н.Г. Картавый //Горный журнал. – 1996. – № 6. – С. 56–59.
3. Патент 1759754 РФ МПК В65 G15/16. Ленточный конвейер /Кармаев Г.Д., Зенченко А.И., Котяшев А.А., Волотковский В.С., Сухорученков А.И., Чечельницкий Ю.Е. (Россия) № 4776630 от 03.01.1990. Оpubл. 07.09.92. Бюл. № 33.
4. Теоретические основы создания крутонаклонных конвейерных подъемников с движущимися прижимными элементами: отчет о НИР /ИГД УрО РАН. Рук. В.Л. Яковлев, В.П. Смирнов. Екатеринбург, 2000. – 72 с.

УДК 621.316.7

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ПОДЪЕМНЫХ ШАХТНЫХ УСТАНОВОК

Е.Ф. Тетяев, С.М. Третьяков, В.В. Романов

Закрытое акционерное общество «Автоматизированные системы и комплексы», г. Екатеринбург – одно из крупнейших в России предприятий в области автоматизированного электропривода и систем автоматизации технологических процессов. Сегодня «АСК» – современный инжиниринговый центр с собственной производственной базой и высокопрофессиональным инженерно-техническим персоналом численностью около 300 человек. Среди наших заказчиков крупные предприятия горно-металлургической промышленности, энергетики, транспорта, организации по производству строительных материалов и других отраслей.

В последние годы специалистами ЗАО «АСК» был успешно проведен ряд работ по реконструкции электроприводов подъемных шахтных установок. Реконструкции подвергаются мощные тиристорные преобразователи выпусков 70 – 80-х гг. При этом производится замена электронной и управляющей частей преобразователя и электропривода. Силовая часть преобразователя (трансформатор, дроссели, тиристоры, быстродействующие выключатели и шины) остается без изменений. Такая схема реконструкции – за счет стоимости силового оборудования и уменьшения объемов монтажных работ по силовому оборудованию – позволяет значительно снизить ее стоимость (до трех и более раз) и сократить сроки ввода в эксплуатацию реконструированного оборудования.

Цели реконструкции:

– повышение надежности оборудования за счет внедрения современной аппаратной базы, устойчивой к изменениям температуры и влажности окружающей среды, значительного уменьшения количества контактных соединений и связей между элементами системы управления, снижения тепловыделения;

– расширение возможностей диагностики при помощи программного обеспечения управляющего контроллера преобразователя и сервисного программного обеспечения, установленного на стандартный ноутбук с опциональным аппаратным обеспечением АВВ;

– сведение к минимуму количества аппаратных настроек в системе регулирования, что позволяет при необходимости легко заменять и модернизировать платы управления.

Объем реконструкции:

– замена аналоговой системы управления якорным преобразователем существующего тиристорного агрегата на цифровую систему управления. Система построена на базе микропроцессорных модулей реконструкции DCR500 (DCS800-R, начиная с 2009 г.) фирмы «АВВ». Дополнительно использованы опциональные платы расширения для подключения необходимого числа дискретных и аналоговых сигналов;

– замена существующей системы управления, защиты и сигнализации (СУЗС) электропривода на штатную систему защиты и сигнализации DCR500 (DCS800-R), дополненную пользовательскими защитами, реализованными также в модулях реконструкции;

– замена существующих касет усилителей импульсов, штатно установленных в шкафах вентильных секций, на вновь разработанные и изготовленные ячейки усилителей импульсов, ячейки установлены в шкафу управления;

– замена силовой части и аналоговой системы управления возбудителя существующего тиристорного агрегата на комплектный модуль возбудителя DCF500 (DCS800, начиная с 2009 г.). Дополнительно установлены устройства защиты обмотки возбуждения от перенапряжения DCF 506B-0520 фирмы «АВВ».

Разработка проектной документации, изготовление электрооборудования и наладка вновь установленного оборудования выполнена ЗАО «АСК».

Структура и состав системы:

– система автоматического регулирования скорости (САР) построена по принципу подчиненного регулирования для системы ТИРИСТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ – ДВИГАТЕЛЬ (ТП-Д) с нереверсивной 12-пульсной схемой выпрямления напряжения якорной цепи с реверсом поля и замкнута по току секции вентильной СВ1, секции вентильной СВ2, скорости двигателя и току возбуждения двигателя;

– для устранения рывков при разгоне и замедлении привода использован задатчик интенсивности с S-образной характеристикой (с ограничением первой и второй производной скорости);

– для регулирования тока якоря и тока возбуждения двигателя применены адаптивные ПИ-регуляторы. В качестве датчиков тока якоря использованы трансформаторы тока 5000/1А;

– для регулирования скорости применен ПИ-регулятор с настройкой на симметричный оптимум;

– регуляторы тока нереверсивных вентильных секций получают однополярное задание с выхода регулятора скорости через узел выделения модуля. Система «Master-Slave» для управления 12-пульсной схемой выпрямления следит за разностью токов в вентильных секциях и обеспечивает деление нагрузки между секциями.

– регулятор тока возбуждения реверсивного возбудителя получает задание с выхода регулятора скорости через узел согласования тока якоря и тока возбуждения, обеспечивая смену полярности момента двигателя при торможении и реверсе скорости. Номинальный ток возбуждения двигателя обеспечивается при задании момента, равного 25 % от номинального.

Упрощенные структурные схемы электропривода и системы автоматического регулирования представлены на рис. 1. и 2.

Система управления электроприводом строится по принципу *ведущий – ведомый*, при этом в *ведущем* модуле DCR реализуются регулятор скорости и регулятор тока, в *ведомом* – регулятор тока, получающий задание из *ведущего* модуля. В качестве датчиков тока использованы вновь устанавливаемые трансформаторы тока 5000/1А. Предусматривается программный контроль за разницей токов ведущего и ведомого, превышение разницы ведет к формированию сигнала сбоя. Обмен сигналами задания и обратной связи по току между модулями ведется в аналоговой форме, обмен бинарными сигналами – через разъем X18 плат CON-2. Для формирования из выходных сигналов платы SDCS-PIN41 DCR500 управляющих импульсов для тиристорных вентильных секций разработаны ячейки согласования типа ЯУИ. Ячейки ЯУИ установлены в шкаф системы регулирования и связываются со шкафами вентильных секций при помощи существующих штатных кабелей КТЭУ. Для питания ячеек ЯУИ предусмотрен дополнительный блок питания $U=75$ В постоянного тока. Разработаны ячейки контроля предохранителей вентильных секций, формирующие сигнал предупреждения при перегорании одного и аварийный сигнал – при перегорании двух и более силовых предохранителей. Логика управления уровнями и знаком задания скорости реализуется в контроллере преобразователя в соответствии с командами на его дискретных входах. Разработана ячейка питания обмотки возбуждения тахогенератора $U_{\text{вых}}=55$ В, $I_{\text{вых}}=1,1$ А. Аппаратный контроль тока возбуждения тахогенератора осуществляется в ячейке. Для формирования команды на отключение ВАТов при помощи ИДП используется выходной сигнал DCR «АВАРИЯ». Управляющий импульс формируется ячейкой согласования и подается непосредственно на тиристоры в БУ ВАТов.

