

1st International Conference - Reliability and Durability
of Machines and Machinery Systems in Mining
1986 JUNE 16-18 SZCZYRK, POLAND

Виктор БИРЖКОВ

Министерство угольной промышленности СССР
Москва, СССР

Владимир ДВОРНИКОВ
Владимир ПРИСТРОМ

ВНИИГМ им. М.М. Федорова
Донецк, СССР

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ШАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ
КОМПЛЕКСОВ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ

Резюме. Обеспечение надёжной работы оборудования подъёмного комплекса в большой степени зависит от систематического надзора за его эксплуатационным состоянием. Важным условием обеспечения надёжной и безаварийной работы оборудования подъёмных установок является организация контроля плотности материала ответственных деталей с целью выявления усталостных трещин на ранней стадии их зарождения.

В статье рассматриваются различные виды систематического инструментального контроля основных параметров оборудования шахтных подъёмных установок в процессе эксплуатации:

- неразрушающий контроль деталей тормозных устройств подъёмных машин;
- ультразвуковой и магнитопорошковый метод контроля подвесных устройств;
- контроль тормозной тяги, основанный на использовании механических или электрических устройств, реагирующих на относительное угловое и поступательное смещение одной детали относительно другой;
- контроль методом акустической эмиссии таких узлов, как барабан подъёмной машины, подвесные устройства, копровые шкивы сварной конструкции и т.д.
- два способа оценки состояния стальных канатов: визуальный и инструментальный.

В статье предлагаются методики контроля состояний обмоток приводного электродвигателя и проводников жесткой армировки.

ВВЕДЕНИЕ

Шахтная подъёмная установка представляет собой совокупность подъёмной машины с электроприводом, аппаратуры управления, сигнализации и защиты, шкивов, подъёмных и уравновешивающих канатов, проводников, загрузочных и

разгрузочных устройств и другого вспомогательного механического и электрического оборудования.

К надежности работы всех видов оборудования, входящего в состав подъемной установки, предъявляются повышенные требования, так как непредвиденный отказ любого из них может полностью нарушить цикл горного производства и привести к человеческим жертвам.

Обеспечение надежной работы оборудования подъемного комплекса, особенно в условиях увеличения глубины стволов и интенсификации производственных процессов, в большей степени зависит от систематического надзора за его эксплуатационным состоянием. В связи с этим все большее практическое значение и актуальность приобретают вопросы, связанные с организацией контроля ответственных элементов оборудования подъемных установок и совершенствованием традиционных методов ведения технического обслуживания.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Решение проблемы оценки надежности механического оборудования подъемных установок имеет целый ряд специфических особенностей, вытекающих из индивидуального характера проектирования, изготовления и монтажа данного оборудования, большого срока его службы (иногда до нескольких десятилетий), стохастических свойств материалов деталей, случайного характера нагружений. Принятые в настоящее время методы оценки долговечности и работоспособности ответственных конструкций подъемных установок базируются, как правило, на линейной гипотезе накопления усталостных повреждений и на механических характеристиках материалов, полученных при простых схемах нагружения образцов (одноосное статическое или гармоническое растяжение, изгиб, кручение). Подобные теоретические расчеты для конструкций большого ресурса, работающих в условиях сложного нагружения, повышенной влажности и запыленности атмосферы, могут приводить к существенным ошибкам, величину которых трудно предсказать.

Поскольку в процессе эксплуатации многие ответственные детали оборудования подъемных установок подвергаются воздействию переменных во времени нагрузок, то наличие в материале детали различных дефектов или технологических концентраторов напряжений (галтельные переходы, посадочные места, шпоночные пазы и т.д.) вызывает образование магистральной трещины на сравнительно ранней стадии усталостного разрушения. Известно, что разрушение детали в этом случае не является мгновенным. Анализ аварий показывает, что большую часть времени своего срока службы детали работают при наличии и развитии в них дефектов. Даже хрупкое разрушение не происходит мгновенно, а занимает определенный промежуток времени с момента зарождения дефекта. Следовательно, важным условием обеспечения надежной и безаварийной работы оборудования подъемных установок является организация контроля сплошности материала ответственных деталей с целью выявления усталостных трещин на возможно ранней стадии их зарождения.

