

6. Городская система видеонаблюдения «Безопасный город» [Электронный ресурс] / Интернет-ресурс концерна ПромСнабКомплект // – 2011. – Режим доступа: <http://www.lavtorem.ru/pages/b-town.html>. – Дата доступа : 11.11.2011.
7. Членов, А.Н. Новые возможности управления пожарной безопасностью объектов / А.Н. Членов, Т.А. Буцынская, Ф.В. Демехин, И.Г. Дровникова, П.А. Орлов // Пожарная безопасность, М. – 2008. - № 4, с. 96-101.
8. Членов, А.Н. Исследование и разработка средств обнаружения пожара / А.Н. Членов, В.И. Фомин, Т.А. Буцынская, Ф.В. Демехин [Электронный ресурс] // Научный интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности» Академии государственной противопожарной службы МЧС Российской Федерации. – 2006. - № 6, 3 с. – Режим доступа: <http://ipb.mos.ru/ttb/2006-6/2006-6.html>. – Дата доступа : 01.12.2010.
9. Членов, А.Н. Общие принципы построения видеодетектора пожара / А.Н. Членов, Ф.В. Демехин [Электронный ресурс] / Научный интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности» Академии государственной противопожарной службы МЧС Российской Федерации. – 2005. - № 4, 3 с. – Режим доступа: <http://ipb.mos.ru/ttb/2005-4/2005-4.html>. – Дата доступа : 01.12.2010.
10. Cleary, T. / T. Cleary, W. Grosshandler Survey of fire detection technologies and system evaluation/certification methodologies and their suitability for aircraft cargo compartments. US Department of Commerce//Technology Administration, National Institute of Standards and Technology, 1999.
11. Davis, W. NASA fire detection study / W. Davis, K. Notarianni // US Department of Commerce, Technology Administration, National Institute of Standards and Technology, 1999.

УДК 621.179

## НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПОРШНЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Гиль Н.Н., Коновалов Г.Е., Майоров А.Л., Парадинец В.В.  
ГНУ «Институт прикладной физики НАН Беларуси»  
Минск, Республика Беларусь

Речь в докладе пойдет о поршнях с нирезистивной вставкой под первое кольцо. Институт прикладной физики имеет большой опыт создания установок для контроля таких поршней. Первые экземпляры установок были созданы еще в середине 80-х годов по заказу ОАО ЯМЗ (Ярославский моторный завод). Технология улучшения поршней путем изготовления упрочняющей вставки под первое кольцо [1] является наиболее применяемой. Упрочняющая вставка изготавливается из чугуна с большим содержанием никеля – нирезиста. Это специальный немагнитный чугун, глубоко легированный никелем. Он обладает более высокими механическими свойствами, чем обычный серый чугун. Качество такого поршня во многом определяется качеством сцепления нирезистивной вставки с основным материалом. Причем связь между вставкой и основным материалом должна быть диффузионной, для того, чтобы обеспечить достаточную теплопроводность соединения.

Качественное сцепление вставки с основным материалом поршня достигается специальной технологией изготовления поршней. Технология предусматривает несколько этапов: дробеструйная обработка, обезжиривание, алитирование, заливка кокиля поршня расплавом. В процессе алитирования на поверхности вставки должен быть создан переходной диффузионный слой. Время от извле-

чения упрочняющей вставки из ванны для алитирования и заливкой в форме ограничено временем кристаллизации сплава алитирования на поверхности вставки. Как видно, факторов, влияющих на соединение, очень много. Это и химический состав нирезиста, и состав алитирующего расплава, и качество подготовки поверхности вставки, и выдержка временных параметров процесса, и температуры всех элементов, и т.д. Нарушение технологического процесса на любой стадии приводит к появлению брака.

Вместе с технологией изготовления поршней были определены браковочные критерии их годности. Можно предположить, что эти браковочные критерии были получены разработчиками конструкции поршней с нирезистивными вставками в результате исследования их прочностных характеристик и наработки на отказ. В настоящее время они варьируются в небольших пределах у разных производителей поршней, но в целом остаются неизменными и привязываются к периметру поршня.

В любом случае, указанные уровни дефектности требуют не просто поиска дефектов по пороговому признаку, но и обработки результатов измерений с принятием решения о годности поршня. Это требует разработки автоматизированных или механизированных устройств для контроля.

