

ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. № 1388759, СССР, 15.12.1987 г., авт. Борд В.И., Капсаров А.Г., Довгялло И.Г. и др.
2. А.с. № 1404886, СССР, 22.02.1988 г., авт. Капсаров А.Г., Довгялло И.Г., Борд В.И., Мишнев В.В.
3. А.с. № 1486870, СССР, 15.02.1989 г., авт. Борд В.И., Капсаров А.Г., Довгялло И.Г.
4. Капсаров А.Г., Довгялло И.Г., Борд В.И., Зайцев А.В. Комплекс устройств для ускоренных испытаний гидросистем на усталостную долговечность /Сб. научн. тр. Технология и оборудование заготовки и переработки древесины. Вып.6. Мн.: Вышэйшая школа, 1991.– С.19-24.
5. I. Dovgyallo, S. Belsky, V. Sobol, On the physical nature of frequency dependence of the cyclic strength of metallic materials.– creep and coupled processes, Bialystok, Poland, September 24-26, 1992, p.47-52.
6. I.S. Kohler. Imperfections in nearly perfect crystals, New York, 1952.– 197p.

УДК 620.179.17

С.А.Новиков, доцент

АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ЗАЩИТНЫХ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ НИКЕЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ

The feasibility of inspection of nickel-plated coatings on a copper alloy by the parameters of magnetic acoustic emission (MAE) has been shown.

Упрочняющие и защитные покрытия находят применение при изготовлении деталей машин и механизмов лесной и деревообрабатывающей промышленности. Высокое качество защитных покрытий обеспечивается не только технологией их нанесения, но и эффективными методами неразрушающего контроля структуры и дефектов покрытий.

В последнее время заметно возрастание интереса к акустической эмиссии при перемагничивании, или магнитоакустической эмиссии (МАЭ), как к методу неразрушающего контроля. Известны работы по применению магнитоакустической эмиссии для контроля остаточных напряжений [1], многоциклового усталости [2], величины магнитострикции [3]. В настоящей работе приведены результаты исследований возможности контроля по параметрам МАЭ отслоений защитных гальванических никелевых покрытий на немагнитной основе.

Исследовались образцы из хромистой бронзы Бр.Х08 в виде дисков диаметром 30×4 мм с нанесенными на один из плоских торцов гальваническими никелевыми покрытиями толщиной (55-220) мкм. С целью получения покрытий с отслоениями необходимый участок поверхности основы не подвергался технологической подготовке перед нанесением покрытия. Участки покрытия отделялись от основы путем "теплого удара" (нагрев до 300°С и охлаждение в воде) либо механическим путем.

Перемагничивание покрытий осуществлялось с частотами (20-300) Гц при амплитудах поля $(3-15) \cdot 10^3$ А/м с помощью П-образных намагничивающих устройств или соленоидов. Параметры МАЭ (скорость счета N, амплитуда огибающей потока импульсов, спектр мощности) регистрировались с помощью акустико-эмиссионного прибора АФ-15 и преобразователя с полосой частот (0.02-0.2) МГц (контакт преобразователя с образцом осуществлялся через слой масла или воду). Кроме того, изучалась возможность контроля отслоений покрытия бесконтактным способом с использованием емкостного измерительного микрофона с полосой частот 0-90 кГц. Исследования покрытий осуществлялись как в исходном состоянии, так и после отжига в вакууме в диапазоне температур 250-900°С.

Установлено, что акустическая эмиссия покрытий при их перемагничивании обусловлена двумя факторами: 1) акустическими проявлениями эффекта Баркгаузена (АЭБ) [4], связанными с перестройкой доменной структуры ферромагнетика (никеля); интенсивность эмиссии при этом определяется магнитострикционными деформациями микрообластей никеля, имеющего, как известно, высокую константу магнитострикции; 2) магнитоупругим формоизменением участков отслоения покрытия.

Показано, что над участками отслоения покрытия имеет место значительное повышение активности МАЭ, обусловленное их магнитоупругим формоизменением, что позволяет надежно выявлять эти участки.

