

Дефектоскопия стальных канатов шахтных подъемов

*А.М. ИЛЬИН, В.Н. АНТИПОВ (Госгортехнадзор России),
М.Н. БОГДАНОВ, В.М. ГОЛУБЧИКОВ, О.Ю. ВЕЙДЕ (Норильский горно-металлургический комбинат)*

Шахтные подъемные установки относятся к опасным производственным объектам, на которые распространяется действие Федерального закона “О промышленной безопасности опасных производственных объектов” (от 21.07.97 №116-ФЗ). По состоянию на август 1999 г. в горнорудной и угольной отраслях промышленности России эксплуатируется более 3 тыс. шахтных подъемов разных типов. Статистические данные по аварийности и травматизму на них, приведенные к объемам производства, показывают тенденцию к росту их за последние 10 лет. Главные причины этого — ухудшение производственной и исполнительской дисциплины, утрата отраслевого управления и координации работ по вопросам промышленной безопасности, старение и неудовлетворительное состояние основных фондов, приостановка внедрения передовых технологий и оборудования, недостаточность инвестиций и материально-технического обеспечения предприятий, снижение квалификации персонала.

Безопасность эксплуатации шахтных подъемных установок в значительной степени определяется состоянием применяемых в них стальных канатов, требования к которым в России определены правилами безопасности ПБ 06-111—95. В них предусмотрен периодический инструментальный контроль (включая дефектоскопию) подъемных канатов, эксплуатирующихся в вертикальных стволах, на людских и грузоподъемных подъемах в наклонных выработках, а также тормозных, проводниковых, отбойных и уравновешивающих канатов и канатов для подвешивания проходческого оборудования, спасательных лестниц. При обнаружении потери сечения каната от износа или коррозии, превышающей допустимые нормы, а также обрывов проволок, количество которых на шаге свивки превышает допустимый уровень, канат должен заменяться новым. Преждевременная замена каната, степень износа которого не достигла критической, приводит к неоправданным дополнительным затратам, которых стремятся избежать предприятия.

В соответствии с правилами канаты должны также подвергаться осмотру при скорости движения не более 0,3 м/с, периодичность его зависит от назначения каната и может быть от месяца до суток.

Важная составляющая обеспечения безопасной эксплуатации канатов — их прочностные испытания на канатно-испытательных станциях (КИС). Отрезки канатов подвергаются испытаниям на КИС перед навешиванием каната, а затем — повторно через каждые 3, 6 или 12 мес., в зависимости от его назначения.

Все три метода контроля за состоянием канатов взаимно дополняют друг друга, обеспечивают необходимую безопасность их эксплуатации при тщательном

соблюдении требований к организации и процедурам контроля. Очевидно, что осмотр и дефектоскопия относятся к неразрушающим методам контроля канатов, а испытания на КИС — к разрушающим.

Осмотр каната (визуальный контроль) — наиболее прост в реализации, дает прямые результаты и поэтому широко применяется. Конечно, он имеет недостатки. Главный из них — невозможность количественной оценки степени износа. Предельно допустимое значение потери сечения каната по металлу — один из базовых критериев браковки канатов, другой — предельно допустимое значение количества обрывов проволок на шаге свивки. Визуальный контроль не позволяет обнаруживать обрывы проволок внутри каната.

Разрушающие испытания отрезков каната на КИС определяют его прочность, т.е. дают прямой результат. Однако этот результат относится не ко всему канату, а только к испытанному отрезку. Для повторных испытаний отрезают кусок каната (обычно почти не подвержен фрикционному износу, так как не контактирует ни с барабаном, ни со шкивами) длиной не менее 1,5 м над последним жимком запанцировки. Поэтому результаты повторных испытаний отрезков каната не дают достоверных данных о состоянии всего каната. С другой стороны, многократные повторные испытания на КИС могут привести к необходимости замены работоспособного каната из-за недопустимого его укорочения.