В процессе производства поршень проходит несколько стадий механической обработки. Как правило, интерес представляет контроль заготовки поршня после предварительной механической обработки и вскрытия вставки (рис.1а) и контроль готового поршня (рис.1б). В случае низкого процента брака (<2%) достаточно контролировать поршни после изготовления канавок под поршневые кольца. В то же время, возможность контроля на ранних стадиях производства позволяет выявить операцию, на которой появляется брак.

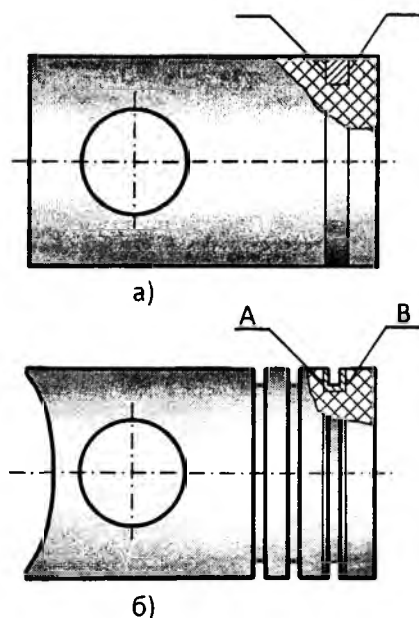


Рисунок 1 – Основные стадии механической обработки поршней после отливки: А, В – нижняя и верхняя контролируемые границы нирезистовой вставки с основным материалом поршня

Традиционная схема контроля поршней с выполненными канавками под поршневые кольца [2,3] включает три первичных преобразователя. Контроль осуществляется теневым ультразвуковым методом продольными волнами. В этом случае преобразователи вводятся в канавки, центральный преобразователь (канавка в теле нирезистовой вставки) является излучателем, а крайние (один расположен со стороны торца поршня а другой во второй канавке) приемниками акустического сигнала. При отсутствии сцепления между нирезистовой вставкой и материалом поршня энергия акустической волны, проходящей через границу раздела вставка – основной материал поршня, изменяется пропорционально площади дефекта.

Недостатком данной схемы контроля является жесткая привязка к типу контролируемого поршня (положение канавок под поршневые кольца относительно торцевой поверхности и друг друга). Всякое незначительное изменение приводит к замене первичного преобразователя. Еще один мешающий фактор – это наличие цековок под клапана на торцевой поверхности поршня. При использовании традиционной схемы контроля место проекции границы цековки на поверхность вставки со стороны торца поршня оказывается неконтролируемым, так как граница цековки имеет наклон и акустический сигнал отражается в сторону.

При разработке нового поколения установок для контроля поршней была поставлена задача контроля широкой номенклатуры поршней при возможности переналадки силами технического персонала предприятия изготовителя поршней. В процессе работы была разработана схема контроля с использованием головных волн за счет наклонного ввода ультразвукового сигнала со стороны образующей поршня при критических углах падения. Остался один датчик, вводимый в канавку под поршневое кольцо, расположенную в нирезистовой вставке.

Разработанная акустическая система позволила создать автоматизированную установку для контроля поршней с выполненными канавками под поршневые кольца для поршней диаметром от 110 до 140 мм с различным относительным расположением канавок (всего 14 типоразмеров поршней, при этом остается возможность расширения номенклатуры). Перестройка установки с контроля одного вида поршня на другой занимает не более 20 минут.

Для контроля заготовок поршней также, реализован теневой метод контроля с использованием неоднородных упругих волн. Как и в предыдущем случае, были проведены исследования зависимости прошедших через границу ультразвуковых сигналов в зависимости от площади дефектов.

Построен алгоритм оценки дефектов. При этом реализованная схема контроля полностью обеспечивает требования технического задания. То есть, контроль по нижней и верхней поверхностям вставки осуществляется независимо, нет ситуации, при которой сигнал по нижней поверхности маскируется дефектом на верхней поверхности.

Оба метода контроля (для поршней на предварительной стадии производства и с выполненными канавками под поршневые кольца) были реализованы на единой платформе [4] (рис.2).

