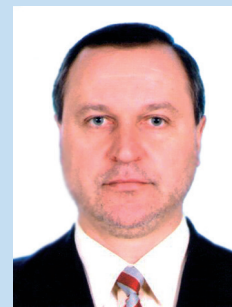


УДК 622.23.05



А.В. Анисимов,
начальник отдела
продаж (экспорт),
aanisimov@intron.ru



И.И. Шпаков,
начальник группы
экспертизы и разработки
технологий НК

Общество с ограниченной ответственностью «ИНТРОН ПЛЮС» (г. Москва, Россия)

МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КАНАТОВ ШАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

Мақалада шахталық көтерім қондырғылары болат арқандарын мониторинглауды дамытудың негізгі бағыттары қарастырылған және оны қолдану мысалдары келтірілген.

В статье рассмотрены основные направления развития мониторинга стальных канатов шахтных подъемных установок и приведены примеры его применения.

In the article the basic directions of development of monitoring winders, hoisting systems and provides examples of its use.

Түйінді сөздер: мониторинглау, қимасын жоғалту, жергілікті бүлініс, шахталық көтерім қондырғысы, болат арқандар дефектоскопы.

Ключевые слова: мониторинг, потери сечения, локальный дефект, шахтная подъемная установка, дефектоскоп стальных канатов.

Key words: monitoring, loss section of local defects, mine hoist installation flaw of steel ropes.

Мониторинг технического состояния канатов – наблюдение (периодическое, непрерывное) за состоянием каната для определения и предсказания момента перехода его в предельное состояние в соответствии с нормативными документами (критериями браковки). Система мониторинга каната характеризуется наличием устройства автоматической интерпретации измеренных дефектоскопом параметров для принятия решения о фактическом техническом состоянии каната и возможности его дальнейшей эксплуатации.

Среди задач, стоящих перед горнодобывающей промышленностью Казахстана, важное место занимает проблема дальнейшего совершенствования диагностики шахтных подъемных комплексов. Поэтому в последнее время достигнут значительный прогресс в оснащении горнодобывающих предприятий оборудованием для неразрушающего контроля и диагностики стальных

канатов. В данной статье рассмотрены основные направления развития мониторинга технического состояния канатов шахтных подъемных установок (ШПУ).

В настоящее время во многих странах мира для контроля состояния стальных канатов ШПУ применяется подход, основанный на периодических инструментальных обследованиях. Периодичность таких обследований зависит от многих факторов и, обычно, регламентируется специальными нормативными актами и документами. В Казахстане нормы браковки канатов и периодичность обследования приведены в «Требованиях промышленной безопасности при ведении работ подземным способом», утвержденных приказом Министра по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан №132 от 25 июля 2008 года. В этом документе предусмотрено проведение периодического инструментального контроля канатов, эксплуатирующихся

в вертикальных стволах, на людских и грузоподъемных подъемах в наклонных выработках, а также тормозных, проводниковых, отбойных и уравнивающих канатов и канатов для подвешивания

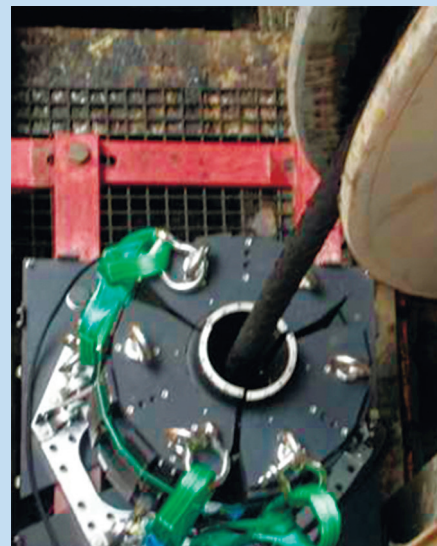


Рис. 1. Установка магнитной головки на подшипниковой площадке.



Рис. 2. Проведение одновременного контроля двух канатов.

проходческого оборудования, спасательных лестниц. В условиях эксплуатации каната, если значение потери сечения (ПС) от износа или коррозии превышает допустимые нормы или количество обрывов проволок, локальных дефектов (ЛД) на шаге свивки каната превышает допустимый уровень, то канат должен быть заменен на новый.

