**Хаммад Ашраф Мухаммед. Электромагнитный метод и средства неразрушающего контроля дефектов стальных канатов : диссертация ... кандидата технических наук : 05.02.11.- Санкт-Петербург, 2002.- 132 с.: ил. РГБ ОД, 61 03-5/46-5**

МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

На правах рукописи



ХАММАД Ашраф Мухаммед

**Электромагнитный метод и средства неразрушающего контроля**

**дефектов стальных канатов**

Специальность 05.02.11 Методы контроля и диагностика в машиностроении

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Санкт-Петербург - 2002

Введение 3

1. Анализ научно-технической литературы по вопросам производства и 5

эксплуатации стальных проволочных канатов

* 1. Конструктивные особенности стальных канатов 5
	2. [Область применения стальных проволочных канатов 21](#bookmark1)
		1. [Шахтные стальные канаты 22](#bookmark3)
		2. Канаты используемые в подвесных канатных дорогах 24
		3. [Канаты применяемые в подьемно-транспортных машинах 25](#bookmark4)
	3. [Причины появления дефектов в стальных проволочных канатах 29](#bookmark5)

[^ 1.3.1. Связь технологии изготовления с эксплуатацией проволочных З 3](#bookmark6)

канатов

1. [Исследование причин возникновения дефектов на работающих 36](#bookmark7)

проволочных канатах

1. Выбор методов неразрушающего контроля 44
2. Технические возможности методов дефектоскопического 44

контроля

1.4.2.0сновные факторы, влияющие на выбор методов 46

дефектоскопического контроля

1. Рекомендации по выбору методов неразрушающего контроля 54
2. Оптический метод 54

1.4.3.2 Магнитный неразрушающий контроль 55

1. Способы магнитного контроля 58
2. [Вихретоковый контроль 58](#bookmark10)
3. Акустические методы контроля 60
4. Рентгеновский методы контроля 61
5. [Выбор методов неразрушающего контроля стальных канатов 62](#bookmark11)
6. [Особенности магнитных характеристик материала канатов и их 66](#bookmark13)

строение

♦ 2. Разработка теоретических основ метода контроля 75

1. [Обзор литературы по теоретическим основам электромагнитного 75](#bookmark14)

контроля

1. Теоретические основы метода контроля 78
2. Экспериментальная проверка применимости электромагнитного

контроля для стальных канатов 85

* 1. Постановка задачи 85
	2. [Прибор для осуществления контроля 87](#bookmark22)
	3. Планирования эксперимента 92

[*ф* 3.4. Установка для осуществления эксперимента 99](#bookmark24)

1. Образцы для проведения эксперимента 104
2. Результаты эксперимента и их обработки 105
3. Повышение безопасности и экономическая эффективность

использования средств контроля канатов 115

Список литературы 128

Обеспечение надежной и безопасной работы технических систем требует обязательного высокоэффективного оперативного контроля за их состоянием в целях предотвращения их выхода из строя, в том числе и ка­тастрофического. Кроме того, процедура контроля позволяет своевременно выявить и заменить дефектные узлы и элементы и получить информацию о фактическом состоянии контролируемого объекта.

Особенно актуально проблема контроля встает в сложных и дорого­стоящих системах и в случаях, если от надежности ее работы зависит безопасность людей.

К подобным системам относятся, в частности, лифтовое и подъем­но-транспортное оборудование, оснащенное гибкими стальными каната­ми в качестве грузонесущего элемента. Стальные канаты являются неотъ­емлемой составляющей грузовых и пассажирских лифтов, шахтных подъемников, подъемных кранов различных конструкций, подвесных ка­натных дорог и т.д.

В целях обеспечения безопасности работы подобного оборудования и систем существуют регламентированные сроки замены стальных канатов [1], что в ряде случаев неоправданно ввиду вполне работоспособного их состояния. Это приводит к затратам денежных средств и рабочего време­ни. Но зачастую в результате перегрузок и агрессивных условий работы статическое состояние канатов требует их замены до истечения регла­ментного срока.

