

		$Q(j)$	
--	--	--------	--

В столбцах определяются веса опытов $q(i/j) = Q(i/j)/Q(j)$ и по аналогии с формулой К. Шеннона оцениваются взвешенные доли выборочных данных

$$V_1(i/j) = -q(i/j) \ln q(i/j).$$

Результат центрирования по среднему значению и нормирования по среднему квадратичному разбросу трактуется как отображение на абсциссу фазового пространства $U_x(i/j)$. По моделям производных определяются отображения на другие оси.

Кроме упомянутой эллиптической границы отображению выборки ставятся в соответствие гиперболические и т.п. Всего может диагностироваться до 20 детальных видов состояния.

Комбинирование показателей. Цель введения моделей состоит в том, чтобы задать правила суммирования (\pm) столбцов по количеству вносимой информации, приводящие к прямой идентификации мультипликативных моделей режимов без ограничения числа факторов.

Диагностические признаки режимов. Дополнительное преобразование моделей $V_1(i/j)$ или $U_x(i/j)$ – центрирование и нормирование по строкам – приводит к построению отображений $U_x(j/i)$, по которым можно судить о роли показателя j в опыте i . Критерий устойчивости выделяет достоверные диагностические признаки.

Литература

Логов А.Б., Замараев Р.Ю. Метод анализа состояния уникальных объектов // Упрочняющие технологии и покрытия, - 2009. – №3(51). – С. 21–28.

УДК 620.179.14

МАГНИТНЫЙ КОНТРОЛЬ ГЛУБИНЫ ТВЧ–ЗАКАЛЕННОГО СЛОЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ ОСЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ

С.Г. Сандомирский¹, д.т.н, доц., Э.Б. Синякович²

¹Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси

²ОАО «Минский моторный завод»

(г. Минск, Республика Беларусь)

К основным видам поверхностного упрочнения относят закалку стали с использованием нагрева токами высокой частоты (ТВЧ) [1]. Сущность способа заключается в том, что металл при возбуждении в нем вихревых токов быстро разогревается неравномерно по сечению изделия. Если изделие быстро охладить, то в его сечении можно выделить три структурные зоны: поверхностно-упрочненный слой (имеющий практически мартенситную структуру), переходный слой и исходную структуру. Одним из важных параметров ТВЧ–закаленного слоя является его глубина (0 – 5 мм), определяемая на практике металлографическим способом.

На ОАО «Минский моторный завод», филиал в г. Столбцы в массовом количестве выпускаются изделия типа «ось коромысел» («Ось 260 – 1007102А» и «Ось 50 – 1007102А»), представляющие собой полый цилиндр из стали 45 наружным диаметром 22 мм, толщиной стенки 5 мм и длиной соответственно 530 и 370 мм. Поверхностной ТВЧ – закалке подвергаются 5 последовательно расположенных вдоль оси участков длиной 50 – 70 мм. На одном изделии заклеенные участки должны чередоваться с сырыми. Толщина закаленного слоя на закаленных участках должна находиться в пределах 1.0 – 2.0 мм. Она контролируется визуальным микрометрическим методом по ширине темного слоя металла на микрошлифе оси после ее разрушения в определенном месте. Возможные отклонения режимов работы индуктора от заданных могут привести к недопустимым изменениям глубины закаленного слоя. Микрометрический метод контроля является разрушающим – после его применения изделие не может быть использовано по назначению.

Для неразрушающего контроля глубины упроченного слоя широкое распространение получили методы контроля по изменениям формы петли гистерезиса двухслойного материала и коэрцитиметрические методы [1, 2]. Однако их применение затруднено малым диаметром контролируемых осей, их протяженностью, сложным характером распределения закаленных участков по длине и относительно большим размагничивающим фактором. Физической предпосылкой контроля глубины поверхностно – закаленного слоя в протяженных изделиях по остаточному магнитному потоку явились результаты исследований распределения остаточной индукции в двухслойных стальных цилиндрах после намагничивания до насыщения, проведенные на модельных образцах [3]. Установлено, что наличие магнито жесткого поверхностного слоя приводит к увеличению остаточного магнитного потока и изменению его распределения.

Разработанный способ магнитного контроля толщины поверхностно–упроченных слоев протяженных изделий заключается в том, что эталонное изделие с заданной толщиной поверхностно–упроченного слоя, а затем контролируемое изделие намагничивают перемещением сквозь область с неоднородным стационарным магнитным полем, напряженность которого достаточна для намагничивания изделий до технического насыщения, а направление совпадает с продольной осью изделия. После извлечения изделий из области с намагничивающим полем измеряют магнитные состояния изделий путем помещения изделий в измерительную обмотку и последующего удаления из неё. В качестве измеряемого параметра используют результат интегрирования однополярного импульса ЭДС измерительной обмотки, соответствующего времени удаления изделия из неё, а о толщине поверхностно–упроченного слоя судят по разности результатов измерения магнитного состояния контролируемого и эталонного изделий [4]. Для контроля толщины ТВЧ – закаленного слоя изделий типа «Ось коромысел» использован прибор «МАКСИ–Р» [5] (рисунок1).



Рисунок 1 – Прибор «МАКСИ–Р» с контролируемыми изделиями типа «Ось коромысел» в ЦЗЛ филиала ОАО «Минский моторный завод» в г. Столбцы

Эффективность разработанного способа и реализующего его прибора «МАКСИ–Р» подтверждается и представленными на рисунок 2 результатами определения толщины поверхностно–закаленного слоя промышленных изделий «ось 50–1007102А» и «ось 240–1007102А» из стали 45, подвергнутых ТВЧ – закалке в автоматном цехе филиала Минского моторного завода в г. Столбцы.

