

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА СТАЛЬНЫХ КАНАТОВ

Слесарев Д. А., Сухоруков Д. В., Шпаков И. И.

(ООО «ИНТРОН ПЛЮС», Москва, Россия)

Стальные круглые канаты широко используются в ответственных промышленных установках, авария на которых влечет за собой значительные материальные потери, а зачастую, может приводить к человеческим жертвам. Примерами таких установок служат подъемные сооружения в нефтегазовой и горнодобывающей отраслях, подъемные механизмы на металлургических предприятиях и в строительстве. Для определения техни-

ческого состояния канатов и предотвращения аварий на предприятиях применяется магнитный неразрушающий контроль, зарекомендовавший себя надежным средством диагностики, которое позволяет обнаружить такие дефекты стальных канатов как абразивный износ, коррозия, обрывы отдельных проволок. Однако эффективность магнитного контроля существенно зависит от регулярности его проведения и квалификации специалистов. Во-первых, после появления определенного числа дефектов деградация каната развивается очень стремительно и интервал между обследованиями должен обеспечить своевременную идентификацию этого момента, во-вторых, правильная интерпретация результата требует от дефектоскописта постоянной практики в работе с прибором и знания особенностей эксплуатационного износа обследуемого каната, поскольку в ряде случаев одному измерительному сигналу, может соответствовать не один, а несколько обрывов проволок, и необходимо правильно оценить их число. При этом интенсивность использования подъемного оборудования и значительные для ряда объектов затраты на мобилизацию оборудования и специалистов ограничивают применение традиционного метода магнитного контроля, поэтому в последнее время начало развиваться новое направление диагностирования канатов – автоматизированный мониторинг [1].

Системы мониторинга технического состояния каната отличаются от традиционных диагностических приборов в нескольких аспектах. Эти системы должны иметь исполнение, устойчивое к воздействию различных внешних факторов: климатических, механических, эксплуатационных, и при этом быть максимально простыми в применении. Измерительная система должна обеспечивать высокую чувствительность к локальным дефектам и монотонную характеристику для измерения распределенной потери металлического сечения каната. Система мониторинга должна осуществлять автоматическую интерпретацию диагностических данных и выдавать результат в простом и однозначном виде. В тоже время необходимо обеспечить возможность верификации результатов контроля сторонним экспертом. Рассчитываемые критерии браковки каната должны соответствовать заданным такими нормативами, как ISO 4309 [2] и ФНП «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения» [3], которые определяют максимально допустимую потерю сечения каната и максимально допустимое количество обрывов проволок на заданной длине (например, $6D$ и $30D$, где D – диаметр каната).

Обеспечить выполнение противоречивых требований к системе мониторинга возможно только при разработке узкоспециализированного решения для конкретного типа объектов контроля. Примерами тому являются исполнение автоматизированного дефектоскопа канатов ИНТРОС-АВТО для буровых установок, а также исполнение ИНТРОС-АВТО для заливочных кранов сталеплавильного цеха. В каждом случае учитываются особен-

ности конструкции подъемного механизма и условия эксплуатации каната. Система мониторинга ИНТРОС-АВТО [4] включает в себя магнитную головку (МГ), устанавливаемую на канате и блок управления и индикации (БУИ), находящийся в кабине оператора подъемного механизма. МГ и БУИ соединены между собой кабелем. БУИ по кабелю или беспроводному интерфейсу Wi-Fi может подключаться к внешнему компьютеру для передачи данных как в реальном времени, так для выгрузки результатов предыдущих обследований. МГ ИНТРОС-АВТО для буровых установок постоянно находится вблизи каната в лебедочном помещении, операции установки и снятия ее с каната занимают всего несколько минут. Это позволяет сократить время остановки бурового станка на контроль до 10...15 мин. Система мониторинга рассчитана на расширенный температурный диапазон с минимальной рабочей температурой $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ и отвечает требованиям IP66 по защите от внешних воздействий. Процедура контроля каната полностью автоматизирована и в конце контроля БУИ выдает оператору информацию о расположении и степени опасности обнаруженных дефектов.