Затраты, связанные с испытаниями отрезков канатов на КИС и с остановкой подъема для отрезания куска каната, могут быть значительными. Дефектоскопия позволяет избежать этих затрат при одновременном повышении достоверности данных о состоянии каната. Таким образом, целесообразна полная или частичная замена повторных разрушающих испытаний канатов на КИС неразрушающим контролем с помощью дефектоскопов.

Инструментальный контроль канатов с помощью современных дефектоскопов позволяет достаточно точно измерять потери сечения каната, а также определять число обрывов проволок на шаге свивки как на поверхности, так и внутри каната. Кроме того, дефектоскопия дает объективные данные о результатах контроля — дефектограммы и протоколы. Сравнивая дефектограммы, полученные при периодических обследованиях, можно прогнозировать остаточный ресурс каната на основании данных о динамике его износа.

Выпускаемый московской фирмой “Интрон плюс” магнитный дефектоскоп ИНТРОС не уступает лучшим аналогам по основным характеристикам, имеет важ-

ные преимущества перед ними в массогабаритных показателях, а также в удобстве представления результатов контроля. Принцип действия, устройство и технические характеристики дефектоскопа ИНТРОС изложены в статье В.С Котельникова и др.' В настоящее время накоплен значительный опыт применения приборов ИНТРОС на шахтных подъемах в горнорудной промышленности России и Казахстана, а также при контроле подъемных сооружений (подъемные краны, подвесные канатные дороги и др.) в России, Германии и Австрии.

Дефектоскоп ИНТРОС первоначально разрабатывался по техническому заданию Норильского горно-металлургического комбината (НГМК). По состоянию на август 1999 г. предприятия НГМК имеют в своем распоряжении два дефектоскопа ИНТРОС различных конфигураций. Начало эксплуатации приборов относится к 1995 г.

За прошедшие 4 года дефектоскопами ИНТРОС проконтролировано в общей сложности около 110 тыс. м 117 канатов 16 типоразмеров на подъемных установках шахт НГМК. Они эксплуатируются на 37 подъемных установках аварийно-ремонтного, грузового и грузоподъемного назначения 25 шахтных стволов. В числе установок 18 многоканатных, 12 одноканатных одноконцевых и 7 одноканатных двухконцевых. Диаметр 95 головных и 22 тормозных канатов 20-60,5 мм, а длина 300-1600 м.

Периодичность дефектоскопического обследования канатов определяется требованиями табл. 4, § 407 ПБ 06-111—95. В отдельных случаях назначались и более частые проверки, исходя из срока службы и технического состояния каната.

Ниже приведен ряд конкретных примеров дефектоскопии.

При очередном контроле двух головных канатов диаметром 34 мм скипоклетовой (грузоподъемной) подъемной установки ствола "7-бис" рудника "Заполярный" дефектоскопом была выявлена резкая локальная потеря сечения от 10 до 17 % на участках канатов, удаленных от прицепного устройства на 15—20 м для одного и на 60 м — для другого (рис. 1). При тщательном визуальном осмотре на этих участках не обнаружили обрывов проволок, но измерение штангенциркулем показало локальное уменьшение диаметра канатов. Было сделано предположение о разрыве металлических сердечников, которое подтвердилось при исследовании канатов после их снятия.

На грузоподъемной клетевой подъемной установке вентиляционного ствола № 9 (ВС-9), строящейся шахты "Скалистая" рудника "Комсомольский", дефектоскопические обследования тормозных канатов диаметром 30,5 мм (ГОСТ 3077—80) парашюта двухэтажной клетки выявили значительный коррозионный и абразивный износ на участках, расположенных несколько выше сопряжения с гор. -850 м (на глубине 800-1100 м

' Котельников В.С. , Сухоруков В.В. Дефектоскопия канатов грузоподъемных машин // Безопасность труда в промышленности - 1998 - № 5 - с. 34-38.

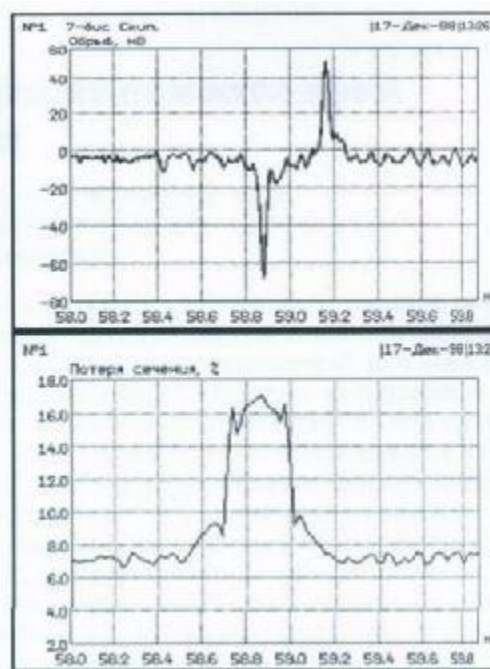


Рис. 1. Дефектограммы каната диаметром 34 мм с обрывом металлического сердечника

от нулевой отметки ствола) и ниже сопряжения. На рис. 2 представлены протокол и дефектограммы для правого каната, из которых следует, что потеря сечения не превышает 6,5 %. Тщательный осмотр участков подтвердил данные дефектограмм.

Причина повреждения канатов — колебания клетки в момент разгона и замедления при движении по канатным проводникам вблизи горизонта, а также под воздействием воздушного потока при длительном нахождении клетки на горизонте при погрузочно-разгрузочных операциях на нижнем этаже. За тормозными канатами было усилено наблюдение с ежемесячной дефектоскопией. На рис. 3 показаны протокол и дефектограммы для правого каната, полученные через 10 недель после получения результатов, представленных на рис. 2. Видно, что потеря сечения возросла до 8,8 % на отметке 1107 м при одновременном увеличении концентрации коррозионных поражений на участке (800-1100) м.

При достижении 10 %-ной потери сечения канаты демонтировали.

Дефектоскопия позволяет не только своевременно заменять износившиеся канаты, но и продлевать предельный срок службы тех, которые признаны годными по результатам контроля в соответствии с требованиями табл. 3 § 394 ПБ 06-111—95. Приведем пример.

Для четырех грузоподъемных подъемных установок клетевых стволов № 1 и 2 (КС-1 и КС-2) рудника "Октябрьский" предельный срок эксплуатации головных канатов был увеличен с четырех до шести лет по результатам дефектоскопии на основании разрешения

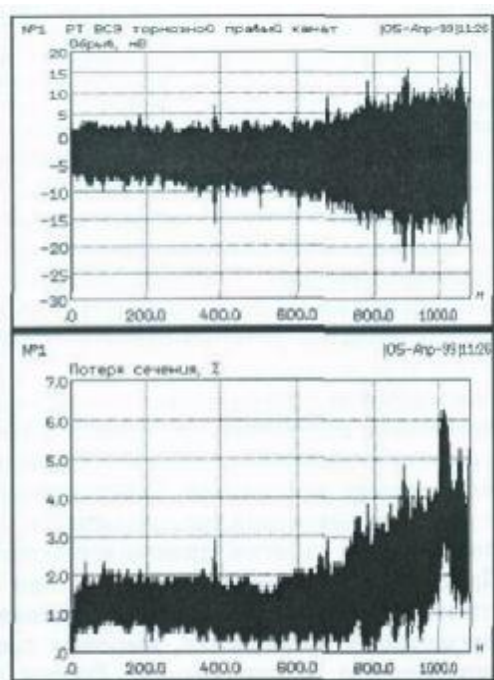
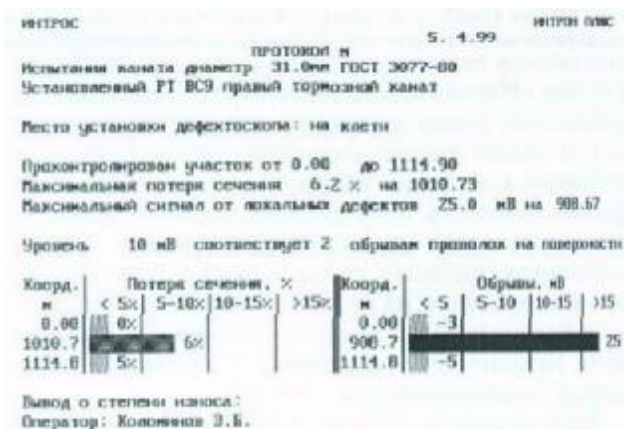