В связи с тем, что периодический инструментальный контроль канатов, особенно на многоканатных ШПУ, занимает значительное время, возникла необходимость сокращения временных затрат на проведение неразрушающего контроля канатов и разработки систем, осуществляющих одновременный контроль всех канатов многоканатной ШПУ или мониторинг состояния шахтных канатов.

Известно несколько компаний, занимающихся разработкой систем мониторинга шахтных канатов. Например, компания Ansys Limited из ЮАР специализируется на разработке промышленных электронных систем, в частности, разрабатывает военные системы, системы диагностики и сигнализации для железных дорог и другие. Недавно компанией разработан и установлен на золотодобывающей шахте «Moab Khotson» в провинции Гаутенг опытный образец системы мониторинга канатов. Система включает в себя несколько магнитных головок с блоками управления, установленных на отдельных канатах, каналы передачи измерительных данных,

систему обработки данных на основе рабочей станции. На рис. 1 показана магнитная головка, установленная на подшивной площадке.

Основным критерием браковки каната выступает плотность обрывов проволок. Планировалось, что система обработки будет обнаруживать локальные дефекты, оценивать количество обрывов проволок и выдавать оператору сигнал, соответствующий состоянию каната. В случае превышения заданного критерия браковки будет проводиться дополнительное обследование каната и приниматься решение о прекращении или продолжении эксплуатации каната. Хочется отметить, что в настоящее время отсутствует общедоступная информация о работоспособности данной системы и, особенно, о пороге чувствительности данной системы мониторинга к обнаружению единичных обрывов проволок каната.

Китайская компания Luoyang BECOT Friction Material Co Ltd. установила на шахте в г. Лоян (Китай) систему одновременного контроля двух или четырех канатов шахтной подъемной установки (рис. 2). Система располагается на нулевой отметке шахтного ствола у приводного барабана. В системе используется два или четыре дефектоскопа «ИНТРОС» производства ООО «ИНТРОН ПЛЮС» (Россия). Контроль канатов осуществляется попарно или сразу

четыре. Информация о состоянии канатов регистрируется в записывающем устройстве и доступна для анализа на персональном компьютере с помощью программного обеспечения Wintros.

Компанией «ИНТРОН ПЛЮС» по заказу ООО «Горные машины – Донецкгормаш» (г. Донецк, Украина) была разработана и установлена система одновременного контроля головных канатов подъемного комплекса главного ствола и разработана соответствующая методика.

Для проведения одновременного контроля четырех головных канатов диаметром 50,5 мм, изготовленных по ГОСТ 7668-80 четырехканатной подъемной машины со шкивом трения, применяют четыре дефектоскопа «ИНТРОС» с магнитными головками МГ 24-64 МЗ. Электронные блоки (ЭБ) четырех дефектоскопов соединяются с четырьмя магнитными головками (МГ) посредством кабелей.

МГ дефектоскопов навешиваются на канаты, как показано на рис. 3. Поскольку одновременно работают четыре дефектоскопа, то ЭБ всех дефектоскопов размещаются в одном месте в специальном кейсе для удобства визуального наблюдения специалистом неразрушающего контроля текущих показаний каждого ЭБ в процессе контроля.

Магнитная дефектоскопия всей длины головных канатов проводится при установке МГ дефектоскопов



Рис. 3. Навеска МГ при одновременном контроле четырех канатов на отметке 22 м.



Рис. 4. Применение дефектоскопа «ИНТРОС-АВТО» для мониторинга состояния талевого каната буровой установки.

на канаты на отметке 22 м в здании главного ствола. Место установки дефектоскопов на головные канаты и размещение персонала, проводящего контроль, предварительно было подготовлено к проведению дефектоскопии. Контроль всей длины головных канатов при установке МГ на отметке 22 м в здании главного ствола проводится при навеске МГ на канаты: сначала со стороны одного скипа, а потом, симметрично, – другого.

Для проведения одновременного контроля четырех головных канатов подъемной машины главного ствола применяется специально разработанное механизированное устройство хранения, навески и крепления четырех МГ на головные канаты.