В подъемной установке к числу ответственных элементов, внезапный выход из строя которых может произойти по причине усталости металла, относятся следующие: детали привода и исполнительного органа тормоза, детали подвесных устройств подъемных сосудов, оси копровых шкивов. В процессе эксплуатации подъемной установки высокие требования предъявляются также к надежности головных канатов, проводников жесткой армировки, приводного электродвигателя.

2. НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ ДЕТАЛЕЙ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ПОДЪЕМНОЙ МАШИНЫ

При проектировании подъемной машины расчет деталей тормозного устройства производится из условия обеспечения пятикратного запаса прочности относительно предела текучести материала. При этом расчетной схемой предусматривается, что под действием внешних сил тормозного привода при заторможенной машине тормозные тяги работают на растяжение, а под действием сил тяжести подвижных элементов тормозного устройства при расторможенной машине тяги работают на сжатие. Именно такой характер нагружения и применяется в схеме расчета деталей тормоза на прочность.

В действительности же в процессе эксплуатации тормозные тяги дополнительно могут нагружаться изгибающими моментами. Причем изгибающий момент в плоскости исполнительного органа тормоза возникает вследствие действия сил трения в кинематических парах, а изгибающий момент в перпендикулярной плоскости — вследствие неточностей изготовления и монтажа тормозных балок, кинематических пар и несимметричным расположением упоров. Следовательно, тяги тормозных устройств подъемных машин в процессе эксплуатации могут подвергаться сложным деформациям.

Наиболее неблагоприятным является случай, когда силы трения в шарнирном соединении максимальны или более того — шарнир вообще не выполняет своего функционального предназначения, т.е. не обеспечивает возможности относительно углового перемещения сопрягаемых деталей. В этих условиях наличие в детали концентратора напряжений эксплуатационного или технологического характера приводит к появлению усталостной трещины, которая со временем развивается до величины, при которой статическая прочность остаточного сечения детали оказывается исчерпанной и при очередном срабатывании тормоза происходит внезапное её разрушение.

С целью своевременного предупреждения таких случаев на угольных шахтах СССР с 1975 года проводится неразрушающий контроль деталей тормозных устройств подъемных машин. Регламент и технология неразрушающего контроля определены отраслевым нормативно-методическим документом. Данным документом предусмотрен первоначальный контроль всех деталей, входящих в рычажно-шарнирный механизм тормозного устройства.

Поскольку все звенья кинематической цепи исполнительного органа тормозной системы подъемной машины рассчитываются на статическую прочность по тормозному моменту, равному утроенному статическому моменту на барабане подъемной машины с обеспечением пятикратного запаса прочности по пределу

текучности, то исходя из этих условий были определены наиболее нагруженные детали, в которых вероятность усталостных дефектов является достаточно высокой. Требования к контролю этих деталей являются более жесткими, чем к другим деталям. С целью выявления в них внутренних дефектов они подвергаются обязательному ультразвуковому контролю по всему объему.

На ультразвуковые метода контроля накладывают ограничения чистота поверхности контролируемой детали, её конфигурация и покрытие. Поэтому для повышения эффективности и надежности контроля этих деталей производится разумное сочетание нескольких методов контроля, как дополняющих друг друга. В частности, дополнительным методом контроля тормозных вертикальных и горизонтальных тяг, валиков шарнирных соединений, штоков является магнитопорошковый метод, с помощью которого выявляются поверхностные дефекты в галтелях, в резьбе, а также в участках перехода от резьбы к телу детали и т.д. Кроме того, резьбовые части тормозных тяг контролируются дополнительно также электромагнитным методом с помощью специально разработанных для этих целей дефектоскопов.

С целью предупреждения появления в тормозных тягах дефектов усталостного характера весьма важно обеспечить расчетный режим работы шарнирных соединений тормозного устройства, а именно - обеспечить минимальный уровень трения в шарнирных соединениях при работе тормоза. Традиционный метод контроля состояния шарнира - разборка узла и непосредственное измерение износа деталей штангенциркулем - является трудоемким и требует вывода подъема из эксплуатации. Более оперативным и дешевым является контроль, основанный на использовании механических или электрических устройств, реагирующих на относительное угловое и поступательное смещение одной детали относительно другой.

