

УДК 622.673-78(042.3)(476)

## ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ШАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

*А.П. ДВОРНИК, Ю.В. КАЛИНЦЕВ*

*Солигорский Институт проблем ресурсосбережения  
с Опытным производством, Беларусь*

*При эксплуатации шахтного подъема возникает сложная проблема, действительный возраст подъемных машин в несколько раз превышает нормативные сроки их эксплуатации. Это просматривается во многих отраслях промышленности. Обосновывается это тем, что у предприятий отсутствуют материальные средства на замену дорогостоящего оборудования новым. За время эксплуатации этого оборудования научные разработки и элементная база ушли далеко вперед. Предлагаются совершенно новые приводы и системы их управления и контроля в плане повышения производительности, надежности, энергопотребления и безопасности.*

Важным и ответственным технологическим объектом рудников и шахт являются подъемные установки, которые обеспечивают выдачу полезного ископаемого, спуск и подъем людей и грузов. От надежной и безопасной работы которых зависит бесперебойная работа всего горнодобывающего предприятия. Любая аварийная ситуация на подъеме ведет к остановке горизонта или рудника. Поэтому проблемам повышения надежности и безопасности эксплуатации шахтных подъемных установок всегда уделяли первостепенное значение.

Однако, за последние годы парк подъемных машин стареет. Так на ОАО «Беларуськалий» 23 подъемные установки из 35 срок службы которых превышает 25 лет. Такой же срок службы имеют и комплектующие подъемных машин – приводы, системы управления этими приводами, стволовая сигнализация и связь. Но также оборудование и армировка шахтного ствола, и другие жизненно важные устройства подъема. Система привода постоянного тока типа Г-Д, которая преимущественно используется на подъемных машинах большой мощности состоит из 4 электрических машин, три из которых коллекторного типа, имеют большие стоимость и энергопотребление.

Основные недостатки и причины замены скиповых шахтных подъемных машин (ШПМ): усталостные трещины на органах навивки, ступицах,

на сварных швах ребер; приварены ступицы органа навивки к главному валу создающие дополнительные напряжения в обечайке барабана; недостатки в конструкции тормозных балок в которых сварные швы ребер жесткости сведены в одну точку концентратора напряжений; достаточно сложная регулировка переставной части барабана на машинах БЦК при выравнивании длин канатов; быстрый износ валиков тормозной системы (практически при каждой годовой ревизии и наладке машины требуется замена валиков и втулок по причине увеличенного зазора); тормозная система собрана на устаревшей элементной базе, наладку которой выполнить достаточно сложно; высокая энергоемкость привода; не совершенна система регистраторов параметров работы машин и др.

В связи с этим весьма актуальной является задача обеспечения безопасной эксплуатации подъемных установок.

Основными направлениями решения этой задачи являются их замена, модернизация, оснащение шахтных подъемных установок устройствами своевременного обнаружения нарушений в режимах работы и принятия необходимых мер по предупреждению аварий, применения систем защиты и блокировок.

Для современных шахтных подъемных машин характерными являются современные тенденции

роста грузоподъемности, максимальных скоростей перемещения подъемных сосудов, увеличения глубин шахт, увеличения диапазона регулирования частоты вращения двигателей электроприводов.

В общем случае граница целесообразного применения редукторного и безредукторного электроприводов определяется по результатам исследований с учетом многих факторов стоимости и целесообразности.

Хорошая конструкция, при качественном монтаже, квалифицированно налаженная и тщательно обслуживаемая подъемная установка должна работать стабильно и безопасно [1].

Для безопасной и надежной работы подъемных установок, своевременного обнаружения нарушения режимов работы и принятия необходимых мер по предупреждению аварии используют систему защиты и блокировки, являющуюся составной частью системы управления.

Взаимоувязанное действие защит и блокировок позволяет избежать предупредить аварии на подъемных установках.

Элементы защиты подъемных установок, как правило, реагируют на предельное отклонение основных параметров системы (ток, скорость, величину напуска каната, переподъем и т.д.), действие защиты проявляется во включении предохранительного тормоза и прекращении технологического процесса. В то же время защита не должна мешать нормальной работе подъемной установки. Это обстоятельство предъявляет повышенные требования к элементам защиты. Однако имеются случаи аварий на ряде подъемных установок по причине принципиально неверно выполненной защиты, отсутствия самоконтроля, несовершенства отдельных аппаратов защиты и блокировки, и периодических проверок их элементов [2].

Требования предъявляемые к аппаратам защиты и блокировки: высокая надежность; постоянная готовность к работе; проверка готовности аппаратов должна осуществляться как в ручном, так и в автоматическом режиме; простота настройки с обеспечением ее фиксации; отсутствие ложных срабатываний (высокая надежность отдельных элементов и аппаратов защиты в целом), стабильность работы; должны быть исключены срабатывания защитных устройств вследствие их чрезмерной чувствительности к контролируемому параметру; охват как можно большего числа защищаемых параметров.