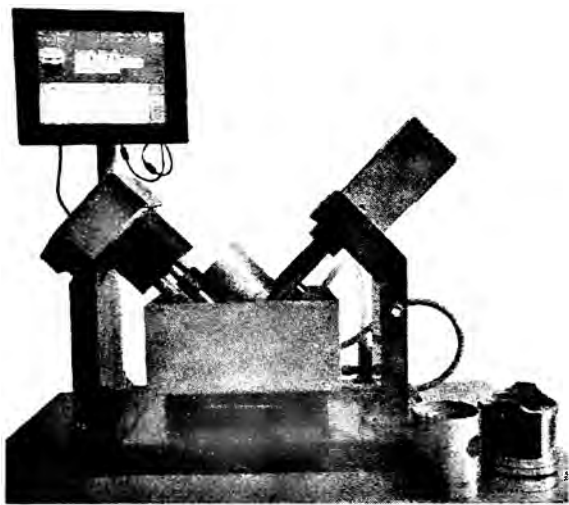


Рисунок 2 – Общий вид установок для контроля поршней двигателей внутреннего сгорания

Для управления работой установок построен наглядный графический интерфейс. Оценка дается в % относительно периметра поршня. Кроме этого, в рабочем окне выводится дефектограмма поршня.

Установки предназначены для работы в условиях цеха в поточном производстве. Про-

должительность контроля одного поршня не превышает 20 секунд.

1. Садоха, М.А. Определение технологических параметров производства отливок поршней высоконагруженных дизельных двигателей / М.А. Садоха // *Литье и металлургия*, 2011, №3 спецвыпуск, С.61-64
2. Konovalov G., Mayorov A. Prokhorenko P., Gil N. The testing of the perpendicular to the free surface adhesion boundary / G. Konovalov, A. Mayorov, P. Prokhorenko, Gil N. // *14<sup>th</sup> World Conference on NDT / New Delhi, India, 1996*, - P.1239-1242.
3. Konovalov G., Mayorov A. Devices for non-destructive testing of adhesion quality of a Ni-resist cast iron insert in diesel engine piston / G. Konovalov, A. Mayorov // *8th European Conference on Non-Destructive Testing*, / Barcelona, 2002, бр.
4. Гиль, Н.Н. Автоматизированный контроль поршней двигателей внутреннего сгорания в условиях производства / Н.Н. Гиль, Г.Е. Коновалов, А.Л. Майоров, В.В. Парадинец // *Неразрушающий контроль и диагностика*, 2013, №2, С.29-38.

УДК 681.785.554

## МОНОХРОМАТОР-СПЕКТРОСИНТЕЗАТОР НА ОСНОВЕ ДИСПЕРСИОННОЙ СИСТЕМЫ С МИКРОЗЕРКАЛЬНОЙ МАТРИЦЕЙ

Гулис И.М., Купреев А.Г., Демидов И.Д.  
Белорусский государственный университет  
Минск, Республика Беларусь

Микроэлектромеханические системы (МЭМС) в последние годы находят все более широкое применение в различных областях техники. Примером МЭМС, производимой миллионным тиражом, является микрозеркальная матрица (МЗМ), выпускаемая фирмой Texas Instruments и используемая в качестве пространственного модулятора света в видеопроекторах. МЗМ представляет собой упорядоченную двумерную матрицу, содержащую 1024×768 микрозеркал размером 10,8×10,8 мкм, каждое из которых можно независимо переключать между двумя положениями с углами наклона относительно плоскости матрицы ±12°.

В работе [1] нами продемонстрирована возможность использования микрозеркальной матрицы в качестве устройства формирования управляемой входной апертуры в спектральном приборе, обеспечивающем одновременно высокое пространственное и спектральное разрешение – гиперспектрометре (ГС). ГС представляет собой прибор, позволяющий регистрировать на двумерном фотодетекторе (КМОП-матрице)

спектральное распределение для каждой точки протяженного входного поля.

В литературе описаны различные методы получения источников излучения с заданным спектральным составом [2], среди которых наиболее распространены методы узкополосной оптической спектральной фильтрации.

В докладе описывается монохроматор-спектросинтезатор (МС) – спектральный прибор на основе микрозеркальной матрицы, позволяющий оперативно формировать на выходе излучение с заданным спектральным составом – от квазимонохроматической линии шириной в несколько нанометров до излучения с произвольно программируемым спектром.

Оптическая схема дисперсионного модуля аналогична использованной в гиперспектрометре [1] (рис. 1).

На входе прибора размещена МЗМ 2, на поверхность которой при помощи проекционного объектива / направляется излучение от широкополосного источника (в описанных ниже тестовых экспериментах использовано излучение