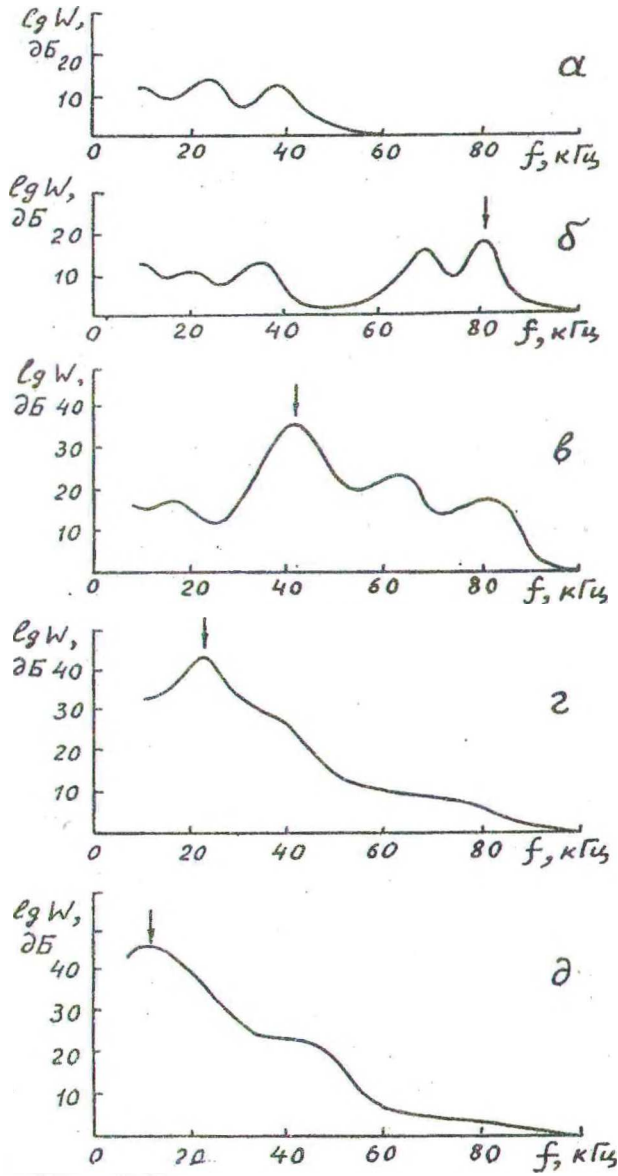


Рис. Спектры мощности МАЭ покрытий без отслоений (а) и с отслоениями диаметром (мм): б-4; в-9; г-14; д-23

Исследованы зависимости параметров МАЭ от диаметра отслоений в форме круга (диаметры (1-23) мм), полученных путем "теплового удара". На рис. приведены огибающие спектра мощности потока импульсов МАЭ для покрытия без отслоений (а) и с отслоениями разных диаметров (б, в, г, д), полученные при частоте перемагничивания 200 Гц и поле $H = 85 \cdot 10^2$ А/м. Поток импульсов, имеющих спектр (а), обусловлен АЭБ и шумом намагничивающего устройства. При контроле отслоений это спектр помех, его диапазон ограничен сверху частотой 50 кГц, снизу частотой 10 кГц (нижняя граница определяется возможностями спектроанализатора). Появление участков отслоения покрытия приводит к увеличению интенсивности эмиссии. Спектр расширяется на всю полосу пропускания измерительного микрофона, ограниченную сверху частотой 90 кГц. Так, отслоение диаметром 4 мм (кривая б) дает два дополнительных максимума в полосе 60-90 кГц, наибольший из которых при частоте 80 кГц. Для отслоений с диаметром 9, 14 и 23 мм (кривые в, г, д) максимумы огибающих спектра имеют место при частотах соответственно 42, 22 и 12 кГц. Следовательно, с увеличением диаметра отслоений в исследуемом диапазоне (1-23) мм частота, соответствующая максимуму на огибающей спектра мощности потока импульсов МАЭ, понижается, а интенсивность МАЭ возрастает. Таким образом, появляется возможность не только выявления участков отслоения покрытия, которые характеризуются повышенной интенсивностью МАЭ, но и оценки размеров отслоений.

Аналогичные исследования МАЭ для отслоений, полученных путем локального механического отделения покрытий, показали, что они вызывают значительно меньшую (в 3-10 раз) интенсивность МАЭ, чем отслоения, полученные "тепловым ударом". Причина, вероятно, связана со значительно меньшей величиной магнитострикции у никеля, не подвергавшегося термическому воздействию [5], что обуславливает низкую амплитуду магнитоупругого формоизменения покрытия при перемагничивании.

Выполнены исследования влияния температуры вакуумного отжига образцов с покрытиями на интенсивность МАЭ. Показано существенное возрастание интенсивности МАЭ над участками отслоений с увеличением температуры отжига в диапазоне $\sim 250-500^\circ\text{C}$, что обеспечивает повышение чувствительности при контроле отслоений.

Изучалось влияние формы отслоения покрытия на интенсивность МАЭ. Получена взаимосвязь между интенсивностью МАЭ над участком отслоения протяженной формы и ориентацией отслоения относительно направления поля перемагничивания, что свидетельствует о возможности оценки анизотропии формы отслоения.

Имеет место увеличение и затем стабилизация интенсивности МАЭ с повышением частоты поля перемагничивания в исследованном диапазоне (20-300) Гц и амплитуды поля в диапазоне $(3-15)10^3$ А/м. Применение различных намагничивающих устройств приводит к отличиям, обусловленным в основном разной амплитудой создаваемого поля.

Результаты, полученные с использованием пьезопреобразователя с иммерсионным контактом через воду, а также бесконтактным способом с использованием емкостного измерительного микрофона, качественно аналогичны.

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о возможности контроля отслоений гальванических никелевых покрытий по параметрам акустической эмиссии при перемагничивании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Быков С.П., Лопатин М.В. Применение магнитоакустической эмиссии для контроля остаточных напряжений в автофретированных трубах установок полиэтилена высокого давления. //Тез.докл. XII Всесоюзн. конф. "Неразрушающие физические методы контроля". - Свердловск, 11-13 сентября 1990 г. - С.179-180.
2. Ковалев А.И., Ковалева Т.Г., Гришаков С.В. Применение метода магнитоакустических шумов для контроля многоциклового усталости никеля // Докл. III Всесоюзн. семинара "Прочность материалов и элементов конструкций при звуковых и ультразвуковых частотах нагружения". - Киев: Наук. думка, 1983. - С.312-315.
3. Бартенев О.А., Хамитов В.А. Применение акустической эмиссии для оценки магнитострикции. //Завод. лаб. - 1983. - №12. - С.46-47.
4. Кулеев В.Г., Щербинин В.Е., Жаков С.В., Субботин Ю.С., Меньшиков Н.М. Влияние физических различий между эффектом Баркгаузена и акустической эмиссией Баркгаузена на их применение в неразрушающем контроле. - Дефектоскопия, 1986, №9.- С.3-17.
5. Мишин Д.Д. Магнитные материалы. - М.: Высшая школа, 1981.