Напряженное состояние двух деталей, соединенных между собой шарнирно, зависит от изменения угла между звеньями кинематических пар. Рассматривая перемещение одного звена относительно неподвижного другого звена, установлено, что вне зависимости от направления действия силы, приложенной к шарниру, выявить максимальное относительное перемещение звеньев позволяет способ секущей. Данный способ осуществлен в компактном устройстве, содержащем емкостной датчик, кинематически связанные с ним магниты и электронный блок, обеспечивающий практически линейную зависимость емкости от перемещения. Если пластины датчика имеют круговую форму диаметром d то между площадью S перекрытия пластин и смещением их центров l существует зависимость

$$S + \left(\frac{d}{2}\right)^2 \left[\pi - \arcsin 2\left(\frac{l}{d}\right) \sqrt{1 - \left(\frac{l}{d}\right)^2} - 2\left(\frac{l}{d}\right) \sqrt{1 - \left(\frac{l}{d}\right)^2} \right]$$

3. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ПОДВЕСНЫХ УСТРОЙСТВ ПОДЪЕМНЫХ СОСУДОВ

Для подвесных устройств подъемных сосудов в процессе эксплуатации характерно прогрессивное ухудшение рабочих характеристик вследствие воздействия необратимых процессов, среди которых основными являются усталостное старение, износ, различные виды коррозионного старения. При спуско-подъемных операциях на детали подвесных устройств действуют циклические растягивающие нагрузки, величина которых зависит от интенсивности подъема (частота изменения знака нагрузки и пауз между ускорениями). Кроме того, на прочность деталей подвесных устройств заметное влияние оказывает также состояние проводников вертикального ствола. Нарушение прямолинейности проводников жесткой армировки вызывает колебания подъемного сосуда в горизонтальной плоскости. При неудовлетворительном состоянии шарнирных соединений подвесного устройства данные колебания вызывают переменные изгибные деформации кинематических звеньев данного устройства и отрицательно сказывается на состоянии участка головного каната в месте его входа в коуш, что может привести к усталостному разрушению как подвесного устройства, так и каната.

Учитывая чрезвычайную ответственность подвесных устройств, факт отсутствия усталостных повреждений в металле их деталей периодически проверяется одним из физических методов неразрушающего контроля. В условиях эксплуатации лучше всего зарекомендовали себя ультразвуковой и магнитопорошковый методы контроля. Оба метода не исключают, а взаимно дополняют друг друга, что позволяет повысить надежность и достоверность контроля.

Важным профилактическим мероприятием в деле повышения надежности эксплуатации подвесных устройств является также периодический контроль состояния их шарнирных соединений. Чрезмерный износ поверхностей трения деталей шарнира снижает запас прочности деталей, нарушает запроектированные условия трения, увеличивает удельные давления по сравнению с расчетными, ведет к росту динамических нагрузок и т.д. Отсутствие зазоров в шарнирном соединении отрицательно сказывается на усталостной прочности деталей подвесных устройств, о чем говорилось выше. Как и для тормозных устройств подъемных машин, оперативный контроль состояния шарнирных соединений подвесных устройств целесообразно осуществлять без их демонтажа с использованием соответствующих технических средств контроля.

4. УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ ОСЕЙ КОПРОВЫХ ШКИВОВ

В копровых шкивах наиболее ответственным элементом является ось, на которую в процессе эксплуатации действуют статические нагрузки от массы подъемных сосудов и канатов, создающие вследствие знакопеременного изгиба оси сложное напряженное состояние её и способствующие накоплению усталостных повреждений. Помимо значительных габаритных размеров оси копровых шкивов характеризуются большим количеством резких концентраторов напряжений (галтели, шпоночные пазы).

На металл подступичной части оси воздействуют также силы, вызванные на-прессовкой ступицы шкива. С течением времени на краях подступичной части образуется намят, вызванный прогибом оси, ослабляющий в этих местах прессовое соединение оси со ступицей шкива и создающий при вращении взаимное трение частиц металла. В зону намята со временем проникает влага, вызывающая коррозию металла, что значительно увеличивает концентрацию напряжений в этих местах. Это способствует зарождению усталостных трещин в подступичной зоне оси.

Анализ аварий, связанных с разрушениями осей копровых шкивов, показывает, что эксплуатационная надежность этих изделий определяется сопротивлением усталости. Поэтому с целью современного выявления усталостных дефектов в угольной промышленности СССР с 1979 года проводится ультразвуковая дефектоскопия осей копровых шкивов непосредственно на месте их установки.

Действующей в отрасли нормативно-методической документацией предусмотрено выявление поперечных усталостных трещин в сечениях оси по галтели шейки подшипника и в зоне намята подступичной части оси. Ультразвуковой контроль галтели шейки оси с подшипниками качения осуществляется только с торца оси нормальным искателем, а галтели шейки оси с подшипниками скольжения дополнительно контролируются наклонным искателем с углом призм 40° с цилиндрической поверхности шейки оси.

Контроль оси под ступицей в зоне намята может осуществляться с торца оси с помощью наклонных искателей с углом призмы 10° - 13° . Данным методом могут быть выявлены только достаточно глубокие трещины. Выявление более мелких трещин вполне надежно обеспечивается нормальным искателем специальной Г-образной формы, устанавливаемым на торцевой поверхности ближайшей к ступице промежуточной оси. Кроме того, подступичная зона осей, имеющих сложную цилиндрикоконическую форму, достаточно надежно прозвучивается наклонным искателем с углом призмы 50° , устанавливаемым на конической поверхности оси.

5. АКУСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ОБОРУДОВАНИЯ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

Следует отметить, что применение традиционных методов неразрушающего контроля (ультразвуковые, магнитопорошковые) ответственных элементов шахтных подъемных установок более эффективно в процессе изготовления или, по крайней мере, капитального ремонта оборудования. Применение их в условиях эксплуатации менее эффективно и во многих случаях не удовлетворяет возросшим требованиям к надежности конструкции.

Вместе с тем от многих недостатков традиционных методов контроля свободны методы, основанные на измерениях и анализе параметров акустической эмиссии. Относительная простота аппаратуры и реализации, оперативность контроля, возможность обнаружения дефектов малых размеров, а также дефектов, находящихся в труднодоступных местах, дают основание считать метод контроля и технического диагностирования с использованием метода акустической эмиссии

весьма перспективным. Этим методом представляется возможным контролировать без вывода подъемной установки из эксплуатации такие узлы как барабан подъемной машины, подвесные устройства, копровые шквы сварной конструкции и др.

Общая схема контроля заключается в следующем: подъемная установка подвергается контрольному нагружению в пределах 1,1 от рабочей нагрузки (например, поднятием соответствующего груза). При этом фиксируются сигналы акустической эмиссии, по которым принимается решение о наличии развивающихся дефектов. Если сигналы появляются при значениях нагрузки, меньшей чем рабочая, это означает, что имеющийся дефект не только увеличился за период эксплуатации, но и развился при контрольном нагружении. При возникновении сигналов акустической эмиссии требуется или устранение дефектов, или проведение дополнительного контроля другими методами.

6. КОНТРОЛЬ ГОЛОВНЫХ КАНАТОВ

Канаты работают в исключительно тяжелых условиях: агрессивная среда, резкие перепады температур (особенно в зимний период), знакопеременные механические нагрузки, изгибы, окручивание и т.д.

На многих вертикальных подъемных установках в настоящее время распространены два способа оценки состояния стальных канатов: визуальный и инструментальный. При визуальном способе контролируют оборванные проволоки на лаге оковки, измеряют диаметр каната, осматривают состояние прядей каната. Инструментальный способ контроля осуществляется с использованием прибора, работа которого основана на измерении величины индуктивности датчика при протягивании через него каната относительно величины эталонной индуктивности (перед измерением прибор настраивают по эталонному не подвергнутому износу участку каната). Прибор позволяет проводить измерения как при движении каната подъемных установок, так и на неподвижных канатах. С помощью прибора можно контролировать износ круглых канатов всех типов и конструкций, в том числе неготовленных из оцинкованной проволоки. На поверхности, в неаварийных условиях возможно подключение самопишущего прибора, регистрирующего показания измерения.

В перспективе дефектоскопия стальных канатов подъемных установок возможна с помощью комплекса, выполняющего: контроль состояния канатов одним или несколькими физическими методами непрерывно во время работы или периодически на рабочих скоростях подъемной установки; сигнализацию и защитное отключение подъемной установки при достижении канатом аварийного состояния; замер и регистрацию нагрузки (тягового усилия) каната по уровням и продолжительности нагрузки; запись состояния каната с выдачей данных на ЭВМ, анализ и оценку состояния. Сомнительные места должны быть проверены более тщательно при меньшей скорости движения каната.

