

Светличный И.И.
научный руководитель
Хорошайло Ю.Е., к.т.н., доцент

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВИХРЕТОКОВОГО МЕТОДА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Введение. В зависимости от используемых физических явлений различают девять видов неразрушающего контроля: вихретоковый, акустический, магнитно-оптический, проникающих веществ, радиационный, радиоволновый, тепловой, электрический. В настоящее время в области неразрушающего контроля все большее распространение получает вихретоковый метод [1]. Вихретоковый метод применяется для контроля ответственных деталей изготовленных из электропроводящих материалов в авиационной, космической, атомной и машиностроительной технике, энергетическом машиностроении, на транспорте, (электропроводящие прутки, проволока, трубы, листы, пластины в том числе многослойные, железнодорожные рельсы, шарики и ролики подшипников и многие другие промышленные изделия). Так, например, практически все азотные комбинаты Украины, России, Беларуси и Литвы, проводят вихретоковое обследование различных теплообменников, исходя из экономической целесообразности выполнения данных работ. Также вихретоковые приборы эффективно используются для контроля труб тепловыделяющих элементов ядерных реакторов [3].

Основная часть. Целью данной статьи является краткий обзор особенностей вихретокового метода контроля, а также применение основных видов вихретоковых измерительных преобразователей (ВИП) для контроля промышленных изделий. В качестве преобразователя первичной информации используют одну или несколько индуктивных катушек. Переменный ток, действующий в катушках ВИП, создает электромагнитное поле, которое возбуждает вихревые токи в электропроводящем объекте. Электромагнитное поле вихревых токов воздействует на катушки преобразователя, наводя в них э.д.с. и изменяя полное электрическое сопротивление (импеданс). Регистрация по критерию изменения э.д.с., реализуется в трансформаторном вихретоковом методе. Регистрация по критерию изменения импеданса, реализуется в параметрическом вихретоковом методе. Оба метода позволяют получить полную информацию о свойствах ОК и о положении преобразователя относительно него.

Э.д.с. (или импеданс) ВИП зависит от многих параметров объекта контроля, т.е. первичная информация - многопараметровая. Это определяет как преимущества, так и трудности реализации ВИП. С одной стороны, преобразователи позволяют осуществить многопараметровый контроль, с другой стороны, требуются специальные приемы для разделения информации об отдельных параметрах объекта. При контроле одного из параметров влияние остальных на сигнал преобразователя становятся мешающими, которые необходимо уменьшать. Для разделения параметров используют раздельное или совместное измерение фазы, частоты и амплитуды сигнала измерительного преобразователя, подмагничивание изделия постоянным магнитным полем, ведут контроль одновременно на нескольких частотах, применяют спектральный анализ. Получаемые таким образом выходные параметры преобразователя одновременно несут информацию об удельной электрической проводимости σ , магнитной проницаемости материала μ , о наличии

поверхностных и внутренних (на глубине до нескольких миллиметров) дефектов, о величине зазора между изделием и преобразователем, а также о геометрических размерах изделия. Глубина проникновения вихревых токов зависит от частоты электромагнитных колебаний ВИП, электрических и магнитных характеристик ОК, и геометрической формы и формы ВИП.

Вихретоковый метод неразрушающего контроля позволяет в некоторых особых случаях, свести многопараметровый контроль электромагнитных и геометрических параметров изделий к двухпараметровому контролю: вихретоковой дефектоскопии и вихретоковой толщинометрии. С помощью вихретоковой дефектоскопии можно выявлять наружные и внутренние (не глубже 2 мм) дефекты раскрытием от 1 мкм и более [2,3]. Вихретоковые дефектоскопы широко применяются для контроля тонкостенных труб, прутков малого диаметра, галтельных переходов в точеных изделиях, резьбовых канавок, треугольной резьбы с целью выявления канавочных трещин. С помощью вихретоковых дефектоскопов контролируют почти 100% выпускаемого объема проволоки, особенно малых диаметров (0,05...2,5 мм), почти 100% электросварных труб [2]. Кроме того дефектоскопы нашли широкое применение в решении специальных задач по проверке технического состояния автотранспорта. Например, они позволяют обнаружить изменения маркировки кузова автотранспорта, связанные с ввариванием участка панели с иной маркировкой, заменой части панели, наложением на первичную маркировку фрагмента панели с вторичной маркировкой и т.д.

