

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

СТАРОЕ – НОВОЕ, ИСКАТЬ ДЕФЕКТЫ УДАРОМ

Н.Д. Хатьков Научный руководитель проекта ООО «Лазерные системы диагностики», к.т.н.

В настоящее время ни один технологический процесс производства и эксплуатации сложных конструкций и сооружений не обходится без проведения неразрушающего контроля. Теория физических основ методов неразрушающего контроля возникла из насущных потребностей человека, создающего и эксплуатирующего большое количество разнообразных сложных технических конструкций, работающих порой в экстремальных условиях. Для обеспечения безопасной эксплуатации таких изделий необходим постоянный мониторинг их технического состояния. В процессе развития методов технической диагностики широкое распространение получили ультразвуковые дефектоскопы. Одним из первых в нашей стране их разрабатывал и способствовал их серийному производству профессор Сергей Яковлевич Соколов. Еще в далеком 1928 году он высказал основные идеи ультразвуковой дефектоскопии и описал экспериментальную методику. Он же являлся пионером звуковидения. В 1935 году он предложил методы преобразования звуковых изображений в видимые и создал аппаратуру звуковидения, которую назвал ультразвуковым микроскопом. Разработал первый кварцевый анализатор звука. Исследовал дифракцию света на ультразвуке и выдвинул идею использования дифракции света в ультразвуковом поле в твердых и жидких средах для модуляции светового пучка. Заложил основы акустической голографии.

Предлагаемые консорциумом «Безопасность жизнедеятельности» лазерные комплексы неразрушающего контроля существенно отличаются от широко применяемых ультразвуковых дефектоскопов. В основу работы комплексов заложен метод свободных колебаний, который заключается в анализе затухающих акустических колебаний, возбуждаемых в объекте контроля. Заключение о наличии дефекта в образце делается на основе сравнения акустического портрета целого образца с исследуемым, так как у дефектного образца он другой. Если же имеется необходимость в определении местоположения дефекта, то осуществляют многократное прозвучивание образца в его разных местах. Место дефекта будет обнаружено по анализу возбуждаемых затухающих акустических волн – в месте удара они будут звучать по-другому. Такой метод поиска дефекта носит название метода локальных свободных колебаний. Метод свободных колебаний один из уникальных методов, который в ряде случаев человек может использовать в своей деятельности без каких либо приборов. Простым постукиванием стены он может находить с помощью своего слуха места расположения полостей даже в бетонной стене, аналогичным способом можно находить трещины в стеклянной и керамической посуде и др. Метод свободных колебаний успешно работает на объектах сложной конфигурации, не требует расходных материалов, подготовки поверхности и применения иммерсионной жидкости.

Однако длительное время метод свободных колебаний широко не развивался и использовался в основном в различного рода анализаторах дефектов слоистых сред, т.е. работал в узкой области применения. Это объясняется прежде всего тем фактом, что существовавшие на тот момент преобразователи акустического сигнала в электрический, аналоговые спектральные анализаторы, индикаторы результатов измерений и другие составные части дефектоскопов, взятые все вместе в комплексе, не обеспечивали требуемую достоверность измерений. Как оказалось физика процессов, происходящих при ударе и последующем распространении, детектировании затухающих акустических колебаний оказалась намного сложнее, чем считалось ранее. Старые конструктивные решения и методы обработки сигналов не позволяли выделить устойчивую информативную составляющую в сложном сигнале, полученном при преобразовании затухающей акустической волны. И только в наше время, с развитием современных технологий во всех направлениях, оказалось возможным вдохнуть новую жизнь в давно известный метод на совершенно новом уровне.