При обработке измерительных данных наиболее сложной операцией является идентификация обнаруженных дефектов, поэтому для повышения ее достоверности в системе мониторинга применены два разных датчика, имеющих различную чувствительность к дефектам на поверхности и во внутренних слоях каната [5]. Данные двух измерительных каналов комплексуются с помощью специального алгоритма, который предотвращает двойной учет одного и того же дефекта и повышает вероятность обнаружения отдельных обрывов.

С 2014 г. система мониторинга ИНТРОС-АВТО была установлена на нескольких буровых установках четырех различных компаний на территории западной Сибири для контроля состояния канатов 6-рядной и 8-рядной конструкции. Автоматизированный контроль каната осуществляется, как правило, дважды в сутки. Важно отметить, что контроль проводится при одной и той же нагрузке на канат. На одном из предприятий в ходе опытно-промышленной эксплуатации, продолжавшейся более полугода, после индикации системой критического состояния каната было проведено расплетение наиболее изношенного участка каната с целью визуального подтверждения обнаруженных системой дефектов. Дефектограмма по каналу локальных дефектов на соответствующем участке показана на рис. 1, обнаруженные дефекты обозначены желтыми треугольниками сверху, причем одному дефекту может соответствовать как один, так и несколько обрывов проволок.

Порог браковки канат был установлен равным 21 обрыву на длину 6D. После расплетения было идентифицировано 27 обрывов, что подтверждает правильность срабатывания индикации. Проволоки наиболее поврежденной пряди показаны на рис. 2.

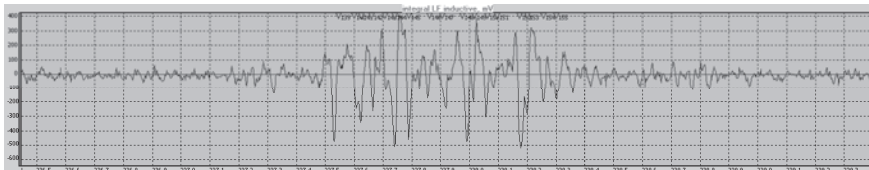


Рис. 1. Сигнал датчика локальных дефектов в наиболее поврежденной области каната

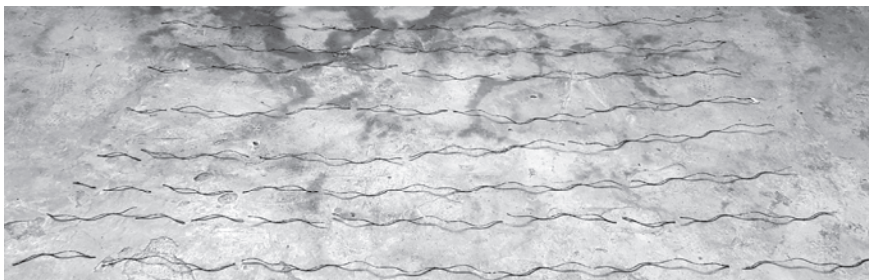


Рис. 2. Оборванные проволочки наиболее поврежденной пряди каната

При этом следует отметить, что канат до наступления критического состояния отработал 5900 т-км, при том, что по нормативам перемотку каната следовало проводить после 3000 т-км. Таким образом, наработка каната возросла в данном случае почти в 2 раза. По завершению следующего цикла безаварийной работы каната после срабатывания красного индикатора также было проведено расплетение каната и визуально получено подтверждение его критического состояния.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Slesarev D., Sukhorukov V., Semenov A.** Application of MFL nondestructive testing for automated rope condition monitoring. – 11 European Conference on NDT. Book of Abstracts: Prague, 2014. – P. 64.
2. **ISO 4309:2010.** International standard. Cranes – Wire ropes – Care and maintenance, inspection and discard.
3. **Федеральные нормы** и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения», утв. приказом Федер. службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 12.11.2013 г. № 533.
4. **Слесарев Д. А., Шпаков И. И.** Мониторинг стальных канатов подъемных машин: проблемы и решения: Матер. XX Всерос. науч.-техн. конф. по НК и ТД. – М., 2014. – С. 53 – 55.
5. **Слесарев Д. А., Семенов А. В.** Способ контроля технического состояния каната и автоматизированный дефектоскоп для осуществления способа. – Патент № 2589496, 2016.