Вихретоковая толщинометрия используется для измерения толщины металлизации на неметаллических материалах (например, заготовки для печатных плат в радиоэлектронике) или наоборот - толщины защитных неметаллических покрытий на металле (например, электрическую изоляцию). Вихретоковые толщинометры эффективно с достаточной точностью и полнотой решают измерительные задачи связанные с обнаружением трещин, раковин, посторонних включений в лакокрасочных, эмалевых, керамических, гальванических и других покрытий, нанесенных на электропроводящую основу [3]. Кроме того вихретоковые толщинометры способны контролировать механические свойства, остаточные напряжения изделий.

К числу главных достоинств вихретокового метода следует отнести его универсальность и широкие функциональные возможности, которые до настоящего времени еще не до конца использованы. Основное достоинство вихретокового метода контроля состоит в том, что его можно проводить без контакта ВИП и объекта. Поэтому метод позволяет получать хорошие результаты контроля даже при высоких скоростях движения объектов.

К другим достоинствам метода можно отнести то, что на сигналы преобразователя практически не влияют влажность, давление и загрязненность газовой среды, радиоактивные излучения, загрязнение поверхности объекта контроля непроводящими веществами. Следующее достоинство метода заключается в простоте конструкции ВИП. Катушки помещают в предохранительный корпус и заливают компаундами [3]. Благодаря этому они устойчивы к механическим и атмосферным воздействиям, могут работать в агрессивных средах в широком интервале температур и давлений.

К недостаткам метода следует отнести то, что его применяют только для контроля электропроводящих изделий. Особенности проникновения электромагнитных волн в ОК определяют малую глубину контроля, поэтому

вихретоковым методом не могут быть проконтролированы элементы конструкции детали: с резкими изменениями магнитных или электрических свойств, плоские раскрытия неоднородностей которых параллельны контролируемой поверхности составляют с ней угол менее 10° [4]. Вихретоковый метод плохо обнаруживает дефекты в конструкциях и деталях: с поверхностями, на которые нанесены электропроводящие защитные покрытия, если дефект не выходит на поверхность покрытия; с поверхностями, покрытыми значительной коррозией. При контроле объектов из ферромагнитных материалов максимальная достоверность контроля обеспечивается в тех случаях, когда магнитные свойства однородны. Локальные изменения магнитных свойств, созданные наклепом, прижогами, местной намагниченностью, могут вызывать ложные индикации, которые вызывают затруднения при интерпретации результатов контроля. В этом случае для повышения достоверности результатов контроля целесообразно провести контроль другими видами контроля.

Способы осуществления вихретокового контроля приведены в табл.1.

Таблица

№ п/п	Разновидности осуществления вихретокового контроля	Название способа
1.	Способ получения первичной информации	Трансформаторный, параметрический.
2.	Способ взаимодействия физических полей с ОК	Прошедшего излучения, отраженного излучения
3.	Способ выявления первичного информационного параметра	Амплитудный, фазовый, частотный, многочастотный, спектральный.

Трансформаторные ВИП, имеют как минимум две катушки (возбуждающую и измерительную). Параметрические ВИП имеют, как правило, одну. Преимущество параметрических ВИП заключается в их простоте, а недостаток, который значительно слабее выражен в трансформаторных ВИП, в зависимости выходного сигнала от температуры преобразователя [4]. Простота конструкции и надежность параметрических ВИП обусловили широкое дефектоскопическое распространение. Такие ВИП с успехом применяются при измерении геометрических параметров ОК, также в виброметрии. Однако они обладают сравнительно невысокой температурной стабильностью, обусловленной в основном изменением активного сопротивления обмотки.

