



В этом случае можно использовать для вычисления неизвестных величин две простые формулы, которые связывают все основные параметры электродвигателя в номинальном режиме:

1. Уравнение номинальной мощности:

$$P_n = 10^{-3} \sqrt{3} U_n I_n \eta_n \cos \phi.$$

2. Уравнение номинального момента вращения  $M_n = (9565 P_n) / n_n$ , где мощность выражена в кВт, момент вращения в Н·м,  $U_n$  – линейное напряжение.

Таким образом, при простом выборе частотного преобразователя известной серии достаточно определить потребный выходной ток и проверить соответствие мощности выбранного преобразователя мощности электродвигателя. Частотные преобразователи неприхотливы в обслуживании, просты в монтаже, обладают способностью кратковременно превышать номинальную мощность и адаптировать системы под необходимые условия работы.

При использовании преобразователя значительно уменьшается нагрузка от пусковых токов в электродвигателях. Преобразователь обеспечивает крану меньший износ, так как дает ему сбалансированную нагрузку, значительно сокращаются потери энергии в режиме торможения, что позволяет осуществить переход на электродвигатели с более высоким значением номинальной скорости вращения. Электродвигатель получает надежную защиту от аварийных режимов работы, повышается уровень надежности эксплуатации кранового электропривода вследствие снижения сложности электрической схемы управления, исключается раскачивание груза, что является следствием плавного торможения и разгона. Появляется широкий диапазон регулирования скорости электродвигателей, исключение из электрической схемы управления устройств с силовой механической контактной системой, возможность использовать для кранового электропривода более простых в обслуживании и дешевых электродвигателей с короткозамкнутым ротором взамен с фазным ротором, сокращение потребления электрической энергии.

#### Литература

1. *Технический каталог. Преобразователи частоты ACS Single Drive для регулирования скорости и вращающего момента асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором мощностью от 2,2 до 3000 кВт. ABB Industry Oy. 1998.*

2. *ГОСТ 24607-88 «Преобразователи частоты полупроводниковые. Общие технические требования».*

# Контроль стальных канатов методом дефектоскопии на подъемных сооружениях

**Валерий СИРОТКИН,**  
эксперт ООО «ПМП Кран»  
**Павел ЛАРИОНОВ,**  
эксперт ООО «ПМП Кран»  
**Алексей ПОТАПОВ,**  
эксперт ООО «ПМП Кран»  
**Александр ШАБАНОВ,**  
эксперт ООО «ПМП Кран»  
**Алексей АНТОНОВ,**  
эксперт ООО «ПМП Кран»

**Стальной канат является наиболее нагруженным и ответственным элементом грузоподъемных машин, однако во всей силовой цепи подъемной установки от грузозахватного устройства до металлоконструкции он остается единственным элементом, назначаемым не на основе прочностного расчета, а по условному параметру – запасу прочности, совершенно не отражающему конструкцию каната и его напряженное состояние.**

**Н**адежная и безопасная эксплуатация грузоподъемных кранов в значительной мере зависит от состояния стальных канатов, поэтому в процессе эксплуатации крана необходимо постоянно следить за работой и контролировать состояние канатов профилактическими осмотрами. Канаты работают на блоках и барабанах, поэтому определяющими для них являются дополнительные нагрузки, вызванные изгибом и контактом с взаимодействующими деталями машины. При изгибе каната особенно сильно проявляется внутреннее трение, что до настоящего времени в расчетах не учитывается. Частота осмотров каната устанавливается в зависимости от характера и условий работы грузоподъемного механизма, выбраковка и замена канатов про-

изводится в соответствии с критериями, установленными Правилами безопасности в основном по следующим характерным дефектам стальных канатов: обрывы проволоки, их поверхностный износ и коррозия [1].

Контроль состояния каната обычно совмещают с проведением технического обслуживания грузоподъемного механизма, а также проводят ежемесячно либо с другой периодичностью осмотра состояния (профилактический и специальный), с регистрацией результатов осмотра. Правила безопасности [1] предусматривают инструментальный контроль устройствами дефектоскопического контроля стальных канатов лифтов, кранов, подвесных канатных дорог и фуникулеров, шахтных подъемов, вантовых мостов и других сооружений, воздушных линий



электропередачи (несущих стальных канатов в комбинированных проводах, грозозащитных тросов, оттяжек опор) и других объектов и устанавливают периодичность контроля и критерии браковки по значению относительной потери сечения (ПС) каната и количеству обнаруженных локальных дефектов (ЛД). Использование неразрушающих методов (магнитный, цифровая рентгенография, ультразвуковой) для контроля стальных канатов предпочтительнее, поскольку точность и погрешность данных методов не уступает визуальному осмотру, а по выявлению внутренних дефектов превосходит его [1]. Наиболее технологичным и точным является магнитный метод, где используется переменное магнитное поле с использованием индуктивных катушек в качестве измерительных датчиков или постоянное магнитное поле с использованием индуктивных катушек и (или) датчиков Холла в качестве измерительных датчиков либо они используются в одной конструкции [5]. Использование методов, традиционных для электромагнитных устройств, затрудняется сложной конструкцией стальных канатов, их пространственной и магнитной неоднородностью, разным характером дефектов. Следует отметить, что применение приборов с использованием переменного магнитного поля для контроля канатов неэффективно как по причине неудобства использования, так и из-за невозможности обнаруживать ЛД, что очень важно в данном случае. Дефектоскопы с постоянным магнитным полем (магнитные) обычно позволяют одновременно измерять ПС и обнаруживать ЛД.

