

УДК 620.179.14
РЕЗУЛЬТАТЫ КОНТРОЛЯ ТОЛЩИНЫ ТВЧ-ЗАКАЛЕННОГО СЛОЯ
ПРОТЯЖЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ОСТАТОЧНОМУ МАГНИТНОМУ
ПОТОКУ

С.Г. САНДОМИРСКИЙ, Э.Б. СИНЯКОВИЧ
Государственное научное учреждение
«ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ НАН Беларуси»
Открытое акционерное общество
«МИНСКИЙ МОТОРНЫЙ ЗАВОД» ф-л
Минск, Столбцы, Беларусь

К основным видам поверхностного упрочнения относят закалку стали с использованием нагрева изделия токами высокой частоты (ТВЧ) – металл разогревается при возбуждении в нем вихревых токов высокой частоты. Неравномерность проникновения магнитного поля в металл приводит к неравномерному нагреву изделия по сечению. Если быстро охладить изделие, то в его сечении образуются три структурные зоны: поверхностно-упрочненный слой (имеющий мартенситную структуру), переходный слой и исходную структуру. Одним из важных параметров является глубина слоя (для ТВЧ-закаленного слоя составляющая 0 – 5 мм).

На Минском моторном заводе в массовом количестве выпускаются изделия «ось коромысел» («Ось 260 – 1007102А» и «Ось 50 – 1007102А»), представляющие собой полый цилиндр из стали 45 с 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 каждом изделии закаленные участки должны чередоваться с сырыми. Толщина закаленного слоя на закаленных участках должна быть в пределах 1,0–2,0 мм. Она контролируется визуальным 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. Это требует контроля всей выпускаемой продукции. Но существующий микрометрический метод контроля является разрушающим – после его применения изделие не может быть использовано по назначению.

Для контроля глубины упрочненного слоя известны метод контроля по изменениям формы петли гистерезиса и коэрцитиметрический метод. Однако их применение затруднено малым диаметром осей, их протяженностью, сложным распределением 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. Установлено, что наличие



магнито жесткого поверхностного слоя приводит к увеличению остаточного магнитного потока и изменению его распределения.

Для исследования зависимости остаточного магнитного потока в изделиях «ось коромысел» от толщины ТВЧ-закаленного слоя из партии изделий, снятых с двигателей из за большой вероятности нахождения среди них перекалённых изделий, были отобраны образцы изделий, имеющие значения остаточного магнитного потока во всем возможном диапазоне его изменения. После этого промаркированные образцы были разрушены и на них была измерена толщина закаленного слоя.

Полученный результат явился основанием для разработки способа магнитного контроля толщины поверхностно – упрочненных слоев протяженных изделий: эталонное изделие с заданной толщиной упрочненного слоя, а затем контролируемое изделие намагничивают перемещением сквозь область с неоднородным стационарным магнитным полем, напряженность которого достаточна для намагничивания изделий до 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, соответствующего времени удаления изделия из измерительной обмотки, а о толщине упрочненного слоя судят по разности результатов измерения магнитного состояния контролируемого и эталонного изделий. Для контроля толщины ТВЧ – закаленного слоя изделий «ось коромысел» использован электронный блок прибора «МАКСИ-Р».

Эффективность разработанного способа и реализующего его прибора «МАКСИ-Р» подтверждена результатами определения толщины поверхностно-закаленного слоя промышленных изделий «ось 50-1007102А» и «ось 240-1007102А» из стали 45. 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 «ось 260–1007102А» и «ось 260 – 1007102А». Прибор внедрен в автоматном цехе филиала ОАО «ММЗ» в г. Столбцы для контроля качества ТВЧ закалки изделий «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 дизельных двигателей.