Амплитудный способ выявления первичного информационного параметра применяют при наличии двух изменяющихся факторов, например, одновременном изменении зазора и электрической проводимости, один из которых нужно исключить. Такое исключение осуществляется фазовой настройкой. Частотный метод чаще используют, например, при измерении толщины стенок труб, когда необходимо отстроиться от измерения наружного диаметра или электрической проводимости.

В зависимости от назначения и расположения относительно объекта преобразователи подразделяются на проходные, накладные и комбинированные (иначе их называют экранные).

В свою очередь, проходные ВИП подразделяются на наружные, внутренние

и погружные [5]. Особенность ВИП заключается в том, что они в процессе контроля проникают либо снаружи объекта, охватывая его (наружные), либо внутри объекта (внутренние), либо погружаются в жидкий объект (погружные). Они имеют однородное поле в зоне контроля, в результате чего радиальные смещения поверхности объекта контроля не влияют на выходной сигнал преобразователя. С помощью наружных проходных ВИП контролируют линейно протяженные объекты (шпунты, трубы и т. д.), осуществляют массовый контроль мелких изделий. Также внутренними проходными ВИП контролируют внутренние поверхности труб, цилиндров, а также отверстий в различных деталях. Погружные ВИП применяют для контроля жидких сред, экранные проходные - для контроля труб, щелевые - для контроля проволоки.

Накладные ВИП обычно представляют собой одну или несколько катушек, к торцам которых подводится поверхность объекта. Накладные преобразователи могут иметь круглые коаксиальные, прямоугольные, прямоугольные крестообразные, катушки со взаимно перпендикулярными осями. Накладные ВИП обладают самыми большими возможностями для контроля, чем проходные. Они позволяют контролировать геометрические и электромагнитные параметры ОК сложной формы [6]. Они применяются также, когда надо обеспечить локальность и высокую чувствительность контроля. В силу простоты и технологичности изготовления, накладные ВИП с круговой формой витков, (без ферритовых сердечников), чаще всего используются для решения общих задач дефектоскопии.

Комбинированные ВИП представляют собой комбинацию проходных и возбуждающих катушек и накладных измерительных катушек.

Особой разновидностью комбинированных преобразователей являются экранные ВИП, отличающиеся тем, что их возбуждающие и измерительные обмотки разделены контролируемым объектом. Различают экранные накладные и экранные проходные ВИП.

Вывод. На основе проведенного краткого анализа достоинств и недостатков вихретокового контроля, можно сделать вывод о том, что в отличие от других известных массовых методов неразрушающего контроля, вихретоковый метод обеспечивает производительный, одновременный и локальный контроль электромагнитных, геометрических параметров электропроводящих изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.В. Клюев, Ю.К. Федосенко, В.Ф. Мужицкий. Вихретоковый контроль: современное состояние и перспективы развития // В мире неразрушающего контроля. - 2007. - №2. - с.4-9.
2. Неразрушающий контроль. Справочник в 7 т.: Т.2 / под общ. ред. В.В.Клюева. М.; Машиностроение, 2003. - 688с.:ил.
3. Княевский И.Н. Неразрушающие методы контроля: Учебное пособие / Княевский И.Н., Сальникова Е.Н. - Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. - 243 с.
4. Соболев В.С. Накладные и экранные датчики / В.С. Соболев, Ю.М. Шкарлет - Новосибирск: наука. 1967 - 144 с.
5. ГОСТ 18353-79 Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов.
6. Г.М. Сучков, Ю.В. Хомяк. Развитие возможностей вихретоковой дефектоскопии // Методы та прилади контролю якості. - 2006. - № 17. - с.3-7

Министерство образования и науки Российской Федерации
Управление молодёжной политики администрации
Губкинского городского округа
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
ГОУ ВПО «Московский Государственный открытый университет»
Губкинский институт (филиал) ГОУ ВПО МГОУ

«МОЛОДЕЖЬ И ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОСТИ»

Сборник материалов
VI Региональной студенческой научно-практической конференции
с международным участием
21 апреля 2011 г.