Так Президент Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД), академик Российской академии наук, президент делового клуба научно-технических организаций прикладной науки «Русский инженер», член Европейской Академии, профессор, Владимир Владимирович Ключев на пресс-конференция проводимой в рамках 5-й Международной выставки испытательного оборудования, систем и технологий авиационно-космической промышленности «Aerospace Testing Russia 2008» отмечал: «...при создании приборов и систем НК и ТД используются современные технологии, такие, как математическое моделирование, информатика и многое другое. В функции аппаратуры входят не только процессы мониторинга и зондирования, но и регистрации,

обработки информации, сохранения в памяти результатов. Близкой к решению является задача автоматической расшифровки результатов контроля и оценки остаточного ресурса изделий... если взять наиболее распространенные ультразвуковые методы и приборы, то окажется, что в эксплуатации находятся многие приборы, разработанные более 30 лет назад. При этом результаты контроля в большой степени зависят от так называемого «человеческого фактора», т.е. от квалификации и опыта дефектоскописта.»

Именно для решения подобных проблем на современном уровне, исключения субъективной оценки полученных результатов, автоматизации процесса и предлагается новый – старый метод свободных колебаний и разработанные на его основе специалистами консорциума «Безопасность жизнедеятельности» лазерные комплексы «ПСК» и «ИМК».

Покажем на некоторых примерах возможности разработанной нами современной диагностической аппаратуры, использующей метод свободных колебаний

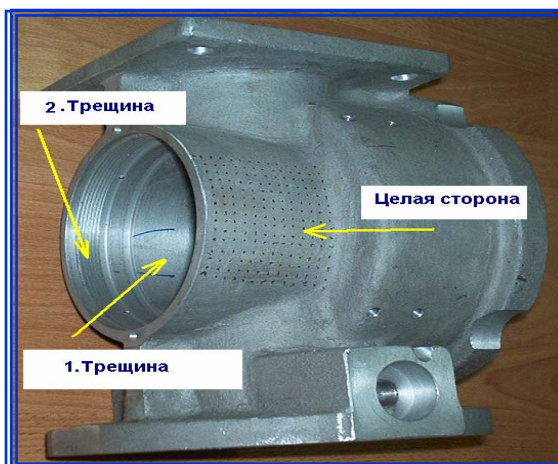


Рис. 1 Образец сложной геометрической формы (корпус насоса) выполненный из алюминиевого сплава.

В качестве объекта контроля был взят литой корпус насоса, одна сторона которого имеет трещины, а другая нет. Результаты сравнения дефектной (б) и бездефектной стороны (а) проведены на рис.2. Высокая чувствительность оборудования и практическая возможность визуализации дефектов позволяют наглядно продемонстрировать наличие или отсутствие трещин в объекте контроля и их расположение относительно друг друга.

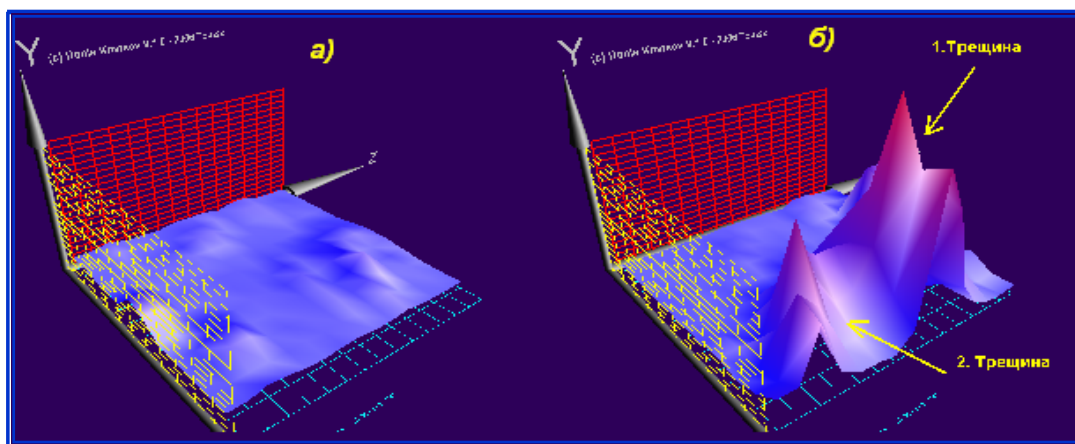


Рис. 2 Результаты диагностики бездефектной (а) и дефектной (б) стенок корпуса насоса.

