



## НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

# МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КАНАТОВ ШАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК. ЗАДАЧИ И РЕШЕНИЯ



**СУХОРУКОВ Д.В.**

Генеральный директор ООО "ИНТРОН ПЛЮС"



**АНИСИМОВ А.В.**

Заместитель коммерческого директора ООО «ИНТРОН ПЛЮС»



**ШПАКОВ И.И.**

Начальник группы экспертизы и разработки технологий НК  
ООО "ИНТРОН ПЛЮС"



**КОСТИКОВ В.В.**

Главный конструктор ООО "ИНТРОН ПЛЮС"

Стальные канаты широко используются во многих промышленных установках и механизмах на опасных производственных объектах (ОПО), где любая нештатная ситуация может привести к материальным или даже человеческим потерям. В качестве примера таких устройств можно упомянуть шахтные подъемные установки (ШПУ), талевые системы буровых установок, краны сталелитейных заводов.

Чтобы избежать аварийных ситуаций и оценить техническое состояние (ТС) канатов, используют различные методы неразрушающего контроля (НК). В качестве первоначального метода оценки ТС каната в течение десятилетий использовали визуальный контроль, который был не так эффективен, т.к. позволял обнаруживать только наружные дефекты и, в следствии чего, давал обосабленную информацию о ТС

каната в целом. Поэтому применение магнитного метода НК позволило получать более объективную информацию о ТС стального каната. Оба метода НК стальных канатов отражены как в Российских, так и в международных нормативах таких, как ИСО 4309. Стандартная практика диагностирования канатов включает оба этих метода НК.

Критерии определения текущего ТС канатов основаны на количес-

твенной оценке основных дефектов таких, как внутренние и наружные обрывы проволок, локализованные группы оборванных проволок, разрушение прядей, потеря металлического сечения каната, внутренний и наружный износ, внутренняя и наружная коррозия, деформация. Наружный и внутренний износ и коррозия могут быть количественно достаточно точно определены магнитным дефектоскопом по каналу "Потеря сечения" (ПС). Наружные и внутренние обрывы проволок каната могут быть обнаружены магнитным дефектоскопом по каналу "Локальные дефекты" (ЛД) в зависимости от их размера, а также помех, вызванных износом и коррозией каната. Локализованные группы (скопления) оборванных проволок также могут быть обнаружены магнитным методом, однако количественная оценка их может быть затруднена. В таких случаях объективность заключения о ТС стального каната, в значительной степени, зависит от опыта и квалификации специалиста, а также тщательности визуального контроля. В зависимости от условий эксплуатации канаты могут довольно быстро деградировать, поэтому для решения данной и других задач определения текущего ТС каната применяют системы мониторинга.

Поскольку ТС каната может изменяться со временем в процессе эксплуатации, то для определения текущего ТС требуется обновление данных с некоторой частотой, при этом достоверность определения возрастает с увеличением частоты. В случае традиционного НК это приводит к возрастанию экономических затрат (из-за потерь от прерывания технологического процесса, затрат на контроль и др.) порой до недопустимого уровня. Кроме того, увеличение объема данных НК приводит к росту трудозатрат на их обработку и расшифровку. Частота обновления данных о ТС должна возрастать с увеличением наработки каната, т. к. с приближением к его предельному состоянию скорость деградации резко увеличивается. Решить возникающие проблемы можно применением средств автоматизированного мониторинга ТС канатов. В этом случае получение данных о ТС каната, их обработка и представление результатов диагностирования выполняются с минимальным участием персонала, либо полностью автоматически.

В технической диагностике под мониторингом понимают непрерывный процесс сбора и анализа информации о значении диагностических параметров состояния объекта. Непрерывность этого процесса предполагает, что значения параметров, получаемых на неразрывно примыкающих друг к другу интервалах времени, существенно не изменяются. Эти интервалы могут быть весьма различны и определяются для каждого объекта индивидуально.

Мониторинг ТС канатов - это новое направление в дефектоскопии стальных канатов. Мониторинг ТС канатов позволяет повысить безопасность канатных систем, что особенно важно для ОПО. К таким системам мониторинга предъявляются следующие требования:

Во-первых, система мониторинга должна быть износостойчива и иметь возможность работать в тяжелых условиях (высокие и низкие температуры, высокая влажность, пыль, вибрация, взрывоопасная среда) и, в то же время, требовать минимального обслуживания.

Во-вторых, система мониторинга должна быть автоматизирована и предоставлять возможность легко интерпретировать персоналом полученные результаты диагностирования.

В-третьих, система мониторинга должна учитывать различные параметры каната, чтобы обеспечить объективную и достоверную оценку его ТС.

Во многих случаях желательно, чтобы информация из системы мониторинга могла быть передана беспроводным способом на компьютер специалиста и храниться для возможного детального анализа.

Существует два подхода к решению задач мониторинга канатов:

- магнитная головка (МГ) может быть закреплена стационарно на канате;

- МГ может подводиться к канату периодически, только на время его диагностирования.

Также применяются два вида мониторинга ТС канатов: непрерывный или периодический.

Среди задач, стоящих перед горнодобывающей промышленностью Республики Казахстан, важное место занимает проблема дальнейшего совершенствования диагностирования канатных систем ШПУ. В последнее время достигнут значи-

тельный прогресс в оснащении горнодобывающих предприятий РК оборудованием для НК и ТД (технической диагностики) стальных канатов.

В 2013 г. специалистами компании ООО «ИНТРОН ПЛЮС» был разработан автоматизированный дефектоскоп ИНТРОС-АВТО, основанный на методе регистрации магнитных полей рассеяния вблизи дефектов стальных канатов, в котором был реализован магнитный вид НК по ГОСТ Р 56542-15. Преимущество такого дефектоскопа в том, что программно-аппаратный комплекс в автоматическом режиме, без непосредственного участия человека осуществляет интерпретацию диагностических данных, на основе которых делает оценку критичности выявленных дефектов (повреждений), определяет динамику роста количества дефектов (обрывов проволок), категорию технического состояния каната и позволяет оператору принять решение о дальнейшей эксплуатации каната на основе световой и звуковой сигнализации.

ИНТРОС-АВТО предназначен для мониторинга технического состояния стальных канатов диаметром от 6 до 150 мм, применяемых на буровых установках, грузоподъемных механизмах, шахтных подъемных установках и канатных системах различных объектов.

На рис.1 представлен основной комплект автоматизированного дефектоскопа ИНТРОС-АВТО, состоящий, в данном случае, из МГ на диапазон контролируемых канатов диаметром от 35 мм до 42 мм, блока управления и индикации (БУИ), аналогового модуля (АМ) и соединительных кабелей.



**Рис.1**

Процедура диагностирования каната ИНТРОС-АВТО автоматизирована и в конце контроля БУИ выдает оператору информацию о координатах и степени опасности обнаруженных дефектов. На передней пане-

ли БУИ расположены три цветовых индикатора. Загорание зеленого индикатора информирует об исправном, работоспособном состоянии каната. Загорание желтого индикатора предупреждает об обнаружении дефектов, сигналы от которых не достигли уровня браковки каната, а техническое состояние соответствует исправному, ограниченно-работоспособному состоянию каната. Загорание красного индикатора сигнализирует об обнаружении дефектов, сигналы от которых достигли или превысили уровень браковки каната, а техническое состояние соответствует неисправному, неработоспособному состоянию каната.

При обработке полученных данных наиболее сложной операцией является идентификация обнаруженных дефектов каната, поэтому для повышения её достоверности в системе мониторинга применены два разных датчика, имеющих различную чувствительность к дефектам на поверхности и во внутренних слоях каната. Данные двух измерительных каналов синхронизируются с помощью специального алгоритма, который предотвращает двойной учет одного и того же дефекта и повышает вероятность обнаружения отдельно расположенных дефектов.

БУИ может подключаться к внешнему персональному компьютеру (монитору) или серверу при помощи кабеля интерфейса RS 485 или беспроводному интерфейсу Wi-Fi для передачи данных как в реальном времени, так и для выгрузки результатов диагностирования после проведения инспекций.

Начиная с 2014г., мониторинг технического состояния талевых канатов буровых установок с применением ИНТРОС-АВТО был апробирован и одобрен к применению персоналом буровых компаний ООО «Газпром Бурение» (филиал «Уренгой Бурение»), ООО «Байкитская нефтегазоразведочная экспедиция», ООО «НСХ Азия Дриллинг», ООО «Таргин бурение», ООО «Интегра-Бурение» и другими компаниями, которые были наиболее заинтересованы во внедрении инновационных разработок, обеспечивающих повышение производительности и безопасности труда при полном выполнении требований федеральных норм и правил в области промышленной безопасности.

Особенность применения авто-

матизированных дефектоскопов на ШПУ состоит в том, что эти установки часто бывают многоканальными. Поэтому с целью сокращения времени контроля всех канатов применяют установку магнитных головок на каждый канат (Рис.2.), а соединённые с ними кабелями БУИ размещают в кабине оператора подъёма.

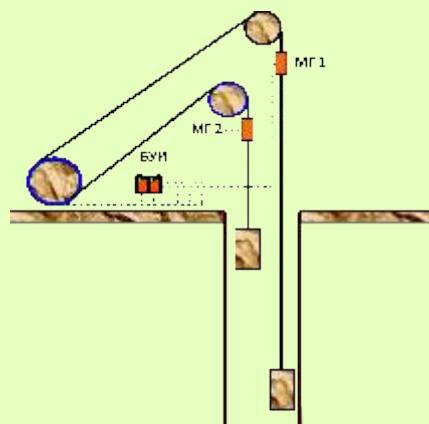


Рис.2

Для скипового подъема шахты «10-летия независимости Казахстана» Донского горно-обогатительного комбината-филиала ТНК «Казхром», специалистами компании «ИНТРОН ПЛЮС» была разработана модификация дефектоскопа ИНТРОС-АВТО с устройством навески магнитной головки на канат. Установка МГ возможна на одной из подшипниковых площадок ШПУ, что достаточно далеко от шкива, и потому канат в этих местах имеет существенное биение в горизонтальной плоскости. Схема устройства навески МГ представлена на рисунке 3. Оператор подводит устройство навески к канату с открытой МГ и закрывает её на канате. Затем проводится диагностирование каната. После проведения контроля каната устройство навески и МГ возвращаются в положение их хранения на подшипниковой площадке. Такой подход к процессу мониторинга позволяет избежать рисков разрушения МГ при нештатных ситуациях (аварийное торможение, неконтролируемое биение и т.д.). Такие конструктивные решения навески и крепления МГ позволяют данной конструкции отрабатывать допустимые отклонения каната в горизонтальной плоскости.



Рис.3

Другой подход применили при мониторинге ТС каната главного подъёма заливочного крана конвертерного цеха в ПАО «Северсталь» (Рис. 4). В этом случае МГ стационарно установлены на канат на подшипниковой площадке в непосредственной близости к шкиву. Таким образом удалось исключить значительные биения каната внутри МГ в горизонтальной плоскости в процессе мониторинга.



Рис.4

Необходимо отметить, что два описанных выше подхода к решению задач мониторинга ТС канатов имеют право на жизнь, т.к. принятая реализация, во многом, зависит от конкретного объекта и поставленных задач.

Накопленный опыт эксплуатации ИНТРОС-АВТО даёт возможность сделать вывод, что системы мониторинга ТС стальных канатов, применяемые как в добывающей промышленности, так и в других отраслях, соответствуют перспективному направлению развития систем НК и ТД, позволяют сократить трудоёмкость и время проведения инспекций канатов, повысить производи-

тельность труда, уменьшить влияние человеческого фактора на результаты диагностирования и, как следствие, повысить безопасность и безаварийность эксплуатации данных объектов, обеспечив при этом более высокую экономическую эффективность работы предприятия РК.

**Литература**

1. ISO 4309:2017.8. Cranes-Wire Ropes-Care, Maintenance, Installation, Examination and Discard. - Berlin: Beuth Verlag, 2017.
2. РД 03-348-00. Методические указания по магнитной дефектоскопии стальных канатов. Основные положения. Сер. 10. Вып.7. - М.: ЗАО

НТЦ ПБ, 2017, с. 14-35.

3. EN 12927-8-2005. Safety requirements for cableway installations designed to carry persons -Ropes. Part 8: Magnetic rope testing (MRT).

4. Слесарев Д.А., Потехин О.П., Шпаков И.И. и др. Мониторинг технического состояния талевых канатов буровых установок эксплуатационного и разведочного бурения нефтяных и газовых скважин: технология, эффективность, перспективы. - Безопасность труда в промышленности. 2018. № 6. С.12-22.

5. Потехин О.П., Шпаков И.И. Мониторинг технического состояния талевых канатов с применением магнитных дефектоскопов как средство безопасности эксплуатации буровых

установок. - Бурение и нефть. 2016. № 1. С. 52-58.

