

**«Интеллектуальные лазерные системы неразрушающего контроля.
Контроль ответственных изделий на протяжении всего жизненного цикла,
от производства до утилизации»**

Группой компаний «Чистые технологии» «СТГ» разработана система контроля ответственных изделий, позволяющая проводить мониторинг состояния ответственных изделий на протяжении всего их жизненного цикла.

В рамках этой системы разработаны две интеллектуальные лазерные системы неразрушающего контроля – компьютеризированные комплексы «ПСК» и «ИМК».

Комплекс «ПСК» предназначен для контроля качества боковых рам и над-рессорных балок в условиях действующего производства и в условиях деповского ремонта (рис.1).



Рис.1

Комплекс «ИМК» предназначен для проведения контроля качества боковых рам и цельнокатаных металлических колес на путях ТОР, и пунктах подготовки вагонов (рис.2).



Рис.2

В работе обоих комплексов используется **метод локальных свободных колебаний**, который обладает целым рядом безусловных преимуществ. Это и сведённые к минимуму эксплуатационные затраты, и возможность его применения на объектах сложной конфигурации, выполненных из материалов с различными физическими свойствами. Высокая чувствительность метода позволяет не только выявлять практически все находящиеся в объекте контроля дефекты вне зависимости от их типа и пространственной ориентации, но и фиксировать структурные изменения, прогнозируя тем самым возможное появление дефектов в материале объекта контроля, которые впоследствии могут привести к серьезным авариям. При наличии в диагностируемом изделии какого-либо дефекта всегда происходят изменения амплитудных и фазовых соотношений затухающих колебаний. Они происходят гарантированно и могут, безусловно, обнаружены соответствующей аппаратурой «СТГ». При использовании данного метода не требуется нанесения иммерсионного слоя, дорогостоящей и трудоемкой, а часто технологически невозможной операции подготовки поверхности изделия для проведения контроля.

В состав обоих комплексов входит:

1. Сверхширокополосный лазерный датчик.
2. Электромагнитный ударник, позволяющий возбуждать свободно затухающие колебания в объекте контроля;

3. Электронный блок, обеспечивающий требуемые режимы работы комплексов;
4. Блок питания;
5. Персональный компьютер (в «ИМК» - нетбук).

Возбуждение свободно затухающих колебаний в объекте контроля производится электромагнитным ударником с запуском от высокостабильного импульсного генератора, управляемого компьютером. Ударник расположен на специальном держателе, в рукоятку которого вмонтированы управляющие кнопки и светодиоды индикации режимов. Важно также отметить, что для получения наибольшей повторяемости акустических сигналов специально оптимизирована форма поверхности ударной части.

Съём затухающих упругих колебаний осуществляется с помощью специально сконструированного сверхширокополосного лазерного датчика с сухим игольчатым контактом, обладающего высокой чувствительностью и позволяющего снимать «корректный», без искажений и пропуска информации, сигнал с объекта контроля, и в полной мере использовать преимущества метода свободных колебаний, что не всегда возможно при применении широкодоступных датчиков иного типа, например, пьезодатчиков.

Для обработки полученных при проведении контроля данных, используется комплексный анализ со сложной математической обработкой, обладающий значительно большими, чем классический спектральный, возможностями. Комплексный анализ позволяет производить обработку информации в автоматическом режиме, исключить «человеческий фактор», наладить оперативный учет и создать электронную базу данных диагностируемых изделий.

Комплексы прошли испытания на ст. Болотная, Тайга и Инская.

Комплекс «ПСК» достаточно успешно зарекомендовал себя при проведении испытаний в ОАО «Алтайвагон». Были выявлены дефекты, которые были пропущены по результатам штатного контроля, проводимого на заводе.

Оба комплекса зарегистрированы в Реестре средств измерений, допущенных к применению в ОАО «РЖД».

О результатах испытаний комплексов:

В соответствии с решением, принятым по результатам сквозного контроля комплексами «ИМК» и «ПСК» боковых рам тележек грузовых вагонов на станции Инская Западно-Сибирской железной дороги, проходившего 6-7 июля 2011 г., на порезку были направлены пять фрагментов внутренних R55 боковых рам: № 2491-14-00 (левая часть), № 43416-14-90 (правая часть), № 61686-33-08 (левая часть), № 12083-143-06 (правая часть), № 6602-33-06 (левая часть).

Направленные на порезку образцы были признаны годными по результатам штатных методов контроля (визуальный, магнитопорошковый, феррозондовый). Однако комплексами — «ИМК», «ПСК» — данные изделия были признаны дефектными.

С целью определения наличия дефектов с 9 по 16 сентября 2011 года на механическом участке ОАО «НПЦ «Полюс» проводилась послойная механическая порезка с шагом 3 мм. Для рассмотрения и анализа результатов порезки была создана комиссия в составе:

Председатель: Панин С.В. — д.т.н., заведующий лабораторией Института физики прочности и материаловедения СО РАН (ИФПМ СО РАН).

Члены комиссии: Пятков В.И. — начальник ПТО Томск 2 ВЧД-27 «Тайга» Западно-Сибирской ж.д., Ильиных В.Н. — старший мастер ПТО Томск 2 ВЧД-27 «Тайга» Западно-Сибирской ж.д., Даммер В.Х. — к.т.н., главный металлург ОАО «НПЦ «Полюс», Табаченко А.Н. — к.ф.м.н., заведующий лабораторией металлографии ОСП «Сибирского физико-технического института ТГУ» (СФТИ ТГУ), Власов И.В. — технолог ИФПМ СО РАН, Ноздревых Б.Ф. — начальник СКБ «Фотон» кафедры СВЧиКР ТУСУР, Будков А.Р. — руководитель проекта лазерной диагностики ООО «Чистые технологии СПб», Романов С.И. — главный конструктор проекта лазерной диагностики ООО «Чистые технологии СПб», Шелковников З.А. — ведущий специалист ООО «Чистые технологии СПб».

Результаты выявления дефектов в ходе порезки оформлены соответствующим протоколом и представлены в виде таблиц и фотографий отдельно для каждого исследуемого образца.

Заключение по результатам испытаний комплексов:

1. При послойной порезке были выявлены следующие литейные: газовые раковины, поры, спаи, слоистость, шлаковые, песочные раковины и возникшие по их причине эксплуатационные дефекты: трещины.
2. Выявленные дефекты не были обнаружены ни одним из штатных, применяемых на сегодняшний день при проверке качества литых деталей в ОАО «РЖД», методов.
3. Результаты контроля комплексами *«ИМК»* и *«ПСК»* при проведении порезки были подтверждены со 100% достоверностью, пять из пяти забракованных по результатам контроля комплексами образцов имеют дефекты.
4. Выявленные дефекты не допускаются по действующим в настоящее время ТТ ЦВ-32-695-2006 (п. 2.2.4).
5. Комплексы *«ИМК»* и *«ПСК»* производства ООО «Чистые технологии СПб» и применяемый в их работе метод свободных колебаний позволяют с максимально высоким уровнем достоверности выявлять дефекты в объектах контроля. При работе комплекса не требуется механической подготовки детали перед проведением контроля, применения расходных материалов и организации дорогостоящих защитных мероприятий, эксплуатационные затраты при проведении контроля сведены к минимуму.