



Обмен опытом

Experience Gained at the "Permskie Motory" Factory for the Magnetic Noise Analysis NDE Technique

R. M. Galyamov, Yu. P. Pankovsky

The real examples illustrating determining of the residual stress in the engine parts using the magnetic noise analysis NDE technique are described.

# Опыт применения магнитошумового метода НК на заводе «Пермские моторы»

42

Магнитошумовой метод контроля структуры ферромагнитных материалов на практике зарекомендовал себя как достаточно эффективный метод НК при относительно низкой, по сравнению с другими методами, стоимости реализующих его аппаратных средств.

В статье приведены некоторые результаты многолетнего опыта применения магнитошумового метода на заводе «Пермские моторы» на примере контроля шестерен и подшипников моторной группы. Используемый анализатор магнитного шума (МШ) ИНТРОМАТ (рис. 1) и серия магнитошумовых преобразователей раз-

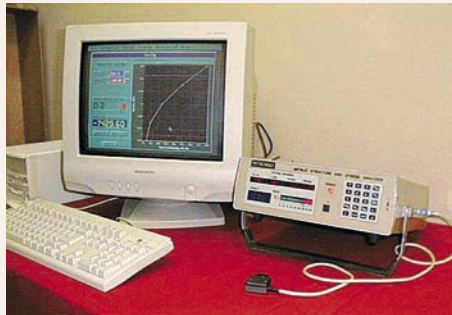


Рис. 1. Анализатор магнитного шума ИНТРОМАТ

работаны НПП «Диагностика» (г. Минск), и внедрялись на заводе совместно с эксклюзивным мастер-дистрибьютором ООО «Фирма РКК» (г. Москва). Прибор имеет сертификат Госстандарта РФ на тип средств измерений, зарегистрирован в Гос. реестре под № 21398-01 и допущен к применению в Российской Федерации.

Эффект Баркгаузена и его применение для решения задач НК хорошо описаны в технической литературе [1]. Скажем коротко лишь о практических возможностях его применения, реализованных в приборе ИНТРОМАТ.

Основным информативным параметром является интенсивность (спектральная плотность) МШ Баркгаузена, возбуждаемого в исследуемом образце переменным магнитным полем с помощью накладного датчика-преобразователя. Этот параметр, регистрируемый в относительных единицах, зависит как от свойств кристаллической структуры материала, так и от механического напряжения: остаточного или приложенного. Так как датчик позволяет

проводить измерения в разных направлениях, определяемых направлением вектора поля намагничивания, поворотом датчика может быть задано направление, например, контролируемых напряжений. Толщина слоя, «участвующего» в генерации магнитного шума, в зависимости от режимов измерения может меняться от нескольких микрометров до 1 мм. Таким образом, прибор способен контролировать довольно широкий спектр свойств ферромагнитных материалов: остаточные и приложенные механические напряжения, толщину упрочненного слоя, шлифовочные прижоги, зоны термического влияния и многие другие при наличии корреляционной связи между шумами Баркгаузена и указанными характеристиками.

Структурные неоднородности и остаточные напряжения легко выявляются обнаружением зон относительного изменения уровня МШ, а при желании контролировать параметры образцов в абсолютных единицах (твердости, напряжения, содержания остаточного аустенита и т.п.) необходимо проведение предварительной калибровки прибора на образцах с известными значениями этих параметров.

В конкретном случае использования прибора ИНТРОМАТ на заводе «Пермские моторы» МШ-метод использовался для контроля диафрагм и зубьев шестерен, обойм (внешних колец) подшипников. Было выявлено, что у шестерен, разрушившихся по полотну диафрагмы при стендовых испытаниях, имеются резкие всплески уровня МШ в радиальном направлении от обода к ступице. Увеличение уровня МШ относительно фонового значения говорит о наличии в этой зоне

## Об авторах



**Галямов**

**Роль Мубаракшинович**

Инженер-исследователь лаборатории неразрушающих методов контроля завода ОАО «Пермские моторы»

**Панковский Юрий Петрович**

Главный специалист ООО «Фирма РКК» по приборам неразрушающего контроля

остаточного напряжения растяжения, уменьшение – о напряжении сжатия. На рис. 2 показаны зависимости уровней МШ по одному из радиусов, измеренные с шагом 1 см на конусной и, зеркально, на вогнутой поверхностях полотна диафрагмы шестерен. При этом на рис. 2а приведены результаты, полученные на шестерне, разрушившейся при стендовых испытаниях, а на рис. 2б – на шестер-

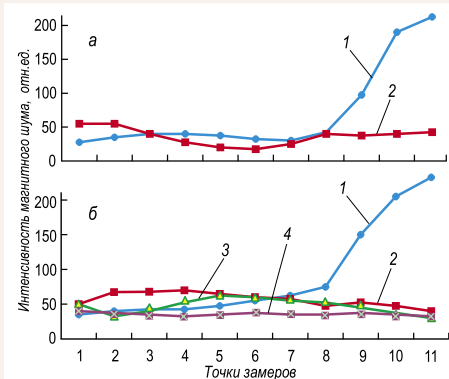


Рис. 2. Результаты измерений уровня МШ вдоль радиуса шестерен с конусной (1,3) и вогнутой (2,4) сторон: а – шестерня, разрушившаяся при стендовых испытаниях; б – шестерня с искусственно созданным остаточным напряжением до (3,4) и после (1,2) холодной рихтовки

не с искусственно созданным холодной рихтовкой (упруго-пластической деформацией) остаточным напряжением.

