

контролирующей аппаратуры. Обоснованным следует считать модульное и касетное исполнение с применением компьютерных технологий, позволяющие сравнительно легко выходить из аварийных ситуаций. Уменьшение массы и габаритных размеров комплектующей аппаратуры позволит интегрировать ее в составе источников электропитания, варьировать техническими характеристиками и удобством обслуживания приемников электроэнергии технологического процесса с размещенными в пространстве элементами его осуществления (добычные, проходческие и доставочные машины и механизмы).

ЛИТЕРАТУРА

1. Селищев А. Н. Сухие силовые трансформаторы и передвижные подстанции для угольных шахт // Электрооборудование подземных горных выработок угольных шахт. — М., 1955.
2. Селищев А. Н. Шахтные сухие трансформаторы и передвижные подстанции. — М., 1968.

3. Прогрессивные технологические схемы разработки пластов на угольных шахтах / ИД им. Скочинского. — М., 1979. — Ч. 1 и 2.
4. Комбайновые электродвигатели / В. И. Загрядский, Л. Б. Ландкоф, Б. В. Савин и др. — Кишинев; Штиинца, 1986.
5. Чернов Н. Я., Ландкоф Л. Б., Гордиенко Ю. И. Энергообеспечение основных механизмов высокопроизводительных очистных забоев // Уголь Украины. — 2002. — № 12.
6. Ковальчук А. Б. Перспективы производства современной техники для добычи угля подземным способом // Уголь. — 2003. — № 4.
7. Сильвано Гривас, Соболев В. В. Техника для очистных и подготовительных забоев и другое горно-шахтное оборудование фирмы ДЭТ ГмБХ — перспективы сотрудничества со странами СНГ // Глокауф. — 2003. — № 1.
8. Титов С. В., Мызилев Б. К. Эксплуатационные характеристики забойных скребковых конвейеров механизированных комплексов // Горные машины и автоматика. — 2003. — № 7.
9. Промышленные испытания трансформаторной подстанции КТПВ-1000/6—1,2/ В. М. Грушко, Л. Б. Ландкоф, В. В. Шолов и др. // Уголь Украины. — 2003. — № 6.

ШАХТНЫЙ ТРАНСПОРТ И ПОДЪЕМ

Н. П. БАБЕНКО, инж.
(ОАО ХМЗ "Свет шахтера")

ПРИВОД ЗАБОЙНОГО СКРЕБКОВОГО КОНВЕЙЕРА

Понятие "Привод забойного скребкового конвейера" требует глубокого знания характеристик рабочих машины — асинхронного двигателя, редуктора, защитной муфты, цепных приводных звездочек и контура. В забойных конвейерах пуск является определяющей рабочей фазой, на которую оказывает влияние множество факторов: загрузка и длина конвейера; коэффициент сопротивления движению цепи в верхней и нижней ветвях; угол падения пласта и направление транспортировки горной массы; ускорение предварительного натяжения цепи; разрыв во времени пуска головного и концевых приводов и др.

Звездочки приводов соединяются цепным контуром, поэтому пуск зависит от движущейся массы цепи, горной массы (продукта), маховых моментов и характеристик двигателей. При нормальном пуске конвейера головной привод воспринимает первым нагрузку, так как участок подтягиваемой скребковой цепи и расстояния до центра перемещаемой массы угля короче, чем до концевой привода. В дальнейшем нагрузка на головной и концевой приводы меняется, причем головной испытывает более сильную динамическую нагрузку. Однако через несколько секунд система приходит в статическое равновесие, о чем можно судить по характеру изменения частоты вращения и вращающихся моментов двигателей.

При пуске загруженного конвейера иногда возникает критическая ситуация так называемый "тяжелый пуск конвейера", когда статические нагрузки на компоненты привода значительно превышают динамические, что проявляется в быстром избыточном перегреве асинхронных двигателей. Для пуска перегруженного конвейера требуется особо высокий начальный пусковой момент, т. е. большой ток. Это вызывает быстрое падение напряжения в питающей сети и мгновенное снижение вращающего момента. Поступающая в систему электроэнергия преобразуется в тепловую и влечет за собой быстрый перегрев двигателей, конвейер затормаживается. Для таких условий необходимо, чтобы двигатели были надежно защищены и выключатели настроены на характеристики двигателей, а в электрической схеме должна быть предусмотрена терморезисторная защита.

Часто в решающий момент пуска конвейера не удается в полной мере использовать установленную мощность приводов из-за смещения нагрузки по разным внешним причинам: несогласованность одновременного включения головного и концевой приводов; несоответствие предварительного натяжения цепи требуемому усилию; различные нагрузки на верхнюю и нижнюю ветви; наличие неравномерно растянутых отрезков цепи. Это изменяет частоту вращения двигателей, и происходят перетоки мощности между головным и концевым приводами.

Рассмотрим характеристики двух электродвигателей мощностью по 160 кВт в диапазоне синхронной частоты вращения 1500 мин^{-1} , причем номинальная частота выбрана 1480 мин^{-1} . Если допуск номинального скольжения $\pm 20\%$, разница вращения роторов двигателей составит $\pm 4 \text{ мин}^{-1}$, но смещение вращающего момента между приводами достигнет 40%. Это свидетельствует о том, что концевой привод конвейера перегружен и тепловая защита двигателя постоянно будет отключаться.