Анализ аварий на подъемных установках свидетельствует о необходимости расширить диа-

пазон защитных функций - аппаратура защиты должна реагировать, если не удовлетворяется хотя бы одно из требований, устанавливаемых для основных и второстепенных параметров системы, иметь высокую степень самоконтроля элементов и электрических цепей [3].

При проектировании аппаратов защиты должны использоваться методы, основанные на определении реакции аппаратов защиты на специальные контрольные и рабочие сигналы.

Срабатывание аппаратов защиты и блокировки должно вызывать включение предохранительного тормоза, предупредительной сигнализации или накладывать запрет на последующий цикл.

Система защит и блокировок подъемных установок может быть разделена на следующие основные группы:

- защиты, требующие немедленного включения предохранительного тормоза. Эти защиты выполняются с высокой степенью самоконтроля и отличаются высокой надежностью.

- защиты, позволяющие завершить цикл подъема, но запрещающие дальнейшую работу;

- защиты, сигнализирующие о неисправности элементов оборудования подъемной установки, которые допускают работу подъемной установки со сниженными параметрами без уменьшения надежности и безопасности до остановки ее на ремонт.

Кроме защит, схема управления должна иметь систему блокировок, препятствующих выполнению какой-либо операции, влекущей за собой аварийный режим подъемной установки.

Дальнейшая интенсификация работ в горно-рудной промышленности требует применения высокопроизводительной техники, механизации и автоматизации производственных процессов, совершенствования средств защиты, связи, сигнализации и повышения безопасности работ.

Требования потребителя сводятся к применению современных приводов по безредукторной схеме компоновки привода состоящих из: синхронного электродвигателя с напряжением сети питания – 10 кВ; полупроводниковой силовой преобразовательной техники, совместимой по программному обеспечению с микропроцессорным контроллером управления; микропроцессорной системой регулирования и управления, защит и блокировок, диагностики и контроля с развитым интерфейсом «человек-машина»; цифрового (микропроцессорного) устройства контроля параметров подъемной машины (регистратора параметров); аппаратуры системы ствольной сиг-

нализации и связи и др. компонентов шахтной подъемной машины.

Программируемые контроллеры типа S7 Сименс могут включать в свой состав:

- модуль центрального процессора (CPU). В зависимости от степени сложности решаемых задач в программируемом контроллере могут использоваться более 20 типов центральных процессоров.

- блоки питания (PS) для питания контроллера от сети переменного или постоянного тока.

- сигнальные модули (SM), предназначенные для ввода и вывода дискретных и аналоговых сигналов, в том числе Fail Safe и модули со встроенными Ex-барьерами.

- коммуникационные процессоры (CP) - интеллектуальные модули, выполняющие автономную обработку коммуникационных задач в промышленных сетях AS-Interface, PROFIBUS, Industrial Ethernet, PROFINET и системах PtP связи. Применение дополнительного программного обеспечения позволяет расширить коммуникационные возможности контроллера поддержкой обмена данными в сетях MODBUS RTU, MODBUS/TCP, BACnet и KNX/ EIB, Для работы в системах телеуправления S7-300 может дополняться аппаратурой и программным обеспечением

SINAUT ST7 и SIPLUS RIC.

- функциональные модули (FM) - интеллектуальные модули, оснащенные встроенным микропроцессором и способные выполнять задачи автоматического регулирования, взвешивания, позиционирования, скоростного счета, управления перемещением и т.д.

Имеют высокую мощность благодаря наличию большого количества встроенных функций.

Универсальный модульный программируемый контроллер имеет свободное наращивание функциональных возможностей при модернизации системы управления для максимальной адаптации к требованиям решаемой задачи.

Комплексное решение проблемы развития электропривода шахтных подъемных машин в направлении повышения их эффективности работы является актуальным.

Анализ «Правил промышленной безопасности при разработке подземным способом соляных месторождений Республики Беларусь» показывает, что глава 31 «Подъемные машины и лебедки» нуждается в переработке с учетом вышесказанного, что повысит требования к системам приводов и их управления и соответственно повысит уровень безопасности подъема [4].

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Руководство по ревизии, наладке и испытанию шахтных подъемных установок / под общ. ред. В.А. Корсуна, Г.Д. Трифанова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 616 с., с ил.
2. Стрелков М.А., Кузнецов В.С. Применение регистраторов параметров для оценки остаточного ресурса шахтных подъемных установок // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Отдельный выпуск №16: Горная механика и транспорт. – М.: Горная книга, 2009. – С. 332-338.
3. Стрелков М.А. Метод определения основных характеристик шахтных подъемных установок в режиме реального времени // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – М.: Горная книга, 2011. – №4. – С. 314-318.
4. Правила промышленной безопасности при разработке подземным способом соляных месторождений Республики Беларусь. 2012 г. с изм. 20.03 2014. Постановление МЧС Республики Беларусь от 10.04.2014 г. № 10.