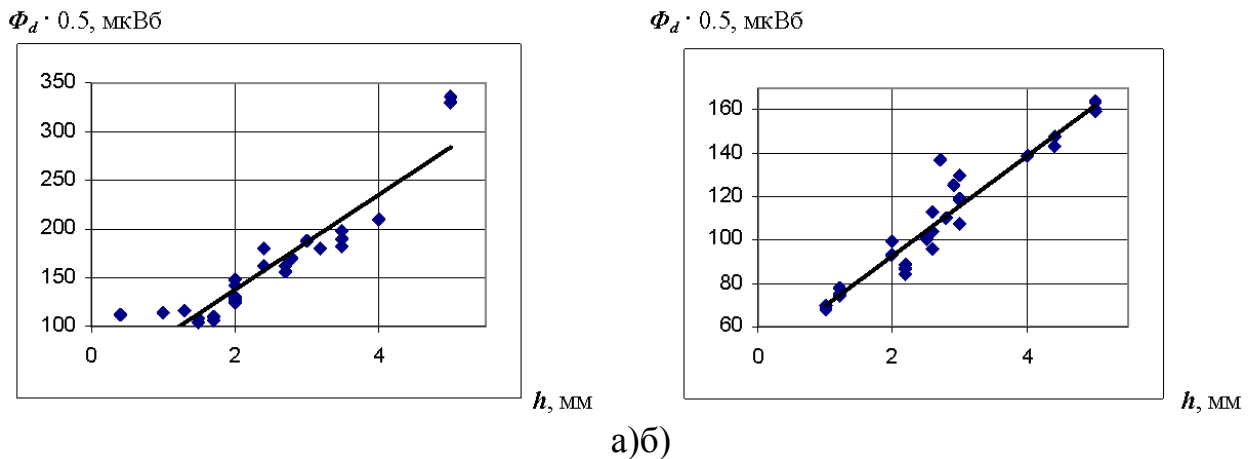


Рисунок 2 – Зависимости остаточного магнитного потока Φ_d в изделиях «Ось 50–1007102А» (а) и «Ось 240–1007102А» (б) из стали 45, предварительно измеренного по предложенному способу прибором МАКСИ–Р, от толщины ТВЧ – закаленного слоя на микрошлифах изделий, измеренной после их разрушения

Испытания показали, что коэффициент корреляции между показаниями прибора и глубиной ТВЧ – закаленного слоя изделий, измеренной стандартным разрушающим методом, составляет 0.953 и 0.927 соответственно для изделий типа «Ось 260 – 1007102А» и «Ось 260 – 1007102А».

Разработанная методика магнитного контроля толщины поверхностно–упрочненных слоев протяженных изделий передана на филиал ОАО «Минский моторный завод» в г. Столбцы по лицензионному договору № 3499 от 12.12.2008 г. неисключительной лицензии на передачу права использования

способа магнитного контроля толщины поверхностно–упрочненных слоев протяженных изделий и внедрена в производство в автоматном цехе филиала ОАО «ММЗ» в г. Столбцы для контроля качества ТВЧ закалки изделий типа «Ось 260 – 1007102А» и «Ось 50 – 1007102А».

Применение методики предотвратило попадание на сборочный конвейер Минского моторного завода ответственных изделий «Ось 260 – 1007102А» и «Ось 260 – 1007102А» с низким уровнем механических свойств, повысило надежность всех выпускаемых заводом дизельных двигателей.

Литература

1. Неразрушающий контроль. Справочник: в 8 т. / под общ. ред. В.В. Клюева. Т.6. – М.: Машиностроение, 2006. – 848 с.

2. Бида, Г.В. Магнитный контроль глубины и твердости поверхностно – упрочненных слоев на изделиях (обзор) / Г.В. Бида // Дефектоскопия. – 2006. – № 5. – С. 10 – 28.

3. Сандомирский, С.Г. Особенности распределения остаточной индукции в двухслойном ферромагнитном цилиндре / С.Г. Сандомирский, М.Н. Делендик, Е.Г. Сандомирская, В.Г. Горбаш // Дефектоскопия. – 1997. – № 10. – С.34 – 41.

4. Способ магнитного контроля толщины поверхностно – упрочненного слоя протяженного ферромагнитного изделия: пат. Респ. Беларусь № 12437 / С.Г. Сандомирский, Э.Б. Синякович // Офиц. Бюллетень. – 2009.

5. Сандомирский, С.Г. Новые автоматизированные средства магнитного и электромагнитного контроля физико–механических свойств изделий массового производства / С.Г. Сандомирский, В.Л. Цукерман // Материалы XVII Росс. научно-техн. конф. «Неразрушающий контроль и диагностика», (Электронный ресурс). Екатеринбург: ИМАШ УрО РАН. – 2005. – Статья № П2–19. – Тез. докл. конф. – С. 249.

УДК 621.89; 534.32:531

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ ДИАГНОСТИРОВАНИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ МАСЕЛ

О.В. Холодилов, д-р техн. наук, проф., С.В. Короткевич, канд. техн. наук,
В.В. Кравченко, ассистент, А.В. Янчилик, аспирант
Белорусский государственный университет транспорта
(г. Гомель, Республика Беларусь)

Введение. Повышение надежности и долговечности трибосопряжений, работающих в условиях граничной смазки требует исследований триботехнических характеристик используемых масел.

Методика эксперимента. Экспериментальные исследования влияния нагрузочно–скоростных параметров на эксплуатационные свойства граничных смазочных слоев проводились на базе машины трения СМТ–1. Испытания про-