Следует также учитывать влияние колебательных нагрузок тягового органа конвейера, вызываемых, например, разным шагом цепи, что приводит к асимметрии системы. Привод, по цепной звездочке которого движется более растянутый отрезок цепи, потребляет большую мощность, и происходит смещение мощности между приводами.

В нормальном режиме эксплуатации цепной контур тягового органа конвейера испытывает максимальную нагрузку на уровне движущих моментов двигателей. Поэтому для длительной работы лавного конвейера необходимо правильно выбрать калибр цепи. При эксплуатации конвейера в шахте часто появляются непредвиденные ситуации (пиковые нагрузки при вывале кровли или блокировке цепи), что сокращает его срок службы и отрицательно сказывается на коэффициенте использования. Для цепи это имеет такие последствия:

повреждение и обрыв звеньев, а значит, простой лавы и потери добычи угля;

усталость материала звеньев вследствие колебательных явлений и вызванных пиковыми нагрузками способствует разрушению элементов цепи;

в результате сильного торможения или блокировки цепи у привода из-за быстро вращающейся инерционной массы ротора электродвигателя возникает дополнительный вращающий момент, который еще более усиливается редуктором и создает условия для повреждения цепи. Мощности электродвигателей постоянно растут.

ОАО "Харьковский машиностроительный завод "Свет шахтера" на скребковых конвейерах, как правило, применяет односкоростные электродвигатели с воздушным охлаждением при мощностях 30; 55; 75 и 110 кВт, а при мощностях 140; 160; 200 и 250 кВт — водяное охлаждение. Номинальное напряжение электродвигателей 660/1140 В позволяет осуществлять пуск забойных конвейеров с помощью гидродинамических муфт.

Забойные конвейеры с приводом мощностью 2×200 и 2×250 кВт оборудуются двухскоростными двигателями с переключением полюсов и водяным охлаждением. Эти двигатели имеют лучшую пусковую характеристику, а малая частота вращения ротора особо необходима для предупреждения возникновения пиковых усилий на тяговом органе при запуске загруженного конвейера или при натяжении его цепи. Но двухскоростные электродвигатели требуют установки между редуктором и электродвигателем дополнительных механических пусковых устройств, предохранительных фрикционных муфт, настроенных на передачу определенного вращающего момента. У таких муфт момент расцепления должен быть выше опрокидывающего момента двигателя примерно на 30%. В этом случае достигается защита цепи от порывов и увеличивается ее срок службы, а приводных звездочек и элементов редуктора — от поломок; повышается коэффициент использования забойного конвейера и др.

При установке жестких конструкций муфт между редуктором и двухскоростным двигателем при пиковых нагрузках (об-

рушение кровли, стопорение цепи) вращающий момент при большей частоте вращения возрастает за счет инерционных масс ротора электродвигателя и усиливается дополнительно моментом жесткой муфты и самого редуктора в 6—9 раз по отношению к номинальному моменту двигателя. В результате происходят поломки цепи, зубьев звездочек, выходных валов редуктора и др.

Преимущества гидромуфт в приводах забойных конвейеров не вызывают сомнений, так как обеспечиваются пуск и разгон электродвигателей без нагрузки, сглаживается несимметрия между головным и концевым приводами, гарантируется щадящий режим для тяговых цепей, приводных звездочек и элементов приводных механизмов. Только благодаря гидромуфтам можно обеспечить прямой пуск загруженного конвейера с полной частотой вращения двигателя.

В шахтных условиях следует особое внимание обращать на правильное заполнение объема гидромуфт негорючей жидкостью в соответствии с параметрами шахтной электрической сети. Поскольку фактические характеристики в производственных условиях шахты неизвестны, то рекомендуется следующий метод, базирующийся на измерении потребляемого тока асинхронного электродвигателя при максимальном заполнении гидромуфты и ее блокировке со стороны редуктора. При запуске такого конвейера наибольший потребляемый двигателем ток I_{max} характеризует данный добычный участок по всем основным факторам, оказывающим влияние на пуск конвейера. Максимальный ток I_{max} надо умножить на коэффициент конфигурации привода K_p . При однодвигательном приводе $K_p=0,6$, при двухдвигательном $K_p=0,55$.

Полученный ток является опорным, характеризующим конвейерный привод и состояние электрической сети добычного участка шахты. После этого из переполненной гидромуфты постепенно сливают негорючую жидкость до тех пор, пока значение потребляемого тока не станет равным току I_c , характеризующему состояние электрической сети добычного участка. Текущий контроль степени наполнения гидромуфт осуществляется сравнением фактически потребляемого тока с током I_c .

Выводы. Для пуска конвейера необходимо обеспечивать включение приводного двигателя без нагрузки. Это возможно при наличии гидромуфты в приводном блоке. При существующих параметрах шахтных электрических сетей и конструкции двигателей повышение их мощности ограничено.

При эксплуатации привода конвейера с двухскоростными электродвигателями следует применять в приводном блоке регулируемые защитные фрикционные муфты, настроенные на определенный момент. При этом момент расцепления фрикционной муфты должен быть выше опрокидывающего примерно на 30%. Применение двухскоростного электродвигателя в приводе с жесткой муфтой нецелесообразно, так как возможно поломки элементов привода при перегрузках или стопорении цепи конвейера вследствие увеличения момента инерции вращающихся масс ротора при максимальной частоте двигателя, а также моментов инерции жесткой муфты и редуктора, превышающих номинальный момент двигателя в 6—9 раз.