Москва
2011

УДК 338:62

М 75

Молодёжь и глобальные проблемы современности: Сборник материалов VI Региональной студенческой научно-практической конференции с международным участием – Москва: Издательство «Московский государственный открытый университет», 2011. – 255 с.

Сборник содержит материалы VI Региональной студенческой научно-практической конференции с международным участием «Молодёжь и глобальные проблемы современности», состоявшейся 21 апреля 2011 года в Губкинском институте (филиале) ГОУ ВПО «Московский государственный открытый университет».

В сборнике представлены результаты исследований студентов в области разработки информационных технологий и математического моделирования, совершенствования горнопромышленной техники и технологии, строительных материалов и конструкций, охраны окружающей среды.

Широко освещены организационно-экономические проблемы хозяйствования в современных условиях, правовые и нравственные аспекты жизнедеятельности человека.

Материалы публикуются в авторской редакции.

УДК 338:62

М 75

© ГОУ ВПО «Московский государственный
открытый университет»
2011 г.

НАПРАВЛЕНИЕ 1

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Калинина Н.А., научный руководитель Гончарова О.И., ст. преподаватель ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОФАКТОРНОЙ МОДЕЛИ В АНАЛИЗЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	11
Мельник А.В., Зубкова Е.В., научный руководитель Головенко А.Г., к.п.н., доцент ЭКОНОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СТОИМОСТИ ЖИЛЬЯ (НА ПРИМЕРЕ Г. ГУБКИНА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)	19
Меренков Д.И., научный руководитель Адамчук И.А. к.э.н., доцент ЧТО ТАКОЕ И ЧТО СЕЙЧАС ИНВАРИАНТ ПРЕЙСКУРАНТА?	23
Немчина К.А. научный руководитель Молоч Н.М., к.т.н., доцент КОНКУРЕНЦИЯ В ГОСТИНИЧНОМ БИЗНЕСЕ	24
Просветова О.Н., научный руководитель Шевчук М.И., к.т.н., доцент ПРОБЛЕМЫ ПЛАТНОГО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ДОБЫЧЕ И ОБОГАЩЕНИИ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД	27
Савина В.В., научный руководитель Карпов Э.А., к.э.н., профессор ВЛИЯНИЕ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ НА ЭКОНОМИКУ ПОСТРАДАВШИХ СТРАН	32
Тищенко К., гр. научный руководитель Богданова Л. П., к.т.н., доцент ЭЛАСТИЧНОСТЬ СПРОСА	35
Шевелева М.В., научный руководитель Виноградская О.В., к.э.н., доцент КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ	39
Шубина Э.С., научный руководитель Шульгина Н.П., ст. преподаватель МЕТОДЫ ФИНАНСОВОГО АНАЛИЗА В ПЕРИОД АНТИКРИЗИСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ	42
Щурова М.Л., научный руководитель Шульгина Н.П., ст. преподаватель ТРУДОВОЙ ПОТЕНЦИАЛ ПРЕДПРИЯТИЯ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА	46

