

Контроль канатов австрийских канатных дорог современными приборами НК.

А.Руссолд TUF, Австрия
С.Белицкий ИНТРОН ПЛЮС, Москва

Стальные канаты являются важнейшей частью канатного транспорта, безопасность эксплуатации которого напрямую зависит от состояния канатов и своевременной и достоверной их диагностики. Для определения степени износа стальных канатов широко применяются средства НК, в первую очередь магнитные дефектоскопы, которые позволяют измерять потерю сечения (ПС) металла каната и обнаруживать локальные дефекты (ЛД), типа обрывов проволок каната и других нарушений [1,2].

НК канатов подвесных канатных дорог (ПКД) имеет некоторые особенности по сравнению с контролем канатов шахт, кранов и лифтов, связанные с типами применяемых канатов, особенностями их износа и условиями проведения контроля.

С точки зрения НК одной из важнейших характеристик ПКД является тип перемещения кабины. В ПКД маятникового типа несущий канат остается неподвижным, а перемещаться при контроле должна магнитная головка. Такие дороги, как правило, имеют одну или несколько опор между станциями, что значительно осложняет контроль. При этом именно на опорах канат подвергается наибольшему износу при прохождении кабин. Некоторые фирмы выпускают специальные дефектоскопы с односторонним доступом для возможности контроля всего каната, включая участки на опорах, за один проезд без открытия магнитной головки. Однако принятая в Австрии практика контроля и эксплуатации несущих канатов не предусматривает контроля их непосредственно на опорах, ввиду низкой достоверности такого контроля из-за влияния больших ферромагнитных масс. Вместо этого канаты контролируются только на участках между опорами, где имеется двусторонний доступ к канату, а сам канат в процессе эксплуатации периодически смещается. Это обеспечивает как более равномерный износ каната, так и возможность контроля участка, ранее находившегося на опоре.

В качестве несущих в основном применяются канаты закрытого типа или спиральные, обладающие большой площадью сечения металла. Такая конструкция каната создает повышенные требования к энергии магнитной системы, необходимой для магнитного насыщения каната, и исключает возможность применения дефектоскопов переменного тока из-за экранирующего влияния внешних проволок.

В современных ПКД все чаще используется конструкция с одним кольцевым несущим канатом. Благодаря этому, такие канаты характеризуются возможностью проконтролировать канат полностью, располагая магнитную головку неподвижно в одной точке. Однако сами канаты могут отличаться весьма значительной длиной (5 и более километров) и могут иметь одно или несколько мест сращивания, которое характеризуется увеличенным на 10-20% диаметром и увеличенным на 16,6% сечением. Это налагает дополнительные требования к аппаратуре по запоминанию и анализу большого объема информации.

Дополнительные сложности вызывает установка дефектоскопа на некоторые типы конструкций ПКД. При этом контроль приходится вести с края опоры на большой высоте (Рис.1), либо с крыши движущейся кабины. Поэтому дефектоскоп должен иметь

минимальную массу и обеспечивать быструю и удобную установку и снятие магнитной головки, а также надежную и гибкую фиксацию ее к конструкциям ПКД. В некоторых случаях целесообразно установка всей необходимой для контроля аппаратуры непосредственно на МГ, установленной на канат, с последующей регистрацией без участия оператора.

В отличие от шахтных подъемов канаты ПКД имеют малую величину потери сечения из-за незначительной коррозии и слабого истирания при использовании обрешеченных шкивов для протяжки каната. Основными дефектами, возникающими в процессе эксплуатации канатов ПКД, являются обрывы проволок и нарушения структуры каната, из-за значительных изгибных нагрузок на опорах и на шкивах. Потому, для инструментов НК ПКД важны характеристики канала обнаружения локальных дефектов, а требования к точности канала измерения ПС не так велики.

TUEV Австрия постоянно контролирует канаты ПКД, и ввиду большого количества подъемов в Австрийских Альпах, объем ежегодно проводимых инспекций весьма значителен. С целью определения возможностей современных инструментов при контроле канатов ПКД в июле-октябре 1999 года было проведено тестирование дефектоскопов Интрос (Интрон Плюс, Россия) и LMA 250 (NDT Technology USA). В качестве базового использовался прибор Швейцарской фирмы KUENDIG, который применялся в TUEV до настоящего времени для контроля канатов.

Дефектоскоп KUENDIG является одноканальным с регистрацией только ЛД. Два других представленных дефектоскопа являются двухканальными, т.е. позволяют количественно измерять ПС и обнаруживать ЛД. Дефектоскопы LMA 250 и KUENDIG используют в качестве основного метода регистрации запись на ленту самописца. ИНТРОС для регистрации использует полностью цифровую технику, записывая информацию о состоянии каната до 8км во внутреннюю энергонезависимую память с последующей передачей данных в персональный компьютер, где и производится окончательный анализ. При этом применяется специальное программное обеспечение WINTROS, которое оптимизировано для решения задач анализа состояния каната [2]. Для оперативного контроля используется встроенный индикатор. Кроме того, может подключаться внешний аналоговый самописец, куда производится вывод, как текущей, так и запомненной информации. ИНТРОС был наиболее легким из представленных дефектоскопов, его масса не превышала 15 кг.

Всего при помощи 3 инструментов было произведен контроль 10 канатов, из которых 3 каната были несущими (2 закрытого и один 64мм спирального типа) и 1 тянущий. Остальные были несущие-тянущими канатами кольцевых ПКД. Диаметры канатов составляли от 22 до 64 мм.

Кроме того, производились лабораторные испытания для оценки выявляемости внутренних ЛД на специальных образцах канатов. Результаты, показанные всеми дефектоскопами, были приблизительно одинаковыми.

Тестирование производилось при контроле сначала прибором KUENDIG, далее контроль производился одновременно двумя другими дефектоскопами. Для того, чтобы исключить влияние приборов друг на друга, они устанавливались на разных сторонах барабана кольцевой ПКД. При этом направление магнитного потока в магнитных головках не учитывалось, и как показали тесты, это влияние было незначительным. Контроль несущих канатов выполнялся при установке МГ над кабиной ПКД, при этом для прохождения опоры МГ раскрывалась перед опорой, и закрывалась после.

Калибровка канала потери сечения выполнялась добавлением калибровочной проволоки. При сравнении результатов выравнивались координатные отсчеты приборов, для чего в качестве начальной точки брался участок сращивания.

Ниже приведены результаты контроля канатов тестируемыми дефектоскопами.

- Измерение потери сечения.

Прибор KUENDIG имеет только канал ЛД, поэтому измерение потери сечения выполнялось только на двух остальных приборах. Приборы показали приблизительно одинаковую способность выявлять изменение ПС при малой базе дефекта (Рис. 2,а,б, три дефекта расположенных на 783-787м). Эта способность обычно называется длиной усреднения ПС.

Благодаря цифровой регистрации прибор ИНТРОС имеет широкий динамический диапазон, что позволяет использовать его без снижения чувствительности при большом диапазоне потери сечения, например на участке сращивания (Рис. 3,а, от 2786 до 2810м). Поэтому можно правильно интерпретировать результаты, когда по показаниям других приборов это сделать затруднительно. Например, участок около 785м на Рис.2, где только дефектограмма ИНТРОС ясно показывает наличие дополнительного частичного сращивания прядей каната. Кроме того, в отличие от ленты самописца, гораздо удобнее считывать результаты при наличии оцифровки значений, особенно при большой длине каната.

- Обнаружение локальных дефектов типа обрывов проволок.

Приборы показали примерно одинаковую способность обнаруживать ЛД типа обрывов проволок на лабораторных тестах. На реальных канатах встречались дефекты, которые выявлялись двумя дефектоскопами, но никак не проявлялись на третьем. При этом сочетание дефектоскопов было различным. Это может быть объяснено различным порогом чувствительности дефектоскопов к определенным типам ЛД. Таким образом, ни один из представленных приборов не гарантировал обнаружение всех ЛД, которые регистрировались другими дефектоскопами.

- Обнаружение внутренних дефектов в канатах закрытого типа;

Как уже упоминалось, обнаружение внутренних ЛД на канатах закрытого типа имеет дополнительные трудности, связанные с большим сечением каната по металлу и экранирующим влиянием наружных слоев. Дефектоскопа ИНТРОС и LMA-250 показали способность выявлять подобные дефекты на канатах закрытого типа (Рис. 4).

- Контроль сращения канатов кольцевых ПКД;

Контроль данного участка актуален, поскольку из-за пониженной гибкости каната проволоки испытывают дополнительную нагрузку. Это приводит к возникновению обрывов, что видно на дефектограмме Рис 4. Все представленные дефектоскопы позволяли обнаруживать дефекты в местах сращения канатов кольцевых ПКД по каналу локальных дефектов. Дефектоскоп ИНТРОС позволяет контролировать этот участок и по каналу ПС без дополнительной перестройки оборудования.

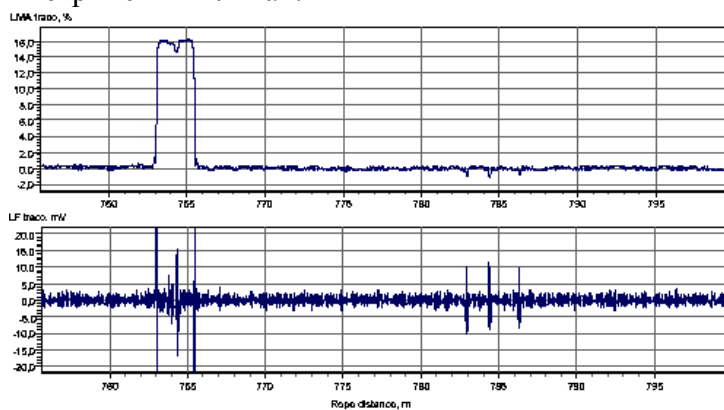
Проведенные сравнительные испытания магнитных дефектоскопов стальных канатов трех различных производителей, показали, что два из них ИНТРОС и LMA-250 являются

наиболее подходящими для контроля канатов подвесных канатных дорог, и показанные ими результаты довольно близки друг к другу.

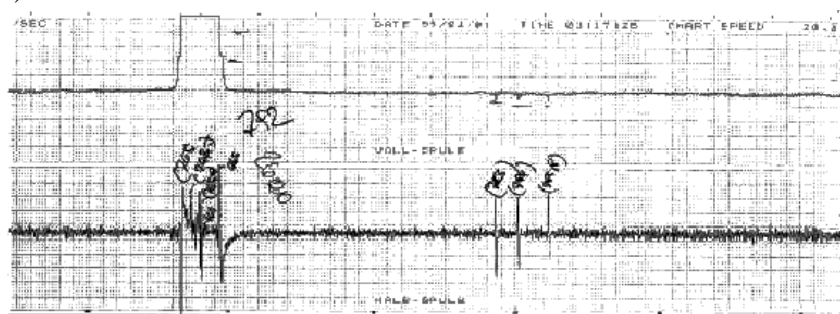
1. V.Sukhorukov. Steel Wire Rope Inspection: New Instruments. The 7th ECNDT, Copenhagen, May, 26-29, 1998.
2. O.Gronau, S.Belitsky, V.Sukhorukov. NDTof Steel Ropes with Magnetic Flux Detectors: Documentation and Interpretation of Test Result



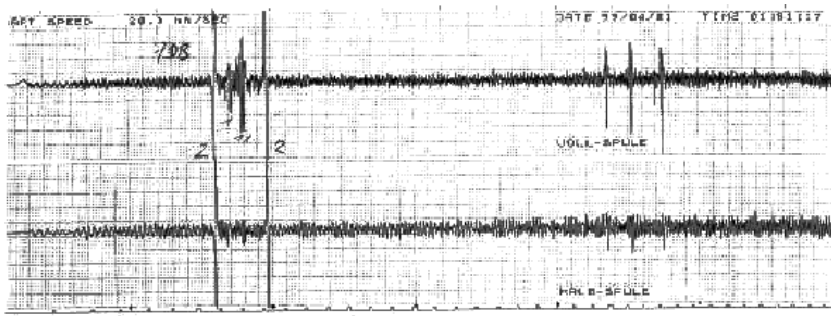
Рис. 1. Магнитная головка ИНТРОС, установленная на опоре канатной дороги в Австрийских Альпах.