В представленных последних двух примерах показана процедура периодического одновременного контроля канатов шахтных подъемных установок с применением дефектоскопов «ИНТРОС». Данный подход существенно сокращает время на проведение контроля канатов и, условно, может называться мониторингом состояния канатов.

В 2013 г. специалистами компании «ИНТРОН ПЛЮС» разработан дефектоскоп «ИНТРОС-АВТО». Основное отличие данного дефектоскопа от других – наличие

системы автоматической интерпретации данных, полученных в процессе контроля каната. В этом случае не требуется использовать высококвалифицированный персонал по интерпретации результатов контроля. Система автоматически определяет критичность обнаруженных дефектов и возможность дальнейшей эксплуатации каната. Для этого перед применением данного дефектоскопа проводится его настройка в соответствии с критериями браковки конкретного каната и объекта контроля.

Первоначально потребителями данного автоматизированного дефектоскопа стали буровые компании. Дефектоскоп «ИНТРОС-АВТО» с 2014 г. успешно применяется для контроля талевых канатов в ООО «Газпром бурение», ООО «Интегра-Бурение», ООО «Буровая компания «Евразия» (рис. 4).

Автоматизированный дефектоскоп «ИНТРОС-АВТО» реализует магнитный вид неразрушающего контроля и состоит из магнитной головки (МГ) и блока управления и индикации (БУИ), соединенных кабелем. Габариты БУИ – не более 310 × 147 × 114 мм, масса не более 3 кг. Габариты МГ – не более 400 × 182 × 185 мм, масса не более 20 кг для контроля каната диаметром до 38 мм (рис. 5).

«ИНТРОС-АВТО» позволяет проводить контроль канатов при скорости от 0,3 м/с до 3,0 м/с. Порог чувствительности к обрывам проволок каната с эквивалентным значением ПС не более 1% в одном сечении. Диапазон измерения относительной ПС каната по металлу (0...20)%. Предел абсолютной погрешности измерения ПС не более 2% [1].

Питание БУИ «ИНТРОС-АВТО» осуществляется от внешнего источника питания постоянного тока напряжением 12 В. Подключение БУИ к внешнему компьютеру для передачи результатов контроля осуществляется по радиointерфейсу WiFi или по RS 485. «ИНТРОС-АВТО» имеет взрывозащищенное исполнение. Степень защиты от проникновения воды, пыли соответствует IP66 для МГ и IP65 для

БУИ. Браковка каната дефектоскопом «ИНТРОС-АВТО» производится по двум критериям:

- превышение браковочного уровня потери сечения каната;
- превышение количества оборванных проволок на заданной длине каната.

«ИНТРОС-АВТО» отображает результат контроля на световых индикаторах БУИ и выдает звуковую сигнализацию при превышении порога срабатывания по любому из двух проверяемых критериев. Интерпретация диагностических данных контроля каната производится БУИ автоматически. Результаты автоматической диагностики представляются в виде сигналов световых индикаторов БУИ:

- зеленый – канат исправен;
- желтый – количество обнаруженных дефектов близко к критическому, но допустимо;
- красный – количество обнаруженных дефектов превысило критический уровень.

Дефектоскоп «ИНТРОС-АВТО» имеет свидетельство об утверждении типа средств измерения и соответствует требованиям Технического регламента Таможенного союза «О безопасности машин и оборудования» (ТР ТС 010/2011) и Технического регламента Таможенного союза «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах» (ТР ТС 012/2011).



Рис. 5. Магнитные головки и блок управления и индикации дефектоскопа «ИНТРОС-АВТО».

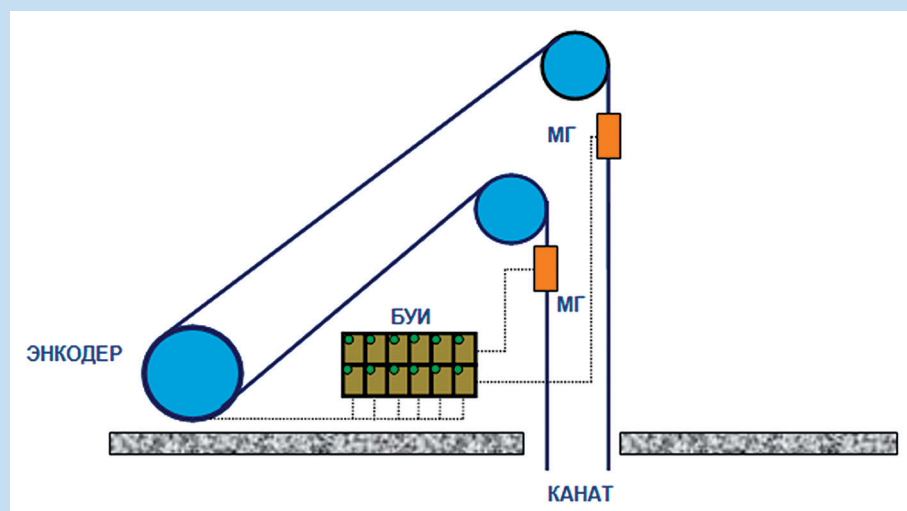


Рис. 6. Схема системы мониторинга шестиканатной ШПУ.

В настоящее время ООО «ИНТРОН ПЛЮС» ведет разработку системы мониторинга головных канатов подъемного комплекса главного ствола для компаний «Уралкалий» и «ЕвроХим-ВолгаКалий» на базе дефектоскопа «ИНТРОС-АВТО» 2.

Например, для шестиканатной подъемной машины в компании «ЕвроХим-ВолгаКалий» планируется стационарное размещение двенадцати МГ дефектоскопа «ИНТРОС-АВТО», расположенных на подшивных площадках шахтного ствола, для одновременного мониторинга технического состояния всей длины шести канатов подъемной установки. Все МГ соединены с двенадцатью БУИ, расположенными в кабине машиниста подъема. МГ устанавливают стационарно на подшивных площадках шахтного ствола и надежно крепят к стационарным конструкциям. МГ будут постоянно находиться на

канатах в процессе всех технологических режимов работы шахтной подъемной машины. Смещение каната в горизонтальной плоскости относительно оси ручья шкива не должно превышать 15 мм. Это требование достижимо, так как биения каната в подшивном пространстве минимальны.

БУИ устанавливают в кабине машиниста подъемной установки, подключают к МГ при помощи кабеля и подключают кабель от энкодера системы управления подъемной машины. БУИ обеспечивает передачу регистрируемых данных на внешний компьютер или компьютер машиниста подъемной установки по радиointерфейсу WiFi или при помощи кабеля RS 485.

В процессе контроля машинист подъема следит за показаниями световых индикаторов БУИ и на основе этих показаний принимает решение о дальнейшей эксплуатации

каната. БУИ осуществляет автоматическую регистрацию обнаруженных сигналов от дефектов каната, индикацию информации о наличии и критичности дефектов и хранение данных мониторинга.

Периодичность проведения контроля канатов (мониторинга) определяется в соответствии с утвержденным Техническим регламентом предприятия по надзору за техническим состоянием канатов и Федеральными нормами и правилами. Схематичное представление системы мониторинга технического состояния канатов показано на рис. 6.

Важное значение имеет тот факт, что при эксплуатации системы мониторинга технического состояния канатов шахтных подъемных установок не требуется привлечения высококвалифицированного персонала по проведению неразрушающего контроля, что позволит существенно сократить расходы предприятия.

Приведенные примеры использования системы мониторинга технического состояния канатов шахтных подъемных установок являются перспективным направлением развития систем диагностики, позволяющим существенно сократить время инструментального контроля канатов, уменьшить влияние человеческого фактора и, как следствие, повысить безопасность и безаварийность эксплуатации ШПУ, а также обеспечить экономическую эффективность работы предприятий горнодобывающей и нефтяной промышленности Казахстана.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дефектоскоп для мониторинга стальных канатов автоматизированный ИНТРОС-АВТО. Технические условия. ЛАВБ 411001.013 ТУ.
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых». Нормативные документы в сфере деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. Серия 03. Выпуск 78.

Статья публикуется по рекомендации заместителя главного редактора, доктора технических наук Л.А. Крупника