НАПРАВЛЕНИЕ 2 АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ И ПРОЦЕССАМИ. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	
Акинин Д.А., научный руководитель Дрегель Л.Г., ст. преподаватель ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ НАГРУЗКИ НА РАМНЫЕ КРЕПИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК	51
Бобрышова Е.В., Вдовиченко А.В., научный руководитель Секисова И.А., к.т.н., доцент ВЛИЯНИЕ МАТЕРИАЛА ВОДОПРОВОДНЫХ ТРУБ НА ВЕЛИЧИНУ ПОТЕРЬ НАПОРА В ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ	55
Галкин П.В., научные руководители Синотин А.М., д.т.н., профессор Колесникова Т.А., к.т.н., доцент ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ НАГРЕТОЙ ЗОНЫ НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ АППАРАТА	59
Данильченко Д. В., научный руководитель Булгаков И. С., к.т.н., доцент СТЕНДОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО СГУЩЕНИЮ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ ГОКОВ КМА ПОЛОЧНЫМИ (ТОНКОСЛОЙНЫМИ) АППАРАТАМИ	63
Лысенко Р.Г., научный руководитель Гарбовицкий А.И., к.т.н., профессор ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЯ: ХАРАКТЕРИСТИКА, ОСОБЕННОСТИ, ТЕНДЕНЦИИ	66
Светличный В.А., научный руководитель Хорошайло Ю.Е., к.т.н., доцент ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВИХРЕТОКОВОГО МЕТОДА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ	70
Скворцов. А.П., научный руководитель Ернеев Р.Ю., к.т.н., доцент СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА РУДНИКЕ	74
Чуев А.Ю., научный руководитель Ернеев Р.Ю., к.т.н., доцент ИССЛЕДОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО СПОСОБА ВСКРЫТИЯ ЛЕБЕДИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	78
Беликов А.О., Павлусенко М.Н. научный руководитель Головкина Л.В., к.т.н., доцент ДИММЕРЫ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ	82

Бормотов С.Ф., ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОСХЕМЫ L 293D В ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В БЫТУ	84
Галкин П.В., научный руководитель Ключник И.И., к.т.н., доцент ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ TOSSIM ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ	87
Глушков Н., Макаева Е. научный руководитель Глушкова Т.Н., преподаватель математики ПАРАБОЛА БЕЗОПАСНОСТИ	91
Дорохов А., научный руководитель Глушков А.И., ст. преподаватель КОРРЕКТНОСТЬ И ТОЧНОСТЬ ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ И ИХ СВЯЗЬ С ТЕХНОГЕННЫМИ АВАРИЯМИ И КАТАСТРОФАМИ	95
Егоров М.Н., научный руководитель Галкин П.В., асист. каф. ПЕЕА АППАРАТНЫЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА СБОРА ИНФОРМАЦИИ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ	99
Калинина Н., научный руководитель Глушков А.И., ст. преподаватель ВЛИЯНИЕ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ: ОШИБКИ И ЗАБЛУЖДЕНИЯ	103
Кукунин С.В., научный руководитель Лысенков Н.А., к.т.н., профессор ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В УПРАВЛЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ	107
Объедков К.С., научный руководитель Белоусов С.П., к.т.н., профессор ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УЧЕТА ПОТЕРЬ И РАЗУБОЖИВАНИЕ РУДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ТЕЛА ВЫПУСКА	111
Савченко А.И., научный руководитель Савченко Л.С., ст. преподаватель ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК СРЕДСТВО ОПТИМИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ	113
Сидашов О.Л., научные руководители Зюбан А.П., ст. преподаватель, Крутских В.В., ст. преподаватель ПРИМЕНЕНИЕ MAPLE 14 ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ	115
Чухломин Н., Махмадсаидов Ф., научный руководитель Козырев В.А., к.т.н., доцент ВЛИЯНИЕ ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ	

их в качестве закладки решает эту проблему.

Сборник материалов
VI Региональной студенческой научно-практической конференции
с международным участием
21 апреля 2011 г.

МОЛОДЁЖЬ И ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОСТИ

Корректурa авторов
Компьютерная верстка: В.В. Тараруев

Формат 60x84/16. Тираж 100 экз. Заказ 4.
Издательство ГОУ ВПО МГОУ, г. Москва.
Отпечатано в Губкинском институте (филиале) ГОУ ВПО
«Московский государственный открытый университет».
309186, Белгородская обл., г. Губкин, ул. Комсомольская, 16