6. Анисимов А.В., Шпаков И.И. Мониторинг технического состояния канатов шахтных подъемных установок. - Горный журнал Казахстана. 2015. № 9. С. 40-43.

7. Anisimov A., Shpakov I., Slesarev D. Prospects for Condition Monitoring for Ropes of Mine Hoists. - In: Proc. of the 25th World Mining Congress. - Astana, Kazakhstan, 2018.

8. Сухоруков В.В. Журнал "В мире НК", № 3, Т. 22, 2019, стр. 4-8

*Материал поступил  
в редакцию 18 октября 2019 г.*

**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

1. Беларусь и Казахстан ведут работу по созданию совместного предприятия по сборке лифтов из оборудования, производимого заводом «Могилевлифтмаш». Белорусская сторона готова участвовать в инфраструктурных проектах в Казахстане, программах по обновлению пассажирской, коммунальной и карьерной техники. Об этом сообщил первый заместитель премьер-министра Беларуси Александр Турчин на казахстанско-белорусском бизнес-форуме.

2. В Шусском районе Жамбылской области начато строительство компаний Total Eren двух гелиоэлектростанций. Общая мощность электростанций должна составить 128 мегаватт. Строительство будет осуществляться за счет заемных средств в объеме 22,8 миллиарда тенге.

3. Научно-техническим советом Ростехнадзора Российской Федерации заслушан доклад директора генерального директора ООО «Дайвайс Инжиниринг» Андрея Доренского и представителя Санкт-Петербургского государственного университета Дмитрия Грохольского «О применении роботизированных диагностических комплексов для внутритрубной диагностики трубопроводов в области теплознегергетики». Разработка признана годной к применению.

4. В целях определения ледовой обстановки на море и водных объектах АО «Концерн «Гранит-Электрон» (Санкт-Петербург, Российская Федерация) разработана приставка «Дельта» для обработки совместных данных судовых радиолокационных станций различных диапазонов работы, что улучшает качество

отображения. При этом определяются такие характеристики как сплошность льда, наличие и состояние торосов, рассчитываются элементы движения льдин, возможна трехмерная визуализация. Установку можно устанавливать на судах различного класса и морские платформы.

5. АО «НПО Машиностроения» приступило к изготовлению солнечных коллекторов с использованием сверхпрозрачного стекла (прозрачность не менее 91,5 %) со специальным отражающим покрытием, обеспечивающим высокую селективность поглощения солнечной энергии. Такое покрытие снижает тепловые потери коллектора и увеличивает теплопроизводительность на 20-25 %. Данная установка подходит как основной, так и дополнительный нагреватель воды для отопления и горячего водоснабжения.



# ООО «ИНТРОН ПЛЮС»

Бұзбайтын бақылау және техникалық диагностика құралдары

**Новые горизонты безопасности стальных канатов!**



## Разработка и производство

магнитных и вихревоковых дефектоскопов



## Техническое обслуживание

оборудования и on-line консультации



## Услуги

по неразрушающему контролю различных объектов



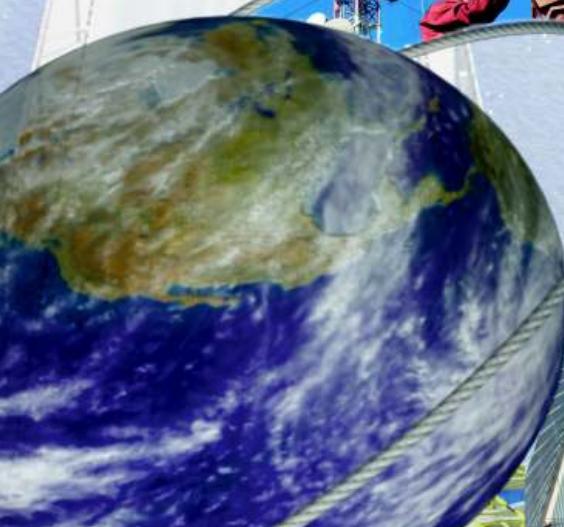
## Подготовка специалистов

по работе с нашим оборудованием



## НИР и НИОКР

по индивидуальным заказам



ISO9001-2015



[www.intron-plus.com](http://www.intron-plus.com)

Электродная ул., д.11, стр.1, Москва, 111524, Россия  
тел: +7(495)229-37-47, [info@intron-plus.com](mailto:info@intron-plus.com)