Аналогичным образом было установлено, что трещины после ресурсных

испытаний образуются только на тех зубьях шестерен, на которых выявляются высокие значения интенсивности МШ. Пример результатов измерений интенсивности МШ на поверхностях зубьев показан на рис. 3.

И, наконец, в ряде обойм подшипников были выявлены периодически расположенные по длине дорожки всплески

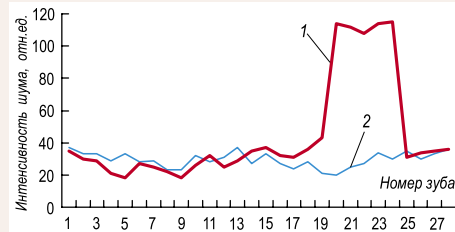


Рис. 3. Результаты измерений уровня магнитного шума с передней (1) и задней (2) поверхностей зубьев шестерни

уровня МШ, превышающие фоновый уровень в 3–4 раза. Исследования методом Давиденкова показали наличие в этих зонах поверхностных напряжений растяжения (в максимальном случае) порядка 200 МПа. В этих же зонах после ресурсных испытаний появились поперечные трещины.

МШ-метод контроля применяется на заводе «Пермские моторы» с 1990-х гг. Методики контроля готовых изделий этим методом позволили полностью исключить возможность выпуска дефектных изделий. Эти методики были

внедрены и на смежных предприятиях: «Редуктор-ПМ» (г. Пермь), Уральский завод гражданской авиации (Екатеринбург), завод «Красный октябрь» (Санкт-Петербург). Таким образом, приборами ИНТРОМАТ и соответствующими методиками контроля была оснащена обширная группа производств отрасли авиадвигателестроения, обеспечивая единую технологию контроля. Заводские исследователи, наряду с простотой и эффективностью контроля, отмечают также высокую надежность приборов.

В заключение следует отметить, что столь хорошо зарекомендовавший себя прибор ИНТРОМАТ в настоящее время снят с производства, однако, вместо него разработан и с 2003 г. серийно выпускается гораздо более совершенный прибор ИНТРОСКАН, по совокупности параметров превосходящий не только своего предшественника, но и все известные отечественные и зарубежные аналоги. Прибор ИНТРОСКАН также сертифицирован как тип средств измерения (номер в Гос. реестре 27094-04). Новый прибор уже рекомендован к применению и используется на предприятиях ОАО «ГАЗПРОМ» для контроля напряженно-деформированного состояния трубопроводов, в ОАО «АВТОВАЗ» для контроля упрочненных слоев кулачков распредвалов и на других российских и зарубежных предприятиях.

### Литература

1. Венгринович. В. Л. Магнитошумовая структуроскопия. – Минск: Наука і техника, 1991.

Статья получена 27 января 2005 г.

NEW

НОВОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ



**ИНТРОСКАН** – магнитошумовой анализатор напряжений и структуры металлов. Измерение остаточных и приложенных напряжений, контроль структуры сталей, поверхностных упрочненных слоёв, прижогов и т.п. Прибор сертифицирован Госстандартом РФ как тип средств измерений, номер регистрации в Госреестре 27094-04.

**МАКСИ** – магнитные анализаторы качества структуры изделий. Автоматическая сортировка деталей по твёрдости, пределам прочности, результатам термической обработки (в том числе поверхностной). Производительность контроля до 3 изделий в секунду





**МС-3** – автономный магнитный сортировщик. Оперативная сортировка ферромагнитных сталей, отличающихся коэрцитивной силой, по маркам; контроль степени закалки и отклонений в структуре металлов: остаточного аустенита в сталях или отбела чугуна и т.п..

Фирма РКК принимает заказы на разработку методик контроля для конкретных задач предприятий и на создание специализированных приборов и установок неразрушающего контроля по ТЗ Заказчика, а также на работы по оценке состояния нагруженных металлоконструкций.



Фирма РКК

127055 Москва, ул. Суцневская, д. 9, стр. 4  
Тел.: (095) 744-10-70 Факс: (095) 972-42-00  
E-mail: info@rkk.ru  
Web: www.rkk.ru