Важным условием обеспечения безопасной эксплуатации многоканатных подъемных установок и повышения срока службы их канатов является равномерность

распределения нагрузки между канатами, которая определяется разницей в длинах каната и разницей в длинах навивочных поверхностей шкива трения. Влияние первого фактора наиболее ощутимо при нижнем положении подъемного сосуда, а влияние второго фактора наиболее заметно при верхнем положении сосуда. Сведение до минимума влияние первого фактора достигается путем перипандировки канатов в коушах, а второго фактора — путем проточки футеровки шкива трения. В настоящее время качество выполнения работ по выравниванию усилий канатов существенно повышено за счет разработки и применения инструментальных методов контроля натяжения канатов при нахождении подъемного сосуда как в верхней части ствола, так и в нижней, а также определения длин окружностей желобов канатопроводящего шкива трения как косвенными методами, так и с помощью специального устройства.

7. КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ОБМОТКИ ПРИВОДНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Эффективность эксплуатации подъемного комплекса в значительной мере зависит также от надежности работы приводного электродвигателя. Во многих двигателях наиболее слабым местом являются паяные соединения обмоток ротора. Признаком дефективности такого соединения является повышенная температура его во время работы. Выявить такой признак на ранней стадии развития дефекта традиционными органолептическими примерами практически невозможно. Но, поскольку дефект проявляется в виде роста температуры, то представляется возможным осуществить инструментальный контроль состояния соединений обмоток электродвигателя с использованием серийно выпускаемых бесконтактных пирометров.

К моменту отключения питания электродвигателя, каждое соединение имеет свою установившуюся температуру перегрева Θ_y . При прекращении подвода тепла в результате отключения питания температура соединений будет непрерывно понижаться по следующей зависимости

$$\Theta_1 = \Theta_y e^{-\frac{t}{T}}$$

где:

Θ — текущая температура охлаждаемого соединения;

T — постоянная времени охлаждения;

t — текущее время.

Путем сравнения текущего значения температур соединений обмоток с температурой "базовой" обмотки выявляются соединения, имеющие наиболее высокую температуры. Рабочая температура этих соединений определяется по формуле:

$$\Theta_y = \Theta_1 \left(\frac{\Theta_1}{\Theta_2} \right)^{\frac{t_1}{t_2 - t_1}}$$

где:

- ⊙₁ - температура перегрева соединения в момент времени t_1 после остановки двигателя;
- ⊙₂ - температура перегрева соединения в момент времени t_2 .

Методика контроля состоит в следующем. После остановки электродвигателя одним пирометром постоянно измеряют текущую температуру произвольно выбранного "базового" соединения. Вторым пирометром последовательно измеряют температуру остальных соединений, каждый раз сравнивая измеренную температуру с текущим значением температуры "базового" соединения, по результатам этого сравнения определяют наиболее нагретые детали, текущее время момента измерения фиксируют только при измерении температуры этих соединений в различные моменты времени и по данным этих измерений определяют их рабочую температуру и исправность.

8. КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ПРОВОДНИКОВ ЖЕСТКОЙ АРМИРОВКИ

На угольных шахтах СССР самым распространенным видом армировки вертикальных стволов является жесткая с рельсовыми проводниками. Повышение качества и достоверности технического обслуживания армировки может быть достигнуто только при условии организации непрерывного или периодического контроля определенных параметров, характеризующих состояние проводников.

Выбор параметров, характеризующих техническое состояние проводников жесткой армировки, может быть произведен из условий, что для безопасной эксплуатации подъемной установки жесткая армировка должна обеспечивать:

- надежную кинематическую связь направляющих устройств подъемных сосудов с проводниками в любой точке вертикального ствола на всех режимах работы подъемной установки;
- исключение возможности касания подъемными сосудами друг друга, элементов крепи или элементов крепления проводников к расстрелам в любой точке ствола;
- минимум динамических нагрузок на проводники при движении подъемных сосудов по стволу с максимальной нагрузкой и скоростью.

Состояние кинематической связи сосуда с проводниками двустороннего расположения полно характеризуется величиной лобового зазора между направляющими башмаками и проводниками.

В связи с возможностью искривления проводников вследствие влияния горного давления и эксплуатационных нагрузок на армировку ствола контроль данных зазоров должен осуществляться по всей глубине ствола.