Регулярно проводимый визуальный осмотр позволяет выявить крупные повреждения на поверхности каната. В отношении мелких де­фектов достоверность визуального контроля резко падает. Выявление внутренних дефектов визуальным методом практически невозможно. Кроме того, для визуального контроля очень трудно ввести количествен­ные оценки степени повреждений каната. Отрицательным фактором яв­ляется так же субъективность результатов контроля и сильная зависи­мость их от внешних факторов (освещенность, пространственное положе­ние, скорость движения каната и т.д.) и от степени утомления контролера.

Существуют и приборные методы контроля качества канатов. Так, состояние шахтных стальных грузоподъемных канатов контролируется прибором ИИСК [2]. Однако, данный прибор в силу ряда причин не по­зволяет получить высокую степень достоверности и точности результатов контроля.

В [3, 4, 5] приводятся описания различных методов контроля протя­женных объектов.

Данные методы основаны либо на измерении характеристики полей рассеяния дефектов, либо на измерении параметров отклонения контроли­руемого объекта от эталонного образца с участка. Однако, как показывает анализ литературных источников указанные способы контроля либо не по­зволяют обеспечить достаточную точность и достоверность результатов контроля, либо отличаются дороговизной и громоздкостью реализации и не являются широкодоступными.

Таким образом, задача осуществления оперативного и достоверного контроля текущего состояния стальных канатов является важной и акту­альной в различных сферах народнохозяйственной деятельности.

Актуальность работы заключается в отыскании и обосновании и его применении к контролю.

Автор выражает благодарность: Президенту НП «Севера-Запад» Г.В.Плотникову; к.т.н., старшему эксперту ЗАО «Ратте» М.М.Попову; ав­торам изготовителям прибора УДК: С.С. Петрову, А.А. Петрову; и Неком­мерческому партнерству экспертных организаций по промышленной безо­пасности «Север-Запад», за помощь, предоставленные материалы и полез­ны советы, которые способствовали выполнению работы.

Общие выводы по результатам работы.

1. На основе анализа литературных источников, условий работы канатов были определены основные причины возникновения дефектов в стальных канатах и дана их классификация.
2. Проведенный анализ различных методов неразрушающего контроля стальных канатов позволил выявить наиболее рациональный по различным критериям интервал. Таким методом является вихретоковый метод контроля с помощью переменного магнитного поля. Метод контроля стальных канатов переменным магнитным полем позволяет производить контроль в широком диапазоне скоростей движения работающего каната, имеет малые энергозатраты, портативен и при этом почти отсутствуют остаточная намагниченность канатов, кроме всего метод прост с точки зрения дешифровки результатов контроля.
3. На основании построенной теоретической модели процесса контроля стальных канатов вихретоковым методом были определены основные факторы, влияющие на ЭДС, индуцированную во вторичной обмотке, к которым в первую очередь относятся: коэффициент заполнения датчика, магнитные свойства материала контролируемого каната, вид дефекта, скорость движения контролируемого каната.
4. Получена эмпирическая зависимость величины действующего напряжения разностного сигнала от площади поперечного сечения каната, скорости движения каната, скорости изменения (гридлента) площади сечения по длине каната, эксцентриситета оси каната относительно оси датчика, угла между продольными осями каната и датчика. Эта зависимость получена на *основании* многофакторного плана эксперимента и на *основании* регрессионного анализа экспериментальных данных.
5. Разработана конструкция датчика для осуществления процедуры контроля, позволяющая осуществлять его установку на канатах различных диаметров без снятия их с работающего механизма.
6. Разработана методика контроля стальных канатов, которая прошла проверку на изготовленной экспериментальной установке и в производственных условиях.

Произведена оценка экономического эффекта от внедрения предлагаемого метода и методики контроля. Ориентировочно расчетный экономический эффект составит 11 млн. руб. в год по Северо-Западному региону РФ.