Рис. 2. Протокол и дефектограммы для правого тормозного каната подъемной установки ВС-9 шахты “Скалистая”

Госгортехнадзора России. Благодаря этому НГМК сэкономил около 130 тыс. долл. США, которые пришлось бы потратить только на покупку за рубежом новых канатов без учета затрат на их доставку и навешивание. Канаты этих установок изъяти из эксплуатации только тогда, когда с помощью дефектоскопа обнаружили семь обрывов проволок на участке каната № 3 подъемной установки № 1 КС-1, проходящем через канатоповодный шкив при разгоне и замедлении подъемной машины (на расстоянии около 75 м от прицепных устройств). Результаты дефектоскопии каната приведены на рис. 4, где двуполярные сигналы от обрывов помечены условными номерами.

Появление обрывов, сосредоточенных на участке длиной около 1 м, свидетельствует об усталостном характере разрушения проволок, т.е. об исчерпании ресурса каната. Поэтому поочередно в соответствии с планом заменили все канаты.

В настоящее время рассматривается возможность продления срока эксплуатации головных канатов грузозащитной многоканатной установки № 1 КС-3 рудника “Таймырский”, так как, по данным дефектоскопии, потеря сечения всех четырех канатов закрытого типа ГОСТ 10506—76 диаметром 43 мм не превышает 3—5 % при отсутствии обрывов проволок.

На предприятиях НГМК имеются 64 шахтные подъемные установки. Очевидно, что двух дефектоскопов ИНТРОС недостаточно для обеспечения своев-

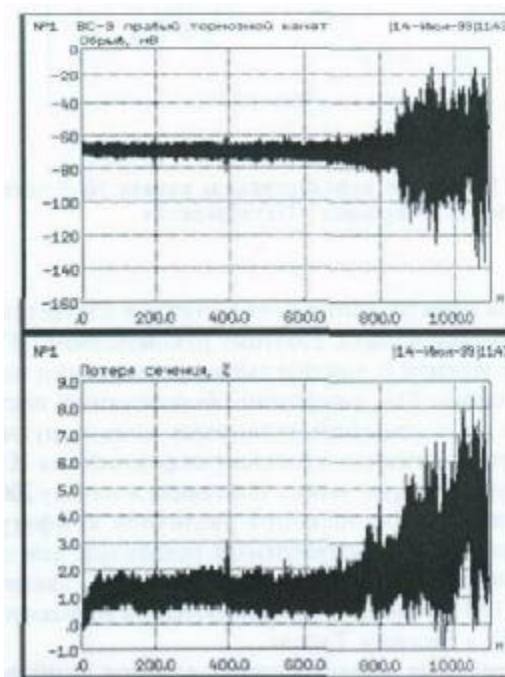


Рис. 3. Протокол и дефектограммы того же каната, что и на рис. 2 спустя 6,5 мес.

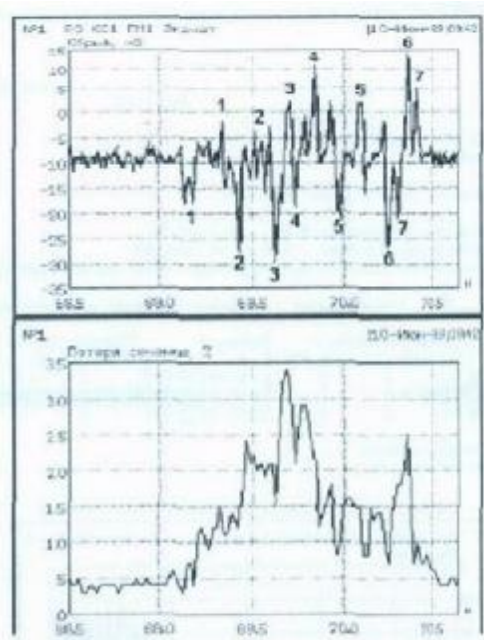


Рис 4 Протокол и дефектограммы каната № 3 установки № 1 КС-1 рудника “Октябрьский”

ременной дефектоскопии всех канатов в соответствии с требованиями правил. Поэтому руководством НГМК принято решение о значительном расширении парка дефектоскопов. Так, в перечень оборудования, поставляемого для подъемной установки нового рудника “Скалистый”, включен комплект дефектоскопа ИНТРОС. Фирма “Интрон плюс” поставила к началу 2000г. 10 комплектов дефектоскопов различной конфигурации, в том числе, с магнитными головками для контроля плоских уравновешивающих канатов. Такие головки с 1999 г. успешно применяются на Высокогорском ГОКе в Нижнем Тагиле.

Большой опыт дефектоскопии канатов приборами ИНТРОС накоплен на Высокогорском ГОКе, в ОАО “Севуралбокситруда”, на Зырянском и Лениногорском ГОКах ОАО “Казцинк” (Казахстан) и на других предприятиях. На базе этого опыта, а также многолет-

ней практики применения дефектоскопов ИИСК разработаны “Методические указания по магнитной дефектоскопии стальных канатов подъемных сооружений. Основные положения”. Документ устанавливает требования к методам, аппаратуре и организации дефектоскопического обследования стальных канатов, применяемых как на подъемных кранах, лифтах, подъемниках (вышках), подвесных канатных дорогах, фуникулерах, так и на шахтных подъемных установках в горнорудной и угольной отраслях промышленности. Методические указания подготовлены к утверждению Госгортехнадзором России.

При их разработке учли международные и зарубежные национальные нормативные документы по дефектоскопии канатов, в частности стандарт ИСО (ISO 4309. Краны грузоподъемные — Стальные канаты — Нормы и правила осмотров и браковки), польские нормы (PN 92: G46603. Канаты стальные круглые. Определение степени износа магнитным методом; G46604. Канаты шахтные подъемные уравновешивающие плоские резиностальные. Определение износа магнитным методом), американский стандарт (ASTM E1571—94. Стандартная методика электромагнитного контроля канатов из ферромагнитной стальной проволоки).

Методические указания — основополагающий документ при обследовании стальных канатов потенциально опасных объектов, который позволяет повысить безопасность их эксплуатации.

По мере накопления опыта дефектоскопии канатов при эксплуатации рудничных подъемных установок можно изменить на отдельных предприятиях регламент визуального надзора за канатами. Действующий регламент установлен правилами вне зависимости от технического состояния каната и времени его эксплуатации. Представляется возможным порядок, при котором регламент для конкретных установок устанавливает специализированная организация, имеющая соответствующую лицензию Госгортехнадзора России, изменяя его в зависимости от состояния канатов при достижении промежуточных показателей износа, на основании анализа результатов дефектоскопии и тщательной визуальной проверки. При этом следует также учитывать тип, конструкцию и диаметр каната, вид и назначение подъемной установки, условия окружающей водовоздушной среды шахтного ствола и т.д.

При решении вопроса о продлении срока службы канатов необходимо учитывать наличие обрывов проволоки, используя для этого инструментальные методы дефектоскопии. Применение измерителя износа стальных канатов типа ИИСК не позволяет обнаружить обрывы проволок, а следовательно, и решить вопрос о продлении срока службы канатов. Поэтому для этих целей должны применяться приборы, допущенные Госгортехнадзором России к эксплуатации в установленном порядке.