Практическое решение данной задачи в настоящее время не представляется возможным по целому ряду причин технического и экономического характера. Во-первых, это объясняется сложностью создания достаточно простого устройства, с помощью которого можно было бы оперативно осуществлять непосредственное измерение зазоров при движении подъемного сосуда по стволу. Во-вторых,

в процессе эксплуатации данный параметр изменяется сравнительно быстро вследствие интенсивного износа рабочих поверхностей направляющих башмаков. Следовательно, периодичность его контроля должна быть достаточно высокой, что потребует соответствующих затрат времени на выполнение работы.

Вместе с тем состояние кинематической связи сосуда с проводниками вполне надежно может быть охарактеризовано величиной отклонения ширины колеи проводников её проектного значения.

Данный параметр самым непосредственным образом отражается на безопасности эксплуатации подъемной установки, так как в случае уширения колеи создаются предпосылки для выхода подъемного сосуда из проводников, а в случае её сужения может произойти опасное заклинивание подъемного сосуда. Заклинивание сосуда создает аварийную ситуацию, связанную с одной стороны с возникновением ударной нагрузки на головной канат и возможностью его обрыва при подъеме сосуда, а с другой стороны — с напуском каната в ствол при спуске сосуда.

Достоинством данного параметра является также то обстоятельство, что на него не влияет износ направляющих башмаков, поэтому во времени он более стабилен и в связи с этим нет необходимости контролировать его с такой же периодичностью, как величину зазора между башмаками и проводниками. Кроме того, контроль ширины колеи может осуществляться с помощью простых устройств в виде набора телескопических измерительных штанг с отсчетным устройством или в виде кареток с резистивными датчиками, соединенными между собой электрически.

В общем случае отклонение ширины колеи от проектной для проводников двустороннего расположения в любом сечении ствола в процессе эксплуатации можно представить в виде

$$\Delta L = L_{\phi} - L_{\text{пр}} = \Delta n_1 + \Delta n_2 + \Delta$$

где

- L_{ϕ} — фактическая ширина колеи;
- $L_{\text{пр}}$ — проектная ширина колеи;
- $\Delta n_1, \Delta n_2$ — износ, соответственно первого и второго проводника в любом направлении;
- Δ — величина, учитывающая изменение ширины колеи за счет строительно-монтажных погрешностей и искривления проводников под воздействием горного давления и эксплуатационных нагрузок.

Допустимое уширение колеи проводников $|\Delta L|$ из условия обеспечения гарантированного перекрытия проводников направляющими башмаками скольжения с учетом динамического прогиба проводников, максимального износа башмаков, а также нормы точности на производство измерений может быть представлено в виде следующего выражения:

$$|\Delta L| = s - (\Delta_B + 2\Delta_0 + \Delta_{\text{дин}} + \Delta_{\Gamma}) - (2\delta_{\text{п}} + 2\delta_0 + \delta_B),$$

где:

- S - глубина зева банмака скольжения;
 Δ_B - максимально допустимый износ в лобовом направлении банмака скольжения;
 Δ_0 - первоначальный зазор в лобовом направлении между новыми банмаками и проводниками;
 $\Delta_{дин}$ - динамический упругий прогиб проводника;
 $\Delta_{г}$ - гарантированное перекрытие проводника банмаком;
 $\delta_{ш}, \delta_0, \delta_B$ - неогрениность измерения соответственно износа проводника, банмака и первоначального зазора Δ_0 .

Следует иметь ввиду, что полученный норматив допустимого умирения колеи справедлив лишь в том случае, если износ проводника при этом не превысил допустимого значения. Следовательно, износ проводника является вторым параметром, подлежащим контролю при эксплуатации подъема.

На условие некасания подъемного сосуда о элементы армировки влияет износ проводников и износ банмаков, т.е. износ банмаков является третьим параметром, определяющим техническое состояние армировки при эксплуатации.

Контроль двух последних параметров может осуществляться в статическом режиме с использованием как механических устройств дискретного действия, так и с помощью устройств, позволяющих осуществить непрерывное измерение данных параметров по глубине зова.

Уровень динамических нагрузок, передаваемых на армировку при движении подъемного сосуда по отводу, зависит при прочих равных условиях от искривленности проводников. Для объективной оценки параметров, характеризующих искривленность проводников, контроль их должен осуществляться в динамическом режиме. Такой контроль по сравнению с традиционным, основанным на регистрации статического состояния профиля проводников, более эффективен как с точки зрения его достоверности и более ясного понимания процесса взаимодействия подъемного сосуда с проводниками, так и с точки зрения его экономичности в смысле затрат времени на проведение обследования армировки. При этом параметром, характеризующим искривленность проводников, могут служить силы взаимодействия подъемного сосуда с проводниками, определяемые как непосредственно, так и косвенно через другие физические величины, характеризующие данный динамический процесс.