В другом случае объектом контроля являлась стальная заготовка весом около 76 кг. в которой, по результатам проведенного контроля, была обнаружена нитевидная трещина шириной 70 мкм, по результатам проведенного контроля была получена диаграмма, представленная на рис. 3.

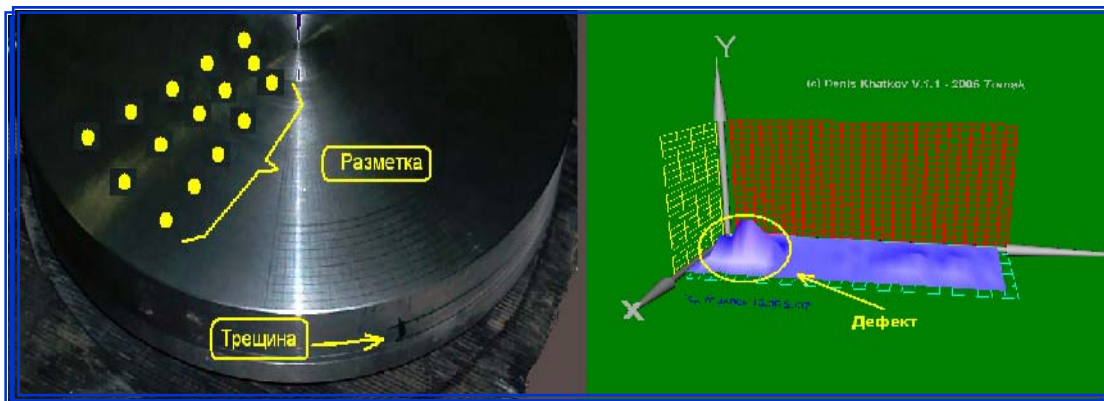


Рис. 3 Результаты диагностики массивного диска с трещиной 70 мкм. в виде цилиндрической развертки

Одной из серьезных проблем на железнодорожном транспорте является диагностирование на современном уровне состояния железнодорожных колес и литых деталей тележек грузовых вагонов, как при деповском ремонте, так и при техническом осмотре вагонов на станциях. На рис. 4 представлены результаты диагностики радиусов R55 боковых рам тележек мобильным лазерным комплексом «ИМК» в составе грузового поезда стоящего на станции. Результаты диагностики являются информативными и позволяют с высоким уровнем достоверности определять наличие дефекта в контролируемом изделии.

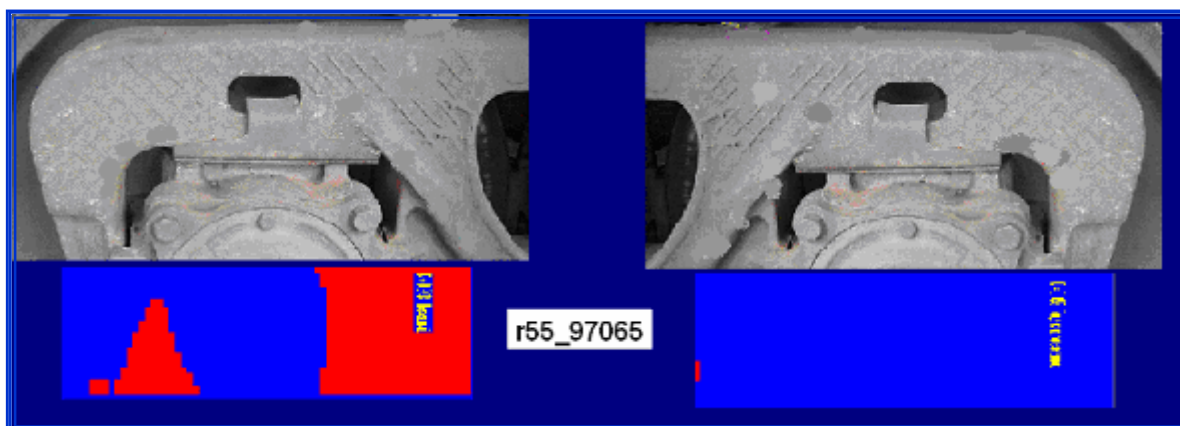


Рис.4 Результат диагностики зоны контроля R55 боковой рамы тележки в составе поезда (красным цветом показаны места дефектов).