Магнитный метод контроля предназначен для неразрушающего контроля канатов любой конструкции, изготовленных из стальной ферромагнитной проволоки, в процессе их производства или эксплуатации. Дефектоскоп одновременно измеряет относительную потерю сечения каната по металлу и выявляет наружные и внутренние локальные дефекты, например обрывы проволок и прядей, пятна коррозии, места сварки проволок. Измерение осуществляется в процессе продольного перемещения каната относительно охватывающей его магнитной головки, и появляется возможность идентифицировать дефекты в режиме реального времени при скорости перемещения 5–10 метров в минуту.

При этом одновременно измеряется относительная потеря сечения и обнаруживаются локальные дефекты. Для оценки состояния внутренних проволок, то есть для контроля потери металличе-

ской части поперечного сечения каната двойной свивки (потери внутреннего сечения), вызванных обрывами, механическим износом и коррозией проволок внутренних слоев прядей, канат необходимо подвергать дефектоскопии по всей его длине. Например, при регистрации с помощью дефектоскопа зафиксирована потеря сечения металла проволок, достигшая 17% – при таких показателях канат бракуется [2].

Перед началом контроля дефектоскоп настраивается с помощью специального образца каната с нанесенными на него дефектами. При отсутствии такого образца настройку можно выполнить на контролируемом канате по специальной методике. Процесс регистрации и идентификации дефектов стальных канатов усложняется наличием помех, создаваемых работающим электрооборудованием. К тому же конструктивно наименьшей помехоустойчивостью обладает измерительный канал «Локальный дефект» магнитных датчиков, вследствие того что наружная поверхность каната состоит из множества переплетенных проволок, которые при продольном намагничивании соответствующего участка, создают поля рассеяния, маскирующие поля дефектов. Аналогично сказываются на результатах измерения механические воздействия и другие дестабилизирующие факторы, поэтому необходимо при контроле каната магнитным дефектоскопом исключать внешние факторы, искажающие данные записи магнитной головки.

Аппаратурное измерение магнитным дефектоскопом является достоверным первоисточником контроля каната, формируется документ с полным описанием обнаруженных дефектов каната по типам и размерам дефекта, данные могут формироваться и храниться как на бумажном носителе, так и в электронном виде. Магнитные дефектоскопы в составе лаборатории должны быть сертифицированы, лаборатория должна быть аккредитована территориальным метрологическим центром и иметь соответствующую аттестацию. К основным метрологическим характеристикам дефектоскопов канатов относят погрешность измерения относительной потери сечения и порог чувствительности к обрыву проволок [3].

Стальные канаты, применяемые в качестве грузовых, стреловых, вантовых, несущих, тяговых, монтажных, должны соответствовать государственным стандартам, иметь сертификат (свидетельство) или копию сертификата предприя-

тия – изготовителя канатов об их испытании в соответствии с ГОСТ 3241 и ГОСТ 18899. Применение канатов, изготовленных по международным стандартам, допускается по заключению головной организации или органа по сертификации. Канаты, не снабженные сертификатом (свидетельством) об их испытании, к использованию не допускаются.

При контроле необходимо обращать внимание на условия эксплуатации, такие как натяжение, температура, среда использования, наличие и состояние смазки каната и внутренних проволок каната и сердечника, от которых напрямую зависит степень коррозии и смятие внутренних проволок от действия контактных нагрузок, поскольку смазка снижает контактные напряжения и защищает от коррозионного воздействия среды. Также необходимо учитывать, что время работы – не главный показатель выработки каната. На преждевременный износ каната влияют неправильные складские условия хранения, механические особенности талевого системы грузоподъемного механизма (предельный износ канавок, несоответствие формы канавок типу применяемого каната) и неправильно определенный производителем начальный ресурс каната – все эти факторы значительно снижают общий ресурс.

С целью обеспечения промышленной безопасности объектов, где используются грузоподъемные механизмы, и выдачи рекомендации на запрет работы механизма подъема при выходе параметров дефектов каната за пределы, указанные в «Нормах браковки канатов грузоподъемных кранов», необходимо проводить постоянный мониторинг состояния его наиболее ответственных участков при помощи вышеуказанных приборов дефектоскопии.

#### Литература

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения» (утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 12 ноября 2013 года № 533).
2. РД РОСЭК 012-97 «Канаты стальные. Контроль и нормы браковки».
3. РД 03-348-00 «Методические указания по магнитной дефектоскопии стальных канатов. Основные положения».
4. ГОСТ 18353-79 «Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов».