

НОВЫЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПРИБОР ДЛЯ БЕСКОНТАКТНОГО ОБНАРУЖЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ, А ТАКЖЕ ДРУГИХ МЕХАНИЗМАХ НА ТРАНСПОРТЕ И ФЛОТЕ

Малыгин Б.В., Кавун А.В.,

Херсонская государственная морская академия

В статье изложена методика использования прибора металлодиагностики на основе сенсорного радиозондирования. Предлагаемые в статье методы, эффективны для оперативного анализа вероятных разрушений, что особенно важно при ранней диагностике состояния изделий и механизмов.

Ключевые слова: вероятностное разрушение, металлодиагностика, сенсорное зондирование.

Введение. Известна важность бесконтактного обнаружения неисправностей в деталях машин и механизмах. Особенно это важно для механических служб транспорта и флота. В Херсонской государственной морской академии исследовались, разрабатывались и изготавливались диагностические установки серии «Металл-Детектор», позволяющие решать поставленные задачи.

Аппараты прошли промышленную проверку в течении 1990 - 2011 гг. на более чем 80 предприятиях и рекомендованы к применению. Рекомендации по применению аппаратов данной серии для машиностроения Украины изложены в Лицензии № 9191-ЮР от 05.01.96 г.

Опыты показали, что методика диагностики на аппаратах системы «Металл-Детектор» базируется на аналитическом сравнении излучения радиологического поля (энергетический спектр объекта), которое излучает конкретный образец со значением энергетического спектра поля изделия при его оптимальном состоянии.

Методика контроля по спектру поля конкретных участков объекта называется сенсорным зондированием. Контроль состояния проводился с учетом реакции обратных связей в энергосистеме объекта изделия. Разработанная в ХГМА методика, нашла применение в космонавтике и в специальной технике.

В передовых зарубежных странах подобные методы применяются при стратегических исследованиях объектов, в некоторых разделах металлодиагностики, а также экстрасенсорике второго, третьего и четвертого уровней.

В опытах эталонные нормальные значения энергии спектра поля конкретных изделий общеизвестны, поэтому их закладывали при изготовлении и настройке приборов. Методика диагностики на аппаратах системы «Металл-Детектор» технологически универсальна, абсолютно безопасна и безвредна. Предлагаемая диагностика дополнялась и корректировалась традиционными методами неразрушающего контроля. При

этом результаты на аппаратах данной серии могут сочетаться с уточняющими результатами таких традиционных методов контроля как рентген, УЗИ, металлография и т.п., что облегчит задачу классического анализа и позволяет вести более качественный контроль.

Предлагаемые методы и аппараты были эффективными для оперативного анализа вероятных разрушений. Кроме этого, они оказались незаменимыми при ранней диагностике состояния изделий и механизмов на флоте.

Изложение основного материала. Исследования показали, что аппаратура и технология металлодиагностики на основе сенсорного радиозондирования была запатентована на Украине и аналогов в мире не имела.

В исследованиях определялись возможности приборов, т.е. область их применения. Опыты показали, что:

1. Назначение аппарата – выполнить общий и специальный предварительный контроль состояния изделия, отдельных его участков или узла в целом.

2. Принцип действия аппарата – интегральный анализ суммарного радиоспектра излучения конкретного участка изделия, по результатам которого можно судить о степени его работоспособности или безотказности.

3. Диагностика проста и осуществляется локально, объемно или поверхностно, что зависит от программы работ.

4. Заключение о нарушениях в отдельных участках или объекта в целом по результатам работы аппарата делает специалист-механик, отвечающий за работу механизма.

При помощи аппаратов серии «Металл-Детектор» можно также:

- проверить общее состояние инструмента или детали машин;
- установить наличие нарушений, как в отдельных участках изделия, так и в его общей структуре;
- определить предрасположенность механизма к выработке ресурса;
- определить наличие мест вероятного разрушения при эксплуатации;
- определить наличие в конкретных изделиях особо опасных участков, локальных мест возможных аварий и т.п.;
- определить степень надежности, а также локализацию нарушений и концентраций внутренних напряжений механизма;
- определить недостатки термообработки заготовок, деталей, инструмента, образцов;
- определить наличие уплотнений или неоднородностей в металлических образцах или деталях машин;
- установить область начального разрушения;
- определить наличие микрорадиационных включений (если таковые имеются);
- определить недостатки конструкции при работе ее «на отказ»;

– дать предварительное заключение о вероятной работоспособности изделия.

Разработанные ХГМА аппараты, выпускаются двух типов: «Металл-Детектор-универсал» и «Магнитрон-Элита» – специализированный шестиканальный диагностический аппарат повышенной избирательности и чувствительности, предназначенный как для промышленности, так и для научно-исследовательской работы.

Таблица 1 – Техническая характеристика аппаратов

№	Показатели	М-Универсал	М-Элита
1	Напряжение питания постоянным током	9	9
2	Диапазон энергии, МэВ	0,01...1,5	0,012...1,2
3	Чувствительность суммарная, Мкв / мин	0,1...1000	0,001...10000
4	Чувствительность по микропотенциалу Мкв / мин	0,05...100	0,01...20
5	Время установления рабочего режима, сек	40...50	20...60
6	Время диагностики конкретного участка изделия, сек	20...40	30...50
7	Программа анализа (число контролируемых параметров):		
	а) образцы металла	10...22	10...56
	б) инструмент	84...00	84...100
	в) детали машин	20...135	20...400
8	Глубина анализа, мм.	0,5...200	0,5...200
9	Время полного анализа, мин. (макс)	24...72	24...72
	Селективного анализа, мин.	1...3	3...5
10	Количество проверяемых образцов (изделий), единиц / смена	100...1000	50...400
11	Масса, не более, г	300	460
12	Гарантийный срок службы, мес.	24	24
13	Погрешность, не более %	10...20	10...20

Практика показала, что основная погрешность при работе аппаратов не превышала 10..20%.

Аппараты системы «Металл-Детектор» состоят из силового блока, блока управления, блока измерения интегрального излучения конкретных участков металлических изделий и блока информации. Аппарат управляется микропроцессором. Внешний вид аппарата и устройств управления показан на рис. 1.



Рисунок 1 – Внешний вид аппарата и устройства управления его работой: 1 – источник питания (9 В); 2 – кнопки пуска и остановки; 3 – звуковая информация; 4 – цифровое табло; 5 – индикатор напряжения; 6 – кнопка сброса информации; 7 – рабочая камера (центр)

В аппарате предусмотрен контроль напряжения батареи питания. Блок информации аппарата обеспечивает цифровую и звуковую сигнализацию при контроле излучения объекта. Измерение ведется автоматически за период 30...60 сек.

Промышленные испытания показали, что по степени защиты от поражения электрическим током аппарат соответствует II классу и при эксплуатации не требует заземления. Распространение электромагнитного поля аппарата во внешнюю среду незначительно. По воздействию поля на обслуживающий персонал аппарат является практически безопасным. При интенсивной работе по диагностированию состояния деталей, особенно на механизмах транспорта, батарею необходимо менять каждые 10 дней.

Процедура диагностирования базируется на сравнении интегрального спектра радиофизического излучения конкретного участка в лабильном состоянии с аналогичным излучением его при нормальном, стабильном состоянии. Исходный норматив спектра излучения образца интерполируется с его естественным радиоизлучением (при высококачественном изготовлении).

Среднестатистические цифровые значения этих параметров-нормалей для некоторых образцов изделий приведены в таблице 2. Указанные параметры радио-спектра излучения закладывались в программу работы

аппарата в качестве исходных данных. В микропроцессоре аппарата заложено 14 рабочих программ. Последовательность диагностирования происходит автоматически в порядке перевода программы 1, 2, 3...14.

Таблица 2 – Значения микрорадиоизлучения образцов изделий при ненагруженном состоянии

№ п/п	Наименование сплава образцов	Условные единицы
1	Стали углеродистые	13...14
2	Чугун серый и специальный	10...15
3	Сплавы меди	9...14
4	Сплавы титана	10...14
5	Малоуглеродистые стали	10...16
6	Автоматные стали	12...14
7	Хромистые стали	12...15
8	Хромоникелевые стали	9...14
9	Хромоникельмолибденовые стали	8...15
10	Цементируемые хромистые стали	10...14
11	Улучшаемые хромистые стали	9...15
12	Сталь 08X22H6T	12...14
13	Сталь 08X26H6M2T	ТО...15
14	Сталь 08X18H10	10...14
15	Сталь 08X18H10T	13...14
16	Образцы сплава титана (BT-2)	10...15
17	Образцы хрома CX-28	10...14
18	Стали 08X17H13M2T	10...14
19	Никель (штейн)	13...14
20	Лопатки турбин (ГРЗС)	12...16
21	Лопатки турбин (АЗС)	12...14
22	Лопатки турбин после МИО	8...10

Программа № 4 (резерв) представляет запасной аналитический блок, который предназначен для научных исследований. По желанию Заказчика программа настраивается для проведения уточнений специальных исследований или прецизионной информации о состоянии образца. Программа может служить исходной нормалью при перестройке любой из программ.

При измерении камеру прибора можно перемещать в пределах 10...50 мм. Такое перемещение на конечный результат измерения не влияет.

Электроника аппарата в течение 30...60 сек зафиксирует микрорадиоизлучение, проинтегрирует его и переведет электронную информацию в цифровую. По полученным цифрам сравнивается показания спектра излучения нормативным. Для достоверности измерения проводятся 2 - 3 раза.

По результатам сравнения делается заключение о состоянии металлического образца, инструмента или другого изделия. Схема ведения контроля показана на рис. 2.

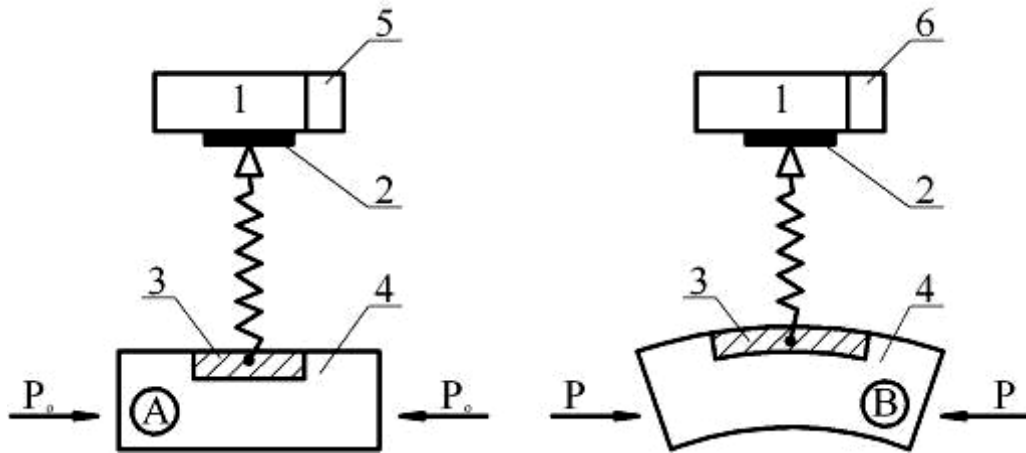


Рисунок 2 – Схема неразрушающего контроля состояния изделия (образец, инструмент, деталь):

1 – прибор «Металл-Детектор»; 2 – рабочая камера; 3 – контролируемый участок; 4 – изделие (А, В); 5, 6 – световое табло (информация W); А – оптимальные концентрации напряжений; В – опасные концентрации напряжений; $P_0 = 0; P \neq 0; P = P_1$ $W_5 \neq W_6$

Выводы. В заключение следует отметить, что:

1. При получении на табло аппарата цифр близких к нормали излучения, можно сделать заключение, что изделие соответствует стандартам и может эксплуатироваться согласно программы.

2. Если величина цифр отличается в большую сторону – в образце (локальном участке изделия) концентрации напряжений завышенные.

3. При отрицательном значении разницы, полученный результат минус нормаль (т.е. отличие в меньшую сторону), можно сделать вывод, что изделие пригодно для работы.

4. Значения полученных цифр, которые в 1,6...3,0 раза превышают величину нормали, указывают на то, что в данном образце существует вероятность поломки или разрушения. В этом случае необходим специальный контроль.

Следует иметь в виду, что методика и аппаратура данной серии не являются абсолютно универсальными, так как они указывают на перспективу уточняющих анализов. Предварительная система неразрушающего микрорадиоконтроля обуславливает оперативную оценку изделия и комплекса необходимой диагностики, позволяющей выбрать в машиностроении систему «наработки на отказ», повысить ресурс и надежность деталей машин и механизмов на транспорте и флоте.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малыгин Б. В. Магнитное упрочение изделий (теория и практика) : монография / Б. В. Малыгин, А. П. Бень. – Херсон : Издательство Херсонского государственного морского института, 2009. – 352 с.
2. Малыгин Б. В. Теория и практика магнитного упрочнения / Б. В. Малыгин, К. Б. Лемещенко. – Херсон : «ВАСТ», 2003. – 368 с.
3. Малигін Б. В. Практичне застосування прикладного магнетизму в науці та техніці : матеріали конференції [«Ресурсозберігаючі технології та апаратура у гірничодобувній промисловості»]. – Кривий Ріг : «ООО ІнГок», 2005. – 36 с.
4. Патент на корисну модель 44538 України, МПК С21D 1/04. Пристрій для магнітної обробки виробів / Бень А. П., Офіцеров О. С., Малигін Б. В. ; заявник і патентовласник Херсонський державний морський інститут. – № u 2009 03434; заявл. 29.12.2008; опубл. 12.10.2009, Бюл. № 19.

Малигін Б.В., Кавун А.В. НОВИЙ ДІГНОСТИЧНИЙ ПРИЛАД ДЛЯ БЕЗКОНТАКТНОГО ВИЯВЛЕННЯ НЕПОЛАДОК У ДВИГУНАХ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ, А ТАКОЖ ІНШИХ МЕХАНІЗМАХ НА ТРАНСПОРТІ І ФЛОТІ

У статті викладена методика використання приладу металодіагностики на основі сенсорного радіозондування. Запропоновані у статті методи, ефективні для оперативного аналізу ймовірних руйнувань, що особливо важливо при ранній діагностиці стану деталей та механізмів.

Ключові слова: розподіл руйнувань, металодіагностика, сенсорне зондування.

Malygin B.V., Kavun A.V. NEW DIAGNOSTIC DEVICE FOR NONCONTACT FAULT DETECTION IN INTERNAL COMBUSTION ENGINES AS WELL AS OTHER GEARS AT TRANSPORT AND FLEET

Methodology of using the metal diagnostics device on the basis of sensor radio sounding is considered. The proposed methods are effective for on-line analysis of probable damages that is especially important for early diagnosing the condition of gears and their parts.

Keywords: damage distribution, metal diagnostics, sensor sounding.