Для реализации метода, основанного на непосредственном измерении динамических нагрузок, используются силосизмерительные банмаки. Недостатком метода является то, что он не является достаточно оперативным, так как для его осуществления требуется иметь специальные силосизмерительные банмаки, которые необходимо устанавливать на подъемном сосуде взамен обычных рабочих направляющих банмаков. Данный метод более приемлем для исследовательских целей.

Поскольку процесс взаимодействия сосуда с проводниками проявляется в виде горизонтальных колебаний сосуда, то в общем случае задача оценки искривленности проводников может быть сведена к задаче анализа горизонтальных колебаний подъемного сосуда. Сложность её решения состоит в том, что ударные

импульсы, вызванные взаимодействием сосуда о неровность на маршруте его движения (искривленность проводника), могут маскироваться на фоне колебаний, обусловленных переменной жесткостью проводников. Однако эти трудности вполне разрешимы выбором соответствующего метода регистрации и обработки информации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Систематический инструментальный контроль основных параметров оборудования шахтных подъемных установок в процессе эксплуатации позволит своевременно прогнозировать возможную неисправность и предотвратить наступление аварийной ситуации, сократить затраты времени на техническое обслуживание, снизить объем ремонтных работ за счет своевременного осуществления профилактических мероприятий, увеличить срок службы оборудования.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Jerzy ANTONIAK

Wpłynęło do Redakcji: luty 1986 r.

ZWIĘKSZENIE NIEZAWODNOŚCI EKSPLOATACJI KOPALNIANYCH MASZYN MASZYN WYCIAGOWYCH SZYBÓW PIONOWYCH

S t r e s z c z e n i e

Zapewnienie niezawodności pracy wyposażenia zespołu wyciągowego w dużej mierze zależy od jego systematycznego nadzoru w czasie eksploatacji. Ważnym warunkiem zapewnienia niezawodności i bezawaryjności urządzeń wyciągowych jest organizacja kontroli jakości materiału głównych detali w celu wykrycia pęknięć zmęczeniowych we wczesnym stadium ich powstawania.

W artykule rozpatrywane są różne rodzaje systematycznej kontroli głównych parametrów wyposażenia kopalnianych urządzeń wyciągowych w procesie eksploatacji:

- niezakłócająca kontrola elementów urządzeń hamulcowych maszyn wyciągowych,
- ultradźwiękowa i magnetycznoproshkowa metoda kontroli zawiesi,
- kontrola ciągną hamulcowego oparta na wykorzystaniu urządzeń mechanicznych lub elektrycznych, reagujących na względne przesunięcie kątowe lub liniowe jednego elementu względem drugiego,
- kontrola metodą emisji akustycznej takich zespołów, jak: bęben maszyny wyciągowej, zawiesia, koła pędne konstrukcji spawanej itd.,
- dwa sposoby ocen, stanu lin stalowych: wizualny i narzędziowy.

W artykule proponowane są metodyki kontroli stanu uzwojeń silnika napędowego i przewodników.

INCREASE OF RELIABILITY OF EXPLOITATION OF
HOISTING MACHINES IN VERTICAL SHAFTS

Summary

Securing the reliability of the operation of a hoisting system depends to a greater extent on its regular supervision during exploitation. A very important condition of securing the reliability and failure-free operation of hoisting machines is the proper organization of the control of the quality of details in order to find out fatigue cracks at an early stage.

The paper discusses different kinds of regular control of main parameters of hoisting machines during the process of exploitation:

- not interfering check of the details of hoisting machines,
- ultrasonic and magnetic method of suspension,
- the control of brake rod based on the use of mechanical or electrical equipment which reacts to relative angular or linear displacement of one element in relation to another,
- the control by the method of acoustic emission of such systems as: the drum of a hoisting machine, suspensions, Koepe pulley, etc.,
- two methods of estimating the state of steel ropes: visual and with the help of tools.

The paper suggests methodology of controlling the state of winding of a during motor and of a shaft guide.