На рисунке 6 показаны результаты диагностики ответственных зон литых деталей грузовых вагонов при проведении стационарного контроля в условиях завода-производителя. Для проведения диагностика использовался лазерный комплекс «ПСК» с возможностью локализации местоположения и построения диаграммы расположения дефектов в объекте контроля.



Рис. 5 Проведение контроля на действующем производстве завода-изготовителя нижнего пояса надрессорной балки тележки 18-100 лазерным комплексом «ПСК» с ручным вариантом перемещения электромеханического ударника.

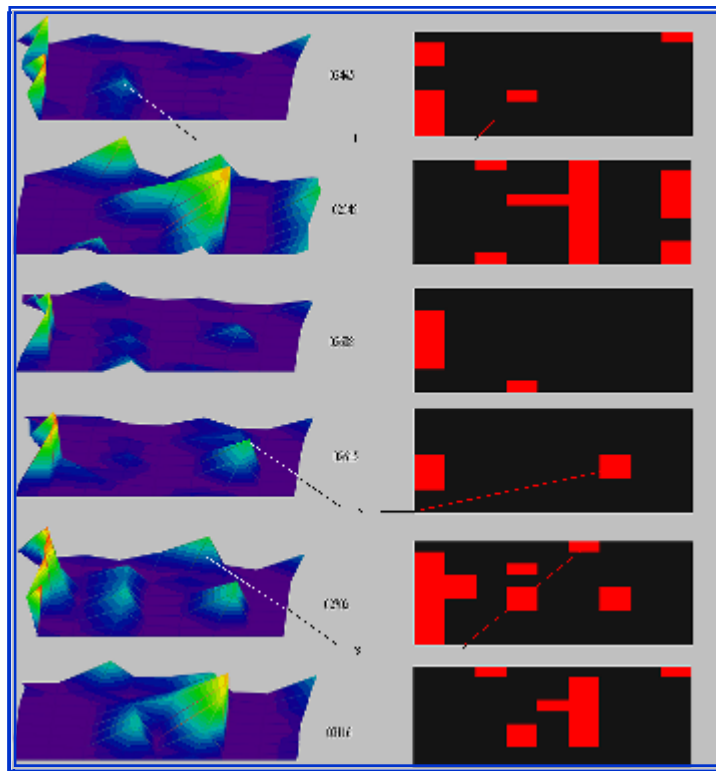


Рис.6 Графическое отображение выявленных дефектов в ответственной зоне нижнего пояса надрессорной балки тележки 18-100 (6 шт.)

Разработанное оборудование в своем составе содержит высокостабильный электромеханический ударник, сверхширокополосный лазерный акустический преобразователь с шириной полосы преобразования 0 – 1,2 мГц, устройство ввода информации в компьютер, портативный компьютер с программным обеспечением, содержащим не только традиционную обработку акустических сигналов, но и современные математические модели физических процессов, анализа данных и их визуализации, а также средства автоматического принятия решения о наличии дефектов.

Как следует из результатов применения разработанного измерительного комплекса к объектам различных размеров, конфигурации, массы и его возможностей, то мечта профессора Соколова Сергея Яковлевича в части автоматизации поиска и визуализации дефектов начинает постепенно сбываться и для метода свободных колебаний, работающего совершенно в другом акустическом диапазоне, чем ультразвуковой дефектоскоп. В тоже время, возможность осуществления полной автоматизации не только процесса получения акустических сигналов, но и их хранения, обработки, принятия решения о наличии или отсутствия дефектов, отвечает самым современным требованиям, которые высказал Владимир Владимирович Ключев в своем выступлении на пресс-конференция 5-й Международной выставки испытательного оборудования, систем и технологий авиационно-космической промышленности «Aerospace Testing Russia 2008»