a) INTROS

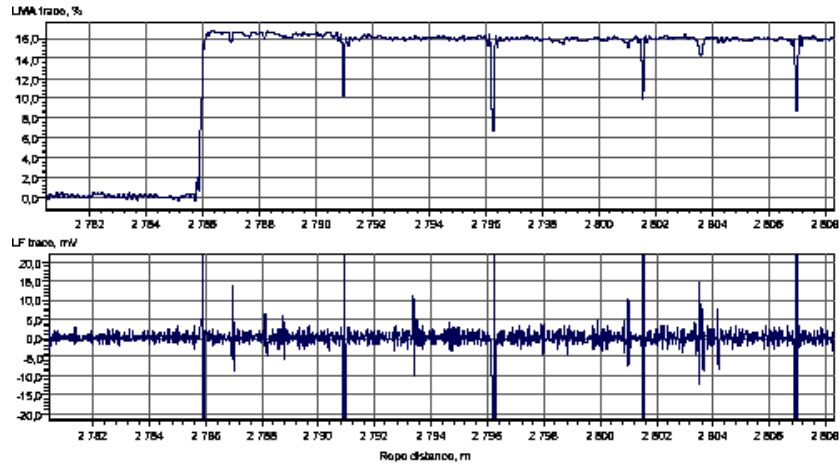


b) NDT

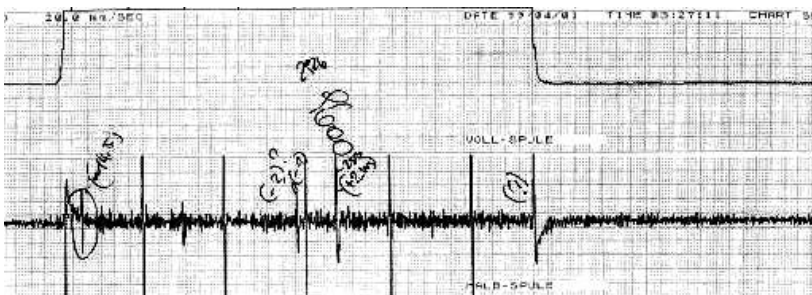


c) KUENDIG

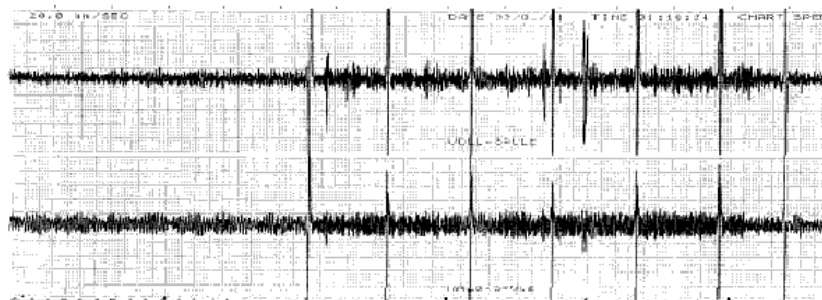
Рис. 2. Участок тянущего каната с дополнительным сращением (слева) и 3 локальными дефектами.



a) INTROS



b) NDT



c) KUENDIG

Рис. 3. Участок каната со сращением.

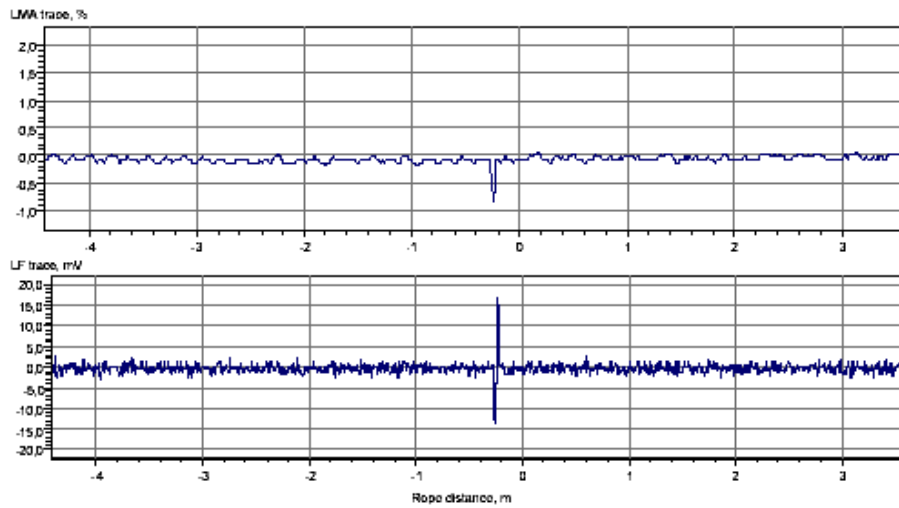


Рис. 4. Канат закрытого типа с внутренним локальным дефектом (дефектограмма ИНТРОС).